



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

DOMANDA NUMERO	102008901622532
Data Deposito	29/04/2008
Data Pubblicazione	29/10/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	Q		

Titolo

MODULO DI ANTENNA MULTIFUNZIONALE PER IL TRATTAMENTO DI UNA MOLTEPLICITA'
DI SEGNALI IN RADIOFREQUENZA.

DESCRIZIONE

Campo di applicazione

La presente invenzione è applicabile al settore delle antenne per veicoli o mezzi di trasporto mobili, ed ha per oggetto un modulo di antenna per la ricezione di una molteplicità di segnali in radiofrequenza.

In particolare, la presente invenzione descrive un modulo di antenna comprendente due o più antenne a microstriscia, denominate anche antenne patch, particolarmente adatte per la ricezione e/o trasmissione di segnali in radiofrequenza nella banda satellitare.

10

Stato della tecnica

È nota la necessità, particolarmente nei veicoli, di utilizzare una pluralità di antenne adatte a ricevere e/o trasmettere segnali in radiofrequenza relativi a diverse bande di frequenza.

In particolare, tali antenne possono essere adatte alla ricezione e/o trasmissione di segnali in banda AM, FM, DAB, TV, GPS, GSM, UMTS e altre. Tali antenne sono spesso disposte in posizione ravvicinata tra loro per occupare il minor spazio possibile ed essere racchiuse in uno stesso involucro.

Un particolare tipo di segnali in radiofrequenza sono quelli per applicazioni satellitari. Essi presentano frequenze superiori al GHz e le antenne più adatte alla loro ricezione sono generalmente le antenne patch.

Queste ultime sono generalmente costituite da un substrato in materiale dielettrico sulla cui superficie superiore è posizionata una struttura d'antenna, costituita da uno strato elettricamente conduttore, e sulla cui superficie inferiore è presente un altro strato di materiale elettricamente conduttore.

Tali antenne sono inoltre provviste di un collegamento d'antenna, anche

detto alimentatore o “feed”, che le attraversa.

Le frequenze dei segnali che l'antenna patch è adatta a trattare sono determinate essenzialmente dalla forma e dalle dimensioni dello strato elettricamente conduttore, costituente la struttura d'antenna e generalmente
5 metallico, nonché dalle dimensioni e dalla tipologia del substrato dielettrico.

Questa tipologia di antenne, comunque, è adatta a trattare segnali appartenenti ad una banda di frequenze piuttosto ristretta.

Dall'analisi del loro funzionamento, le antenne patch possono essere divise in due grandi categorie.

10 La prima è costituita da quelle antenne patch nelle quali lo strato elettricamente conduttore ha una forma in pianta sostanzialmente poligonale, particolarmente quadrata o rettangolare. In tale tipologia di antenna i modi, ossia le frequenze di risonanza, sono multipli interi della frequenza fondamentale. Quest'ultima, inoltre, è legata direttamente alla maggiore delle dimensioni del
15 poligono che costituisce la superficie della struttura d'antenna.

In particolare, le antenne patch aventi una struttura d'antenna a superficie poligonale possono essere studiate sia come cavità risonanti che come linee di trasmissione aperte. In entrambi i casi, la frequenza fondamentale dei segnali che l'antenna è adatta trattare è ricavabile dalla ben nota formula

20 (1)
$$L = \frac{\lambda}{2\sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

Si deduce, quindi, che la lunghezza d'onda fondamentale dei segnali che l'antenna può trattare è pari al doppio della lunghezza della maggiore delle dimensioni del poligono, con un coefficiente di correzione legato alla costante dielettrica del substrato. Inoltre, tale tipo di antenna, come già accennato, è
25 adatto a ricevere anche tutte le armoniche intere, ossia tutti i segnali aventi un

valore di frequenza pari ad un multiplo intero della frequenza fondamentale.

Nella seconda tipologia di antenna lo strato elettricamente conduttore presenta una forma in pianta sostanzialmente circolare o ellittica. In tal caso i modi di risonanza, ossia le frequenze di risonanza dell'antenna, sono multipli non interi della frequenza fondamentale.

Nel dettaglio, un'antenna patch di questo tipo può essere studiata unicamente come una cavità risonante. La frequenza fondamentale dei segnali che l'antenna è adatta trattare è ricavabile dalla ben nota formula

$$(2) \quad d = \frac{X'_0 \lambda}{\pi \sqrt{\epsilon_r}}$$

dove d è il diametro del cerchio o l'asse maggiore dell'ellisse, mentre X'_0 è lo zero della funzione di Bessel relativa alla struttura d'antenna.

Si deduce, quindi, che la lunghezza d'onda fondamentale dell'antenna è legata al diametro o all'asse maggiore della superficie della struttura d'antenna mediante un coefficiente dipendente dall'antenna patch nel suo complesso. Inoltre, è già stato chiarito che tali antenne sono adatte a tagliare, ossia a non trattare, tutte le armoniche intere, ovvero tutti i segnali aventi un valore di frequenza pari ad un multiplo intero della frequenza fondamentale, bensì a trattare armoniche non intere, ossia segnali aventi un valore di frequenza pari a multipli non interi della frequenza fondamentale.

Con riferimento all'uso veicolare, è noto che per le varie applicazioni vengono utilizzate più antenne disposte in vari punti del veicolo. Nel caso di antenne patch, esse sono generalmente inserite in moduli di antenne con elementi separati montati l'uno accanto all'altro, il che richiede però maggiore spazio. Inoltre, per garantire un perfetto funzionamento dei singoli elementi dell'antenna, è necessario un adeguato disaccoppiamento reciproco.

Per diminuire gli ingombri, sono note numerose realizzazioni di moduli di antenne nelle quali le antenne patch sono sovrapposte l'una all'altra. Alcuni esempi in tal senso sono descritti nei documenti US 5121127 e US 4089003, dove si descrive la sovrapposizione di antenne patch in cui le strutture d'antenna sono a
5 superficie circolare, nonché in EP 521384, dove si descrive la sovrapposizione di antenne patch in cui le strutture d'antenna sono a superficie poligonale.

Dallo stato della tecnica, pertanto, è noto realizzare moduli di antenne sovrapponendo antenne patch, le cui strutture d'antenna presentano superfici con la stessa forma in pianta, in modo da ricevere segnali differenti o da ampliare la
10 banda di ricezione dei segnali in radiofrequenza da captare.

Tali moduli di antenne, tuttavia, non sono adatti per servire contemporaneamente applicazioni che necessitano di trattare anche armoniche intere della frequenza fondamentale, ed altre che necessitano di tagliare tali armoniche.

15 Un ulteriore esempio di modulo di antenna noto è la realizzazione presentata nella domanda di brevetto EP 1619752. In esso si descrive la sovrapposizione di due antenne patch in cui le strutture d'antenna sono specificamente del tipo $\lambda/2$. Nello stesso documento è posta particolare attenzione al fatto che l'antenna patch superiore presenta nel suo insieme, compreso quindi
20 anche il substrato dielettrico, dimensioni inferiori all'antenna patch sottostante così da consentire all'antenna patch inferiore di avere una migliore ricezione del segnale in radiofrequenza per il fatto di risultare, almeno in parte, "scoperta".

Tuttavia, qualora le frequenze delle due applicazioni siano vicine, la differenza di dimensioni è minima con la conseguenza di annullare il vantaggio
25 della migliore ricezione.

Inoltre, anche tale modulo di antenna è affetto dall'inconveniente di non essere adatto a servire contemporaneamente applicazioni che necessitano di trattare anche le armoniche intere della frequenza fondamentale, e applicazioni che necessitano del taglio di tali armoniche.

5

Presentazione dell'invenzione

Uno scopo generale della presente invenzione è quello di superare gli inconvenienti sopra lamentati mettendo a disposizione un modulo di antenna funzionale ed economicamente conveniente.

10 Uno scopo particolare nell'ambito dello scopo generale sopra accennato è quello di realizzare un modulo di antenna che consenta di servire contemporaneamente applicazioni che richiedono di trattare anche le armoniche intere della frequenza fondamentale, oltre ad applicazioni che necessitano di tagliare tali armoniche.

15 Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a punto un modulo di antenna che consenta, a parità di frequenze dei segnali da trattare, di ridurre il più possibile le dimensioni dell'antenna patch superiore in modo che essa lasci il più possibile "scoperta" l'antenna patch inferiore così da migliorarne la qualità di ricezione e/o trasmissione di segnali in radiofrequenza.

20 Non ultimo scopo della presente invenzione è quello di concepire un modulo di antenna particolarmente compatto e poco ingombrante.

Questi scopi, nonché altri che appariranno più chiaramente nel seguito, sono raggiunti da un modulo di antenna ancorabile ad un veicolo, in accordo con la rivendicazione principale.

25 In particolare, il modulo proposto comprende almeno una prima antenna patch alla quale è sovrapposta almeno una seconda antenna patch, in cui detta

almeno una prima antenna patch comprende un primo substrato in materiale dielettrico sulla cui superficie superiore è posizionata almeno una prima struttura d'antenna, costituita da un primo strato elettricamente conduttore, e sulla cui superficie inferiore è presente un secondo strato di materiale elettricamente conduttore, detta almeno una seconda antenna patch comprende un secondo substrato in materiale dielettrico sulla cui superficie superiore è posizionata almeno una seconda struttura d'antenna, costituita da un terzo strato elettricamente conduttore, e sulla cui superficie inferiore è presente un quarto strato di materiale elettricamente conduttore, caratterizzato dal fatto che almeno una tra detta prima e detta seconda struttura d'antenna presenta una superficie sostanzialmente circolare o ellittica, mentre l'altra tra detta prima e detta seconda struttura d'antenna presenta una superficie sostanzialmente poligonale.

Grazie alla combinazione di almeno un'antenna patch avente struttura d'antenna a superficie circolare o ellittica con almeno un'antenna patch avente la struttura d'antenna a superficie poligonale è possibile servire contemporaneamente applicazioni che necessitano di ricevere anche le armoniche intere della frequenza fondamentale, oltre ad applicazioni in cui è richiesto il taglio di tali armoniche.

È altresì evidente che la sovrapposizione di più antenne patch consente di ridurre gli ingombri e di servire numerose applicazioni.

In una forma di realizzazione preferita, la seconda struttura d'antenna presenta la superficie sostanzialmente circolare o ellittica, mentre la prima struttura d'antenna presenta la superficie sostanzialmente poligonale.

Ciò consente, a parità di frequenze dei segnali da trattare, di ridurre le dimensioni dell'antenna patch superiore in modo che essa lasci il più possibile

'scoperta' l'antenna patch inferiore. È infatti noto che, a parità di frequenze dei segnali da trattare, un'antenna patch la cui struttura d'antenna presenta superficie circolare consente la riduzione delle dimensioni del 16% rispetto ad un'analoga antenna patch avente la struttura d'antenna con superficie poligonale. Così, l'utilizzo di una struttura d'antenna a superficie circolare consente di ridurre le dimensioni dell'antenna patch superiore rispetto alle realizzazioni note che utilizzano solo antenne patch con struttura d'antenna a superficie poligonale. Inoltre, l'utilizzo di una struttura d'antenna a superficie poligonale consente di aumentare le dimensioni dell'antenna patch inferiore rispetto alle realizzazioni note che utilizzano solo antenne patch con struttura d'antenna a superficie circolare.

In sintesi, l'utilizzo di una tale configurazione consente di massimizzare la differenza di dimensioni superficiali tra l'antenna patch inferiore e l'antenna patch superiore, ottimizzando la funzionalità dell'antenna patch inferiore.

Breve descrizione dei disegni

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti alla luce della descrizione dettagliata di alcune forme di realizzazione preferite, ma non esclusive, del modulo di antenna dell'invenzione, illustrate a titolo di esempio non limitativo con l'ausilio delle unite tavole di disegno in cui:

la **FIG. 1** rappresenta un modulo di antenna secondo l'invenzione in vista prospettica;

le **FIGG. 2 e 3** rappresentano viste esplose del modulo di antenna di FIG.1.

Descrizione dettagliata di un esempio di realizzazione preferita

Con riferimento alla fig. 1, è illustrato un modulo di antenna 1 secondo

l'invenzione ancorabile ad un veicolo o un mezzo di trasporto simile.

In particolare, il modulo **1** comprende una prima antenna patch **2** a cui è sovrapposta una seconda antenna patch **3**. Tale forma di esecuzione è da intendersi a puro titolo di esempio e non vuole essere limitativa per differenti
5 forme di esecuzione nelle quali il numero di antenne patch sovrapposte è maggiore di due.

Ancor più in dettaglio, con riferimento anche alle figg. 2 e 3, si osserva che la prima antenna patch **2** comprende un primo substrato **4** in materiale dielettrico sulla cui superficie superiore **5** è posizionata una prima struttura d'antenna **6**,
10 costituita da un primo strato elettricamente conduttore **7**, e sulla cui superficie inferiore **8** è presente un secondo strato di materiale elettricamente conduttore **9**.

Analogamente, la seconda antenna patch **3** comprende un secondo substrato **10** in materiale dielettrico sulla cui superficie superiore **11** è posizionata una seconda struttura d'antenna **12**, costituita da un terzo strato elettricamente
15 conduttore **13**, e sulla cui superficie inferiore **14** è presente un quarto strato di materiale elettricamente conduttore **15**.

Anche in questo caso la forma di esecuzione qui rappresentata e descritta non vuole essere limitativa per differenti varianti esecutive secondo le quali, ad esempio, le strutture di antenna di ciascuna antenna patch sono più d'una.

20 Secondo un aspetto dell'invenzione, la prima antenna patch **2** comprende almeno un primo collegamento d'antenna **16** che si estende dalla prima struttura d'antenna **6** e attraversa il primo substrato **4**. Analogamente, la seconda antenna patch **3** comprende almeno un secondo collegamento d'antenna **17** che si estende dalla seconda struttura d'antenna **12** e attraversa sia il secondo
25 substrato **10** che la prima antenna patch **2**.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, da intendersi anch'esso non limitativo per differenti forme di esecuzione, il primo collegamento d'antenna **16** e il secondo collegamento d'antenna **17** sono disgiunti. Inoltre, la zona di collegamento tra il primo collegamento d'antenna **16** e la prima struttura d'antenna **6** è coperta dalla prima antenna patch **3**.

Secondo l'invenzione, almeno una tra la prima **6** e la seconda **12** struttura d'antenna presenta una superficie sostanzialmente circolare o ellittica, mentre l'altra presenta una superficie sostanzialmente poligonale.

Ciò consente di servire contemporaneamente applicazioni che necessitano di ricevere anche le armoniche intere della frequenza fondamentale, e applicazioni che necessitano del taglio di tali armoniche.

Il modulo di antenna **1** che si descrive è particolarmente adatto ad essere utilizzato per applicazioni che si servono di segnali in radiofrequenza satellitari. In quest'ottica, la struttura d'antenna avente superficie sostanzialmente poligonale è del tipo $\lambda/2$.

In particolare, la superficie poligonale è preferibilmente, ma non necessariamente, quadrata o rettangolare. In questi ultimi casi, la lunghezza di un lato, rispettivamente del lato più lungo, è pari a metà della lunghezza d'onda che l'antenna patch deve trattare.

Al fine di migliorare la funzionalità della prima antenna patch **2**, opportunamente ciascuna delle superfici superiore **11** e inferiore **14** del secondo substrato **10** appartenente alla seconda antenna patch **3** presenta un'estensione superficiale inferiore a quella della prima struttura d'antenna **6** appartenente alla prima antenna patch **2**.

Un'ottimizzazione di tale aspetto è conseguita facendo in modo che la

seconda struttura d'antenna **12** presenti una superficie con forma in pianta sostanzialmente circolare o ellittica e che la prima struttura d'antenna **6** presenti una superficie con forma in pianta sostanzialmente poligonale. Infatti, a parità di frequenze dei segnali da trattare, la forma in pianta sostanzialmente circolare
5 consente la riduzione delle dimensioni del 16% rispetto ad un'analogica antenna patch avente la struttura d'antenna con forma in pianta poligonale.

Per quanto concerne la prima struttura d'antenna **6**, essa presenta estensione superficiale minore o uguale all'estensione superficiale della superficie superiore **5** del primo substrato **4**. Analogamente, la seconda struttura d'antenna
10 **12** presenta estensione superficiale minore o uguale all'estensione superficiale della superficie superiore **11** del secondo substrato **10**.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il secondo **9** e il quarto **15** strato di materiale elettricamente conduttore risultano coincidenti. In effetti, questo aspetto riguarda la realizzazione pratica del modulo e non influenza in alcun
15 modo la funzionalità delle antenne patch **2, 3** sovrapposte. Ciò è dovuto al fatto che i due strati elettricamente conduttori **7, 13**, realizzati generalmente mediante metallizzazione, pur essendo distinti sono assimilabili ad un solo elemento elettricamente conduttore, date le frequenze dei segnali trattati dalle antenne **2, 3**.

È evidente, quindi, che la scelta di realizzare una singola metallizzazione
20 sulla superficie inferiore **15** del secondo substrato **10** o sulla superficie superiore **5** del primo substrato **4**, oppure due metallizzazioni distinte è determinata esclusivamente dal processo produttivo che si intende attuare.

Opportunamente, il diametro del cerchio o l'asse maggiore dell'ellisse di detta seconda struttura d'antenna **12** avente forma in pianta sostanzialmente
25 circolare o ellittica è determinato in base alla frequenza fondamentale dei segnali

che l'antenna è adatta trattare secondo la sopra citata formula (2)

$$d = \frac{X'_0 \lambda}{\pi \sqrt{\epsilon_r}}$$

dove X'_0 è lo zero della funzione di Bessel relativa alla struttura d'antenna.

5 Alla luce di quanto precede, si comprende che il modulo di antenna raggiunge gli scopi prefissati e, in particolare, consente di servire contemporaneamente applicazioni che necessitano di trattare anche le armoniche intere della frequenza fondamentale, oltre ad applicazioni che necessitano del taglio di tali armoniche.

10 Si è inoltre visto che il modulo di antenna proposto consente, a parità di frequenze dei segnali da trattare, di ridurre ed ottimizzare le dimensioni dell'antenna patch superiore in modo che essa lasci il più possibile "scoperta" l'antenna patch inferiore, con la conseguenza di migliorare la qualità di ricezione e/o trasmissione di segnali in radiofrequenza della stessa.

15 A ben vedere, il modulo proposto risulta altresì compatto e facilmente inseribile in un unico involucro protettivo poco ingombrante.

20 Il modulo d'antenna secondo il trovato è suscettibile di numerose modifiche e varianti tutte rientranti nel concetto inventivo espresso nelle rivendicazioni allegate. Tutti i particolari potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti, ed i materiali potranno essere diversi a seconda delle esigenze, senza uscire dall'ambito del trovato.

Anche se il modulo d'antenna è stato descritto con particolare riferimento alle figure allegate, i numeri di riferimento usati nella descrizione e nelle rivendicazioni sono utilizzati per migliorare l'intelligenza del trovato e non costituiscono alcuna limitazione all'ambito di tutela rivendicato.

25

RIVENDICAZIONI

1. Modulo di antenna multifunzionale, per il trattamento di una molteplicità di segnali in radiofrequenza, comprendente almeno una prima antenna patch (2) alla quale è sovrapposta almeno una seconda antenna patch (3), in cui

5 - detta almeno una prima antenna patch (2) comprende un primo substrato (4) in materiale dielettrico sulla cui superficie superiore (5) è posizionata almeno una prima struttura d'antenna (6), costituita da un primo strato elettricamente conduttore (7), e sulla cui superficie inferiore (8) è presente un secondo strato di materiale elettricamente conduttore (9);

10 - detta almeno una seconda antenna patch (3) comprende un secondo substrato (10) in materiale dielettrico sulla cui superficie superiore (11) è posizionata almeno una seconda struttura d'antenna (12), costituita da un terzo strato elettricamente conduttore (13), e sulla cui superficie inferiore (14) è presente un quarto strato di materiale elettricamente conduttore (15);

15 **caratterizzato dal fatto** che almeno una tra detta prima (6) e detta seconda struttura d'antenna (12) presenta una superficie sostanzialmente circolare o ellittica, mentre l'altra tra detta prima (6) e detta seconda struttura d'antenna (12) presenta una superficie sostanzialmente poligonale.

20 2. Modulo di antenna secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto** che detta seconda struttura d'antenna (12) presenta una superficie sostanzialmente circolare o ellittica e detta prima struttura d'antenna (6) presenta una superficie sostanzialmente poligonale.

25 3. Modulo di antenna secondo la rivendicazione 1 o 2, **caratterizzato dal fatto** che ciascuna di dette superfici superiore (11) e inferiore (14) di detto secondo substrato (10) presenta un'estensione superficiale inferiore

all'estensione superficiale di detta prima struttura d'antenna (6).

4. Modulo di antenna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che detta prima struttura d'antenna (6), rispettivamente detta seconda struttura d'antenna (12), presenta un'estensione
5 superficiale al più uguale all'estensione superficiale di detta superficie superiore (5) di detto primo substrato (4), rispettivamente di detta superficie superiore (11) di detto secondo substrato (10).

5. Modulo di antenna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che detta prima antenna patch (2)
10 comprende almeno un primo collegamento d'antenna (16) che si estende da detta prima struttura d'antenna (6) ed attraversa detto primo substrato (4).

6. Modulo di antenna secondo la rivendicazione 5, **caratterizzato dal fatto** che detta seconda antenna patch (3) comprende almeno un secondo collegamento d'antenna (17) che si estende da detta seconda struttura d'antenna
15 (12) e attraversa detto secondo substrato (10) e detta prima antenna patch (2).

7. Modulo di antenna secondo la rivendicazione 6, **caratterizzato dal fatto** che detto primo collegamento d'antenna (16) e detto secondo collegamento d'antenna (17) sono disgiunti.

8. Modulo di antenna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 5 a 7,
20 **caratterizzato dal fatto** che la zona di collegamento tra detto primo collegamento d'antenna (16) e detta prima struttura d'antenna (6) è coperta da detta seconda antenna patch (3).

9. Modulo di antenna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che detto secondo (9) e detto quarto strato di
25 materiale elettricamente conduttore (15) sono coincidenti.

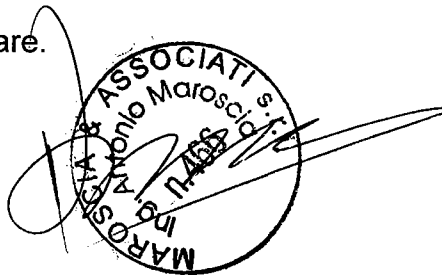
10. Modulo di antenna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che il diametro del cerchio o l'asse maggiore dell'ellisse di detta seconda struttura d'antenna (12) con forma in pianta sostanzialmente circolare o ellittica è stabilito in base alla frequenza
5 fondamentale dei segnali che l'antenna è atta a trattare, secondo la formula

$$d = \frac{X'_0 \lambda}{\pi \sqrt{\epsilon_r}}$$

dove X'_0 è lo zero della funzione di Bessel relativa alla struttura d'antenna.

11. Modulo di antenna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che detta superficie poligonale è
10 sostanzialmente quadrata.

12. Modulo di antenna secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto** che detta superficie poligonale è sostanzialmente rettangolare.



1/2

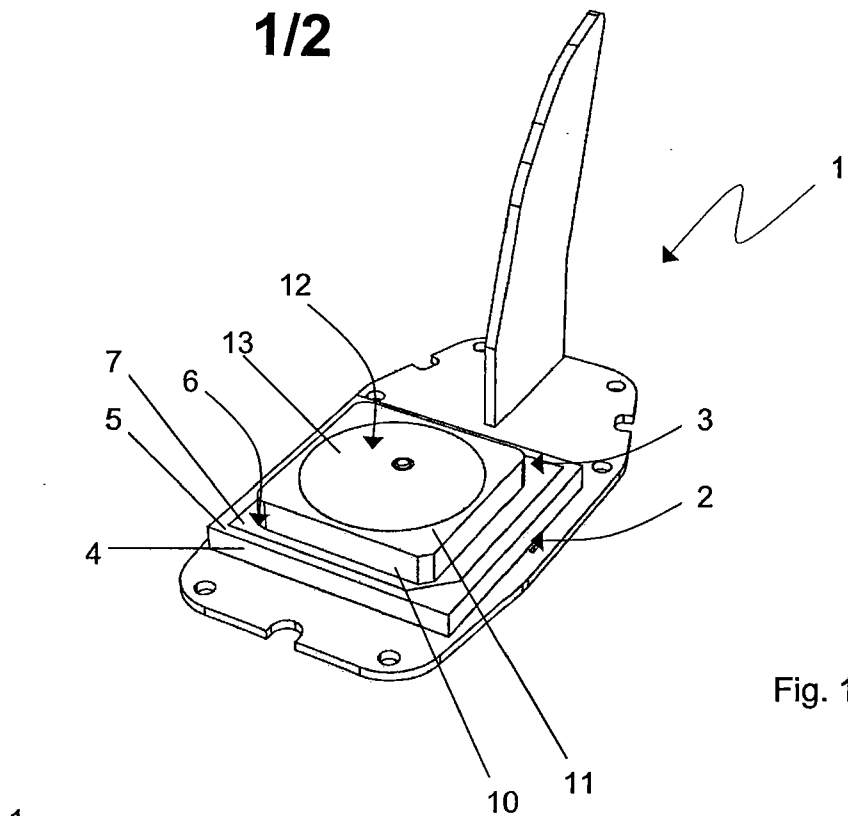


Fig. 1

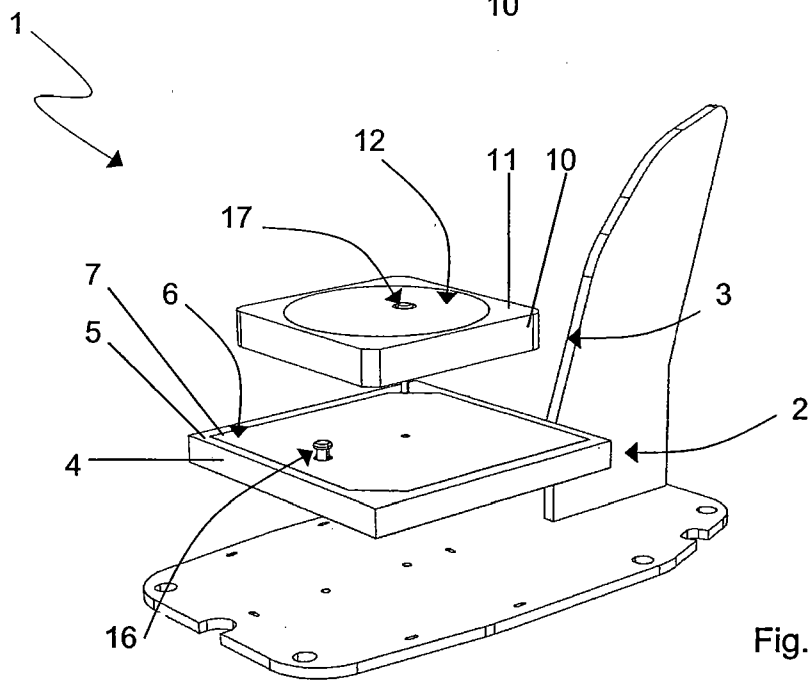


Fig. 2



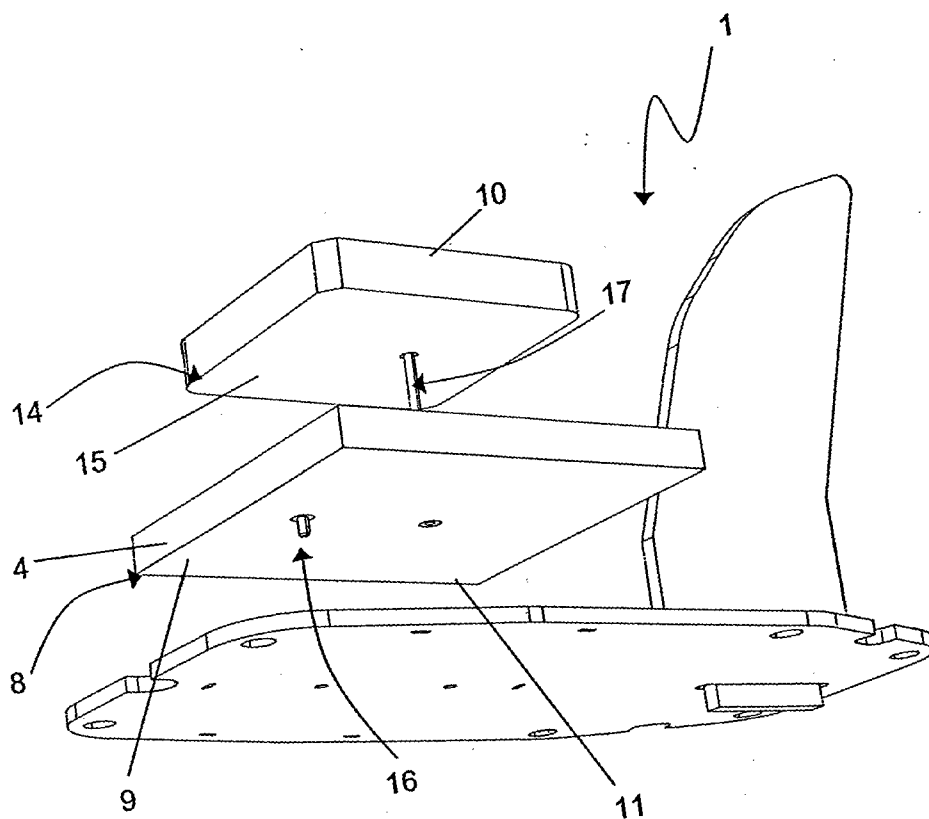


Fig. 3

