MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101994900372545
Data Deposito	08/06/1994
Data Pubblicazione	08/12/1995

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	P		

Titolo

CAVITA' BIMODALE PER FILTRI PASSA BANDA IN GUIDA D'ONDA.

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

CAVITA BIMODALE PER FILTRI PASSA BANDA IN GUIDA D'ONDA

a nome CSELT - Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A. - Via Guglielmo REISS ROMOLI 274 - 10148 TORINO - nazionalità italiana.

Inventori: Giorgio BERTIN

Luciano ACCATINO

Domanda n. TO 94A000473

depositata il 8 GIU. 1994

==========

La presente invenzione riguarda i dispositivi a microonde per sistemi di telecomunicazioni a radiofrequenza, compresi quelli installati a bordo di satelliti artificiali, e in particolare riguarda una cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda.

I filtri passa-banda operanti a microonde fanno generalmente uso di cavità risonanti accoppiate, realizzate mediante tratti di guida d'onda forniti di opportune iridi di accoppiamento. Il volume interno delle cavità dipende dalla lunghezza d'onda operativa ed è tanto maggiore quanto più è bassa la frequenza di risonanza desiderata.

I filtri realizzati in questo modo trovano impiego come filtri di canale in sistemi di telecomunicazioni, sia terrestri, sia satellitari, dove è molto importante disporre di dispositivi di ingombro e peso ridotto. Occorre quindi trovare soluzioni che permettano di ridurre il numero e le dimensioni delle cavità in modo da ottenere la massima compattezza del filtro.

Il filtro deve inoltre presentare ottime caratteristiche elettriche: in particolare deve presentare una banda di transizione per quanto possibile

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

ridotta. In tal modo una maggior quantità di filtri con frequenze centrali adiacenti può essere allocata nella stessa banda di frequenza e una maggior quantità di canali di trasmissione può essere utilizzata contemporaneamente.

Fra i filtri che rispondono in modo soddisfacente a queste esigenze, sono particolarmente vantaggiosi quelli bimodali, descritti per esempio in "Narrow-Bandpass Waveguide Filters", di Ali E. Atia et alii, comparso in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-20, No. 4, April 1972. Questi filtri usano due volte la stessa cavità, una volta operando su una polarizzazione del modo TE10, e una volta operando sulla polarizzazione ortogonale dello stesso modo, l'accoppiamento fra i modi essendo ottenuto perturbando la simmetria della sezione nel piano diagonale rispetto ai piani di polarizzazione ortogonali. L'effetto risultante è equivalente a quello ottenibile con due cavità ordinarie, per cui un filtro con una voluta banda passante può essere realizzato con un numero dimezzato di cavità.

Inoltre, il riuso della stessa cavità fa anche sí che si possano ottenere funzioni di trasferimento più sofisticate delle funzioni di trasferimento con tutti gli zeri di trasmissione all'infinito o polinomiali, caratteristiche di una pluralità di cavità semplicemente connesse in cascata. Infatti, il riuso della stessa cavità permette di creare situazioni in cui, mediante opportune iridi, si possono effettuare accoppiamenti addizionali fra le cavità del filtro. Ciò permette di realizzare funzioni di trasferimento con zeri a frequenza finita, ossia di realizzare filtri ellittici o con ritardo di gruppo equalizzato.

I filtri bimodali attualmente conosciuti vengono generalmente costruiti utilizzando cavità a sezione trasversale circolare e, sporadicamente, anche

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

cavità a sezione trasversale quadrata, le quali accettano due polarizzazioni lineari ortogonali dello stesso modo risonante, avendo dimensioni uguali in direzioni ortogonali. I due modi vengono solitamente accordati mediante viti poste all'intersezione della superficie laterale della cavità con i piani di polarizzazione di ciascun modo. Inoltre, i modi sono accoppiati fra loro, con il coefficiente di accoppiamento desiderato, mediante una terza vite posta all'intersezione della superficie laterale della cavità con il piano diagonale rispetto ai piani di polarizzazione. Per ragioni di simmetria, a ciascuna vite può essere aggiunta un'altra vite posta in posizione diametralmente opposta rispetto all'asse della cavità e nella stessa sezione trasversale.

La taratura del filtro, consistente nella messa a punto delle viti, è estremamente difficoltosa, e lo è tanto più quanto più è sofisticata la funzione di trasferimento, ovvero quante più risonanze sono presenti. Ad esempio, nel caso di un filtro ad otto poli sono presenti fino a tre accoppiamenti addizionali, il che fa sì che l'azione su ogni vite si ripercuota su più grandezze elettriche contemporaneamente, fra cui la riflessione d'ingresso e il ritardo di gruppo.

Nel caso di applicazioni del filtro in stadi di potenza, come in quelli di uscita da un trasmettitore, la presenza di viti può essere una sorgente non trascurabile di intermodulazione passiva. Infatti, non essendovi un perfetto contatto elettrico tra vite e cavità, possono sorgere effetti di non-linearità, sia pure di livello molto basso, simili a quelli introdotti dai diodi. Verrebbero così generati dei prodotti di ordine superiore dei segnali presenti nel filtro, che possono essere causa di interferenze nei canali di ricezione.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

Più recentemente sono state presentate tecniche per realizzare filtri bimodali senza viti di accordo, per esempio nell'articolo "Dual Mode coupling by Square Corner Cut in Resonators and Filter" di X. P. Liang e K.A. Zaki, comparso su IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 40, n.12, December 1992. In questo caso si utilizzano cavità a sezione rettangolare, in cui i lati controllano la frequenza di risonanza dei due modi ortogonali. L'accoppiamento è ottenuto smussando opportunamente uno degli spigoli della cavità. E' però da notare che la modellizzazione di una guida d'onda con gli spigoli smussati presenta dei problemi di accuratezza numerica legati al calcolo dei modi di propagazione della guida stessa. In particolare, il progetto di filtri a banda molto stretta, che sono peraltro i più adatti per le applicazioni a bordo di satelliti, risulta molto difficoltoso. Inoltre la realizzazione di filtri in cavità con sezioni non regolari comporta costi di produzione maggiori rispetto ad una realizzazione in guide circolari o rettangolari.

Ovvia a questi inconvenienti la cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda, oggetto della presente invenzione, la quale permette la realizzazione di filtri a banda stretta, con banda di transizione molto ridotta e bassissime perdite, che non presenta alcuna vite di accordo o di accoppiamento e non richiede spigoli smussati. Ne risulta che l'intero filtro composto da queste cavità può essere progettato interamente mediante calcolatore elettronico e non richiede alcuna operazione di taratura.

E' particolare oggetto della presente invenzione una cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda, composta da tratti di guida d'onda forniti di iridi, parallele fra di loro, le quali permettono l'accoppiamento dei modi in

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

cavità con guide d'onda esterne o l'accoppiamento fra i modi in cavità diverse, che comprende tre tratti di guida d'onda coassiali posti in cascata, di cui:

- i due tratti estremi sono atti a supportare due modi con polarizzazioni lineari parallele o perpendicolari al piano su cui giacciono dette iridi,
- un tratto intermedio, consistente in una guida d'onda a sezione rettangolare, il cui lato è inclinato rispetto al piano su cui giacciono dette iridi di un angolo in funzione dell'entità dell'accoppiamento diretto fra i due modi ortogonali in ogni cavità.

Queste ed altre caratteristiche della presente invenzione risulteranno più evidenti dalla seguente descrizione di una forma preferita di realizzazione della stessa, data a titolo di esempio non limitativo, e dai disegni allegati in cui:

- la Fig. 1 è una vista prospettica di un filtro a due cavità;
- la Fig. 2 è una sezione trasversale della cavità, effettuata in corrispondenza della giunzione tra la guida circolare e la guida rettangolare inclinata;
- la Fig. 3 è una sezione trasversale di un secondo tipo di cavità;
- la Fig. 4 è una sezione trasversale di un terzo tipo di cavità;
- la Fig. 5 è una vista prospettica di una cavità caricata dielettricamente.

In Fig. 1 è rappresentata la vista prospettica di un filtro passa-banda composto da due cavità poste in cascata, il quale realizza una funzione di trasferimento ellittica a 4 poli. Ciascuna cavità è composta da tre tratti di guida d'onda posti in cascata e coassiali: una guida a sezione circolare, chiusa ad una estremità da una base circolare, una guida a sezione rettangolare e ancora una guida a sezione circolare, pure chiusa ad una

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

estremità da una base circolare. La prima cavità è composta dalle guide indicate con CC1, CR1, CC2, mentre la seconda è costituita dalle guide indicate con CC3, CR2, CC4.

Con IR1 e IR3 sono indicate delle iridi, ricavate nelle basi dei tratti di guida circolare e parallele fra di loro, che permettono l'accoppiamento dei modi in cavità con le guide esterne. Con IR2 è indicata un'iride a croce, il cui elemento orizzontale è parallelo a IR1 e a IR3, che permette l'accoppiamento fra i modi in cavità diverse. Gli accoppiamenti diretti fra i due modi ortogonali in ogni cavità sono ottenuti tramite i tratti di guida d'onda a sezione rettangolare CR1 e CR2, i quali presentano lati opportunamente inclinati rispetto al piano di polarizzazione dei modi nei tratti di guida circolare, determinato dalla posizione delle iridi IR1, IR2, IR3.

Inoltre, le inclinazioni dei due tratti di guida rettangolare possono essere scelte in vista dell'ottenimento di opportuni zeri della funzione di trasferimento, in modo da realizzare un filtro con una funzione di trasferimento di tipo ellittico. In questo caso, le due inclinazioni saranno generalmente diverse fra loro.

In Fig. 2 è rappresentata la sezione trasversale di una cavità in cui la sezione rettangolare é inscritta in quella circolare. Il lato del rettangolo è inclinato di un angolo ß rispetto al piano su cui giacciono le iridi, cioè il piano di polarizzazione del modo immesso nella cavità. L'ampiezza dell'angolo ß determina l'entità dell'accoppiamento fra il modo con polarizzazione orizzontale e il modo con polarizzazione verticale in ciascuna cavità. Inoltre la lunghezza del lato "a" controlla primariamente la frequenza di risonanza del modo con polarizzazione verticale e la lunghezza

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

dell'altro lato "b" controlla primariamente la frequenza di risonanza del modo con polarizzazione orizzontale. Infatti le suddette frequenze di risonanza, come è noto, dipendono dal volume della cavità.

In Fig. 3 è rappresentata la sezione trasversale di un secondo tipo di cavità, in cui la guida a sezione rettangolare é maggiore di quella inscrivibile nella sezione circolare, ma é minore di quella circoscrivibile da quest'ultima.

La Fig. 4 rappresenta la sezione trasversale di un terzo tipo di cavità, in cui i tratti di guida a sezione circolare sono sostituiti da tratti di guida a sezione rettangolare.

Tutte le configurazioni riportate nelle Figure 2, 3 e 4 sono adatte alla realizzazione di una cavità bimodale: la scelta di quella più adatta all'applicazione viene effettuata in base a considerazione di realizzabilità meccanica, non essendovi sostanziali differenze di comportamento dal punto di vista elettromagnetico.

In Fig. 5 è rappresentata una cavità secondo l'invenzione, parzialmente caricata con un cilindretto dielettrico DR, il quale consente la riduzione della frequenza di risonanza o del volume della cavità .

L'accoppiamento dei modi ortogonali mediante un tratto di guida inclinato facilita la modellizzazione e la realizzazione meccanica del filtro. In particolare, esistono algoritmi di calcolo molto precisi per l'analisi della giunzione fra due guide, circolari o rettangolari, che presentano un angolo di inclinazione reciproca, per cui è possibile ottenere tramite tali algoritmi il progetto completo delle dimensioni della cavità, senza ulteriori esigenze di messa a punto del dispositivo realizzato.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

I due tratti estremi non devono essere necessariamente realizzati con guida d'onda a sezione circolare, ma possono essere realizzati con una guida d'onda a sezione quadrata o rettangolare (in questo caso la lunghezza della base sarà leggermente superiore a quella dell'altezza), in quanto l'unica caratteristica richiesta a queste parti di cavità è la capacità di supportare due polarizzazioni lineari ortogonali.

Il rapporto fra l'area della sezione trasversa del tratto di guida inclinata e l'area della sezione trasversa degli altri due tratti di guida può indifferentemente essere minore o maggiore dell'unità. Inoltre nel caso in cui la sezione rettangolare sia maggiore di quella inscritta nella sezione circolare e minore di quella circoscritta alla sezione circolare stessa, la sezione rettangolare inclinata può essere sostituita da una sezione rettangolare con gli angoli arrotondati secondo il contorno della sezione circolare.

E' evidente che quanto descritto è stato dato a titolo di esempio non limitativo. Varianti e modifiche sono possibili senza per questo uscire dall'ambito di protezione delle rivendicazioni.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

Rivendicazioni

1. Cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda, composta da tratti di guida d'onda e fornita di iridi, le quali permettono l'accoppiamento dei modi in cavità con guide d'onda esterne o l'accoppiamento fra i modi in cavità diverse e individuano i piani di polarizzazione dei modi risonanti, caratterizzata dal fatto che comprende tre tratti di guida d'onda coassiali posti in cascata, di cui:

- i due tratti estremi (CC1, CC2, CC3, CC4) sono atti a supportare due modi con polarizzazioni lineari parallele o perpendicolari al piano su cui giacciono dette iridi (IR1, IR2, IR3),

- un tratto intermedio (CR1, CR2), consistente in una guida d'onda a sezione rettangolare, il cui lato è inclinato rispetto al piano di polarizzazione su cui giacciono dette iridi (IR1, IR2, IR3) di un angolo (ß), che è funzione dell'entità dell'accoppiamento diretto fra i due modi ortogonali in ogni cavità.

2. Cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda come nella rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i due tratti estremi (CC1, CC2, CC3, CC4) sono realizzati in guida d'onda a sezione circolare.

3. Cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda come nella rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che i due tratti estremi (CC1, CC2, CC3, CC4) sono realizzati in guida d'onda a sezione rettangolare.

4. Cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda come nella rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che la sezione rettangolare del tratto intermedio (CR1, CR2) è maggiore di quella inscritta nella sezione circolare dei due tratti estremi (CC1, CC2, CC3, CC4) e minore di quella

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.

circoscritta alla sezione circolare stessa e presenta gli angoli arrotondati secondo il contorno della sezione circolare.

5. Cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda come nella rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che è posta in serie ad altre cavità simili per la realizzazione di un filtro passa-banda in guida d'onda con una funzione di trasferimento di tipo ellittico, detti angoli (ß) essendo pure determinati in funzione dei voluti zeri della funzione di trasferimento e l'iride (IR2) che consente l'accoppiamento fra i modi in cavità diverse essendo a forma di croce.

6. Cavità bimodale per filtri passa-banda in guida d'onda come nella rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che la cavità è caricata dielettricamente.

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.
Il Responsabile Brevetti e Licenze

(Bruno MURACA)

TO 94A000473

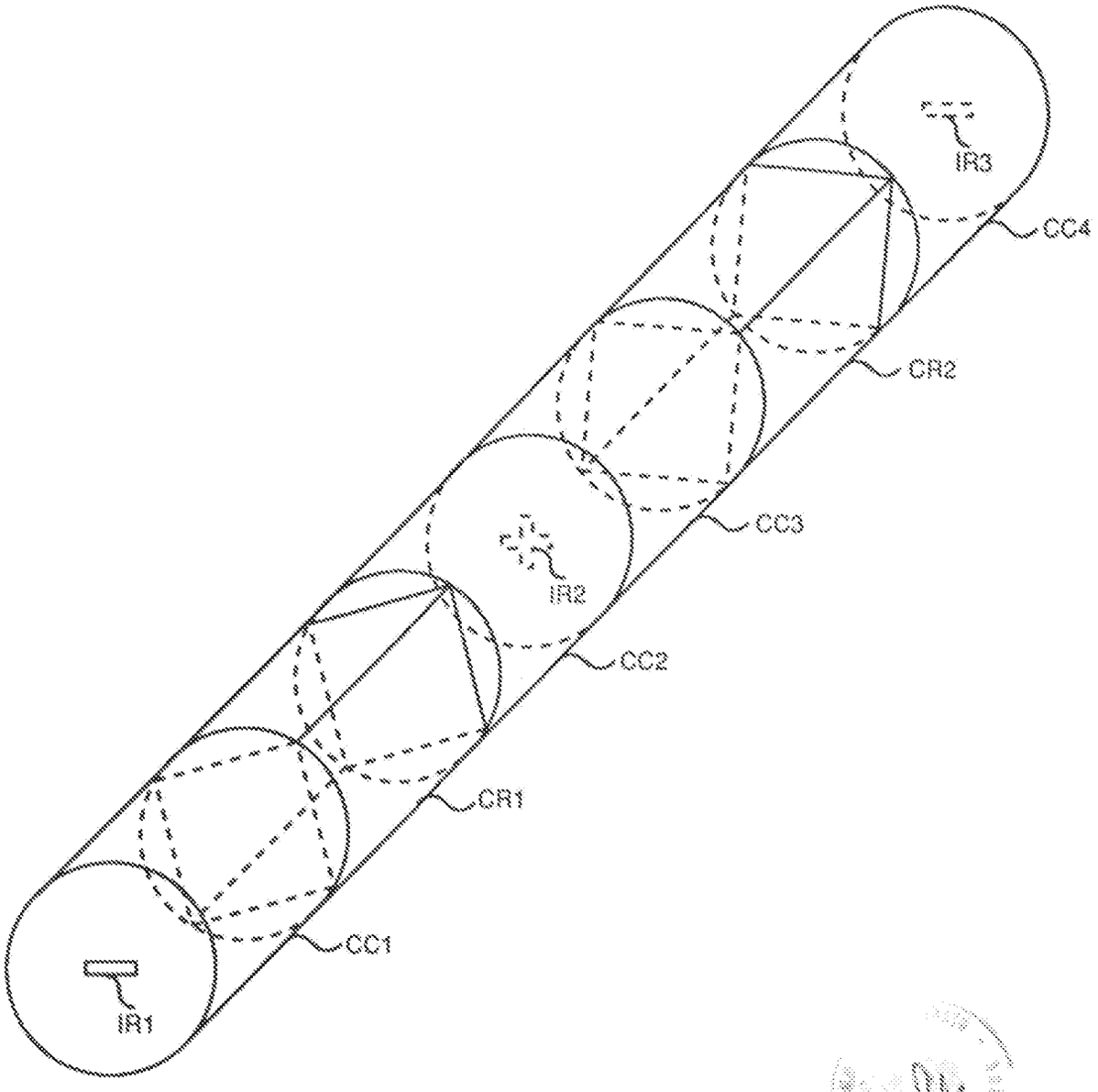


Fig. 1

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.
Il Responsabile Uffici Brevetti e Licenze
(Bruno MURACA)

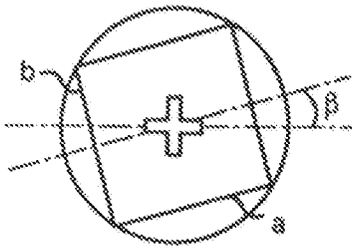


Fig. 2

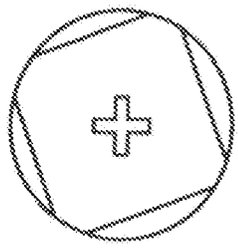


Fig. 3

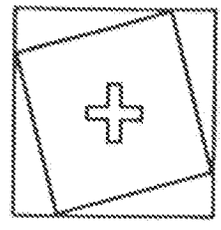


Fig. 4

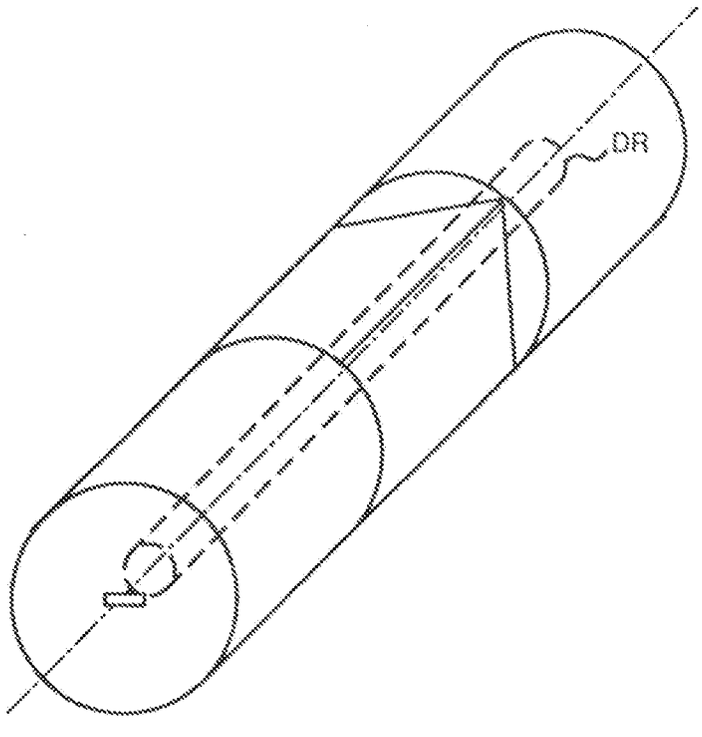


Fig. 5

CSELT
Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni S.p.A.
Il Responsabile Brevetti e Licenze
(Dr. Ing. MURACA)