

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902111772A1

Publication Date

20140618

Applicant

MOLTOSENSO S.R.L.

Title

ANTENNA MULTIBANDA

TITOLO: ANTENNA MULTIBANDA

La presente invenzione si riferisce a un'antenna multi-banda, preferibilmente a doppia banda o dual-band.

5 Detta antenna è preferibilmente realizzata in micro striscia.

In particolare, l'antenna secondo la presente invenzione è progettata per comunicare in due porzioni di spettro elettromagnetico riservate alle applicazioni di radiocomunicazione non commerciale, normalmente denominate
10 bande ISM, acronimo di Industrial, Scientific and Medical, o SRD, acronimo di Short Range Device. Ancora più nel dettaglio l'antenna, secondo la presente invenzione, è preferibilmente atta a operare nelle bande attorno alla
15 frequenza 868MHz, denominata banda SRD Europea, 915MHz denominata banda ISM e 2,4GHz anch'essa denominata banda ISM.

È noto che le frequenze libere ISM ed SRD sono largamente utilizzate per la trasmissione dati a corto raggio in applicazioni quali, ad esempio, il monitoraggio e
20 il controllo remoto, quali reti di sensori e attuatori wireless - WSN/WSAN, la telemetria, i sistemi di allarme, ecc.. Queste bande sono utilizzate da diversi standard di comunicazione, low-data rate e high-data rate, quali Wi-Fi,
25 IEEE 802.15.4, Bluetooth, ZigBee, ecc..

I dispositivi atti a comunicare su dette bande danno luogo ad applicazioni sviluppate tramite sistemi altamente pervasivi e densi di dispositivi; essendo dette bande largamente utilizzate, richiedono che il costo dello stesso
30 dispositivo, e quindi dell'antenna come parte di esso, sia ridotto.

In particolare, nel settore della tecnica, si desidera realizzare un'antenna a basso costo in modo tale da poter essere abbinata a dispositivi elettronici di largo consumo.

I dispositivi elettronici, ad esempio senza fili, in
5 grado di operare su due o più bande ISM/SRD sono equipaggiati normalmente da due o più antenne, sostanzialmente indipendenti e distinte, atte a essere alimentate in modo selettivo al fine di eccitare i modi di risonanza di un'antenna piuttosto che dell'altra a seconda
10 della frequenza su cui il dispositivo necessita di comunicare.

La duplicazione dei dispositivi elettronici e della logica di gestione degli stessi, porta a un aggravio sia dei costi di realizzazione e di assemblaggio del
15 dispositivo elettronico, sia del programma di gestione dello stesso dispositivo, che è maggiormente prone a errori di programmazione e a guasti.

Sono altresì note antenne su microstriscia in grado di operare su due frequenze diverse comprendendo comunque due
20 antenne indipendenti fra loro poste sullo stesso strato di materiale isolante o su livelli diversi di un circuito stampato.

Tale integrazione mantiene comunque il problema della gestione selettiva dell'antenna che in quel momento deve
25 operare.

Le antenne su microstriscia o antenne patch hanno un diagramma d'irradiazione direzionale; infatti, hanno il lobo di massima irradiazione in una direzione sostanzialmente perpendicolare alla superficie della
30 microstriscia su cui l'antenna è realizzata.

La presente invenzione si propone di risolvere i suddetti problemi tecnici, mediante la realizzazione di un'antenna in microstriscia, o su circuito stampato, in grado di operare su più di una banda, senza richiedere
5 l'intervento di dispositivi multiplatori atti a selezionare l'antenna più idonea a operare sulla banda di interesse.

Un aspetto della presente invenzione riguarda un'antenna con le caratteristiche dell'allegata rivendicazione indipendente 1.

10 Le caratteristiche accessorie sono riportate nelle alleghe rivendicazioni dipendenti.

Le caratteristiche e i vantaggi dell'antenna secondo la presente invenzione saranno chiari ed evidenti dalla seguente descrizione brevettuale di almeno una forma di
15 realizzazione e dalle figure allegate, le quali illustrano rispettivamente:

- le figure 1A e 1B mostrano in diverse viste l'antenna secondo la presente invenzione, in particolare la figura 1A in una vista in pianta, la figura 1B in una vista
20 laterale dell'antenna realizzata su microstriscia;

- la figura 2 mostra una vista prospettica dell'antenna realizzata su microstriscia;

- le figure 3A e 3B mostrano i diagrammi di irradiazione tridimensionali dell'antenna ottenuti tramite
25 una simulazione, in particolare la figura 3A è il diagramma d'irradiazione dell'antenna nella banda 868MHz, la figura 3B mostra il diagramma d'irradiazione dell'antenna nella banda 2,4GHz;

- le figure 4A e 4B mostrano i diagrammi di
30 irradiazione misurati, riferiti al piano XY dell'antenna; in particolare la figura 4A mostra il diagramma

d'irradiazione dell'antenna nella banda 868MHz, la figura 4B il diagramma d'irradiazione dell'antenna nella banda 2,4GHz;

Con riferimento alle citate figure, l'antenna multi-
5 banda 3, atta a essere associata a un dispositivo elettronico, comprende un punto di alimentazione 31.

Preferibilmente, l'antenna 3 è progettata bilanciata. Qualora si debba abbinare a un ricetrasmittitore o transceiver, a massa flottante o single-ended, il punto di
10 alimentazione è a sua volta connesso al terminale d'uscita di un circuito adattatore balun "B".

In generale, l'antenna 3 comprende almeno un primo circuito risonante 5, atto a risuonare ad una prima frequenza "f1", ad esempio nella banda SRD a 868MHz, e
15 almeno un secondo circuito risonante 7, atto a risuonare ad una seconda frequenza "f2", ad esempio nella banda ISM a 2,4GHz.

Ai fini della presente invenzione, con il termine circuito risonante s'intende una porzione di materiale
20 conduttore atta a irradiare e/o ricevere un campo elettromagnetico in una predeterminata banda dello spettro delle frequenze.

I circuiti risonanti (5, 7) sono connessi elettricamente fra loro, e il punto di connessione fra i
25 circuiti risonanti stessi corrisponde al punto di alimentazione 31, come visibile ad esempio in figura 1A e in figura 2. Ogni circuito risonante (5, 7) realizza sostanzialmente un'antenna virtuale.

Tale configurazione permette l'utilizzo dell'antenna 3
30 contemporaneamente su più bande.

Ogni circuito risonante (5, 7) è essenzialmente un dipolo, preferibilmente un dipolo hertziano, e comprende almeno una porzione curvilinea (54, 74).

Il diagramma d'irradiazione dell'antenna 3, secondo la
5 presente invenzione, alle frequenze di funzionamento (f_1 , f_2) è funzione del raggio di curvatura delle porzioni curvilinee (54, 74) dei rispettivi circuiti risonanti (5, 7).

Nella forma di realizzazione preferita, ogni circuito
10 risonante o dipolo, comprende due bracci, rispettivamente un primo braccio (51, 71) e un secondo braccio (53, 73). Ognuno di detti bracci (51, 53, 71, 73), ad un capo, è connesso elettricamente ad un punto di alimentazione (31).

Nella forma di realizzazione preferita, detta antenna
15 è a doppia banda. In tale forma di realizzazione sono dunque presenti solamente il primo circuito risonante 5 e il secondo circuito risonante 7.

Ancor più nel dettaglio, i bracci dei due circuiti
risonanti (5, 7) sono connessi a coppie (51-73, 53-71) fra
20 loro, come illustrato chiaramente nella figura 1A e nella figura 2.

Il punto di connessione fra i due bracci (51-73, 53-71) dei due circuiti risonanti (5, 7) corrisponde al punto di alimentazione 31, come visibile in figura 1A.

25 In generale i circuiti risonanti (5, 7) sono disposti su uno stesso piano di riferimento "XY". Detto piano di riferimento "XY" è definito da un primo asse "X" e da un secondo asse "Y" fra loro ortogonali. Preferibilmente, il piano di riferimento "XY" è sostanzialmente il piano
30 descritto dal materiale isolante, costituente la

microstriscia, su cui è realizzata l'antenna secondo la presente invenzione.

Nella forma di realizzazione preferita, illustrata nelle figure, i due bracci (51-53, 71-73) di ogni singolo
5 circuito risonante (5, 7) sono disposti in doppio speculare fra loro. In particolare, come ad esempio illustrato in figura 1A, i due bracci sono in doppio speculare rispetto al primo e al secondo asse (X, Y) perpendicolari fra loro e definenti il suddetto piano di riferimento "XY".

10 In generale, come ad esempio illustrato in figura 1A, l'antenna ha una struttura a simmetria centrale, sviluppata rispetto a un punto, denominato origine. Tale punto o origine, essendo il centro di simmetria di tutta la struttura, è, per costruzione, posto a un potenziale nullo
15 o massa virtuale.

In generale, ogni braccio (51, 53, 71, 73) di ogni circuito risonante comprende almeno una porzione curvilinea (54, 74).

Ogni porzione curvilinea (54, 74) è realizzata con un
20 raggio di curvatura noto, preferibilmente costante lungo tutta la porzione (54, 74). Preferibilmente, la porzione curvilinea (54, 74), associata a un circuito risonante, è uguale per entrambi i bracci (51, 53; 71, 73) dello stesso circuito risonante (5, 7).

25 Il diagramma d'irradiazione dell'antenna, secondo la presente invenzione, alle frequenze di funzionamento (f_1 , f_2) è funzione del raggio di curvatura delle porzioni curvilinee (54, 74) dei bracci (51, 53, 71, 73) dei rispettivi circuiti risonanti (5, 7).

30 Nella forma di realizzazione preferita, l'antenna è stata progettata in modo da massimizzarne l'isotropicità

del diagramma d'irradiazione in tutte le frequenze in cui essa può operare. Questo è stato ottenuto mediante la forma dell'antenna, che consente di mantenere per gli elementi di corrente una distribuzione di corrente simmetrica rispetto
5 al punto di alimentazione e che cambia direzione con continuità in modo da rendere il diagramma di irradiazione maggiormente isotropico rispetto a quello della classica antenna a dipolo.

Come visibile dalle figure 3A e 3B il diagramma
10 d'irradiazione è sostanzialmente isotropico.

Nel dettaglio dette figure 3A e 3B rappresentano una simulazione dell'antenna, secondo la presente invenzione, tramite un programma per elaboratore.

Nel dettaglio, alla frequenza di funzionamento "f1" è
15 presente un minimo in corrispondenza del primo asse "X", corrispondente all'asse longitudinale dell'antenna 3, come attesta la misura in camera anecoica visibile nella figura 4A. Tale minimo è sostanzialmente assente, invece, alla seconda frequenza di funzionamento "f2", come visibile
20 nella figura 4B, incrementando l'isotropia dell'antenna 3 secondo la presente invenzione.

In particolare le figure 4A e 4B rappresentano una misurazione in camera anecoica del comportamento in trasmissione dell'antenna che offre in una sezione del
25 diagramma d'irradiazione 3D, dalle figure 3A, 3B. Il diagramma delle figure 4A, 4B è ottenuto facendo ruotare l'antenna attorno al secondo asse "Y". Ancor più in particolare le figure 4A e 4B mostrano il diagramma d'irradiazione rispetto ad un secondo piano di riferimento
30 "XZ", il quale è definito da detto primo asse "X" e da un terzo asse "Z". Detto terzo asse "Z" è perpendicolare sia a

detto primo asse "X" sia a detto secondo asse "Y". Il minimo nel diagramma d'irradiazione è posto lungo l'asse "X"; tale comportamento è simile al comportamento di un dipolo il cui il minimo o zero è appunto in corrispondenza
5 dell'asse longitudinale della stessa.

Le misurazioni svolte in camera anecoica dimostrano quindi il funzionamento corretto dell'antenna secondo la presente invenzione, dimostrando che entrambi i circuiti risonanti possono essere alimentati contemporaneamente
10 senza che essi interagiscano fra loro.

Preferibilmente, l'intera antenna 3 risulta simmetrica, preferibilmente a doppio speculare rispetto agli assi ortogonali definenti il piano di riferimento "XY".

15 Nella forma di realizzazione preferita, come anticipato precedentemente, le frequenze preferite di funzionamento dell'antenna, secondo la presente invenzione, sono le bande ISM/SRD a 868MHz e a 2,4GHz.

Preferibilmente, il primo circuito risonante 5 è atto
20 a risuonare nella banda di frequenza SRD a 868MHz. Il secondo circuito risonante 7 è, invece, atto a risuonare nella banda di frequenza ISM a 2,4GHz.

In generale, al fine di consentire al primo circuito risonante 5 di funzionare alla frequenza "f1", lo stesso
25 primo circuito risonante 5 è caricato capacitivamente. Il primo circuito risonante 5 è caricato capacitivamente connettendo all'estremo opposto del circuito 5, opposto al punto di alimentazione 31, un conduttore elettrico di superficie maggiore del circuito risonante stesso.

30 Nel dettagli di realizzazione, nella forma di realizzazione preferita, per realizzare tale configurazione

ogni singola porzione curvilinea 54 ad un capo è connessa al punto di alimentazione 31, oltre che al ramo corrispondente del secondo circuito risonante 7; mentre al secondo capo è elettricamente connessa ad una seconda
5 porzione 55, di materiale conduttore. Nella forma di realizzazione preferita, detta seconda porzione 55 ha una conformazione longitudinale sostanzialmente disposta lungo la direzione di un asse, costituente il piano di riferimento "XY". Nel dettaglio ogni seconda porzione 55 è
10 sostanzialmente allineata o parallela al secondo asse "Y", come visibile nella figura 1A e nella figura 2.

Nella forma di realizzazione illustrata in figura 1, in prossimità di ognuna di dette seconde porzioni 55 è compresa, agli estremi longitudinali di dette seconde
15 porzioni, una zona di fissaggio 55b in cui il materiale conduttivo è assente. In corrispondenza di tali zone di fissaggio 55b possono essere praticati dei fori sul circuito stampato, senza compromettere le funzionalità dell'antenna, al fine di fissare, attraverso mezzi di
20 fissaggio quali, ad esempio, viti, la stessa antenna alla struttura del dispositivo in cui essa opera. Tali zone risultano allineate alle zone di fissaggio della maggior parte degli enclosure off-the-shelf delle dimensioni dell'antenna.

25 La geometria utilizzata per la realizzazione delle porzioni curvilinee (54, 74) di materiale conduttivo è tale da realizzare sostanzialmente una semi circonferenza, compresa fra 160° e 200° di curvatura.

Tale conformazione permette, oltre a ridurre
30 l'occupazione spaziale, di ridurre l'accoppiamento

elettromagnetico tra i circuiti risonanti (5, 7), riducendo l'accoppiamento tra le due singole antenne virtuali.

La conformazione dei circuiti risonanti (5, 7) consente, inoltre, di poter sfruttare altre bande di
5 frequenza, per una maggiore versatilità, apportando opportune modifiche di disposizione, ad esempio aggiungendo ulteriori circuiti risonanti connessi fra loro ecc.

Quando un singolo circuito risonante (5, 7) o un corrispettivo braccio risuona alla sua frequenza di
10 funzionamento, gli altri circuiti risonanti compresi nell'antenna secondo la presente invenzione, sono immuni anche alle frequenze armoniche della frequenza di risonanza. Infatti, i singoli circuiti di risonanza oltre a non eccitarsi alle frequenze di funzionamento degli altri
15 circuiti risonanti costituenti l'antenna, non vengono eccitati dalle frequenze armoniche della frequenza di risonanza dei singoli circuiti. La conformazione e la disposizione permettono, dunque, di minimizzare gli accoppiamenti, cioè il mutuo caricamento tra un circuito
20 risonante o braccio e l'altro. Infatti, essendo questo essenzialmente un dipolo hertziano, al centro dell'antenna ove le distribuzioni di corrente in ogni singolo circuito risonante o braccio sono maggiori, cioè in prossimità del punto di alimentazione, le stesse correnti sono
25 sostanzialmente ortogonali fra loro.

Detta porzione curvilinea (54, 74), è dunque atta a rendere le correnti ortogonali fra loro, riducendo l'accoppiamento.

Anche le componenti di campo, elettrico e/o magnetico,
30 generate dalla corrente in detti circuiti risonanti (5, 7),

sono perpendicolari fra loro e non vi è un accoppiamento poiché il prodotto scalare è nullo.

La perpendicolarità fra le correnti che scorrono nei circuiti risonanti (5, 7) fa sì che le stesse correnti non
5 possano eccitare i modi del circuito limitrofo. Lo stesso effetto potrebbe essere ottenuto da due circuiti totalmente lineari ma disposti fra loro a 90° . Tale soluzione esigerebbe però un'occupazione d'area maggiore, in particolar modo per il circuito risonante atto a risuonare
10 alla frequenza minore "f1", la quale dovrà essere caricata capacitivamente.

Come visibile in figura 1A, in pianta, l'antenna 3, nella forma di realizzazione preferita, è formata da due strutture sostanzialmente a spirale, disposte in doppio
15 speculare, rispetto al primo e secondo asse (X, Y) definenti il piano di riferimento "XY".

Il punto di alimentazione 31 dell'antenna è preferibilmente posto nel punto in cui le due strutture a spirale sono più vicine.

20 La singola struttura a spirale è costituita dalla combinazione dei bracci (51, 71; 53, 73) di ogni circuito di risonanza, le cui porzioni curvilinee formano ciascuna sostanzialmente un semicerchio.

Nella forma di realizzazione illustrata in figura 2
25 l'alimentazione viene condotta sino all'antenna ad esempio tramite una linea in micro striscia.

Una possibile applicazione, della presente antenna multi banda 3, sono i servizi di monitoraggio wireless.

L'antenna 3, secondo la presente invenzione, può
30 essere applicata a qualsiasi dispositivo che necessiti di

un'antenna isotropica atta a percepire o a irradiare segnali elettromagnetici su due o più bande di frequenza.

La particolare scelta costruttiva fa sì che non si necessiti, come per altre antenne multi-banda dell'arte
5 nota, di un de-multiplexer d'antenna e che le due antenne possano essere alimentate contemporaneamente dallo stesso punto di alimentazione, ove s'innesta l'uscita del circuito adattatore balun "B", qualora richiesto.

L'antenna presenta un'isotropia del diagramma
10 d'irradiazione molto elevata, come visibile nelle figure 3A, 3B, 4A e 4B, rendendo più semplice l'installazione della stessa in svariate posizioni e ambienti, riducendo gli inevitabili vincoli di posizionamento tipiche delle antenne su microstriscia.

La soluzione della presente invenzione consente
15 notevoli risparmi nella progettazione e nella realizzazione dell'antenna stessa; infatti, l'antenna ha dimensioni ridotte, pur garantendo un diagramma d'irradiazione sostanzialmente isotropico. Le dimensioni ridotte
20 consentono di applicare la stessa antenna 3 in ambiti nei quali il risparmio di spazio è obbligatorio

Questa riduzione di superficie e la minimizzazione della componentistica discreta per il corretto
funzionamento ha come effetto la netta riduzione dei costi
25 di produzione, cosa che ha un impatto positivo sui costi del dispositivo wireless cui l'antenna multi-banda 3 viene abbinata.

Nella forma di realizzazione in cui è richiesto l'utilizzo di un Balun al fine adattare l'antenna ad un
30 ricetrasmittitore o transceiver ad uscita sbilanciata, detto Balun è preferibilmente a larga banda, al fine di

poter essere utilizzato in tutte le bande di frequenza ove opera l'antenna multi - banda 3.

L'utilizzo di un unico Balun a larga banda da associare in via opzionale all'antenna 3 permette di
5 ridurre ulteriormente i costi di realizzazione ed implementazione dell'antenna 3, secondo la presente invenzione

Infine, la produzione di una sola antenna multi-banda permette la gestione facilitata del magazzino.

10 L'antenna, denominata "SAXON" dalla richiedente, è facilmente utilizzabile, general purpose, e con minor costo rispetto alle soluzioni presenti sul mercato.

\EB

RIFERIMENTI NUMERICI

	Antenna	3
	Punto di alimentazione	31
	Primo circuito risonante	5
5	Primo braccio	51
	Secondo braccio	53
	Porzione curvilinea	54
	Porzione lineare	55
	Zona per il fissaggio	55b
10	Secondo circuito risonante	7
	Primo braccio	71
	Secondo braccio	73
	Porzione curvilinea	74
	Circuito adattatore balun	B
15	Prima frequenza	f1
	Seconda frequenza	f2
	Piano di riferimento	XY
	Secondo piano di riferimento	XZ
	Primo asse	X
20	Secondo asse	Y
	Terzo asse	Z

RIVENDICAZIONI:

1. Antenna multi-banda (3), associabile ad almeno un dispositivo elettronico; l'antenna comprendente:

- un punto di alimentazione (31);
- 5 • almeno un primo circuito risonante (5) atto a risuonare a una prima frequenza (f_1);
- almeno un secondo circuito risonante (7) atto a risuonare a una seconda frequenza (f_2);

è caratterizzata dal fatto che:

- 10 • i circuiti risonanti (5, 7) sono connessi elettricamente fra loro;
- il punto di connessione fra i circuiti risonanti (5, 7) corrisponde al punto di alimentazione (31);
- può essere utilizzata contemporaneamente su più bande.

15 2. Antenna secondo la rivendicazione 1, in cui ogni circuito risonante è un dipolo e comprende almeno una porzione curvilinea (54, 74).

3. Antenna secondo la rivendicazione 2, in cui l'antenna è simmetrica ed il diagramma d'irradiazione dell'antenna
20 alle frequenze di funzionamento (f_1 , f_2) è funzione del raggio di curvatura delle porzioni curvilinee (54, 74) dei rispettivi circuiti risonanti (5, 7).

4. Antenna secondo la rivendicazione 1, in cui:

- ogni circuito risonante (5, 7) è un dipolo comprendente
25 due bracci, rispettivamente un primo braccio (51, 71) ed un secondo braccio (53, 73);
- ognuno di detti bracci (51, 53, 71, 73), ad un capo, è connesso elettricamente al punto di alimentazione (31).

5. Antenna secondo la rivendicazione 4, in cui ogni
30 braccio (51, 53, 71, 73) di ogni circuito risonante comprende almeno una porzione curvilinea (54, 74).

6. Antenna secondo la rivendicazione 4, in cui:
- l'antenna è a doppia banda;
 - i bracci dei due circuiti risonanti sono connessi a coppie (51-73, 53-71) fra loro;
- 5 • il punto di connessione fra i due bracci dei due circuiti risonanti corrisponde al punto di alimentazione (31).
7. Antenna secondo la rivendicazione 4 o 5 o 6, in cui i due bracci (51-53, 71-73) di ogni singolo circuito
- 10 risonante sono disposti in doppio speculare fra loro.
8. Antenna secondo la rivendicazione 2 o 5, in cui detta porzione curvilinea (54, 74) è atta a rendere le correnti ortogonali fra loro, riducendo l'accoppiamento.
8. Antenna secondo la rivendicazione 1, in cui i circuiti
- 15 risonanti (5, 7) sono disposti su uno stesso piano di riferimento "XY".
9. Antenna secondo la rivendicazione 1, in cui il primo circuito risonante (5) è caricato capacitivamente.
10. Antenna secondo la rivendicazione 1, in cui il punto
- 20 di alimentazione (31) è a sua volta connesso al terminale d'uscita di un circuito adattatore balun (B).
11. Antenna secondo la rivendicazione 10 in cui detto circuito adattatore balun (B) è a banda larga.

CLAIMS:

1. Multi-band antenna (3), associable with at least one electronic device; the antenna comprising:

- a power supply point (31);
- 5 • at least one first resonant circuit (5) for resonating at a first frequency (f1);
- at least one second resonant circuit (7) for resonating at a second frequency (f2);

it is characterized in that:

- 10 • the resonant circuits (5, 7) are electrically connected to each other;
- the connection point between the resonant circuits (5, 7) corresponds to the power supply point (31);
- it can be used simultaneously over multiple bands.

15 2. Antenna according to claim 1, wherein each resonant circuit is a dipole and comprises at least one curvilinear portion (54, 74).

3. Antenna according to claim 2, wherein the antenna is symmetrical and the antenna's radiation diagram at the
20 operating frequencies (f1, f2) is a function of the radius of curvature of the curvilinear portions (54, 74) of the respective resonant circuits (5, 7).

4. Antenna according to claim 1, wherein:

- 25 • each resonant circuit (5, 7) is a dipole comprising two arms, respectively a first arm (51, 71) and a second arm (53, 73);
- each one of said arms (51, 53, 71, 73) is electrically connected, at one end, to the power supply point (31).

5. Antenna according to claim 4, wherein each arm (51, 53, 71, 73) of each resonant circuit comprises at least one
30 curvilinear portion (54, 74).

6. Antenna according to claim 4, wherein:

- the antenna is a dual-band one;
- the arms of the two resonant circuits are connected in pairs (51-73, 53-71) to each other;

- 5 • the connection point between the two arms of the two resonant circuits corresponds to the power supply point (31).

7. Antenna according to claim 4 or 5 or 6, wherein the two arms (51-53, 71-73) of each resonant circuit are
10 arranged in pairs in a specular manner.

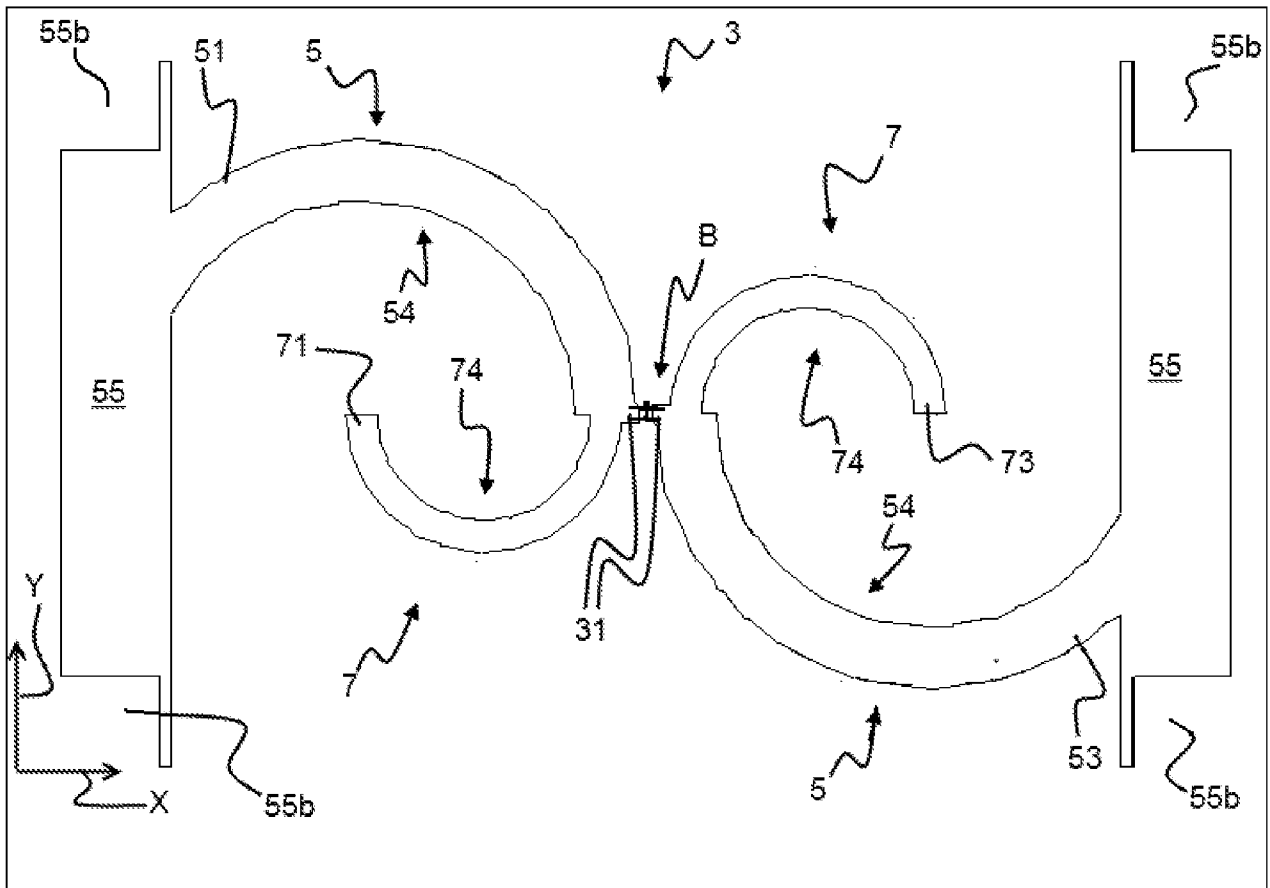
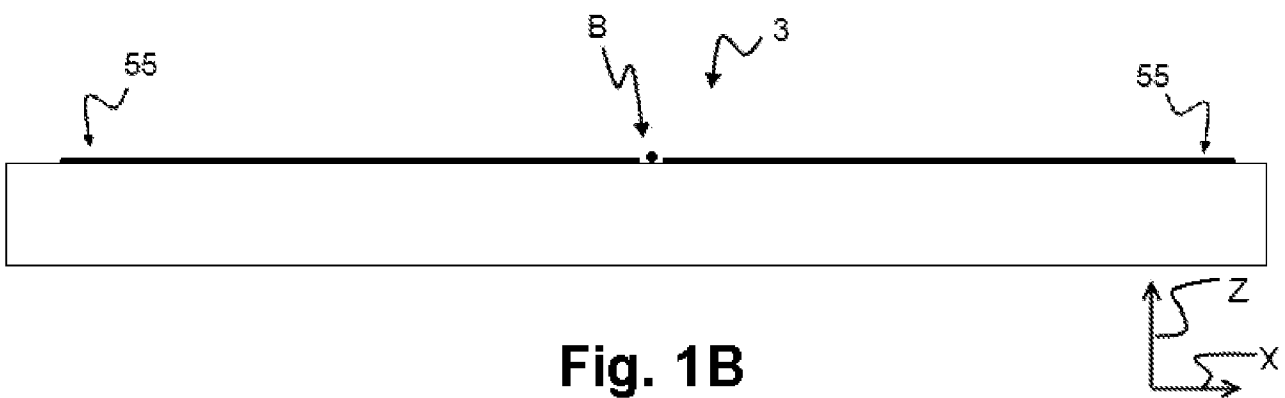
8. Antenna according to claim 2 or 5, wherein said curvilinear portion (54, 74) is for causing the currents to be orthogonal to each other, thus reducing the coupling.

9. An antenna according to claim 1, wherein the resonant
15 circuits (5, 7) are arranged in the same reference plane "XY".

10. Antenna according to claim 1, wherein the first resonant circuit (5) is capacitively charged.

11. Antenna according to claim 1, wherein the power supply
20 point (31) is in turn connected to the output terminal of a balun adapter circuit (B).

12. Antenna according to claim 10, wherein said balun adapter circuit (B) is a broadband one.

**Fig. 1A****Fig. 1B**

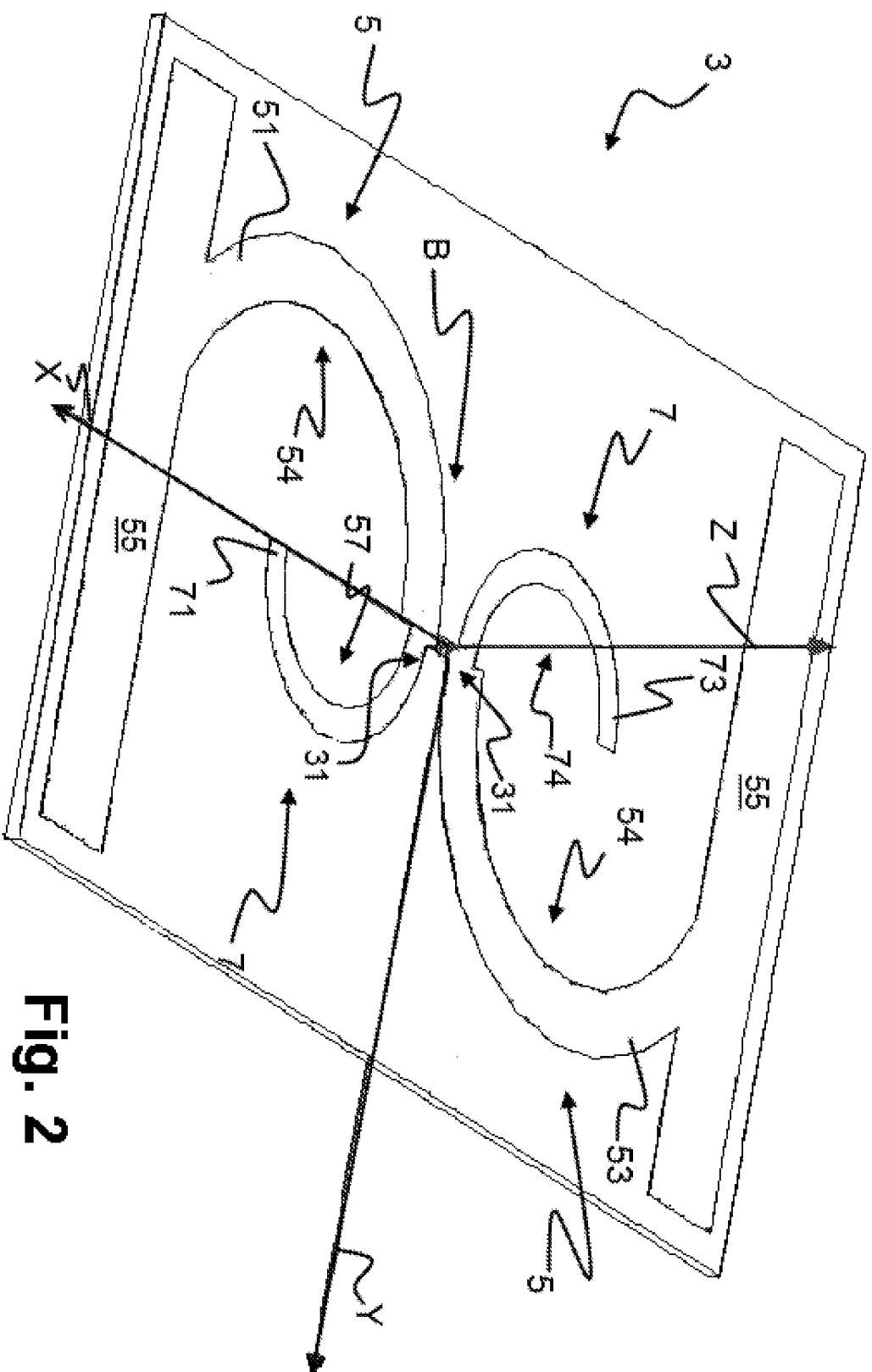
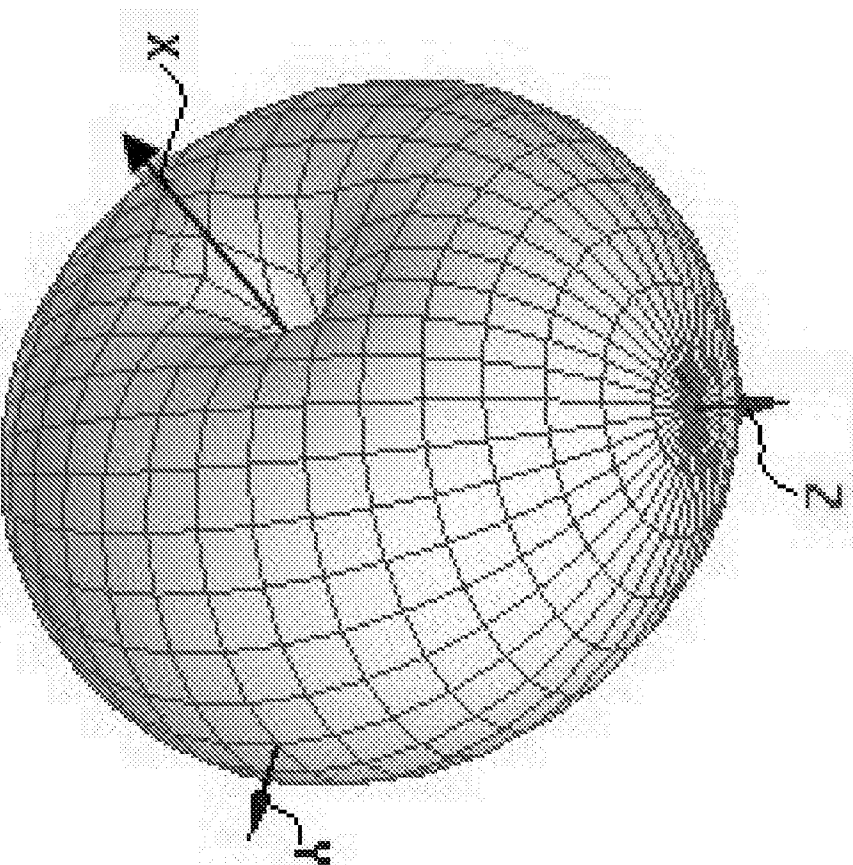
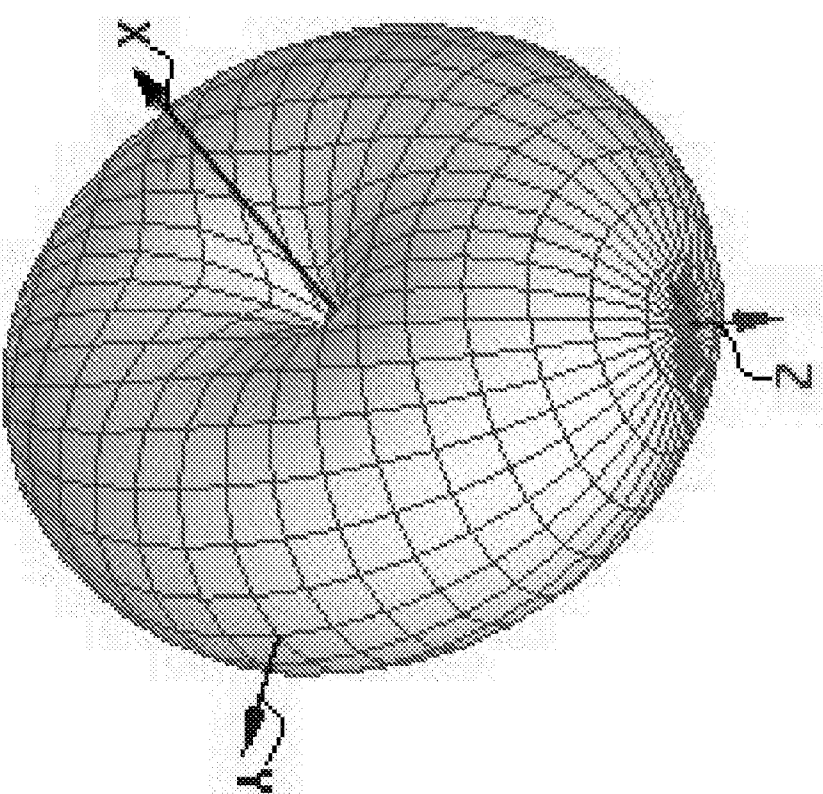


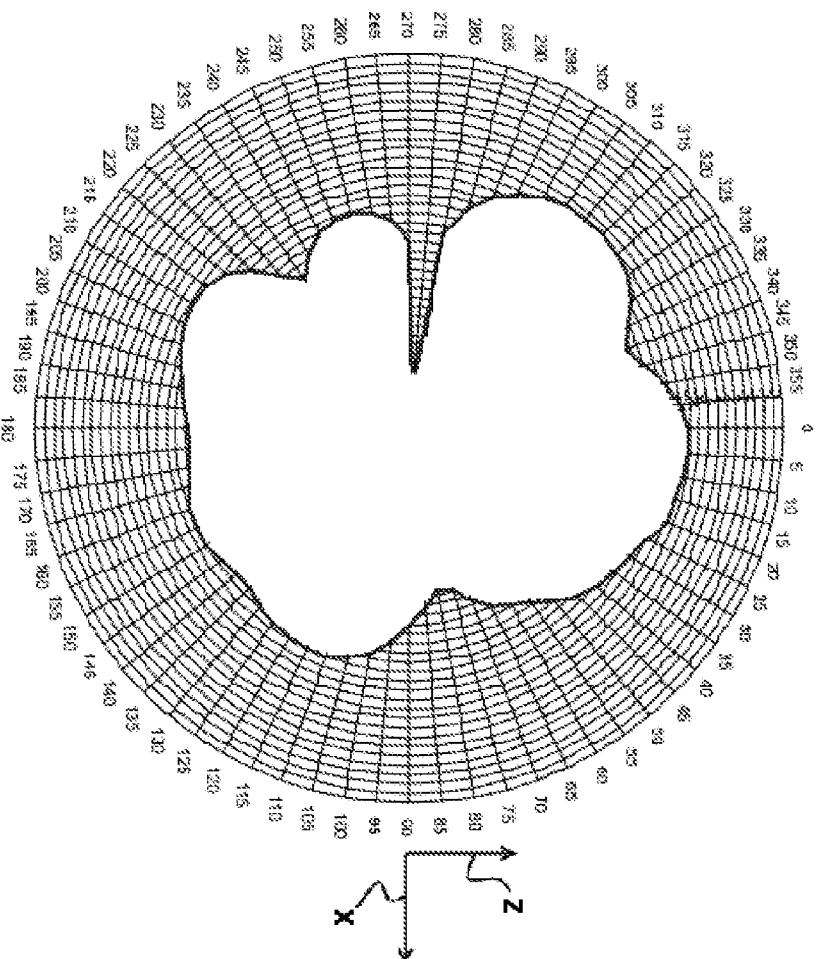
Fig. 2



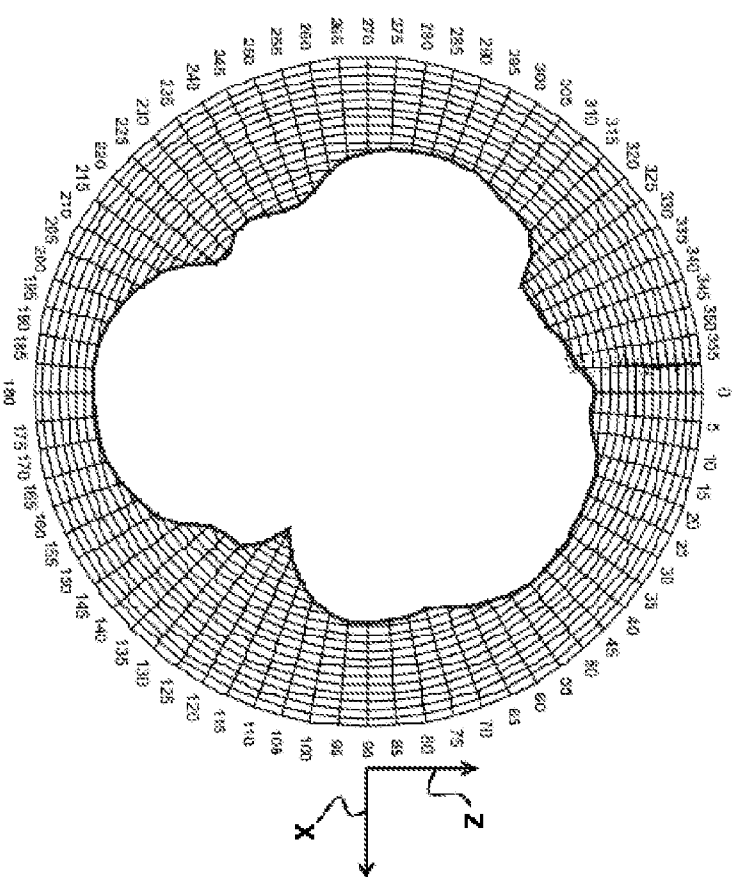
f1=868MHz
Fig. 3A



f2=2.4GHz
Fig. 3B



$f_1 = 868 \text{ MHz}$
Fig. 4A



$f_2 = 2.4 \text{ GHz}$
Fig. 4B