

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902095322A1

Publication Date

20140424

Applicant

POLAB S.R.L.

Title

DISPOSITIVO PER RIVELARE CAMPI ELETTROMAGNETICI A
RADIOFREQUENZA

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo "DISPOSITIVO PER RIVELARE CAMPI ELETTROMAGNETICI A RADIOFREQUENZA" a nome di Polab S.r.l., ditta italiana con sede a Càscina (PI).

5

DESCRIZIONE

Ambito dell'invenzione

La presente invenzione riguarda un dispositivo per misurare l'intensità di un campo elettromagnetico in un generico punto dello spazio. Il dispositivo può essere
10 impiegato per segnalare in tempo reale il superamento di una determinata soglia di intensità del campo elettromagnetico.

Il dispositivo può essere impiegato per valutare gli effetti nell'ambiente di apparati emettitori in
15 radiofrequenza come antenne trasmittenti di segnali per telefonia mobile, trasmissioni radiotelevisive ed altri apparati ancora.

Brevi cenni alla tecnica nota

Sono noti strumenti portatili per rivelare campi
20 elettromagnetici a radiofrequenza mediante la misura della componente di campo elettrico, comprendenti un'antenna isotropa a dipoli e un'unità di elaborazione, collegabile funzionalmente all'antenna, per elaborare e visualizzare l'intensità di segnali elettrici dipendenti dall'intensità
25 della componente di campo elettrico, prodotti dall'antenna quando esposta ai campi elettromagnetici. Dispositivi di questo tipo sono descritti, per esempio, in "CONCETTI FONDAMENTALI DI ELETTROMAGNETISMO - APPLICAZIONIM PROGETTUALI" Paul Clayton Ed. Hoepli

30 Tali dispositivi hanno lo svantaggio che l'antenna isotropa è ottenuta mediante assemblaggio di conduttori o

circuiti stampati distinti, normalmente tre circuiti stampati comprendenti rispettivi dipoli, in modo che i dipoli si dispongano nello spazio secondo una terna di direzioni ortogonali. L'assemblaggio prevede normalmente
5 saldature tra circuiti stampati orientati nello spazio, e comporta diverse fasi di lavorazione ed oneri di controllo dell'esecuzione. Per questo motivo la tecnica corrente non consente una larga produzione di serie con costi accettabili. Inoltre, le antenne e le unità di controllo
10 della tecnica corrente richiedono elevate distanze per evitare la mutua interferenza tra i due componenti, ne conseguono dimensioni degli strumenti che limitano la portabilità e impediscono la realizzazione di strumenti di larga diffusione e costi limitati.

15 Sintesi dell'invenzione

È quindi scopo principale della presente invenzione fornire un dispositivo rivelatore portatile di campi elettromagnetici a radiofrequenza provvisto di un'antenna sostanzialmente isotropa ed idonea a rivelare campi di
20 polarizzazione e orientamento non noti a priori, la quale sia di semplice ed economica realizzazione, e di dimensioni ridotte.

È anche scopo della presente invenzione fornire un dispositivo rivelatore portatile che permetta di
25 semplificare e generalizzare la rivelazione ed eventualmente la misura istantanea di valori di intensità riferibili a campi elettromagnetici a radiofrequenza.

È poi scopo particolare della presente invenzione fornire un siffatto dispositivo che abbia dimensioni e
30 peso inferiori ai dispositivi attualmente noti, agevolando la portabilità per tempi prolungati e senza disagio, ad esempio da parte di persone elettrosensibili e/o

lavoratori che possono essere soggetti a campi elettromagnetici potenzialmente dannosi.

È un altro scopo particolare della presente invenzione fornire un siffatto dispositivo che sia semplice da usare
5 e non richieda una formazione specifica.

È un ulteriore scopo particolare della presente invenzione fornire un siffatto dispositivo che abbia costi di vendita inferiori rispetto ai dispositivi attualmente conosciuti.

10 È inoltre scopo particolare dell'invenzione fornire un siffatto dispositivo che permetta di rivelare campi elettromagnetici di frequenza comunque scelta tra quelle utilizzate per le telecomunicazioni, in genere tra 100 kHz e 3 GHz, con un'affidabilità sostanzialmente uniforme.

15 Questi e altri scopi sono raggiunti da un dispositivo per rivelare un campo elettromagnetico a radiofrequenza, attraverso una misura di intensità della componente di campo elettrico del campo elettromagnetico, il dispositivo comprendendo:

- 20 - un'antenna a tre dipoli comprendente:
 - tre unità di rivelazione a dipolo, ciascuna unità di rivelazione a dipolo comprendendo un elemento a dipolo ed essendo configurata per fornire un rispettivo segnale elettrico di rivelazione in
25 risposta alla componente di campo elettrico;
 - un elemento di supporto per le unità di rivelazione a dipolo;
 - una pluralità di resistenze di collegamento;
- mezzi di combinazione per combinare i segnali di
30 rivelazione forniti dai diodi formando un segnale complessivo dipendente dall'intensità della componente di campo elettrico;
- un'unità processore disposta in modo da ricevere i segnali di rivelazione e/o il segnale complessivo

attraverso le resistenze di collegamento;

- mezzi di interfaccia per fornire una rappresentazione del segnale complessivo,

la caratteristica principale del dispositivo essendo che
5 l'elemento di supporto è un elemento di supporto bidimensionale flessibile che è deformato in un corpo a guscio tridimensionale, e che gli elementi a dipolo sono disposti sul corpo di supporto a guscio tridimensionale secondo rispettive direzioni di tre rette sostanzialmente
10 ortogonali l'una all'altra.

In questo modo, si ottiene un'antenna comprendente una terna di elementi a dipolo due a due sostanzialmente ortogonali piegando un medesimo circuito o supporto piano, su cui sono inizialmente disposti i tre elementi a dipolo.
15 Tale procedimento di lavorazione comprende un minor numero di fasi rispetto al procedimento usato per costruire le antenne isotrope di tecnica nota, in cui tre circuiti stampati distinti vengono uniti ortogonalmente tra di loro mediante una pluralità di saldature, o con un altro metodo
20 di collegamento.

In particolare, ciascuna unità di rivelazione a dipolo comprende:

- un elemento a dipolo avente sviluppo piano e lineare, in particolare un elemento a dipolo di tipo
25 convenzionale.
- un diodo raddrizzatore a radiofrequenza per rivelare i segnali oscillatori acquisiti dall'elemento a dipolo e a generare una componente a bassa frequenza, detta anche componente in banda base o segnale di
30 rivelazione, che restituisce il livello dell'involuppo del segnale atto ad essere misurato;
- un elemento capacitivo per livellare il segnale di rivelazione proveniente dal diodo;
- una coppia di resistenze di estremità attraverso cui

viene prelevato il segnale di rivelazione.

Una pluralità di resistenze di collegamento associate all'elemento a dipolo provvede poi a trasferire il segnale elettrico in banda base dall'elemento capacitivo
5 dell'unità di rivelazione a dipolo ai mezzi di combinazione e/o di elaborazione, minimizzando le interferenze con i segnali a radiofrequenza.

L'espressione "elementi a dipolo orientati secondo un angolo sostanzialmente retto l'uno rispetto all'altro" va
10 intesa nel senso che gli elementi a dipolo sono disposti con le tangenti nei rispettivi punti mediani sostanzialmente ortogonali tra di loro.

Come noto, un campo elettromagnetico a radiofrequenza può essere caratterizzato in intensità mediante l'intensità
15 della propria componente di campo elettrico, esprimibile in V/m, poiché nei campi elettromagnetici a radiofrequenza, almeno a sufficiente distanza dalla sorgente che li emette, le componenti di campo elettrico E e di campo magnetico B sono correlabili in modo immediato.

20 In particolare, il range di frequenza del campo elettromagnetico a radiofrequenza, e quindi della sua componente di campo elettrico, è compreso tra 100 kHz e 3 GHz. In tale ambito sono comprese le frequenze dei campi elettromagnetici di impiego ricorrente nella tecnica.

25 Pertanto, le unità di rivelazione a dipolo sono vantaggiosamente unità di rivelazione a dipolo a larga banda, cioè configurate per fornire un segnale elettrico di rivelazione percepibile in risposta a un campo elettrico di frequenza compresa tra 100 kHz e 3 GHz.

30 In particolare, l'elemento di supporto bidimensionale flessibile ha una conformazione naturale piana.

Vantaggiosamente, l'elemento di supporto bidimensionale flessibile ha, in particolare in una propria conformazione piana, un perimetro comprendente un arco di una

circonferenza e due porzioni di rispettivi raggi della circonferenza che definiscono un determinato angolo al centro, e il corpo di supporto a guscio tridimensionale, che è ottenuto dall'elemento di supporto bidimensionale flessibile, comprende una superficie conica in cui le porzioni di raggi sono adiacenti l'una all'altra, in particolare sono unite l'una all'altra.

I tre elementi a dipolo si sviluppano sulla superficie conica in corrispondenza di generatrici prefissate della superficie conica, corrispondenti a tre raggi della superficie conica, con tali generatrici che corrispondono ad altrettanti raggi dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile, cioè ad esempio del settore circolare o del settore di corona circolare che costituisce lo sviluppo piano della superficie conica.

Oltre ai vantaggi sopra menzionati, la costruzione di una siffatta antenna sostanzialmente isotropa richiede un numero limitato di controlli dimensionali, poiché la mutua disposizione degli elementi a dipolo dipende solo dall'angolo di taglio e dalla disposizione iniziale degli elementi a dipolo sul supporto piano. Ciò è utile per una grande produzione di serie del dispositivo.

In una forma realizzativa vantaggiosa, la circonferenza è una circonferenza esterna, e il perimetro comprende un arco di una circonferenza interna, sostanzialmente concentrica alla circonferenza esterna e di diametro inferiore al diametro della circonferenza esterna, l'arco della circonferenza interna essendo definito tra i raggi della circonferenza esterna, e il supporto tridimensionale ha la forma di un tronco di cono.

Preferibilmente, le resistenze di collegamento sono disposte sul corpo di supporto a guscio tridimensionale lungo un percorso comprendente punti ove la curvatura del

corpo di supporto a guscio tridimensionale è inferiore a un valore di curvatura predeterminato.

In particolare, il corpo di supporto a guscio tridimensionale comprende una superficie conica e il
5 percorso è scelto tra:

- una linea disposta sostanzialmente lungo una generatrice della superficie conica;
- una linea comprendente punti di circonferenze di sezione normale all'asse della superficie conica
10 aventi curvatura inferiore al valore di curvatura
- una combinazione di tali linee.

In tal modo si limitano o si evitano sollecitazioni sulle resistenze, e sui collegamenti delle resistenze al supporto, che nascono durante la piegatura del supporto
15 flessibile piano per ottenere il supporto tridimensionale, e che possono permanere nel supporto tridimensionale una volta formato, pregiudicando la stabilità e la durata dell'antenna.

In una realizzazione vantaggiosa per uno strumento da
20 campo, il corpo di supporto a guscio tridimensionale ha una dimensione complessiva compresa tra 3 e 5 centimetri, in particolare tale dimensione complessiva è prossima a 4 centimetri.

In particolare, il corpo di supporto a guscio
25 tridimensionale comprende una superficie conica che ha un'altezza e/o un raggio di base che hanno una lunghezza compresa tra 3 cm e 5 cm, in particolare una lunghezza prossima a 4 cm.

In una forma realizzativa particolare, la superficie
30 conica è la superficie di un cono che ha un'altezza sostanzialmente uguale al raggio di base, per cui la superficie conica ha un angolo di apertura prossimo a un angolo retto.

In particolare, gli elementi a dipolo sono disposti con un proprio punto centrale in corrispondenza di un rispettivo raggio di riferimento intermedio tra le due porzioni di raggio, in cui ciascun raggio di riferimento
5 del settore circolare di partenza è disposto, rispetto ad almeno un altro di tali raggi di riferimento, a una distanza angolare prossima a un terzo dell'angolo al centro dal settore. Nel caso sopra indicato, in cui il raggio di base è sostanzialmente uguale all'altezza della superficie
10 conica, la distanza angolare tra almeno due coppie di raggi è prossima a $84,85^\circ$.

Ad esempio, due di tali raggi possono distare di un angolo prossimo alla sesta parte dell'angolo coperto da rispettivi lati rettilinei o raggi di taglio vicini del
15 settore circolare o del settore di corona circolare. Nel caso sopra indicato, in cui il raggio di base è sostanzialmente uguale all'altezza della superficie conica, tali raggi possono distare da tali rispettivi lati o raggi di taglio vicini di un angolo prossimo a $42,43^\circ$.

20 In una forma realizzativa, le tre antenne intersecano tali raggi sostanzialmente alla stessa distanza dal vertice del cono, in particolare tale distanza è pari alla metà dei raggi.

In particolare, le tre antenne hanno uno sviluppo piano
25 di lunghezza sostanzialmente uguale all'altezza del cono o del tronco di cono.

Ad esempio, procedendo dalla scheda flessibile a settore circolare che forma lo sviluppo piano del cono, i tre elementi a dipolo formano ciascuno un angolo di
30 inclinazione di 45° con un rispettivo di tali raggi di riferimento del settore circolare, per cui formano almeno una coppia di antenne mutuamente ortogonali nel piano di tale settore circolare.

In una forma realizzativa, il supporto flessibile comprende un poligono formato da almeno tre poligoni aventi due a due un lato in comune, e il supporto tridimensionale comprende almeno tre facce di un poliedro. In particolare,
5 il poligono può comprendere tre triangoli isosceli e il poliedro è una piramide retta a base triangolare. In particolare, il poligono può comprendere tre rettangoli e il poliedro è una porzione di un parallelepipedo comprendente tre lati due a due ortogonali del
10 parallelepipedo.

Vantaggiosamente, il collegamento tra le unità di rivelazione a dipolo e l'unità processore è un collegamento in serie delle unità di rivelazione a dipolo, delle resistenze di collegamento tra due terminali di
15 prelievo del segnale elettrico complessivo, in cui i terminali sono connessi all'unità processore. In questo caso, l'antenna sostanzialmente isotropa fornisce ai terminali un segnale elettrico complessivo che è ottenuto come combinazione dei segnali elettrici di rivelazione
20 prodotti da ciascuna unità di rivelazione a dipolo quando almeno uno di questi trovasi in un campo elettromagnetico, e che è rappresentativo dell'intensità della componente elettrica del campo elettromagnetico rivelato.

In una forma realizzativa in cui è previsto un corpo di
25 supporto a guscio tridimensionale conico o tronco-conico, i due terminali sono disposti affiancati in una porzione intermedia, in particolare centrale, del lato curvilineo, ad una determinata distanza tra di loro. Le posizioni dei due terminali possono corrispondere a due posizioni
30 centrali del lato curvilineo. In tal modo, la distanza o l'interasse tra i due terminali è sostanzialmente definita una volta che i due terminali sono stati disposti sull'elemento di supporto bidimensionale flessibile prima che venga deformato, cioè tale distanza è sostanzialmente

indipendente dal modo in cui l'elemento di supporto bidimensionale flessibile viene piegato per formare la superficie conica del corpo di supporto a guscio tridimensionale. Ciò favorisce il rispetto della tolleranza dimensionale su tale distanza.

In una forma realizzativa alternativa, le posizioni dei due terminali corrispondono, sull'elemento di supporto bidimensionale flessibile prima che venga deformato, a posizioni di estremità opposte del lato curvilineo, in prossimità dell'intersezione con i rispettivi raggi di taglio rettilinei dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile a forma di corona circolare.

In alternativa, il collegamento tra le unità di rivelazione a dipolo e l'unità processore è un collegamento in parallelo attraverso rispettive serie delle resistenze di collegamento a rispettivi terminali di prelievo dei rispettivi segnali elettrici di rivelazione, in cui i terminali sono connessi all'unità processore, e l'unità processore comprende mezzi di combinazione di segnali atti a combinare i segnali elettrici delle singole unità di rivelazione formando il segnale elettrico complessivo, in particolare secondo una combinazione scelta tra la radice quadrata della somma dei quadrati di tali rispettivi segnali elettrici e la somma dei moduli dei rispettivi segnali elettrici.

Preferibilmente i terminali sono disposti in rispettive posizioni di una linea contorno del corpo di supporto a guscio tridimensionale, in particolare in rispettive posizioni della circonferenza di base della superficie conica.

Il segnale elettrico complessivo può essere ottenuto come radice quadrata della somma dei quadrati di tali rispettivi segnali elettrici di rivelazione. In alternativa, ma senza escludere altre possibilità, il

segnale elettrico complessivo può essere ottenuto come somma dei moduli dei rispettivi segnali elettrici di rivelazione.

5 In una forma realizzativa vantaggiosa, l'unità processore sono disposti su una porzione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile e del corpo di supporto a guscio tridimensionale che si trova a una distanza di separazione predeterminata da ciascuno degli elementi a dipolo. In particolare, la distanza di separazione è
10 compresa tra 10 mm e 400 mm. Preferibilmente, la porzione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile mantiene una forma piana nel supporto tridimensionale. Vantaggiosamente, la porzione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile è una porzione di appendice
15 collegata ad una porzione di antenna di tale elemento di supporto. In tal modo, un medesimo circuito stampato comprende sia l'antenna che l'unità processore, ossia l'elettronica per gestire il segnale elettrico complessivo o i segnali elettrici di rivelazione. Ciò permette di
20 realizzare un dispositivo di dimensioni contenute che agevola la portabilità per tempi prolungati e comunque senza disagio. La posizione periferica della porzione di appendice, rispetto alla porzione di antenna del corpo di supporto a guscio tridimensionale, permette di distanziare
25 gli elementi a dipolo dall'elettronica in modo da separarli elettromagneticamente, cioè da limitare una mutua interferenza.

In una forma realizzativa, il dispositivo comprende mezzi di linearizzazione comprendenti una pluralità di
30 impedenze scelte in modo che il segnale elettrico complessivo, per un campo elettrico avente un'intensità determinata, abbia un valore compreso in un range di ampiezza predeterminata, o range di incertezza di misura, sostanzialmente per qualsiasi valore di frequenza compreso

nel range di frequenza di lavoro del dispositivo. In tal modo è possibile avere, nell'ambito dell'incertezza della misura, una medesima risposta in termini di valore del segnale elettrico complessivo.

5 Il dispositivo comprende vantaggiosamente mezzi di calibrazione tra una pluralità di valori di intensità della componente di campo elettrico, misurabili dal dispositivo, e una pluralità di valori di un segnale elettrico di uscita ottenuto dal segnale elettrico
10 complessivo, in modo da rappresentare l'intensità della componente di campo elettrico con un valore univoco del segnale elettrico di uscita. I mezzi di calibrazione possono comprendere mezzi dell'unità processore atti a generare una corrispondenza tra valori di intensità di
15 campo e valori del segnale elettrico di uscita, e/o mezzi di amplificazione e/o di compressione del segnale complessivo, in particolare, atti ad amplificare e/o comprimere il segnale complessivo in base alla corrispondenza.

20 Vantaggiosamente, i mezzi di interfaccia comprendono mezzi di segnalazione di intensità della componente elettrica del campo elettromagnetico, configurati per segnalare il superamento di un valore di soglia predeterminato della intensità della componente elettrica
25 del campo elettromagnetico, in cui i mezzi di segnalazione sono attivati/disattivati dall'unità processore in base al segnale elettrico complessivo, ovvero dal segnale elettrico di uscita dopo calibrazione. Ad esempio, tali mezzi di segnalazione possono essere mezzi ottici, in particolare
30 mezzi a LED, opportunamente posizionati in modo visibile sulla superficie esterna del contenitore del dispositivo.

Vantaggiosamente, sono previsti mezzi ottici di segnalazione atti a segnalare il superamento di una pluralità di valori di soglia predeterminati della

intensità della componente elettrica del campo elettromagnetico.

Il dispositivo può comprendere, in alternativa o in aggiunta ai mezzi ottici, mezzi acustici di segnalazione, in particolare atti a generare diversi toni distinguibili in base al valore dell'intensità del campo elettromagnetico rivelato.

Il dispositivo può comprendere, in alternativa o in aggiunta ai mezzi ottici e/o acustici, mezzi di vibrazione, in particolare, atti a generare una vibrazione variabile del dispositivo in base al valore dell'intensità del campo elettromagnetico rivelato.

Ciò permette di percepire in modo immediato e pratico la gravità di fenomeni di presenza di campi elettromagnetici a radiofrequenza, o di inquinamento da campi elettromagnetici a radiofrequenza in un generico spazio di misura.

In particolare, il valore o i valori di soglia sono scelti tra 6 V/m e 20 V/m. Il valore di 6 V/m corrisponde in Italia ad un limite di legge, per cui non è ammessa l'esposizione di persone per una durata superiore a 4 ore consecutive. Il valore di 20 V/m è anch'esso un limite di legge assoluto, oltre il quale non è ammessa l'esposizione di persone.

Detto valore o i valori di soglia possono essere anche scelti tra 1 V/m e 3 V/m. Il valore di soglia di 1 V/m è un limite pratico di esposizione prolungata di cui tiene conto la buona tecnica di progettazione di impianti e/o di strutture frequentate da persone. Il valore di soglia di 3 V/m è un altro valore di riferimento dell'intensità, che è oggetto di nuove normative in materia attualmente allo studio.

Preferibilmente, il dispositivo comprende mezzi di memorizzazione per memorizzare valori istantanei del

segnale complessivo, ovvero valori di intensità della componente di campo elettrico. In particolare, i mezzi di interfaccia sono configurati per una connessione dei mezzi di memorizzazione con mezzi lettori esterni e/o con mezzi
5 processori esterni per leggere e/o processare tali valori di intensità della componente di campo elettrico, istantanei e/o registrati, ad esempio con un personal computer, in particolare, nella forma di un andamento temporale dell'intensità della componente di campo
10 elettrico in uno o più periodi di tempo di misura prefissati. Ciò permette di utilizzare il dispositivo, basilarmente concepito per una lettura istantanea di intensità, anche per un'elaborazione dei valori istantanei, per ottenere parametri utili per un'indagine di presenza,
15 in un dato tempo e in un dato spazio di misura, di campi elettromagnetici a radiofrequenza, ad esempio parametri prescritti dalle normative sanitarie applicabili.

Gli scopi sopra indicati sono altresì raggiunti da un metodo per realizzare un dispositivo rivelatore di campi
20 elettromagnetici a radiofrequenza, attraverso una misura di intensità della componente di campo elettrico di tale campo elettromagnetico, comprendente le fasi di:

- predisposizione di un elemento di supporto bidimensionale flessibile;
- 25 - disposizione di tre unità di rivelazione a dipolo, in posizioni predeterminate dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile, ciascuna unità di rivelazione a dipolo comprendendo un elemento a dipolo ed essendo configurata per fornire un rispettivo
30 segnale elettrico di rivelazione in risposta alla componente di campo elettrico
- disposizione di una pluralità di resistenze di collegamento sull'elemento di supporto bidimensionale flessibile,

- deformazione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile, con a bordo le tre unità di rivelazione a dipolo e le resistenze di collegamento, in un corpo di supporto a guscio tridimensionale, ottenendo un'antenna a tre dipoli comprendente le unità rivelazione e le resistenze di collegamento disposte sul corpo di supporto a guscio tridimensionale,

in cui la fase di disposizione delle tre unità di rivelazione sull'elemento di supporto bidimensionale flessibile è eseguita in modo che gli elementi a dipolo siano disposti sul corpo di supporto a guscio tridimensionale secondo rispettive direzioni di tre rette sostanzialmente ortogonali l'una all'altra;

- connessione delle unità di rivelazione, attraverso le resistenze di collegamento, con:

- mezzi di combinazione per combinare i segnali di rivelazione forniti dalle unità di rivelazione a dipolo in modo da formare formando un segnale complessivo dipendente dall'intensità della componente di campo elettrico;

- un'unità processore, in modo da ricevere i segnali di rivelazione e/o il segnale complessivo, l'unità processore comprendendo mezzi di interfaccia per fornire una rappresentazione del segnale complessivo.

In una forma realizzativa, l'elemento di supporto bidimensionale flessibile, in una propria conformazione piana, ha la forma di un settore circolare o preferibilmente di settore di corona circolare, e detta fase di deformazione trasforma detto elemento di supporto bidimensionale in un corpo di supporto a guscio conico o tronco-conico, rispettivamente.

Preferibilmente, l'elemento di supporto bidimensionale flessibile comprende una porzione di appendice che rimane sostanzialmente in una conformazione piana durante la fase

di deformazione, e sono previste, preferibilmente prima di detta fase di deformazione, fasi di disposizione dei mezzi di combinazione e/o dell'unità processore su detta porzione di appendice di detto elemento di supporto
5 bidimensionale flessibile.

Breve descrizione dei disegni

L'invenzione verrà di seguito illustrata con la descrizione che segue di una sua forma realizzativa, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento
10 ai disegni annessi in cui:

- la figura 1 è una vista assonometrica schematica di un un'antenna sostanzialmente isotropa di un dispositivo secondo una forma realizzativa dell'invenzione, comprendente un supporto tridimensionale conico;
- 15 - la figura 2 è una vista schematica dall'alto di un supporto piano flessibile, con gli elementi a dipolo delle unità di rivelazione dell'antenna sostanzialmente isotropica, per ottenere l'antenna di figura 1;
- 20 - le figure 3-5 sono viste assonometriche schematiche del supporto piano flessibile di figura 2 in tre successive fasi della deformazione per ottenere il supporto tridimensionale di figura 1;
- la figura 6 mostra schematicamente un'unità di
25 rivelazione a dipolo impiegata per realizzare un'antenna sostanzialmente isotropica secondo una forma realizzativa dell'invenzione;
- la figura 7 è una vista assonometrica schematica di un'antenna sostanzialmente isotropa di un dispositivo
30 secondo un'altra forma realizzativa dell'invenzione, comprendente un supporto tridimensionale a forma di tronco di cono;
- la figura 8 è una vista schematica dall'alto di un

supporto piano flessibile, con le unità a dipolo dell'antenna sostanzialmente isotropica, per ottenere l'antenna di figura 7;

5 - le figure 9 e 10 sono viste schematiche dall'alto di due antenne sostanzialmente isotrope secondo due forme realizzative dell'invenzione;

10 - la figura 11 è uno schema circuitale di un'antenna sostanzialmente isotropica secondo una forma realizzativa dell'invenzione, con le tre unità di dipolo collegate in serie tra di loro;

15 - la figura 12 è una vista assonometrica schematica di un'antenna sostanzialmente isotropa comprendente un supporto tridimensionale a forma di tronco di cono, completo di una porzione di appendice per l'elettronica di acquisizione dell'antenna;

- la figura 13 è una vista schematica dall'alto di un supporto piano flessibile, con le unità a dipolo dell'antenna sostanzialmente isotropica, per ottenere l'antenna di figura 12;

20 - figura 14 è una vista dall'alto più dettagliata del supporto piano flessibile di figura 13;

- la figura 15 è una vista prospettica di un dispositivo secondo una forma realizzativa dell'invenzione;

25 - la figura 16 è uno schema circuitale dei mezzi di calibrazione secondo una forma realizzativa dell'invenzione;

30 - la figura 17 è una vista assonometrica schematica di un'antenna sostanzialmente isotropa di un dispositivo secondo una forma realizzativa dell'invenzione, comprendente un supporto tridimensionale a forma di piramide e provvisto di una porzione di appendice per l'elettronica di acquisizione dell'antenna;

- la figura 18 è una vista schematica dall'alto di un supporto piano flessibile, con le unità a dipolo

dell'antenna sostanzialmente isotropica, per ottenere l'antenna di figura 17;

- la figura 19 è una vista assonometrica schematica di un un'antenna sostanzialmente isotropa di un
5 dispositivo secondo una forma realizzativa dell'invenzione, in cui è previsto un supporto tridimensionale comprendente due facce di un parallelepipedo, in particolare di un cubo;
- la figura 20 è una vista schematica dall'alto di un
10 supporto piano flessibile, con le unità a dipolo dell'antenna sostanzialmente isotropica, per ottenere l'antenna di figura 19.

Descrizione delle forme realizzative preferite.

Con riferimento alle figure 1-5, viene descritta
15 un'antenna sostanzialmente isotropa 12, secondo una forma realizzativa dell'invenzione, di un dispositivo per rivelare un campo elettromagnetico a radiofrequenza, attraverso una misura di intensità della componente di campo elettrico di tale campo elettromagnetico.

20 L'antenna 12 comprende tre unità di rivelazione a dipolo 11 disposte sulla superficie di un corpo di supporto a guscio tridimensionale 20, che nella forma realizzativa rappresentata in figura 1 comprende una superficie di forma conica, in particolare un cono.

25 L'antenna 12 comprende inoltre un elemento di supporto bidimensionale 10 formato in un corpo a guscio tridimensionale 20. Le tre unità di rivelazione a dipolo 11 sono disposte aderenti alla superficie del corpo di supporto a guscio tridimensionale 20. Il corpo di supporto
30 a guscio tridimensionale 20 può avere la struttura di una scheda elettronica flessibile, su cui gli elementi a dipolo 9 delle unità di rivelazione 11 sono stampati secondo una tecnica convenzionale.

Ad esempio, la scheda elettronica flessibile può essere realizzata in resina epossidica, in particolare resina FR-4. La resina base è un materiale isolante, nella sua forma finale il circuito è rivestito con lamine conduttrici, tipicamente di rame. Le piste di collegamento vengono ottenute con un procedimento convenzionale, ad esempio un procedimento di incisione UV.

Per la realizzazione dell'antenna sostanzialmente isotropa 12 possono essere utilizzate unità di rivelazione a dipolo di tipo convenzionale. La figura 6 riporta una rappresentazione schematica di un'unità di rivelazione a dipolo 11, in cui l'elemento a dipolo 9 comprende due conduttori 13 che si estendono allineati e contrapposti l'uno rispetto all'altro. Ciascun conduttore 13 può essere costituito da una pista di tipo convenzionale, ottenuta per stampaggio sul supporto o scheda flessibile 10 (figura 2), di lunghezza compresa tra 4 e 5 millimetri. L'unità di rivelazione a dipolo 11 comprende, tipicamente nella posizione centrale, intermedia tra i due conduttori 13, un diodo rivelatore 61, ad esempio un diodo Schottky 61 e, in parallelo al diodo rivelatore, una serie di due resistenze 14 e di un elemento capacitivo, ad esempio un condensatore 62, tipicamente disposto intermedio rispetto alle due resistenze 14. In una forma realizzativa, il diodo Schottky 61 può essere un diodo BAT62, o altro equivalente o superiore scelto tra SMS2850, HSMS2860, HSMS8101, BAT62. In una forma realizzativa, le resistenze 14 possono essere resistenze da 10 k Ω , e il condensatore 62 può essere un condensatore da 1 nF. Come mostrato nella figura 11, ciascuna unità di rivelazione a dipolo 11 può inoltre comprendere una coppia di resistenze di estremità 31, ad esempio in questo caso resistenze da 10 k Ω , attraverso cui viene prelevato il segnale di rivelazione prodotto dall'unità di rivelazione a dipolo 11 quando esposta a un

campo elettrico di intensità superiore ad un minimo valore misurabile.

Con riferimento ancora alla figura 1, le tre unità a dipolo 11 sono disposte sul supporto tridimensionale 20 in modo da formare, con i rispettivi elementi a dipolo 9, una
5 terna sostanzialmente ortogonale di elementi a dipolo 9. In tal modo, l'antenna 12 comprendente l'unione delle tre unità di rivelazione a dipolo 11 è un'antenna sostanzialmente isotropica. In questo modo, l'antenna 12 è
10 in grado di interagire con un campo elettromagnetico presente in una data zona di misura producendo un segnale elettrico complessivo, quale che sia l'orientamento dell'antenna 12 rispetto al campo elettromagnetico. In altre parole, con la disposizione mutuamente ortogonale
15 dei tre elementi a dipolo 9, l'antenna 12 risultante, immersa in un campo elettromagnetico in cui la componente di campo elettrico abbia un'intensità superiore ad un minimo misurabile, è in grado di rivelare la presenza del campo elettromagnetico attraverso un segnale elettrico
20 quale che sia l'orientamento del campo. In particolare, il segnale elettrico può essere un segnale elettrico in tensione che rappresenta l'intensità della componente elettrica del campo.

Più in dettaglio, gli elementi a dipolo 9 seguono il
25 profilo del supporto tridimensionale 20, in particolare seguono la curvatura della superficie conica 20. In figura 1 gli elementi a dipolo 9 sono rappresentati con degli archi che giacciono sulla superficie conica 20. Gli elementi a dipolo 9 sono tangenti, nei rispettivi punti
30 mediani, a rette 16,16',16" sostanzialmente ortogonali l'una all'altra. In altre parole, le rette 16,16',16" sono due a due sostanzialmente ortogonali. Ancor più in dettaglio, la figura 1', le tre rette 16,16',16" tangenti i tre rispettivi elementi a dipolo 9 nei punti mediani,

sono rispettivamente parallele a tre rette $26, 26', 26''$ che formano l'una rispetto all'altra angoli sostanzialmente retti π .

5 Come mostrano le figura 2-5, tale configurazione viene raggiunta, secondo l'invenzione, disponendo le tre unità di rivelazione a dipolo 11 con i tre elementi a dipolo 9 in predeterminate zone dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10, con un reciproco orientamento predeterminato, e deformando poi nello spazio
10 l'elemento di supporto bidimensionale flessibile fino a formare il corpo di supporto a guscio tridimensionale 20, in modo che i tre elementi a dipolo 9 risultino disposti mutuamente ortogonali nello spazio. In particolare, la figura 2 si riferisce a una configurazione piana
15 dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10, che in questo caso ha la forma di un settore circolare.

Più in dettaglio, il supporto flessibile di partenza 10, in una sua conformazione piana, è definito da un perimetro comprendente un lato curvilineo 18, che è un arco
20 di circonferenza di ampiezza definita da un angolo al centro ω , e da due lati rettilinei 19 coincidenti con due raggi di tale circonferenza, indicati anche come raggi di taglio 19. Per ottenere l'antenna 12 comprendente il supporto a guscio conico 20 a partire dal circuito stampato
25 comprendente il supporto flessibile 10, il supporto flessibile 10 viene deformato come mostrato nelle figure 3-5, i lati rettilinei 19 vengono avvicinati progressivamente fino a disporli adiacenti l'uno all'altro. In particolare i lati rettilinei 19 vengono portati a coincidere
30 sostanzialmente, e possono essere uniti con mezzi di fermo di tipo noto, ad esempio mezzi adesivi o mezzi meccanici. Si ottiene in tal modo una superficie conica, in particolare una superficie conica continua o chiusa, che forma il corpo di supporto a guscio tridimensionale 20.

In una forma realizzativa vantaggiosa, le dimensioni complessive o esterne 24,27, in particolare l'altezza H e il raggio di base R del corpo di supporto a guscio tridimensionale 20',20' sono vantaggiosamente comprese tra
5 3 e 5 centimetri, in particolare sono prossime a 4 centimetri.

La figura 7 mostra un'antenna 12 in cui i tre elementi a dipolo 9 sono disposti su un supporto tridimensionale 20' avente la forma di una superficie di un tronco di cono. Il
10 supporto tridimensionale 20' si differenzia quindi da supporto tridimensionale 20 di figura 1 solo per l'assenza di una porzione di vertice della superficie conica, che presenta un'elevata curvatura. L'antenna 12 secondo la forma realizzativa di figura 7 può essere ottenuta a
15 partire da un supporto flessibile 10' avente la forma di un settore di una corona circolare, mostrato in figura 8, che si distingue dal supporto flessibile 10 di figura 2 per il fatto che il perimetro comprende anche un arco 23 di una circonferenza interna concentrica alla circonferenza
20 esterna di arco 19. Il procedimento per ottenere l'antenna 12 comprendente il supporto 20' è analogo a quello mostrato nelle figure 3-5. La forma realizzativa di figura 7 è vantaggiosa perché il supporto non comprende porzioni che vengono eccessivamente deformate quando il supporto
25 bidimensionale flessibile 10' viene trasformato nel supporto tridimensionale 20', come accade in prossimità del vertice del cono, oltre i limiti tollerati da molti materiali impiegati per costruire circuiti stampati.

Con riferimento ancora alle figure 2 e 6, in forme
30 realizzative idonee per un'agevole portabilità, il raggio della circonferenza di base 27 e/o l'altezza 24 del cono 20 hanno rispettive lunghezze H,R comprese tra 2 e 6 centimetri, in particolare tra 4 e 5 centimetri, più in

particolare tali rispettive lunghezze sono prossime a 4 centimetri.

5 In una forma realizzativa particolare, la lunghezza R del raggio della circonferenza di base 27 è sostanzialmente uguale alla lunghezza H dell'altezza 24 del cono 20. In questo modo, il cono 20 ha un angolo di apertura α prossimo a un angolo retto. Ciò si può ottenere impiegando come l'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10 di partenza un supporto a forma di settore circolare che si
10 estende per un angolo al centro ω prossimo a $360^\circ/\sqrt{2}$ ovvero prossimo a $254,56^\circ$, e il cui raggio 19 ha una lunghezza R' preferibilmente prossima alla lunghezza H dell'altezza 24 per un'approssimazione della radice quadrata di 2.

15 In una forma realizzativa, per ottenere un orientamento dei tre elementi a dipolo 9 sul supporto 20,20' secondo tre rette a due a due sostanzialmente ortogonali, i tre elementi a dipolo 9 vengono disposti ciascuno a formare un angolo di una determinata
20 inclinazione β con un rispettivo raggio 17 del settore circolare. L'angolo di inclinazione β dipendente dalla distanza angolare δ tra i raggi 17 consecutivi, i quali si trasformano, per effetto della deformazione del supporto bidimensionale flessibile 10,10', in rispettive generatrici
25 15 del corpo di supporto a guscio conico o tronco-conico 20,20'.

Nel caso di un corpo di supporto a guscio conico 20 o tronco-conico 20' di altezza 24 sostanzialmente della stessa lunghezza del raggio di base 27 ($H=R$),
30 l'orientamento mutuamente ortogonale dei tre elementi a dipolo 9 può essere raggiunto disponendo i tre elementi a dipolo 9 sul supporto bidimensionale flessibile 10 scegliendo un angolo di inclinazione β prossimo a 45°

rispetto a raggi 17 disposti tra di loro a una distanza
angolare δ pari a un terzo dell'angolo al centro ω , ossia
ad una distanza angolare δ prossima a $84,85^\circ$. Due dei raggi
17 possono essere scelti ciascuno ad un angolo γ da
5 rispettivi raggi di taglio 19 pari a circa la sesta parte
dell'angolo al centro ω .

Sul supporto tridimensionale 20,20', e quindi anche sul
supporto bidimensionale flessibile 10,10' prima della
deformazione, sono disposti anche i terminali 29 di
10 prelievo del segnale o dei segnali elettrici che le unità
di rivelazione a dipolo producono in presenza di un campo
elettromagnetico in cui la componente di campo elettrico
abbia un'intensità superiore ad un minimo misurabile.

Con riferimento alle figure 9 e 10, vengono descritti
15 due circuiti stampati di partenza 22' e 22" per realizzare
rispettive antenne sostanzialmente isotrope di due
dispositivi secondo l'invenzione. I circuiti stampati 22'
22" comprendono l'elemento di supporto bidimensionale
flessibile 10' di figura 8, tre unità di rivelazione a
20 dipolo 11 disposte, ad esempio, come in figura 8, una
pluralità di resistenze di collegamento 32,33, e una coppia
di terminali 29 per il collegamento dell'antenna
sostanzialmente isotropica 12 con un'elettronica di
acquisizione di un segnale elettrico prodotto dall'antenna
25 sostanzialmente isotropica 12. In entrambi i circuiti
stampati 22' e 22", le unità di rivelazione a dipolo 11
sono collegate in serie l'una rispetto all'altra attraverso
una pluralità di prime resistenze di collegamento 32. La
serie delle tre unità di rivelazione a dipolo 11 è
30 collegata ai due terminali 29 attraverso una pluralità di
seconde resistenze di collegamento 33.

Secondo tale schema, mostrato anche in figura 11, ai
terminali 29 è possibile raccogliere un segnale complessivo
che è una combinazione dei segnali di rivelazione prodotti

dalle singole unità di rivelazione a dipolo 11. In altre parole le resistenze di collegamento 32,33 forniscono mezzi di combinazione dei segnali di rivelazione.

Ad esempio, le resistenze di collegamento 32,33 possono
5 essere resistenze da $2k\Omega$.

Nel circuito stampato 22' di figura 9, i due terminali 29 sono disposti in una porzione intermedia del lato curvilineo 18 dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10, in questo caso in una porzione centrale del
10 lato curvilineo 18, per cui nel corpo di supporto a guscio tronco-conico 20', dopo la deformazione, i terminali 29 sono ad una determinata distanza dalla zona in cui si affacciano o uniscono reciprocamente i raggi di taglio 19. La distanza o interasse L tra i due terminali 29 è
15 definita sull'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10, prima della deformazione, tipicamente in una sua conformazione piana, con una variazione trascurabile per effetto della deformazione attraverso cui l'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10' viene
20 trasformato nel corpo di supporto a guscio tronco-conico 20'.

Ciascuna di due sequenze 34',34'' di resistenze di collegamento 33 è disposta tra un rispettivo terminale 29 e il corrispondente estremo di un'unità di rivelazione a
25 dipolo 11 lungo un rispettivo percorso che subisce uno stiramento limitato durante la deformazione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10. In particolare, una prima parte della sequenza 34' di resistenze di collegamento 33 è disposta in prossimità di un raggio
30 dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10', in una sua conformazione piana, che per effetto della deformazione si trasforma in una generatrice del tronco di cono senza sostanzialmente essere deformato, cioè rimanendo sostanzialmente rettilineo. Il resto della sequenza di

resistenze 34', e la sequenza di resistenze 34" si trovano in prossimità del bordo o della circonferenza perimetrale 18 dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10', la quale subisce una deformazione limitata quando
5 l'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10' viene trasformato nel corpo di supporto a guscio tronco-conico 20'. In questo modo, la zona in prossimità del bordo 18 assume una curvatura compatibile con la resistenza meccanica delle resistenze e, in particolare, degli
10 elementi di collegamento di queste con il supporto 10'.

Nel circuito stampato 22" figura 10, i due terminali 29 sono disposti in rispettive porzioni di estremità opposte del lato curvilineo 18 dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10, in prossimità dei raggi di
15 taglio 19. Ciascuna di due sequenze 35', 35" di resistenze di collegamento 33 è disposta tra un rispettivo terminale 29 e il corrispondente estremo di un'unità di rivelazione a dipolo 11 lungo un rispettivo percorso che subisce uno stiramento limitato o sostanzialmente nullo durante la
20 deformazione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10. In particolare, la sequenza 35' di resistenze di collegamento 33 è disposta lungo un raggio dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10', in una sua conformazione piana, che per effetto della
25 deformazione si trasforma in una generatrice del cono senza sostanzialmente essere deformato, cioè rimanendo sostanzialmente rettilineo. La sequenza 35" si trova, come la maggior parte delle resistenze 33 delle sequenze 34', 34" di figura 9, in prossimità di circonferenze concentriche
30 al settore circolare, le quali subiscono una deformazione limitata quando l'elemento di supporto bidimensionale flessibile 10' viene trasformato nel corpo di supporto a guscio tronco-conico 20'.

I terminali 29 possono essere collegati con un'elettronica di acquisizione del segnale complessivo, ad esempio con un'elettronica di acquisizione remota, o con un'unità processore che fa parte del dispositivo 1 secondo l'invenzione. Le figure 12 e 13 mostrano rispettivamente un'antenna 12, comprendente un corpo di supporto tridimensionale 40, e un elemento di supporto bidimensionale flessibile 30, secondo una forma vantaggiosa per quest'ultimo caso. Il corpo di supporto tridimensionale 40 può essere ottenuto dall'elemento di supporto bidimensionale flessibile 30 con un procedimento di deformazione o piegatura analogo a quello mostrato nelle figure 3-5. In particolare, il corpo di supporto a guscio tridimensionale 40 comprende una porzione a guscio troncoconico di antenna 48, e l'elemento di supporto bidimensionale flessibile 30, comprendente in una propria conformazione piana, una porzione di supporto di antenna 38 a forma di settore circolare e una porzione di appendice 41, orientata rispetto alla porzione di supporto di antenna 38 secondo un asse 42 passante attraverso il centro della porzione di supporto di antenna 38. La porzione di appendice 41 ha in questo caso una forma rettangolare, ed è collegata alla porzione di supporto di antenna 38 attraverso un istmo di collegamento 43. Come mostra la figura 12, la porzione di appendice 41 non subisce sostanziale deformazione, rimanendo piana, a seguito della trasformazione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 30 nel corpo di supporto a guscio tridimensionale 40.

Come mostra più in dettaglio la figura 14, la porzione di appendice 41 è idonea per realizzare, sul medesimo circuito stampato 22 dell'antenna 12, un'elettronica di acquisizione e eventualmente di trattamento, visualizzazione, e registrazione del segnale complessivo

prodotto dall'antenna 12, comprendente un unità processore 44. la figura 14 mostra inoltre una disposizione vantaggiosa delle resistenze di collegamento 32 e 33, in cui tali resistenze sono disposte in zone della supporto bidimensionale flessibile 30 che subiscono una deformazione limitata durante la trasformazione dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile 30 nel corpo di supporto a guscio tridimensionale 40. Sulla porzione di appendice 41 può essere disposta anche una batteria ricaricabile, tipicamente una batteria a polimeri di Litio.

Con riferimento alla figura 15, viene ulteriormente descritto un dispositivo 1, secondo l'invenzione, per rivelare un campo elettromagnetico a radiofrequenza, attraverso una misura di intensità della componente di campo elettrico di tale campo elettromagnetico. Il dispositivo 1 comprende una scatola 2 che ha una parte sostanzialmente tronco-conica 71 e una parte piatta 72, in particolare a sezione trasversale sostanzialmente rettangolare. È anche previsto un elemento di raccordo 73 della parte sostanzialmente tronco-conica 71 con la parte piatta 72. La scatola 2 è idonea ad alloggiare un'antenna 12, mostrata con linea tratteggiata, avente la forma mostrata in figura 12, cioè un antenna in cui il corpo di supporto a guscio tridimensionale 40 comprende una porzione di supporto di antenna a guscio 48 e una porzione di appendice sostanzialmente piana 41. La porzione di supporto di antenna 48 e la porzione di appendice 41 sono rispettivamente alloggiate nella parte sostanzialmente tronco-conica 71 e nella parte piatta 72 della scatola 2.

L'elettronica di acquisizione, ossia l'unità processore 44 è in tal modo disposta a un'opportuna distanza di separazione da ciascuna delle unità di rivelazione a dipolo 11, in modo da separare

elettromagneticamente le unità di rivelazione a dipolo 11 e l'unità processore 44.

5 Nel dispositivo 1 possono essere previsti mezzi ottici di segnalazione ottica 75, preferibilmente LED, non rappresentati, per segnalare un superamento di un determinato valore di soglia dell'intensità della componente di campo elettrico. I mezzi di segnalazione ottica 75 sono connessi funzionalmente con l'unità processore 44, che è in grado di attivare/disattivare i
10 mezzi di segnalazione 75, in base al valore del segnale elettrico complessivo. Essi sono visibili dall'esterno della scatola 2 attraverso una finestra 75' praticata nella scatola 2. Ad esempio, i mezzi di segnalazione 75 possono comprendere una pluralità di LED ciascuno dei quali è in
15 grado di segnalare un superamento di un determinato valore di soglia dell'intensità della componente di campo elettrico. Tipicamente, il valore o i valori di intensità di detto campo elettromagnetico è scelto/sono scelti tra 1 V/m, 3 V/m, 6 V/m e 20 V/m.

20 Indipendentemente da tali mezzi di segnalazione ottica 75, il dispositivo 1 di figura 15 può comprendere un'unità di memoria, non rappresentata per memorizzare valori istantanei del segnale complessivo, rivelati in una sessione di misura, e può comprendere anche mezzi di
25 interfaccia 77 idonei per una connessione dell'unità processore 44, in particolare dell'unità di memoria 1, con mezzi di lettura e/o processori esterni di tali valori istantanei e/o memorizzati. Ad esempio, i mezzi di interfaccia 77 possono comprendere una comune porta USB, e
30 sono preferibilmente disposti in una superficie frontale 76 della parte piatta 72 della scatola 2. La porta USB 77 può essere vantaggiosamente utilizzata anche per ricaricare la batteria, non rappresentata, del dispositivo 1.

Il dispositivo secondo l'invenzione comprende vantaggiosamente mezzi di linearizzazione che permettono di ottenere i segnali elettrici di rivelazione, o il segnale elettrico complessivo, che sono associati a un
5 determinato valore di intensità della componente di campo elettrico, ed hanno un valore compreso entro un range di ampiezza predeterminata, quale che sia la frequenza del campo elettrico rivelato.

Ad esempio, a campi elettrici aventi una determinata
10 intensità possono essere associati segnali elettrici di valore compreso attorno ad un valore di riferimento a meno di 2-3 dB, per ogni valore di frequenza compreso tra 100 kHz e 3 GHz. In tal caso, i mezzi di linearizzazione 50 possono comprendere le impedenze 14,62 con i valori definiti descrivendo la figura 6, o altri mezzi di
15 linearizzazione di ovvia scelta per un tecnico del ramo.

L'unità processore 44 può inoltre comprendere mezzi di calibrazione tra una pluralità di valori di intensità della componente di campo elettrico, misurabili dal
20 dispositivo, e una pluralità di valori di un segnale elettrico di uscita dell'unità processore 44, ottenuto a partire dal segnale elettrico complessivo. I mezzi di calibrazione servono per rappresentare l'intensità della componente di campo elettrico con un valore univoco del
25 segnale elettrico di uscita. I mezzi di calibrazione possono ad avere la forma del circuito 60 di figura 16, di tipo noto a un tecnico del ramo, comprendente mezzi di amplificazione e/o di compressione del segnale complessivo, in particolare, atti ad amplificare e/o
30 comprimere il segnale complessivo in base ad una determinata corrispondenza di valori di campo elettrico e di valori di tensione elettrica del segnale elettrico di uscita.

Il circuito di calibrazione 60 può ad esempio comprendere resistenze 54,55,57 rispettivamente da 47 k Ω , 1 M Ω , 47 k Ω , e capacità 53,56 rispettivamente da 2,2 nF e 100 pF. Con questa scelta di valori, in un ambito di
5 valori di intensità della componente di campo elettrico compreso tra 0,1 V/m e 50 V/m si è ottenuto ottenere un guadagno di 212 dB ai valori più bassi e di 10 dB ai valori più alti di intensità. Più in generale, è accettabile una soluzione in cui il rapporto tra tali
10 valori di guadagno, alla minima e alla massima intensità della componente di campo elettrico, sia inferiore a 100. Ciò permette di impiegare mezzi di conversione analogico verso digitale di tipo convenzionale, in particolare un convertitore ADC a 12 bit.

15 Vantaggiosamente, il dispositivo comprende un accumulatore, in particolare una batteria. Preferibilmente, la batteria è una batteria a polimeri di litio.

In una forma realizzativa, non rappresentata, nel circuito stampato le unità di rivelazione a dipolo 11
20 possono essere collegate in parallelo fra di loro, anziché in serie. In questo caso, l'unità processore 44 comprende mezzi di combinazione dei segnali di rivelazione per ottenere un segnale complessivo rappresentativo dell'intensità della componente di campo elettrico del
25 campo elettromagnetico rivelato. Il circuito stampato di partenza può comprendere un supporto del tipo mostrato nelle figure 8-10, e tre unità di rivelazione a dipolo disposte con gli elementi a dipolo come gli elementi a dipolo 9 delle figure 8-10. Le resistenze di collegamento
30 possono essere disposte in modo da rendere minime le sollecitazioni che si determinano durante il processo di piegatura del circuito dalla forma piana dell'elemento di supporto bidimensionale flessibile nella forma di corpo a

guscio tridimensionale, seguendo l'insegnamento delle figure 9,10,14.

In una forma realizzativa dell'invenzione, il corpo di supporto a guscio tridimensionale può avere la forma di un poliedro, ad esempio una piramide, un prisma o in particolare un parallelepipedo.

In particolare, in figura 17 viene mostrato un corpo di supporto a guscio 80 a forma di piramide, per un'antenna sostanzialmente isotropa, in questo caso a forma di piramide a base triangolare. Il corpo di supporto a guscio piramidale 80 può inoltre essere provvisto di una porzione di appendice 41 per l'elettronica di acquisizione dei segnali provenienti dall'antenna, analogo a quanto rappresentato nelle figure 12 e 14. L'antenna comprendente il corpo di supporto a guscio piramidale 80 può essere ottenuta a partire da un elemento di supporto bidimensionale flessibile piano 70, mostrato in figura 18, che in una propria conformazione piana comprende la forma di un poligono, definito da un perimetro di lati 78,79, e a sua volta formato da tre triangoli isosceli 76 a due a due con un lato obliquo 73 in comune. Mediante un'ovvia operazione di piegatura, l'elemento di supporto flessibile poligonale 70 può essere trasformato nel corpo di supporto a guscio piramidale 80 di figura 17. Su ciascun triangolo è disposta in modo ovvio un' unità di rivelazione a dipolo 11. Le dimensioni dei triangoli 76, e l'orientamento su ciascun triangolo del rispettivo elemento a dipolo, sono scelti in modo che, piegando l'elemento di supporto flessibile poligonale 70 per formare il corpo di supporto a guscio piramidale 80, i tre elementi a dipolo si dispongano secondo tre rispettive direzioni due a due ortogonali, in analogia con quanto mostrato in figura 1 e 1'.

In figura 19 viene mostrata un'antenna sostanzialmente isotropa 12, comprendente un corpo di supporto a guscio tridimensionale 80' comprendente tre facce 86' due a due ortogonali di un parallelepipedo, ad esempio di un cubo.

5 Anche in questo caso, il corpo di supporto a guscio a parallelepipedo 80' può essere provvisto di una porzione di appendice per l'elettronica di acquisizione, non rappresentata. L'antenna 12, comprendente il corpo di supporto a guscio a parallelepipedo 80' può essere

10 ottenuta da un elemento di supporto flessibile poligonale 70', mostrato in figura 20, definito da un perimetro di lati 78', 79' ed è a sua volta formato da tre rettangoli 76', in particolare tre quadrati, disposti ad "L" ed aventi due a due un lato 73' in comune. Mediante un'ovvia

15 operazione di piegatura in corrispondenza dei lati 73', il supporto bidimensionale flessibile 70' può essere trasformato nel corpo di supporto a guscio, in particolare, cubico 80' di figura 17. Su ciascun rettangolo è disposto un elemento a dipolo 9 di un'unità

20 di rivelazione 11. L'orientamento di ciascun elemento a dipolo 9 sul rispettivo rettangolo 73' è scelto in modo che, piegando l'elemento di supporto poligonale 70' per formare il corpo di supporto a guscio tridimensionale 80', i tre elementi a dipolo 9 si dispongano secondo tre rette

25 due a due ortogonali. Nel caso rappresentato, i tre elementi a dipolo 9 sono disposti nell'antenna 12 paralleli a tre lati 83', 83'', 83''' che si incontrano in un vertice del parallelepipedo 80', e che hanno quindi la direzione di tre rette 26, 26', 26'' ortogonali l'una

30 all'altra.

La descrizione di cui sopra di forme realizzative specifiche è in grado di mostrare l'invenzione dal punto di vista concettuale in modo che altri, utilizzando la tecnica nota, potranno modificare e/o adattare in varie

applicazioni tali forme realizzative senza ulteriori
ricerche e senza allontanarsi dal concetto inventivo, e,
quindi, si intende che tali adattamenti e modifiche saranno
considerabili come equivalenti delle forme realizzative
5 esemplificate. I mezzi e i materiali per realizzare le
varie funzioni descritte potranno essere di varia natura
senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione. Si
intende che le espressioni o la terminologia utilizzate
hanno scopo puramente descrittivo e per questo non
10 limitativo.
p.p. POLAB S.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Un dispositivo per rivelare un campo elettromagnetico a radiofrequenza attraverso la misura di intensità di una componente di campo elettrico di detto campo elettromagnetico, detto dispositivo comprendendo:
- un'antenna a tre dipoli (12) comprendente:
 - tre unità di rivelazione a dipolo (11), ciascuna unità di rivelazione a dipolo (11) comprendendo un elemento a dipolo (9) ed essendo configurata per fornire un rispettivo segnale elettrico di rivelazione in risposta a detta componente di campo elettrico;
 - un elemento di supporto (10) per dette unità di rivelazione a dipolo (11);
 - una pluralità di resistenze di collegamento (32,33);
 - mezzi di combinazione di segnale per combinare detti segnali di rivelazione formando un segnale complessivo dipendente da detta intensità di detta componente di campo elettrico;
 - un'unità processore (44) disposta in modo da ricevere detti segnali di rivelazione e/o detto segnale complessivo attraverso dette resistenze di collegamento (32,33);
 - mezzi di interfaccia (75,77) per fornire una rappresentazione di detto segnale complessivo,
caratterizzato dal fatto che detto elemento di supporto (10,10',30,70,70') è un elemento di supporto bidimensionale flessibile (10,10',30,70,70') che è deformato in un corpo a guscio tridimensionale (20,40,80,80'), **e dal fatto che** detti elementi a dipolo (9) sono disposti su detto corpo di supporto a guscio tridimensionale (20,40,80,80') secondo

rispettive direzioni di tre rette (26,26',26'')
sostanzialmente ortogonali l'una all'altra.

2. Un dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui
detto elemento di supporto bidimensionale flessibile
5 (10,10',30) ha un perimetro comprendente un arco (18)
di una circonferenza e due porzioni (19) di rispettivi
raggi di detta circonferenza che definiscono un
determinato angolo al centro (ω), e detto corpo di
supporto a guscio tridimensionale (20,20',40), che è
10 ottenuto da detto elemento di supporto bidimensionale
flessibile (10,10',30), comprende una superficie conica
in cui dette porzioni (19) di raggi sono adiacenti
l'una all'altra, in particolare sono unite l'una
all'altra,
15 in particolare, detta circonferenza è una
circonferenza esterna, e detto perimetro di detto
elemento di supporto bidimensionale flessibile (10',30)
comprende un arco (23) di una circonferenza interna,
sostanzialmente concentrica a detta circonferenza
20 esterna e di diametro inferiore al diametro di detta
circonferenza esterna, detto arco (23) di detta
circonferenza interna essendo definito tra detti raggi
di detta circonferenza esterna, e detto corpo di
supporto a guscio tridimensionale (20',40) ha la forma
25 di un tronco di cono.
3. Un dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui
dette resistenze di collegamento (32,33) sono disposte
su detto corpo di supporto a guscio tridimensionale
(20,20',40) lungo un percorso comprendente punti ove la
30 curvatura di detto corpo di supporto a guscio
tridimensionale (20,40) è inferiore a un valore di
curvatura predeterminato,
in particolare detto corpo di supporto a guscio

tridimensionale (20,20',40) comprende una superficie conica e detto percorso è scelto tra:

- una linea disposta sostanzialmente lungo una generatrice (15) di detta superficie conica;
- 5 - una linea comprendente punti di circonferenze di sezione normale all'asse di detta superficie conica, dette circonferenze avendo curvatura inferiore a detto valore di curvatura predeterminato;
- 10 - una combinazione di dette linee.

4. Un dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui detto corpo di supporto a guscio tridimensionale (20,40,80,80') ha una dimensione complessiva (24,27) compresa tra 3 e 5 centimetri, in particolare detta
15 dimensione complessiva (24,27) è prossima a 4 centimetri,
in particolare, detto corpo di supporto a guscio tridimensionale (20,20',40) comprende una superficie conica che ha un'altezza (24) e/o un raggio di base
20 (27) che hanno una lunghezza (H,R) compresa tra 3 cm e 5 cm, in particolare una lunghezza (H,R) prossima a 4 cm,
in particolare, detta superficie conica ha un'altezza (24) sostanzialmente uguale al raggio di base (27),
25 per cui detta superficie conica ha un angolo di apertura (α) prossimo a un angolo retto.

5. Un dispositivo secondo la rivendicazione 2, in cui detti elementi a dipolo (9) sono disposti con un proprio punto centrale in corrispondenza di un
30 rispettivo raggio di riferimento (17) intermedio tra dette due porzioni (19) di raggio, in cui ciascun raggio di riferimento (17) è disposto rispetto ad almeno un altro raggio di riferimento (17) a una

distanza angolare (δ) prossima a un terzo di detto angolo al centro (ω) di detto elemento di supporto bidimensionale flessibile (10,10',30).

- 5 6. Un dispositivo secondo la rivendicazione 2, in cui
detti elementi a dipolo (9) sono disposti con un
proprio punto centrale in corrispondenza di un
rispettivo raggio di riferimento (17) intermedio tra
dette due porzioni (19) di raggio, in cui detti
10 elementi a dipolo (9) formano ciascuno un angolo di
inclinazione (β) prossimo a 45° con un rispettivo
raggio di riferimento (17), in modo da formare almeno
una coppia di elementi a dipolo (9) mutuamente
ortogonali su detto elemento di supporto bidimensionale
flessibile (10,10',30).
- 15 7. Un dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui
detto elemento di supporto bidimensionale flessibile
(70,70') comprende un poligono formato da almeno tre
poligoni, aventi due a due un lato (73,73') in comune,
e detto corpo di supporto a guscio tridimensionale
20 (80,80') comprende almeno tre facce di un poliedro, in
particolare di una piramide (80) o di un
parallelepipedo (80').
- 25 8. Un dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui
è previsto un collegamento tra dette unità di
rivelazione a dipolo (11) e detta unità processore
(44) è scelta tra:
- un collegamento in serie di dette unità di
rivelazione a dipolo (11) e di dette resistenze di
collegamento (32,33) tra due terminali (29) di
30 prelievo di detto segnale elettrico complessivo, in
cui detti terminali (29) di prelievo sono connessi
a detta unità processore (44);
- un collegamento in parallelo attraverso

rispettive serie di dette resistenze di collegamento (33) a rispettivi terminali (33) di prelievo di detti rispettivi segnali elettrici di rivelazione (39), in cui detti terminali (33) di prelievo sono connessi a detta unità processore (44), e detta unità processore (44) comprende mezzi di combinazione di segnali per combinare detti segnali elettrici di rivelazione di dette unità di rivelazione a dipolo (11) formando detto segnale elettrico complessivo,

in particolare secondo una combinazione scelta tra:

- la radice quadrata della somma dei quadrati di tali rispettivi segnali elettrici di rivelazione e
- la somma dei moduli di detti rispettivi segnali elettrici di rivelazione.

9. Un dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detta unità processore (44) è disposta su una porzione di appendice (41) di detto elemento di supporto bidimensionale flessibile (30) e di detto corpo di supporto a guscio tridimensionale (40) a una distanza di separazione predeterminata da ciascuna di dette unità di rivelazione a dipolo (11), in particolare a una distanza di separazione compresa tra 10 e 400 mm,

in particolare, detta porzione di appendice (41) di detto elemento di supporto bidimensionale flessibile (30) mantiene una propria forma piana in detto corpo di supporto a guscio tridimensionale (40).

10. Un dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi di interfaccia comprendono mezzi scelti tra:

- mezzi di segnalazione di detta intensità di detta componente di campo elettrico, configurati per

segnalare un superamento di un valore di intensità predeterminato, e per essere attivati/disattivati da detta unità processore (44) in base a detto segnale elettrico complessivo,

5 in cui detti mezzi di segnalazione sono scelti tra mezzi ottici di segnalazione (75), in particolare mezzi a LED, mezzi acustici di segnalazione, mezzi di segnalazione a vibrazione,

10 in particolare detti mezzi di segnalazione sono configurati per segnalare un superamento di una pluralità di valori di intensità predeterminati, in particolare, detto valore o detti valori di intensità di detta componente di campo elettrico è scelto/sono scelti tra 1 V/m, 3 V/m, 6 V/m e 20

15 V/m,

- mezzi di connessione (77), in cui detto dispositivo comprende mezzi di memorizzazione di valori di intensità di detta componente di campo elettrico, detti mezzi di connessione (77) essendo

20 disposti in modo da connettere detti mezzi di memorizzazione con mezzi di lettura dati e/o processori esterni per leggere e/o processare detti valori di intensità.

p.p. POLAB S.r.l.

CLAIMS

1. A device for measuring a radiofrequency electromagnetic field by measuring an electric field component intensity of said radiofrequency electromagnetic field, said device comprised of:
- a three-dipole antenna (12) comprising:
 - three dipole detection units (11), each dipole detection unit (11) comprising a dipole element (9) and configured to provide a respective electric detection signal in response to said electric field component;
 - a support member (10) for said dipole detection units (11);
 - a plurality of connection resistances (32,33);
 - a signal combination means for combining said detection signals into an overall signal responsive to said electric field component intensity;
 - a processor unit (44) arranged to receive said detection signals and/or said overall signal through said connection resistances (32,33);
 - an interface means (75,77) for providing a representation of said overall signal,
- characterised in that** said support member (10,10',30,70,70') is a two-dimensional flexible support member (10,10',30,70,70') that is shaped to form a three-dimensional shell support body (20,40,80,80'), **and in that** said dipole elements (9) are arranged on said three-dimensional shell support body (20,40,80,80') along the respective directions of three lines (26,26',26'') substantially orthogonal to one another.

2. A device according to claim 1, wherein said two-dimensional flexible support member (10,10',30) has a perimeter comprising an arch of circumference (18) and two portions (19) of respective radiuses of said circumference that define a predetermined centre angle (ω), and said three-dimensional shell support body (20,20',40), which is obtained from said two-dimensional flexible support member (10,10',30), comprises a conical surface, wherein said portions (19) of radiuses are adjacent to each other, in particular they are joined to each other, in particular, said circumference is an outer circumference, and said perimeter of said two-dimensional flexible support member (10',30) comprises an arch (23) of an inner circumference that is substantially concentric to said outer circumference and has a diameter smaller than the diameter of said outer circumference, said arch (23) of said inner circumference defined between said radiuses of said outer circumference, and said three-dimensional shell support body (20',40) has a frusto-conical shape.
3. A device according to claim 1, wherein said connection resistances (32,33) are arranged on said three-dimensional shell support body (20,40) along a path, said path comprising points at which the curvature of said three-dimensional shell support body (20,40) is lower than a predetermined curvature value, in particular said three-dimensional shell support body (20,20',40) comprises a conical surface and said path is selected from the group consisting of:
- a line substantially arranged along a generatrix (15) of said conical surface;
 - a line comprising points of circumferences

belonging to cross sections that are normal to the axis of said conical surface, said circumferences having a curvature lower than said predetermined curvature value;

5 - a combination of said lines.

4. A device according to claim 1, wherein said three-dimensional shell support body (20,40,80,80') has an overall dimension (24,27) set between 3 cm and 5 cm, in particular said overall dimension (24,27) is about 4
10 cm,

in particular, said three-dimensional shell support body (20,20',40) comprises a conical surface that has a height (24) and/or a base radius (27) that have a length (H,R) set between 3 cm and 5 cm, in particular
15 a length (H,R) of about 4 cm,

in particular said conical surface has a height (24) that is substantially the same as the base radius (27), such that said conical surface has a substantially right opening angle (α).

20 5. A device according to claim 2, wherein said dipole elements (9) are arranged with a respective own middle point at a respective reference radius (17) intermediate between said two portions (19) of radiuses, wherein each reference radius (17) is
25 arranged with respect to at least another reference radius (17) at an angular distance (δ) of about one third of said centre angle (ω) of said two-dimensional flexible support member (10,10',30).

6. A device according to claim 2, wherein said dipole
30 elements are arranged with a respective own middle point at a respective reference radius (17) intermediate between said two portions (19) of radiuses wherein each of said dipole elements (9) form a skew

angle (β) of about 45° with respect to a respective reference radius (17), in order to form at least one couple of dipole elements (9) that are orthogonal to each other on said two-dimensional flexible support member (10,10',30).

7. A device according to claim 1, wherein said two-dimensional flexible support member (70,70') comprises a polygon consisting of at least three polygons, each two of said three polygons having a common side (73,73'), and said three-dimensional shell support body (80,80') comprises at least three faces of a polyhedron, in particular of a pyramid (80) or of a parallelepiped (80').

8. A device (1) according to claim 1, wherein a connection between said dipole detection units (11) and said processor unit (44) is provided selected from the group consisting of:

- a serial connection of said dipole detection units (11) and of said connection resistances (32,33) between two take-up terminals (29) for said electric overall signal, wherein said take-up terminals (29) are connected to said processor unit (44);

- a parallel connection through respective series of said connection resistances (33) to respective take-up terminals (33) of said respective electric detection signals (39), wherein said take-up terminals (33) are connected to said processor unit (44), and said processor unit (44) comprises a signal combination means for combining said electric detection signals of said dipole detection units (11) creating said electric overall signal, in particular according to a combination selected

among:

- the square root of the sum of the squares of such respective electric detection signals, and
- the sum of the modules of said respective electric detection signals.

5

9. A device (1) according to claim 1, wherein said processor unit (44) is arranged on an appendix portion (41) of said two-dimensional flexible support member (30) and of said three-dimensional shell support body (40) at a predetermined separation distance from each of said dipole elements (9), in particular at a separation distance set between 10 and 400 mm, in particular, said appendix portion (41) of said two-dimensional flexible support member (30) maintains an own shape plane in said three-dimensional shell support body (40).

10

15

10. A device (1) according to claim 1, wherein said interface means comprises an interface means selected from the group comprised of:

20

- a signalling means of said electric field component intensity, said signalling means configured to signal if an intensity predetermined value is exceeded, and to be switched on/off by said processor unit (44) according to said electric overall signal,
- wherein said signalling means is selected among optical signalling means (75), in particular a LED means, acustical signalling means, vibration signalling means,

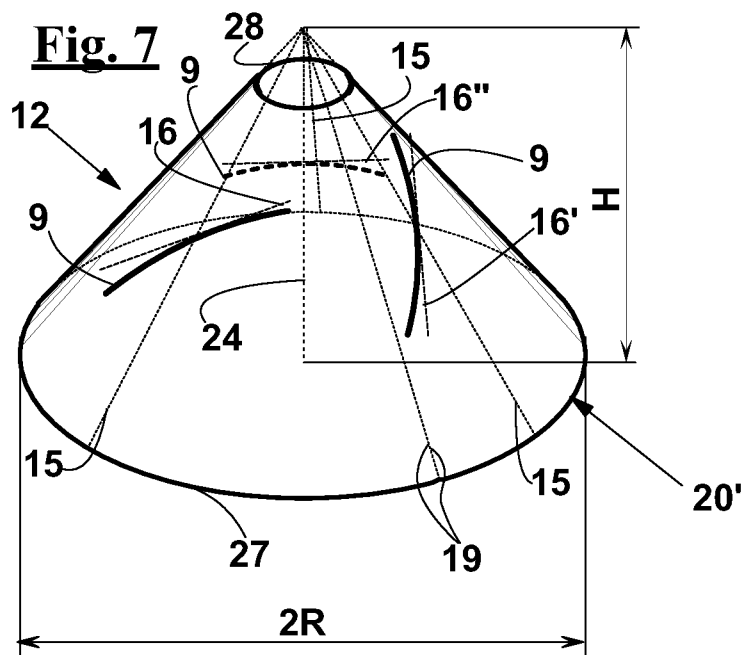
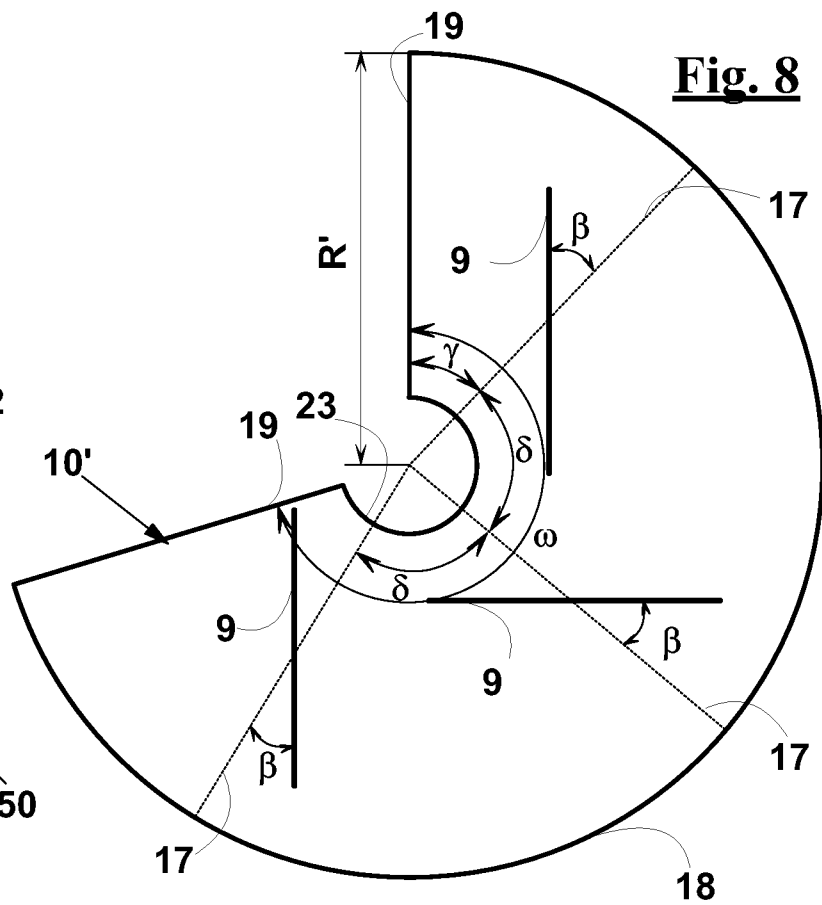
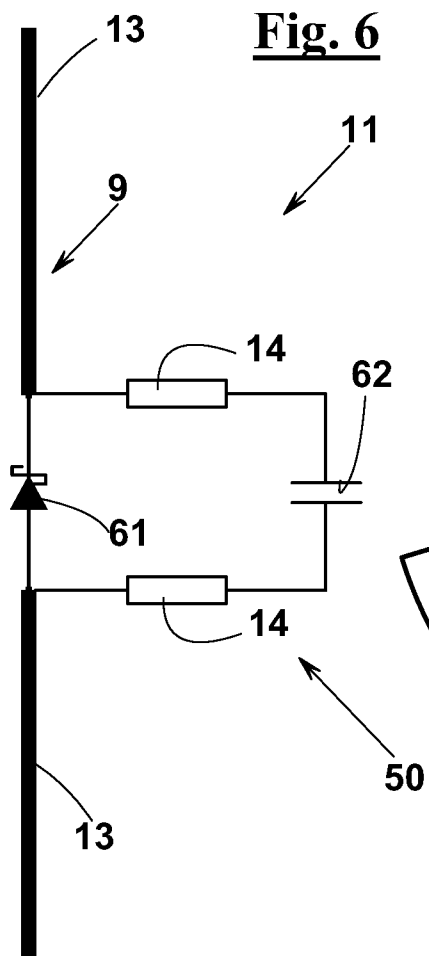
25

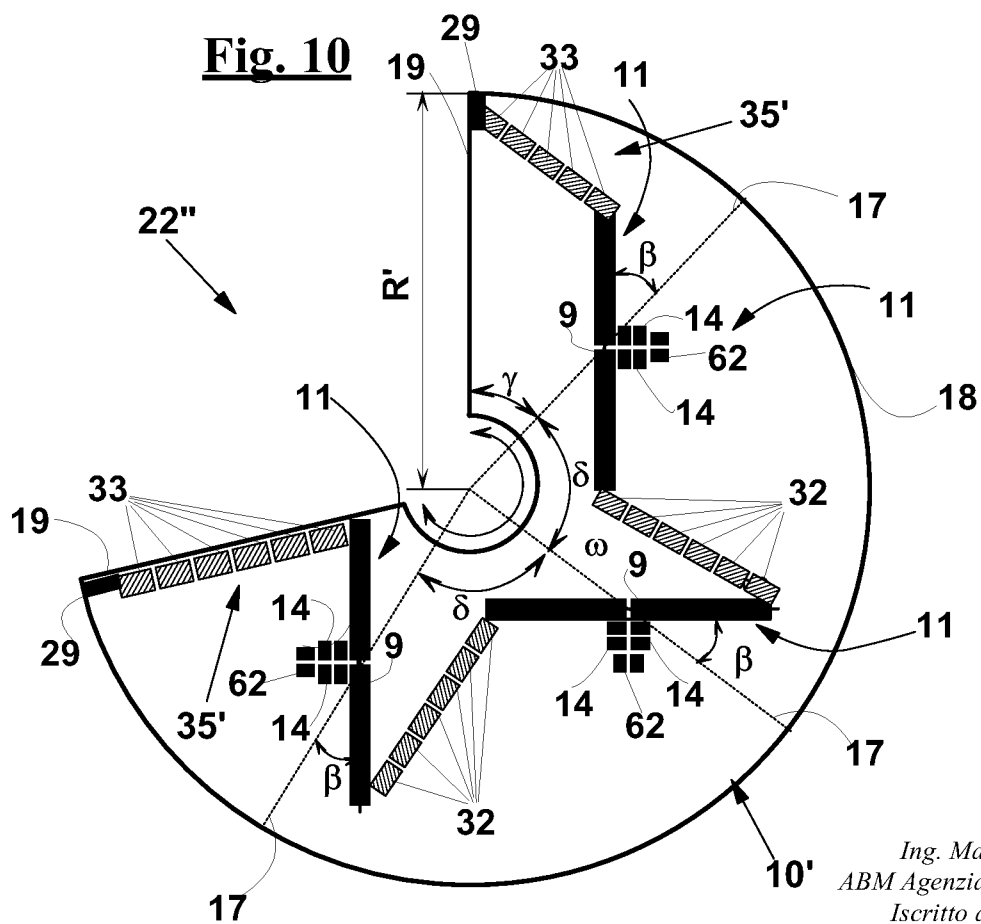
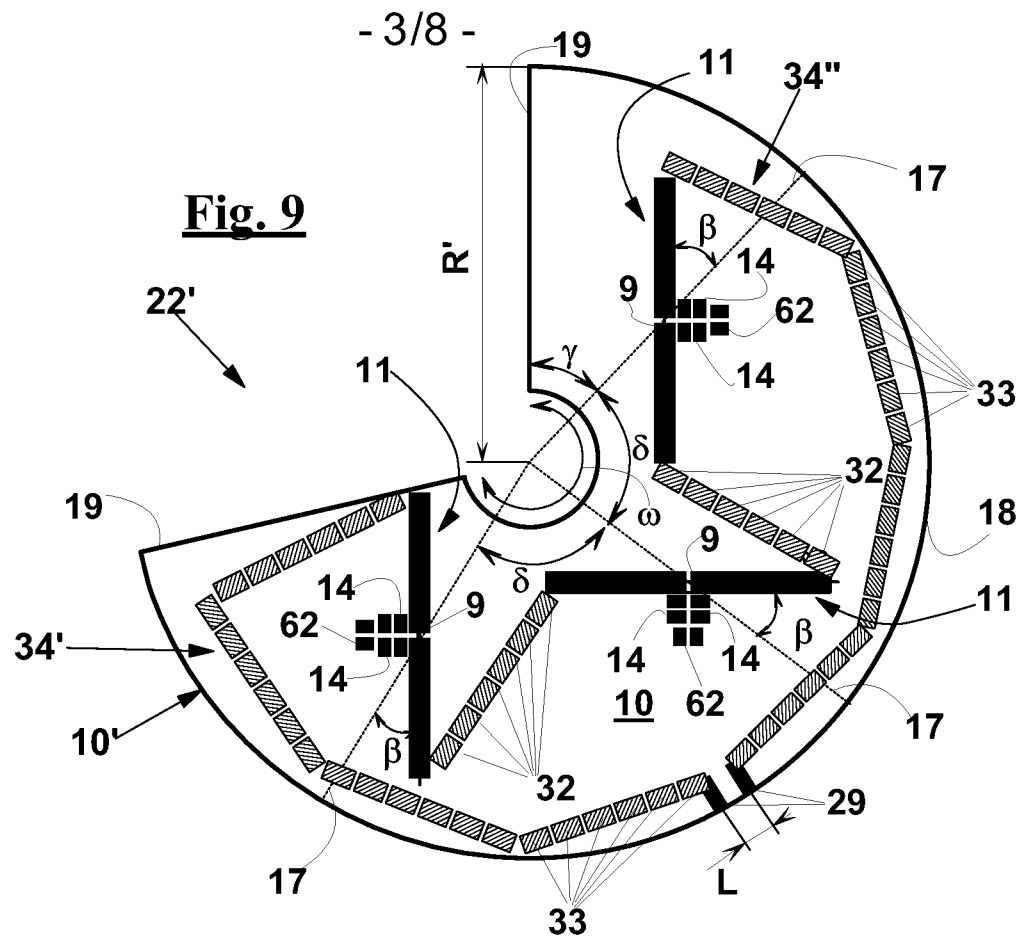
30

in particular, said signalling means is configured to signal if a plurality of predetermined intensity values are exceeded, in particular, said electric field component intensity

value or values is/are selected among 1 V/m, 3 V/m, 6 V/m and 20 V/m,

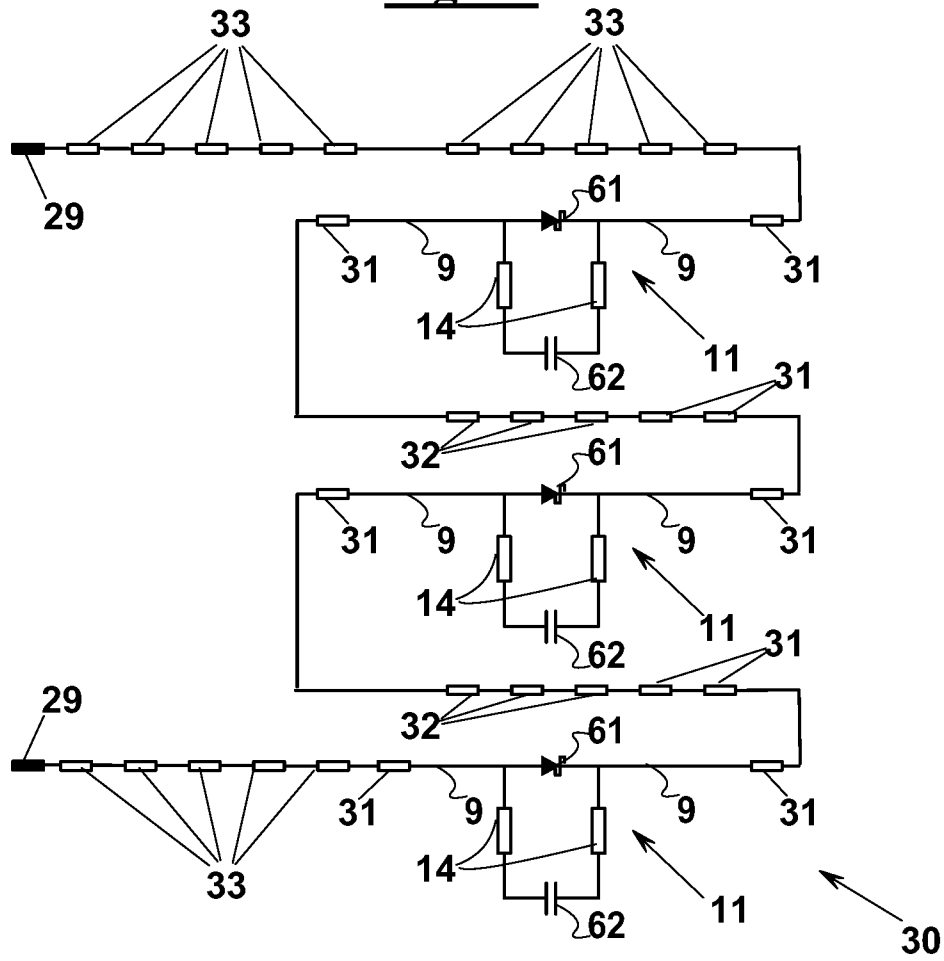
- 5 - a connection means (77), wherein said device comprises a memory means for memorizing intensity values of said electric field component, said connection means (77) arranged to connect said memory means to an external data-reading means and/or processor means for reading and/or processing said intensity values.





Ing. Marco Celestino
ABM Agenzia Brevetti & Marchi
Iscritto all'albo N. 544

Fig. 11



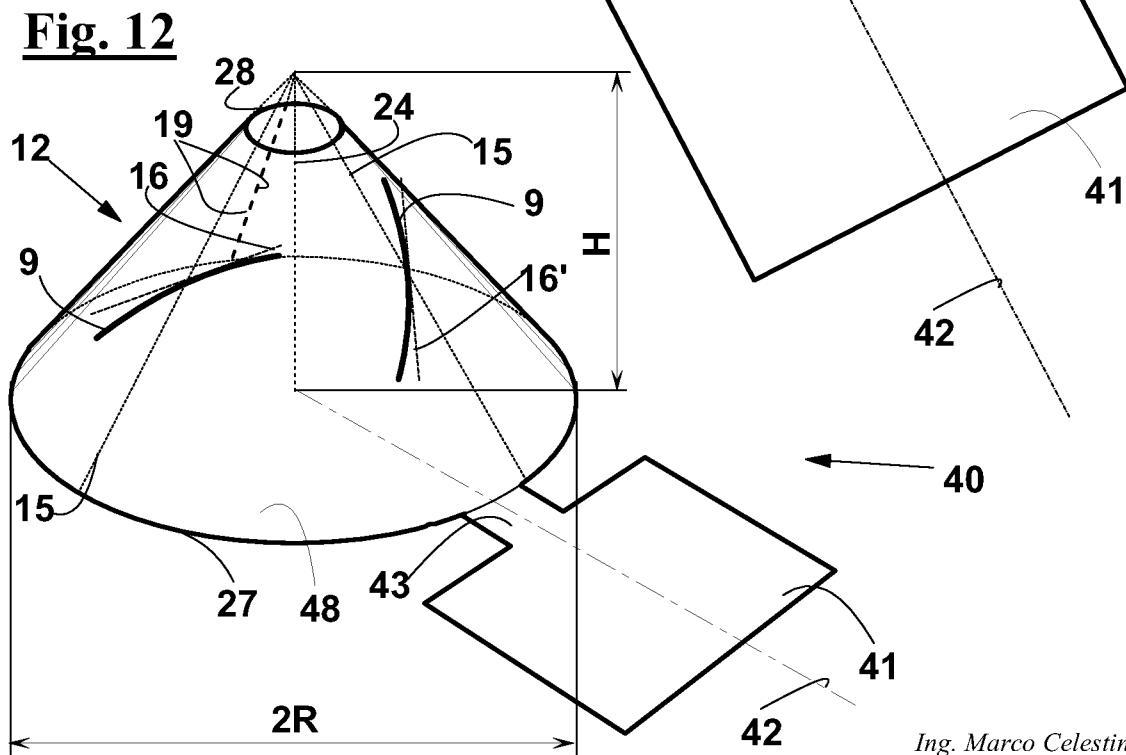
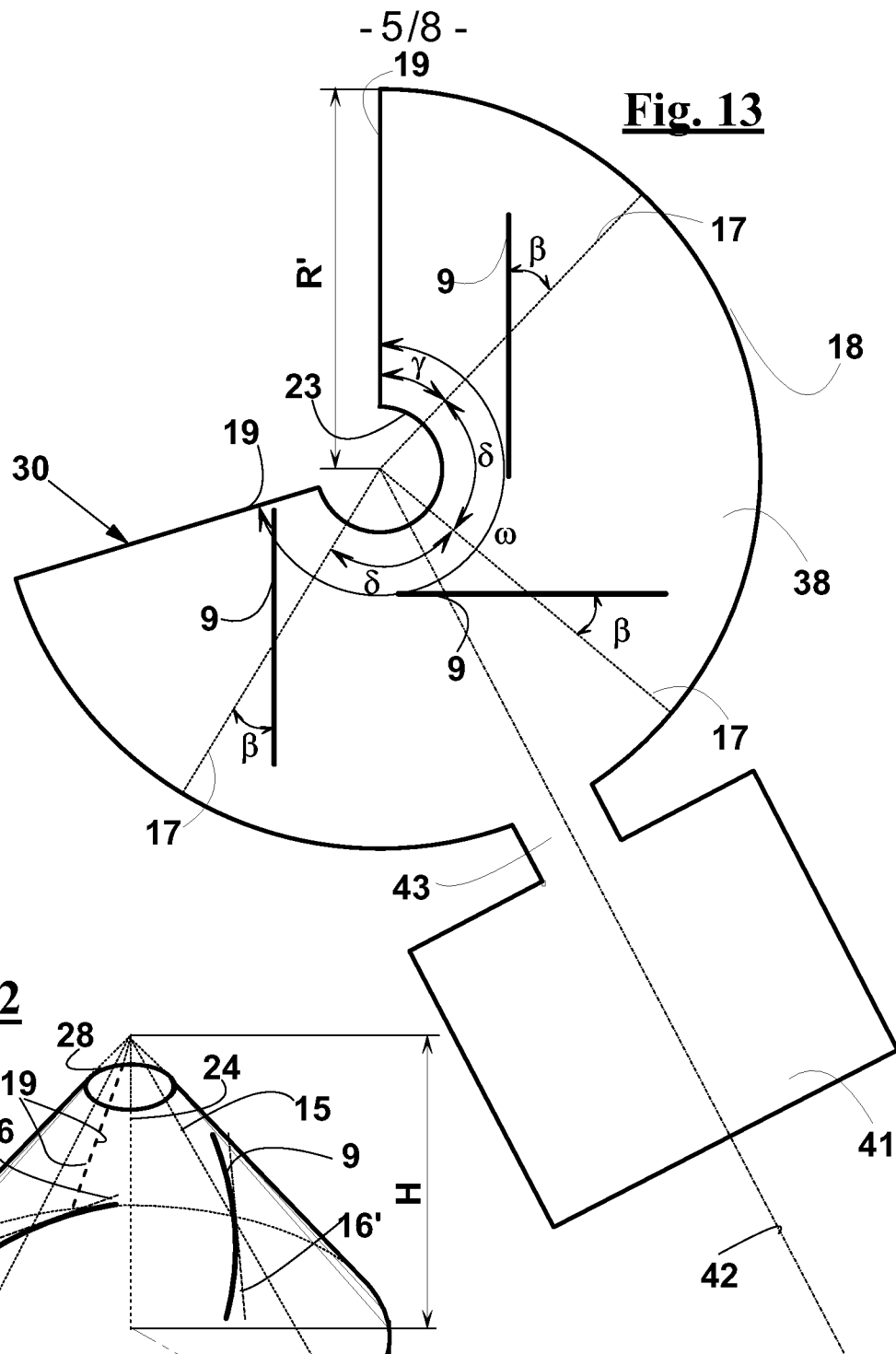


Fig. 15

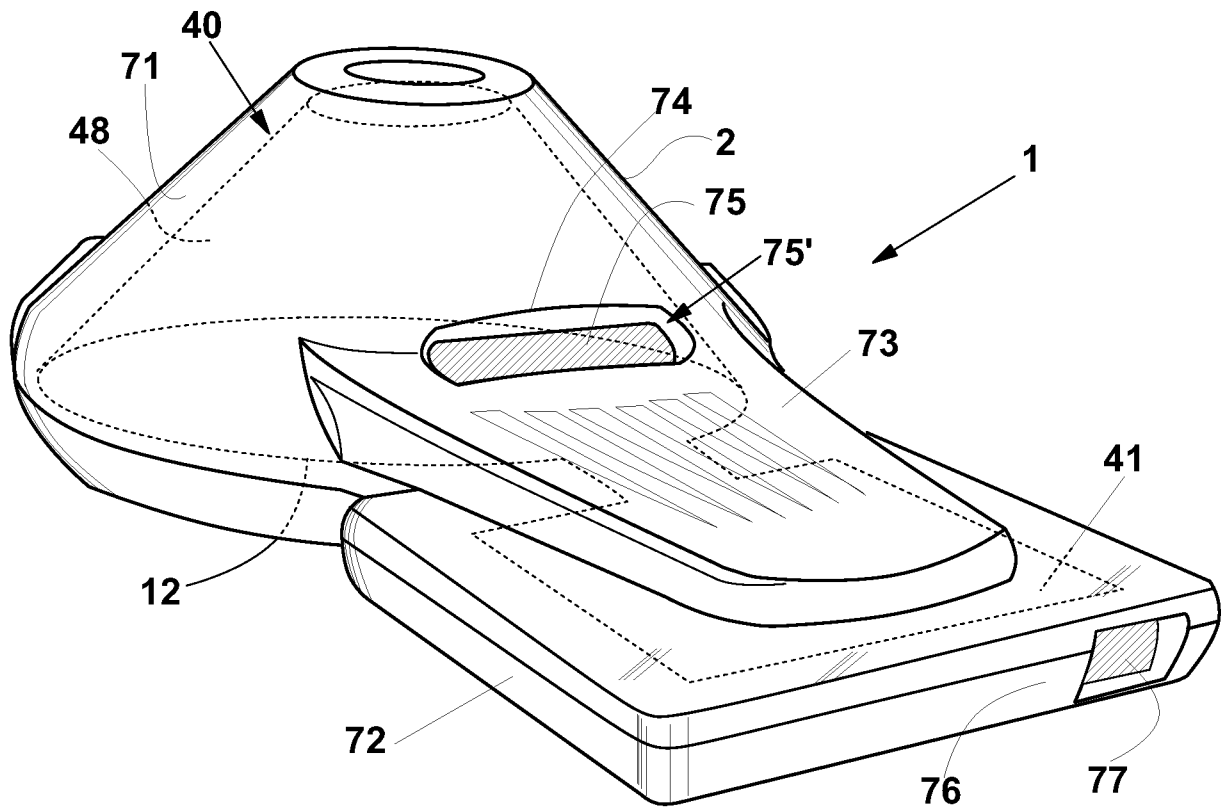


Fig. 14

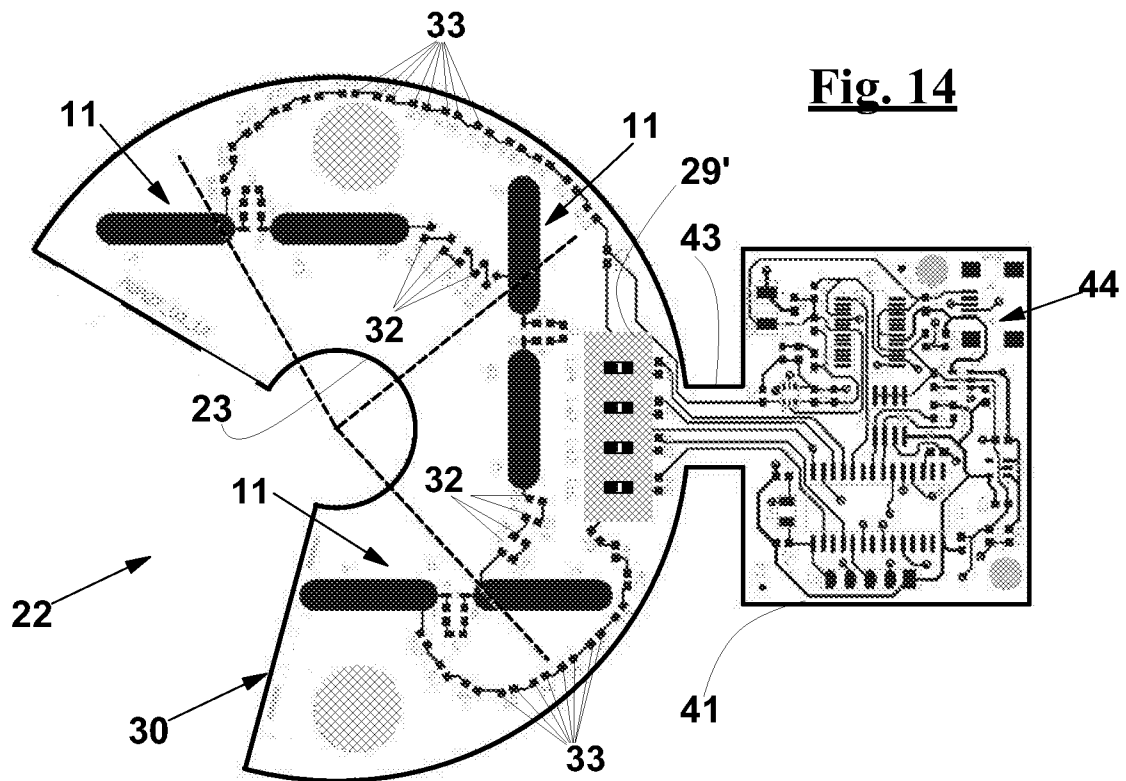


Fig. 16

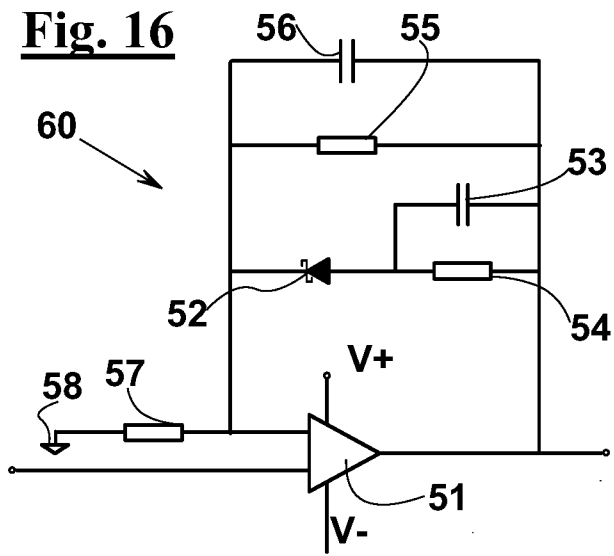


Fig. 17

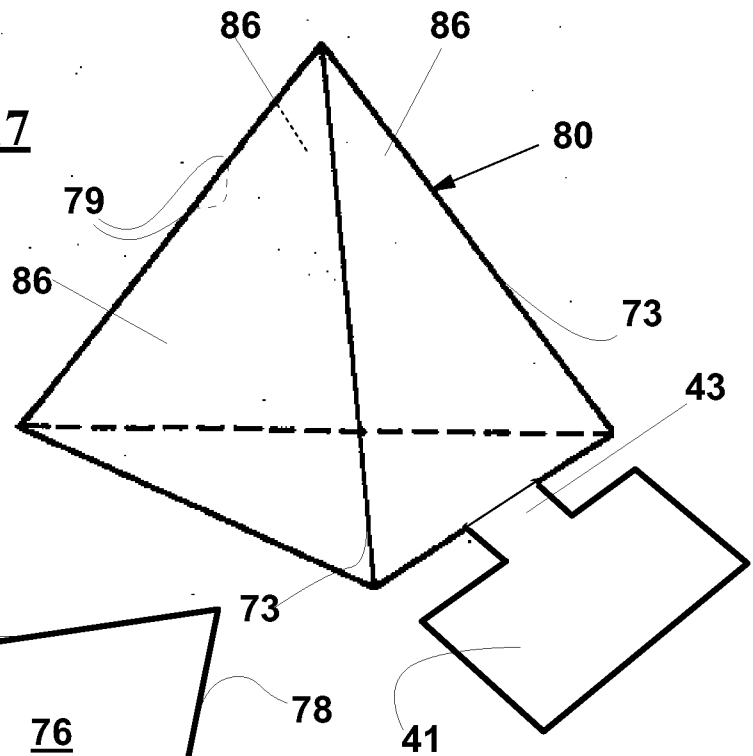


Fig. 18

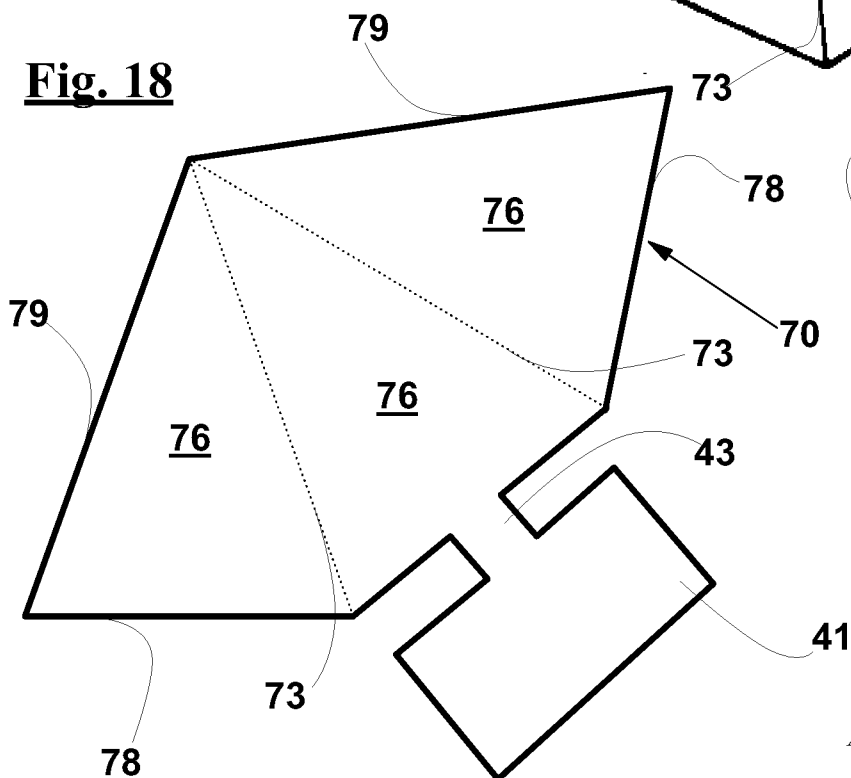


Fig. 19

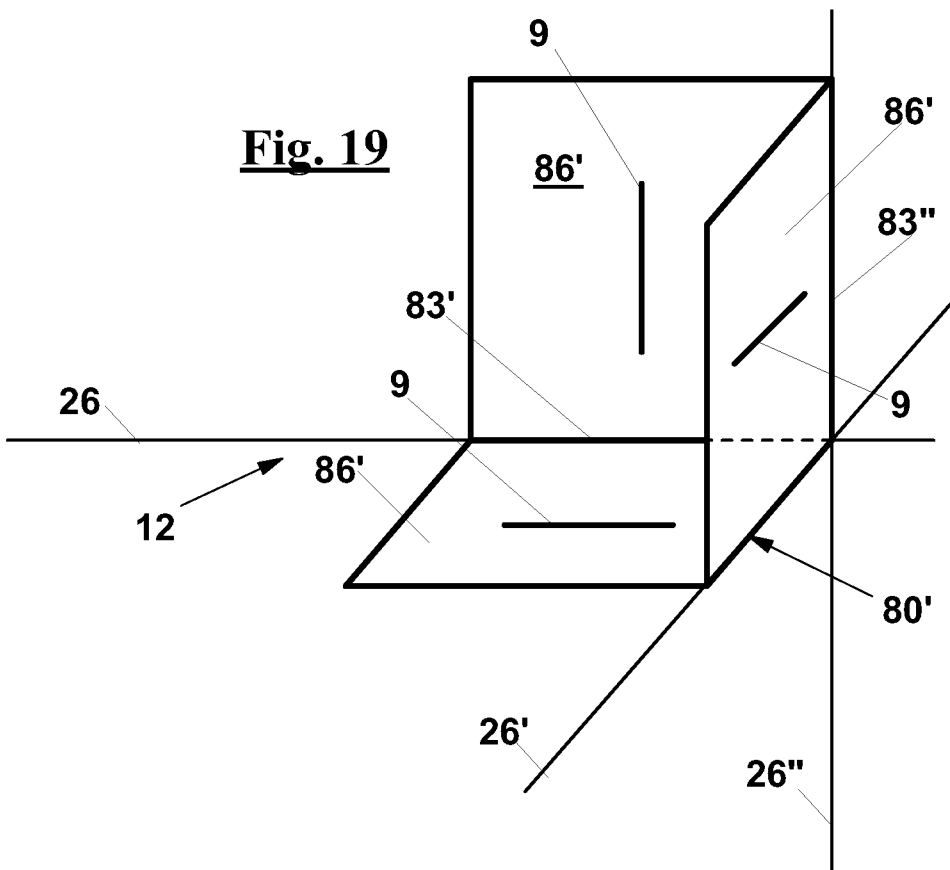
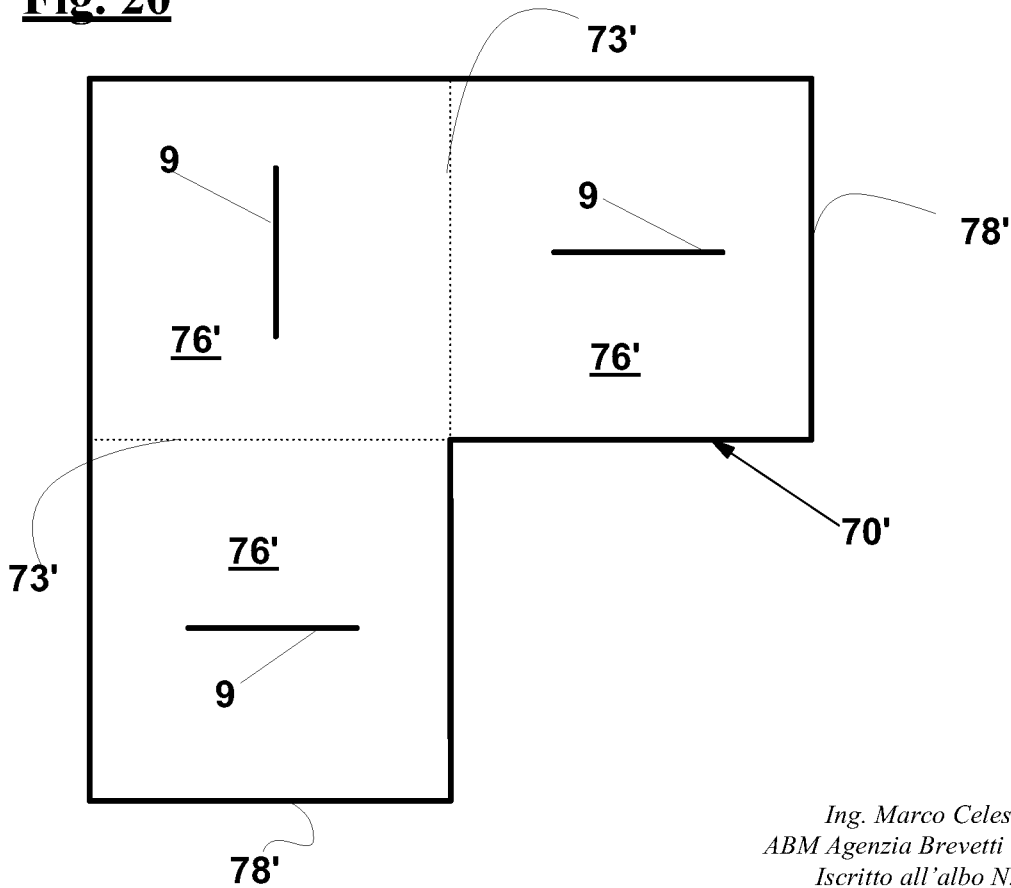


Fig. 20



Ing. Marco Celestino
ABM Agenzia Brevetti & Marchi
Iscritto all'albo N. 544