

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901863298A1

Publication Date

20120203

Applicant

G.E.M. ELETTRONICA S.R.L.

Title

GIUNTO ROTANTE DI POTENZA A MICROONDE FUNZIONANTE SU DUE
BANDE DISTINTE.

Giunto Rotante di potenza a microonde funzionante su due bande distinte - Descrizione

1. Motivazioni e finalità della tecnica

Sempre maggiore interesse riveste la costruzione di sistemi radar dual-band in grado di operare su due frequenze diverse, corrispondenti a guide d'onda distinte, ad esempio la banda X (8-12.4 GHz, guide WR90) e la banda Ka (26-40 GHz, guide WR28). Una prima frequenza – minore - viene di solito impiegata per il rilevamento di ostacoli distanti. La frequenza più alta viene invece utilizzata per la focalizzazione dell'ostacolo, una volta avvicinato. Per tali sistemi diventa essenziale il giunto rotante, che accoppia le guide alle antenne che sono montate su un supporto girevole, in modo da effettuare una scansione in azimut dello spazio circostante. Il giunto deve quindi connettere due coppie di guide d'onda di diversa sezione trasversale e diversa banda di lavoro, consentendo la rotazione di ciascuna coppia rispetto all'altra e, al contempo, garantendo un adattamento di impedenza molto buono (Return loss maggiore di 20 dB, su entrambe le bande), isolamento tra guide che operano su bande diverse (isolation maggiore di 60 dB), perdite di inserzione su ciascuna banda contenute (IL minore di 1 dB su entrambe le bande), trasmissione indipendente dall'angolo di rotazione (WOW maggiore di 0.5 dB) e infine possibilità di lavorare con potenze di picco maggiori di 15 KW (power handling capability).

2. Stato dell'arte

Il mercato offre una gran quantità di giunti rotanti a singola banda di lavoro [1]-[6]. Essi sono costituiti da una coppia di giunzioni (o trasduttori) guida cilindrica-guida rettangolare, connesse attraverso cuscinetti che consentono la rotazione di una giunzione rispetto all'altra. Le due parti vengono dette rotore e statore.



E' essenziale che nella guida cilindrica sia eccitato un modo a simmetria azimutale, se si vuole che la trasmissione tra le due guide rettangolari, che rappresentano le porte di ciascun rotary joint, sia indipendente dall'angolo di rotazione.

Per realizzare tale obiettivo vi sono le seguenti possibilità:

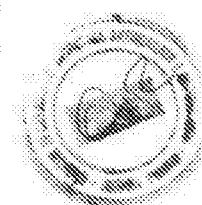
- 1) guida coassiale, che lavori sul modo fondamentale TEM;
- 2) guida circolare, che lavori sul modo TM_{01} , che è il modo a simmetria azimutale di ordine più basso. Purtroppo, il TM_{01} non è il modo fondamentale giacché i TE_{11} , in polarizzazione V e H, hanno frequenza di taglio minore;
- 3) guida circolare, che lavori sul modo TE_{11} con polarizzazione circolare (RHCP o LHCP). Questa soluzione richiede però l'inserimento di una coppia di polarizzatori, uno per giunzione, che complica il dispositivo.

Tipicamente, quando il giunto rotante lavora su un'unica banda, o su bande vicine, si preferisce la prima opzione.

D'altra parte, quando è richiesto il funzionamento 'dual band' e le bande di lavoro delle guide d'onda (I/O) sono alquanto diverse, l'impiego di un unico tratto coassiale di connessione presenta notevoli inconvenienti, sostanzialmente dovuti alla necessità di dimensionare il coassiale in modo che lavori in regime monomodale alla frequenza più alta, con conseguente aumento delle perdite e diminuzione del 'power handling capability' [7].

Una soluzione alternativa molto intelligente fa uso di una guida circolare nella quale sono in propagazione almeno 4 modi, cioè i due modi TE_{11} con polarizzazione V e H, il modo TE_{01} e il modo TM_{01} . Due guide rettangolari sono accoppiate tra loro attraverso il modo TM_{01} (frequenza più bassa), le altre due mediante il TE_{01} (frequenza più alta). Ciascuna coppia di guide rettangolari che lavorano su bande diverse e che costituiscono lo statore o il rotore sono affiancate in modo che il lato maggiore dell'una corrisponda al lato minore dell'altra. In questa maniera, i campi elettrici dei due modi TE_{10} sono tra loro ortogonali e si accoppiano

Handwritten signature



soltanto con il modo TE01 o TM01 della guida circolare [8]. L'isolamento dei modi TE11 V e H della guida circolare si ottiene ancora attraverso la particolare simmetria delle transizioni. Fisicamente vi è un'unica guida circolare e la separazione è prodotta dalla ortogonalità del modo TE01 e TM01.

Si deve notare che, in entrambi i casi, la guida a simmetria azimutale di connessione non è continua meccanicamente ma deve contenere un taglio in modo da consentire la rotazione del rotore rispetto allo statore. D'altra parte, il taglio non deve produrre discontinuità elettromagnetica che causerebbe spifferi di campo elettromagnetico e aumenterebbe sensibilmente la perdita di inserzione del giunto rotante.

Tale continuità si ripristina mediante l'inserimento ad altezza del taglio di un particolare circuito elettromagnetico, detto choke, costituito da una combinazione di linee coassiali e linee radiali di lunghezza $\lambda/4$ in cui i due conduttori sono separati di una quantità pari al taglio. La trasformazione di impedenza lungo tali linee è tale che, in corrispondenza della discontinuità meccanica provocata dal taglio, si abbia una condizione di corto circuito elettromagnetico, che, di fatto, ristabilisce così la continuità elettromagnetica tra i due conduttori della linea [8]-[9].

Bibliografia

- [1] D.G. de Mesquita, A.G. Bailey, "A Symmetrically Excited Microwave Rotary Joint" IEEE Trans. Microwave Theory and Tech., vol. 18, no.09, pp. 654-656, Sep. 1970.
- [2] Smirnov, A.V., Yu, D.U. L., "Symmetrized coupler converting circular waveguide TM01 mode to rectangular waveguide TE10 mode, US Patent Nr 20080068110, 2008.
- [3] Tavassoli Hozouri, Behzad, "Mode transducer structure", US Patent Nr 7446623, 2008.
- [4] Fisher W. Clifford, "Radar rotary joint", US Patent Nr 4654613, 1987.
- [5] Ching-Fang Yu and Tsun-Hsu Chang, "High-Performance Circular TE01-Mode Converter, IEEE Trans. Microwave Theory and Tech., vol 53, no.12, pp. 3794-3798, Dec. 2005.
- [6] Y. Aramaki, N. Yoneda, M. Miyazaki, Moriyasu, A. Iida, I. Naito, T. Horie, Y. Yutaka, "Rotary joint", US Patent Nr 7091804, 2006.

L. Zamboni



- [7] O.M. Woodward, 'A Dual-Channel Rotary Joint For High Average Power Operation', IEEE Trans. Microwave Theory and Tech., Vol. 18, no.12, pp. 1072-1077, Dec 1970.
- [8] S. Ghosh, L.C. Da Silva, "Waveguide rotary joint and mode transducer structure therefor", US Patent Nr 5442329, 1995 for Antenna Feed Systems", Artech House, Norwood, MA, 1993.
- [9] D. A. MacNamara and L. T. Hildebrand, 'Fullwave analysis of non-contacting rotary joint choke section using the generalized scattering matrix (GSM) approach', IEE Proc. - Microwave, antennas Propagation, vol. 150 No 1, Feb 2003, pp. 5-10.
- [10] S. L. Johns, A. Patra Jr, "An Ultra Wideband Nested Coaxial Waveguide Feed for Reflector Antenna Applications", IEEE Antennas and Propagation Society Int. Symposium, pp. 704 - 707, 1999.
- [11] M.L. Livingston, "Multifrequency Coaxial Cavity Apex Feeds", Microwave J., Vol. 22, Oct. 1979, pp- 51-54.
- [12] J.C. Lee, "Compact Broadband Rectangular to Coaxial Waveguide Junction", US Patent Nr 4558290, 1985.
- [13] J. A. Mürer , R. Harper, "High Temperature Antenna Pointing Mechanism for BepiColombo Mission", 11th European Space Mechanisms and Tribology Symposium, ESMATS 2005, 185-194.

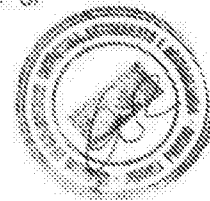
Formattato: Elenco puntato e numerato

3. Limitazioni e svantaggi delle soluzioni esistenti

Le limitazioni principali della soluzione che fa uso di un'unica guida coassiale per l'accoppiamento fra le due coppie di guide sono:

- 1) Difficoltà nel realizzare un sistema di choke che funzioni nelle due bande distinte, quando vi è un'unica guida di connessione.
- 2) Soluzione non adatta per potenze di picco elevate.

La limitazione principale della seconda soluzione risiede nella difficoltà di lavorare con una guida molto surmodata e di riuscire al contempo 1) a tenere disaccoppiati i due modi TE₀₁ e TM₀₁ fra loro, soprattutto nelle transizioni fra parti cilindriche e guide rettangolari e nei choke; 2) non eccitare i modi TE₁₁ V e H, soprattutto nella transizioni, poiché, dipendendo la trasmissione dall'angolo fra rotore e statore, comprometterebbero la condizione di indipendenza dall'angolo di rotazione del dispositivo (misurata dal WOW).



Inoltre, vi è una criticità nel choke che deve garantire il contatto elettromagnetico fra rotore e statore su due bande di frequenza distinte.

4. Descrizione della soluzione proposta

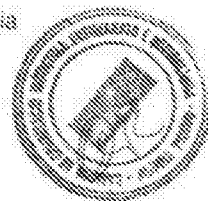
Il giunto rotante a due canali proposto, funzionante nelle bande A (X nell'esempio) e B (Ka nell'esempio), è formato da una coppia di trasduttori T1 (11) e T2 (12), ciascuno fra due guide rettangolari e una guida d'onda cilindrica in cui devono propagarsi modi a simmetria azimutale. La parte interna del giunto rotante completo, comprendente i due trasduttori guide rettangolari-guida nested coaxial e la coppia di choke per la banda A e la banda B, è mostrato in disegno 1/6 (il disegno mostra per chiarezza soltanto metà essendo il giunto simmetrico). I detti trasduttori T1 e T2 sono rappresentati in disegno 2/6 e 3/6, rispettivamente (i disegni mostrano per chiarezza soltanto metà essendo i trasduttori simmetrici).

Le porte delle guide rettangolari sono individuate dai numeri (101) e (102), per la banda A, (103) e (104), per la banda B.

La parte cilindrica è invero una guida coassiale doppia, costituita da due guide cilindriche concentriche, detta anche 'coaxial nested waveguide'.

Si tratta di due gusci cilindrici coassiali: la superficie interna del primo guscio delimita una guida circolare, in cui sia in propagazione il TM₀₁, nella banda B (105). La superficie esterna del primo guscio rappresenta il conduttore interno del coassiale in banda A (106), mentre la superficie interna del secondo guscio cilindrico rappresenta il conduttore esterno del coassiale, in banda A.

Questo tipo di guida coassiale, ha trovato impiego principalmente in sistemi di illuminatori di antenna a doppia banda [10]-[12] ma anche, recentemente, nel giunto rotante sviluppato per l'antenna della missione Bepi-Colombo [13], dal quale il brevetto presente si differenzia



proprio per il trasduttore modale impiegato per trasferire la potenza dalle due guide rettangolari alla guida coassiale nested.

Vi sono poi due choke che consentono di ottenere la continuità elettromagnetica in corrispondenza del taglio della guida 'nested coaxial' necessario per rendere la rotazione possibile.

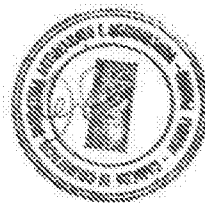
In realtà vi sono due tagli su due piani distinti. Il primo taglio (107) interessa soltanto il conduttore esterno della guida nested, producendo così una discontinuità per il solo modo TEM che si propaga nella guida coassiale delimitata dalla superficie esterna del conduttore interno e tra la superficie interna del conduttore esterno, mentre l'onda elettromagnetica in propagazione nella guida cilindrica (105) non viene influenzata. Il ripristino della continuità elettrica avviene mediante la choke A (108), che per le ragioni descritte lavora solo in banda A. A livello di questa sezione vengono posti anche i cuscinetti che permettono la rotazione. Vi è poi un secondo taglio (109) che interessa soltanto il cilindro interno della guida 'nested' e che è posto al di sotto della transizione (inferiore nel disegno) per la banda A. Anche in questo caso viene ripristinata la continuità elettromagnetica in banda B mediante l'inserimento della choke B (110) le cui caratteristiche sono tali da evitare il trasferimento di energia dalle guide in banda B a quelle in banda A. La transizione guida circolare guida rettangolare in banda B viene vista dalle guide che lavorano in banda A come un carico puramente reattivo.

Il disegno 4/6 mostra una sezione della parte interna dello stesso giunto, per evidenziarne il funzionamento. Le parti salienti sono:

(201) Guida coassiale 'esterna' CXA

(202) Guida circolare 'interna' WCB

(203) Parete la cui superficie 'interna' delimita la guida circolare 'interna', la superficie 'esterna' rappresenta la superficie del conduttore interno del coassiale.



(204) Transizione WRA1-CXA1 fra guida rettangolare e guida coassiale funzionanti in banda A.

(205) Transizione WRB1-WCB1 fra guida rettangolare e guida circolare funzionanti in banda B.

(206) Gap fra le due guide WC1 e WC2

(207) Choke per la guida circolare WCB

(208) Gap fra le guide CX1 e CX2, che include la choke.

In dettaglio, facendo riferimento alle bande impiegate nell'esempio, il trasduttore è in realtà costituito da due parti distinte:

TRANSDUCER IN BANDA Ka

Quello in banda Ka fa uso di una guida d'onda circolare alimentata in maniera tale che sia eccitato il solo modo TM_{01} , a simmetria cilindrica. Il modello di giunzione è simile a quello presentato in [1]. Nel nostro caso si sfrutta il fatto che il modo TE_{10} in propagazione nelle guide rettangolari di accesso alimenta la guida circolare in modo perfettamente simmetrico. Metà della giunzione guida rettangolare (WR28) - guida circolare (WC) (sezione piano H) è mostrata in Disegno 5/6. La geometria è scelta in modo tale che nel piano $y=0$ e $x=0$ vi sia un muro magnetico, così da impedire l'eccitazione dei modi TE_{11} , H e V, benché siano entrambi sopra-taglio. Il segnale che entra dalla bocca (301) viene diviso in due parti uguali attraverso la biforcazione sul piano H. Il gradino (302) e il setto (303) fungono da adattatori. Vi è un ulteriore gradino di adattamento (304) impiegato per compensare il disadattamento prodotto dalla transizione guida guida circolare guida rettangolare (305). La guida circolare in banda Ka è dimensionata perché il modo TM_{01} sia in propagazione.

GIUNTO IN BANDA X



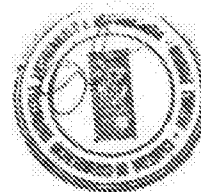
Quello in banda K fa uso di una guida coassiale, il cui conduttore interno è costituito dalla parete esterna della guida circolare impiegata nella banda Ka. Il diametro del conduttore interno è dunque pari a quello della WC + $2 \cdot t$, essendo t lo spessore della parete della WC. In pratica, per ragioni meccaniche è difficile mantenersi sotto gli 0.8 mm. Il diametro interno del conduttore esterno è invece scelto in modo tale che la guida coassiale lavori in regime monomodale, oppure, nel caso in cui i valori del campo elettrico massimo eccedano i livelli consentiti, il diametro viene aumentato fino ad un limite corrispondente alla situazione in cui all'estremo superiore della banda si abbia il taglio del modo TM₀₁. In tal caso, il trasduttore deve avere la medesima simmetria della giunzione Ka, in modo da impedire l'eccitazione dei modi TE₁₁ V e H, garantendo così l'indipendenza della risposta dall'angolo fra rotore e statore.

La transizione coassiale guida rettangolare in banda A ha pertanto l'aspetto mostrato in disegno 6/6.

Il segnale che entra dalla bocca (401) viene diviso in due parti uguali attraverso la biforcazione sul piano H. I gradini (402) ed il setto (403) fungono da adattatori di impedenza. Vi è un ulteriore gradino di adattamento (404) impiegato per compensare il disadattamento prodotto dalla transizione guida guida coassiale guida rettangolare (405).

5. Vantaggi della soluzione proposta rispetto agli schemi tradizionali

- 1) Elevato disaccoppiamento, legato al fatto che le due guide cilindriche di connessione sono meccanicamente separate.
- 2) Capacità di sopportare elevate potenze di picco rispetto alla soluzione coassiale, non essendo vincolati a ridurre la sezione del coassiale di connessione per rendere possibile il funzionamento alla frequenza più alta.
- 3) Indipendenza dei due choke che garantisce un controllo accurato dell'isolamento.



- 4) Assenza di WOW, dovuta alla simmetria dei modi eccitati nella nel tratto di guide cilindriche.
- 5) Semplicità costruttiva.



Handwritten signature

Giunto Rotante di potenza a microonde funzionante su due bande distinte - Rivendicazioni

1) Innovativo giunto rotante di potenza a microonde a banda doppia (1), avente ottime prestazioni elettriche e bassi costi di fabbricazione, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno i seguenti componenti:

- a) un primo trasduttore T1 (11) che produce l'accoppiamento fra due guide d'onda rettangolari WRA1 e WRB1, funzionanti nelle bande A e B, rispettivamente, essendo la frequenza di centro banda di B maggiore della frequenza di centro banda di A, e una guida nested coaxial WN1 (23), costituita da due tubi metallici concentrici, di raggi interni RA e RB e di spessore delle parete interna TB,
- b) un secondo trasduttore T2 (12) che produce l'accoppiamento fra due guide d'onda rettangolari WRA2 e WRB2, rispettivamente funzionanti nelle bande A e B (frequenza di centro banda di B maggiore frequenza di centro banda di A), e una guida nested coaxial WN2 (33), costituita da due tubi metallici concentrici, di raggi interno RA e RB e di spessore delle parete interna TB,

essendo i detti due trasduttori (11) e (12) connessi attraverso le due guide nested WN1 e WN2, in modo tale che i detti due tubi interni siano separati da una fessura mentre i due tubi esterni siano connessi mediante un cuscinetto, rendendo ciò possibile la rotazione di un trasduttore rispetto all'altro, senza che le caratteristiche elettriche del giunto rotante dipendano dall'angolo tra i due trasduttori,

le guide che formano il trasduttore T1 (11) essendo disposte nell'ordine WRB1-WRA1-WN1 (21)-(22)-(23), in modo tale che il tubo più interno, TUB1 (24), che definisce la guida WCB1, passi attraverso WRA1 senza subire interruzioni e discontinuità,

le guide che formano T2 (12) essendo disposte nell'ordine WRB2-WRA2-WN2 (31)-(32)-(33), in modo tale che il tubo che definisce la guida WCB2 (34) passi attraverso WRA2 senza subire interruzioni e discontinuità,

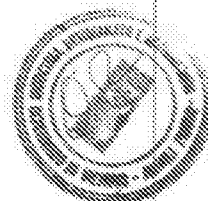


- c) un primo choke (108), che permette di ristabilire la continuità elettrica in banda A nel coassiale delimitato dalla superficie esterna del tubo interno e dalla superficie interna del tubo esterno che costituiscono la guida nested
- d) un secondo choke (109), che permetta di ristabilire la continuità elettrica fra i tubi interni nella banda B e tale da garantire un isolamento molto elevato fra le parti che funzionano in banda A e quelle che funzionano in banda B.

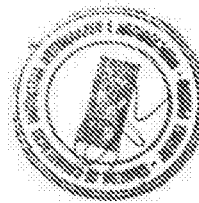
2) Innovativo giunto rotante di potenza a microonde a banda doppia (1), come definito nella rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che:

- i) detto trasduttore T1 (11), che produce l'accoppiamento tra le guide WRA1 e CXA1, da un lato, e fra le guide WRB1 e WCB1, dall'altro, ha una simmetria che rende possibile l'eccitazione del solo modo TM01 in WCB1, mentre i modi di ordine più basso TE11V e TE11H, sebbene soprataglio, non sono eccitati,
- ii) la simmetria del trasduttore T1 è tale da consentire l'eccitazione del solo modo TEM nella guida d'onda CXA1, benché altri modi di ordine superiore non simmetrici possano essere sopra taglio in banda A,
- iii) un'estremità del tubo interno di detta guida nested WN1 (23) si innesta sulla parete larga della guida WRB1, definendo un'apertura anulare attraverso la quale fluisce l'energia dalla WRB1 a WCB1 (25), nella banda B,
- iv) un'estremità del tubo esterno di detta guida nested WN1 (23) si innesta sulla parete larga di WRA1, definendo l'apertura circolare attraverso la quale fluisce l'energia dalla WRA1 a CXA1 (26),
- v) detto trasduttore T2 (12), che produce l'accoppiamento tra le guide WRA2 e CXA2, da un lato e WRB2 e WCB2, dall'altro, ha una simmetria che rende possibile l'eccitazione del modo TM01 in WCB2 nella banda B, mentre i modi di ordine inferiore TE11V e TE11H, sebbene soprataglio in banda B, non sono eccitati,

Carigi



- vi) la simmetria di detto trasduttore T2 (12) fa sì che il solo modo TEM sia eccitato nella guida d'onda CXA2, nella banda A, nonostante altri modi di ordine superiore non simmetrici siano sopra taglio in banda A,
- vii) un'estremità del tubo interno di detta guida nested WN2 (33) si innesta sulla parete larga di WRB2 e la porzione di parete di WRB2 delimitata dal suddetto tubo è rimossa in modo da creare l'apertura circolare attraverso la quale fluisce l'energia da WRB2 a WCB2, nella banda B,
- viii) un'estremità del tubo esterno di detta guida nested WN2 (33) si innesta sulla parete larga di WRA2, mentre il tubo interno passa indisturbato attraverso WRA2, la porzione di parete di WRA2 delimitata dai tubi concentrici viene rimossa, in modo da creare l'apertura anulare attraverso la quale fluisce l'energia da WRA2 a CXA2, nella banda A,
- ix) appena al di sotto di WRA2, nello spazio fra WRA2 e WRB2, il tubo che definisce WCB2 viene tagliato in due parti, TUB2_INF (35) e TUB2_SUP (34), separate da una fessura, in modo tale che la superficie laterale della parte inferiore TUB2_INF (35) intersechi la parete larga di WRB2, formando l'apertura attraverso la quale fluisce l'energia da WRB2 a WCB2, mentre la parte superiore del tubo interno, TUB2_SUP è la continuazione di TUB1, che si estende, senza discontinuità (105), dalla superficie della parete larga di WRB1, attraversando WRA2, fino al taglio che lo separa dall'estremità di TUB2_INF,
- x) la continuità elettrica in corrispondenza del taglio viene ripristinata attraverso l'introduzione di un choke (109), ottenuto mediante un ispessimento dei colletti con cui vengono fatte terminare le due estremità dei tubi giustapposti, TUB2_INF e TUB2_SUP, il suddetto choke (109) producendo anche l'isolamento fra le guide che lavorano in banda B e A, impedendo che i segnali in banda B possano accoppiarsi con le guide che lavorano in banda A.



Giunto Rotante di potenza a microonde funzionante su due bande distinte – Claims

1) A novel power dual-band rotary-joint simultaneously operating in two frequency bands, having very good electrical properties and low fabrication cost, characterized by the fact of being composed by the following parts:

a) a first transducer T1 (11) connecting two rectangular waveguides WRA1 and WRB1 operating in bands A and B, the midband frequency of A being lower than the midband frequency of B, to a nested coaxial waveguide WN1 (23) made up of two concentric pipes, having internal radii RA and RB and whose internal wall thickness being TB,

b) a second transducer T2 (12) connecting two rectangular waveguides WRA2 and WRB2 operating in bands A and B, the midband frequency of A being lower than the midband frequency of B, to a 'nested coaxial waveguide' WN2 (33) made up of two concentric pipes, having internal radii RA and RB and whose internal wall thickness being TB,

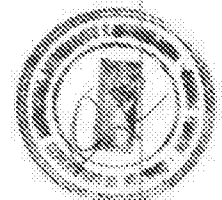
said two transducers (11) and (12) being connected through the two nested waveguides WN1 and WN2, in such a way that the aforementioned internal pipes are separated by a small gap while the two external pipes are connected through a bearing, making this arrangement possible the rotation of a transducer with respect to the other one, without affecting the electrical characteristics of the rotary joint,

the waveguides forming the transducer T1 being arranged in the order WRB1-WRA1-WN1 (21)-(22)-(23), in such a way that the internal pipe, TUB1 (24), defining the waveguide WCB1, passes though WRA1, without any interruption or discontinuities,

the waveguides forming the transducer T2 being arranged in the order WRB2-WRA2-WN2 (31)-(32)-(33), in such a way that the internal pipe defining the waveguide WCB2 (34), passes though WRA2, without any interruption or discontinuities,

c) a first choke (108), permitting the restoring of the electrical continuity in band A in the coaxial waveguide bounded by the external surface of the internal pipe and the internal surface of the external pipe, forming the nested waveguide,

Handwritten signature

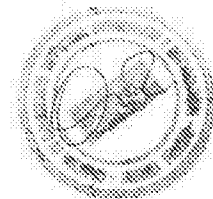


- d) a second choke (109), permitting the restoring of the electrical continuity in band B in the circular waveguide bounded by the internal surface of the internal pipe and able to provide a large isolation between the parts working in band A and B.
- 2) A novel power dual-band rotary-joint simultaneously operating in two frequency bands, as defined in claim 1, characterized by the fact that:
- i) said transducer T1 (11), providing the coupling between waveguides WRA1 and CXA1, on the one hand, and WRB1 and WCB1, on the other hand, possesses a symmetry which makes possible the excitation of the TM01 mode in WCB1, in band B, while lower order modes TE11V and TE11H, though above cutoff, are not excited at all,
 - ii) said transducer T1 (11), providing the coupling between waveguides WRA1 and CXA1, on the one hand, and WRB1 and WCB1, on the other hand, possesses a symmetry which makes possible only the excitation of mode TEM in the waveguide CXA1, in band A, although other higher order not symmetrical modes can be above cutoff, in band A,
 - iii) one end of the internal pipe of said nested waveguide WN1 (23) is welded to the broad wall of WRB1 in such a way that the portion of the wall of WRB1 bounded by the intersection with the internal pipe of WN1 is removed in order to create a circular aperture through which energy flows from WRB1 to WCB1 (25), in band B,
 - iv) one end of the external pipe of said nested waveguide WN1 (23) is welded to the broad wall of WRA1 in such a way that the portion of the wall of WRA1 in between the two concentric pipes of WN1 is removed to create an annular aperture through which energy flows from WRA1 to CXA1 (26), in band A,
 - v) said transducer T2 (12), providing the coupling between waveguides WRA2 and CXA2, on the one hand, and WRB2 and WCB2, on the other hand, possesses a symmetry which makes possible the excitation of the TM01 mode in WCB2 in band

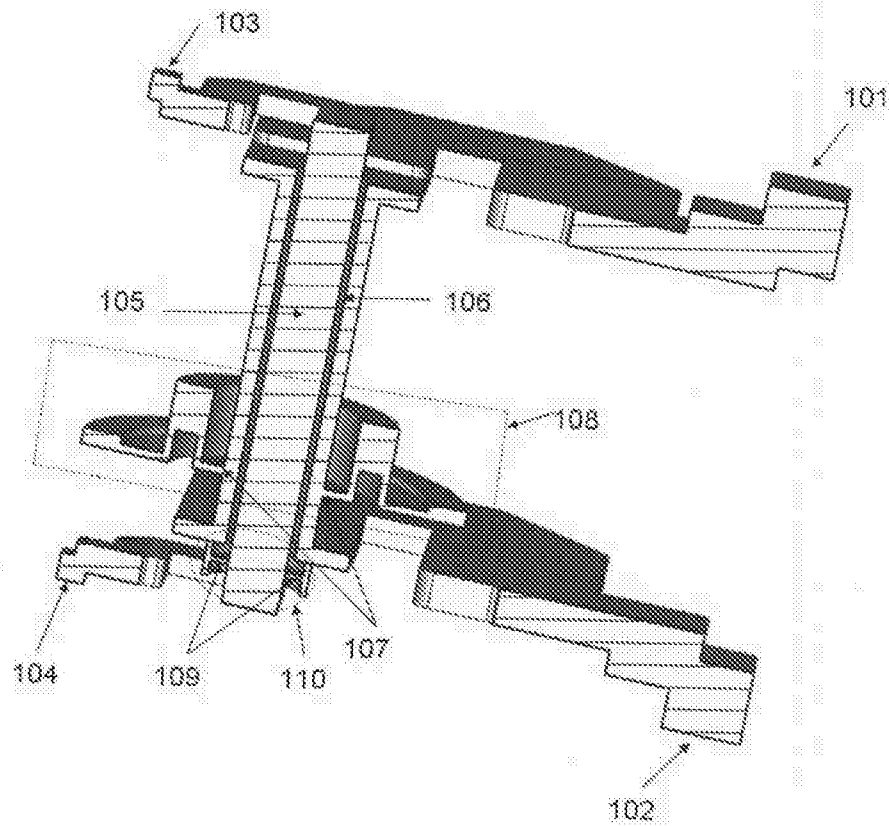


B, while lower order modes TE_{11V} and TE_{11H}, though above cutoff, are not excited at all.

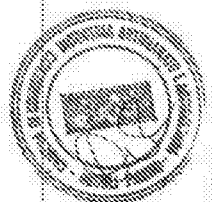
- vi) said transducer T2 (12), providing the coupling between waveguides WRA2 and CXA2, on the one hand, and WRB2 and WCB2, on the other hand, possesses a symmetry which makes possible the excitation of only mode TEM in the waveguide CXA2, in band A, although other higher order not symmetrical modes can be above cutoff, in band A,
- vii) one end of the internal pipe of said nested waveguide WN2 (33) is welded to the broad wall of WRB2 in such a way that the portion of the wall of WRB2 bounded by the intersection with the internal pipe of WN2, is removed in order to create a circular aperture through which energy flows from WRB2 to WCB2 (35), in band B.
- viii) one end of the external pipe of said nested waveguide WN2 (33) is welded to the broad wall of WRA2, while the internal pipe passes through WRA2 undisturbed, in such a way that the portion of the wall of WRA2 in between the two concentric pipes of WN2 is removed to create an annular aperture through which energy flows from WRA2 to CXA2 (36), in band A.
- ix) just below WRA2, in the region between the broad wall of WRA2 and WRB2, the internal pipe is broken into two parts, TUB2_INF (35) and TUB2_SUP (34), separated by a small gap, in such a way that the lateral surface of the lower part, TUB2_INF (35), intersects the broad wall of WRB2, thus making the aperture through which energy flows from WRB2 to WCB2, while the higher part, TUB2_SUP (34) is actually the continuation of the pipe TUB1 (24), without any discontinuity (105),
- x) electrical continuity at the break of the internal pipe is restored through a choke (109), built by thickening the two juxtaposed collars which the two pipes TUB2_INF (35) and TUB1 end on, the choke also causing the high isolation required between signals in A and B bands.

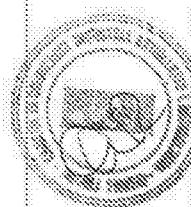
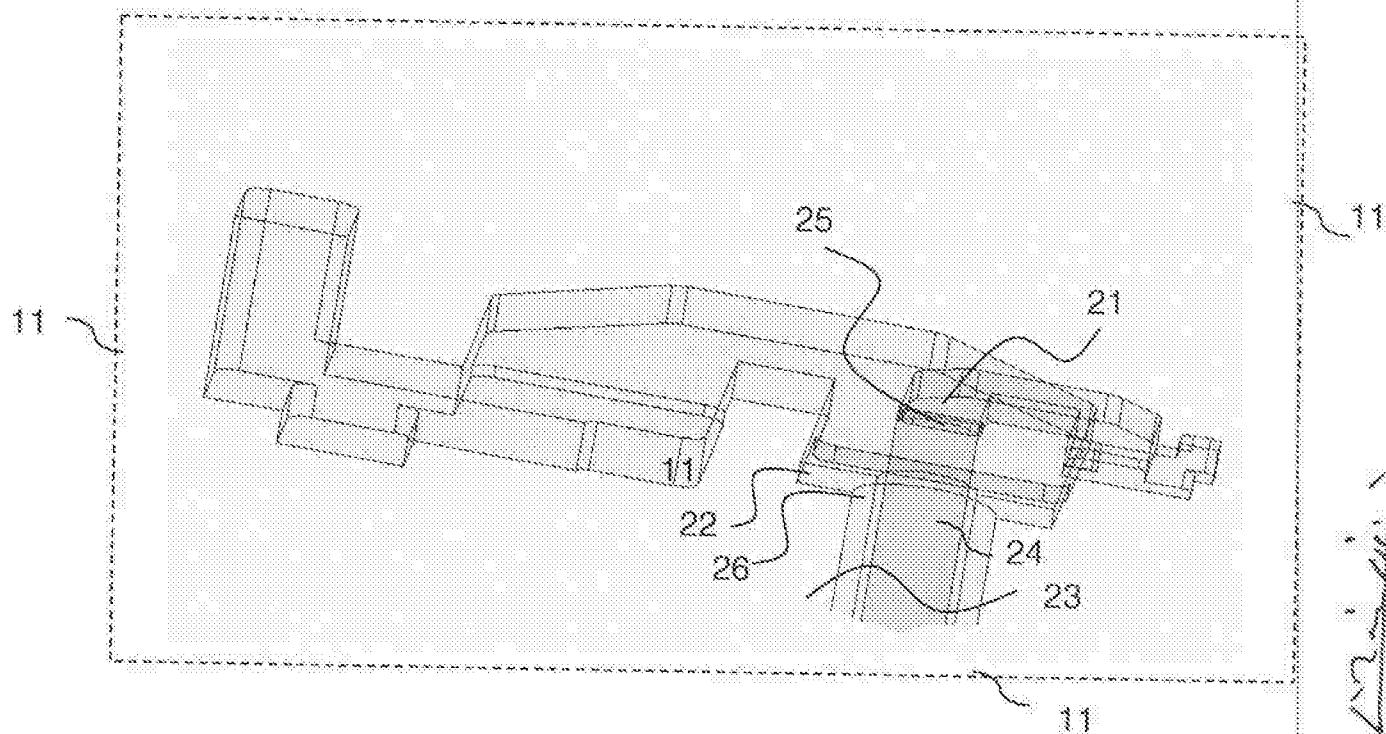



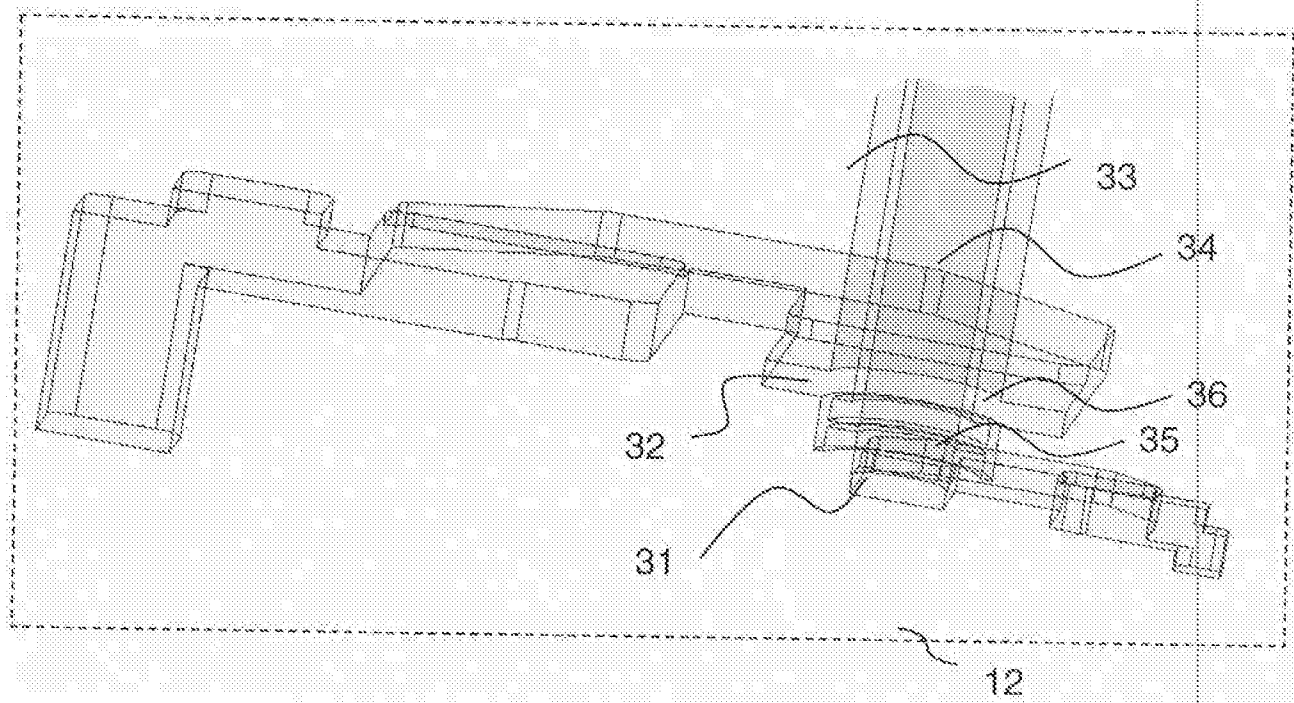
Giunto Rotante di potenza a microonde funzionante su due bande distinte - Disegni

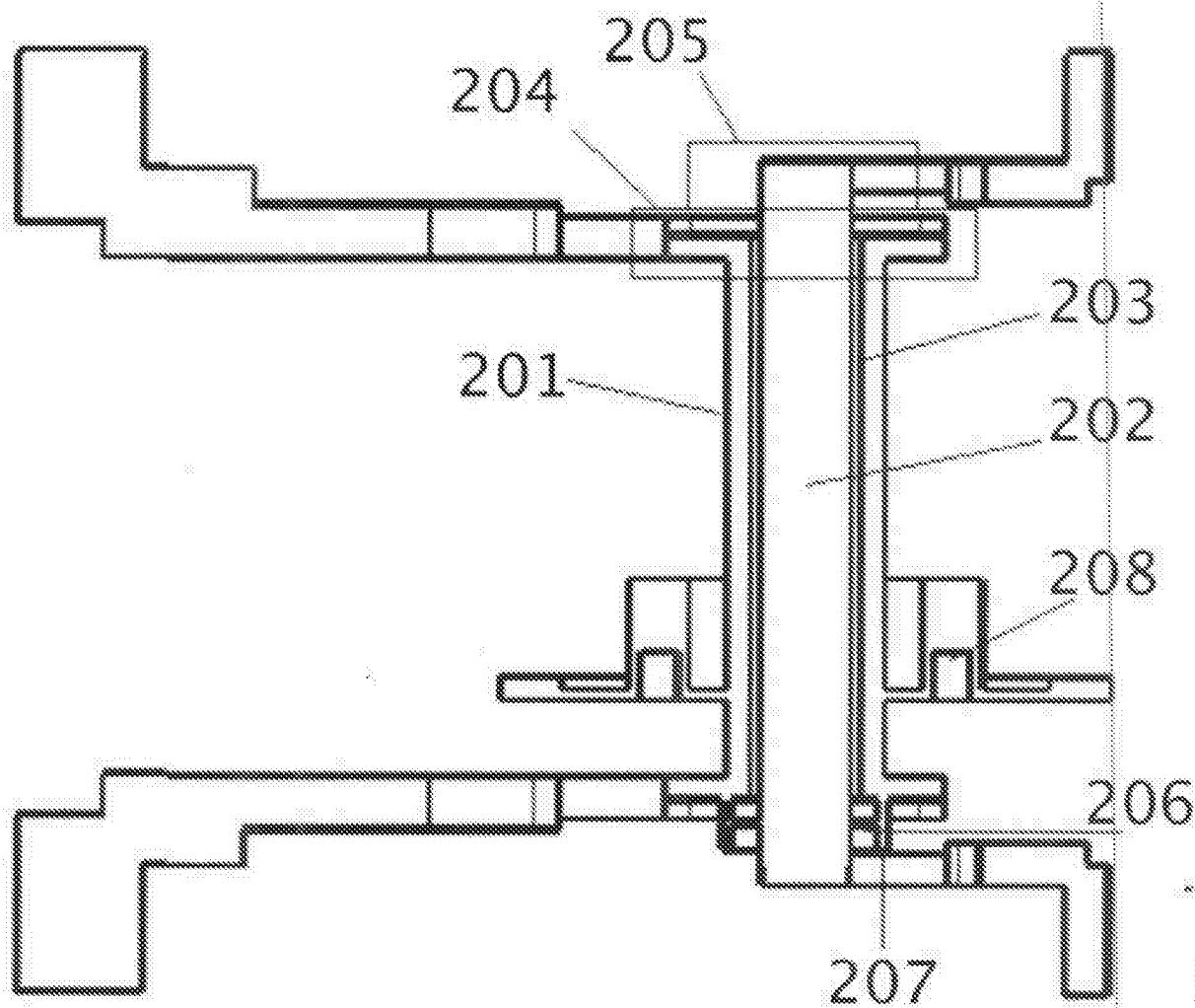


Handwritten signature

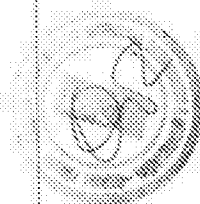


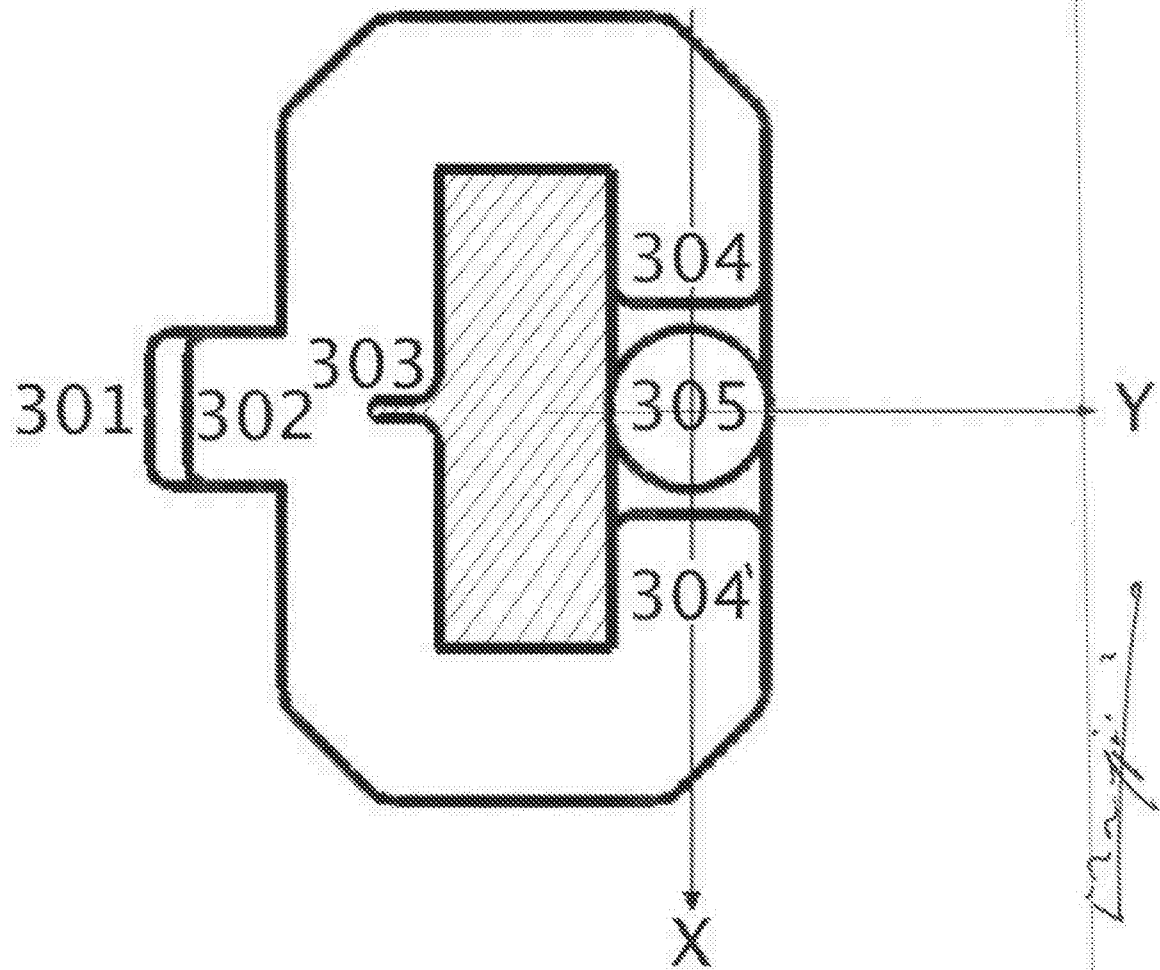




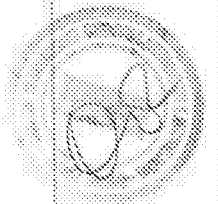


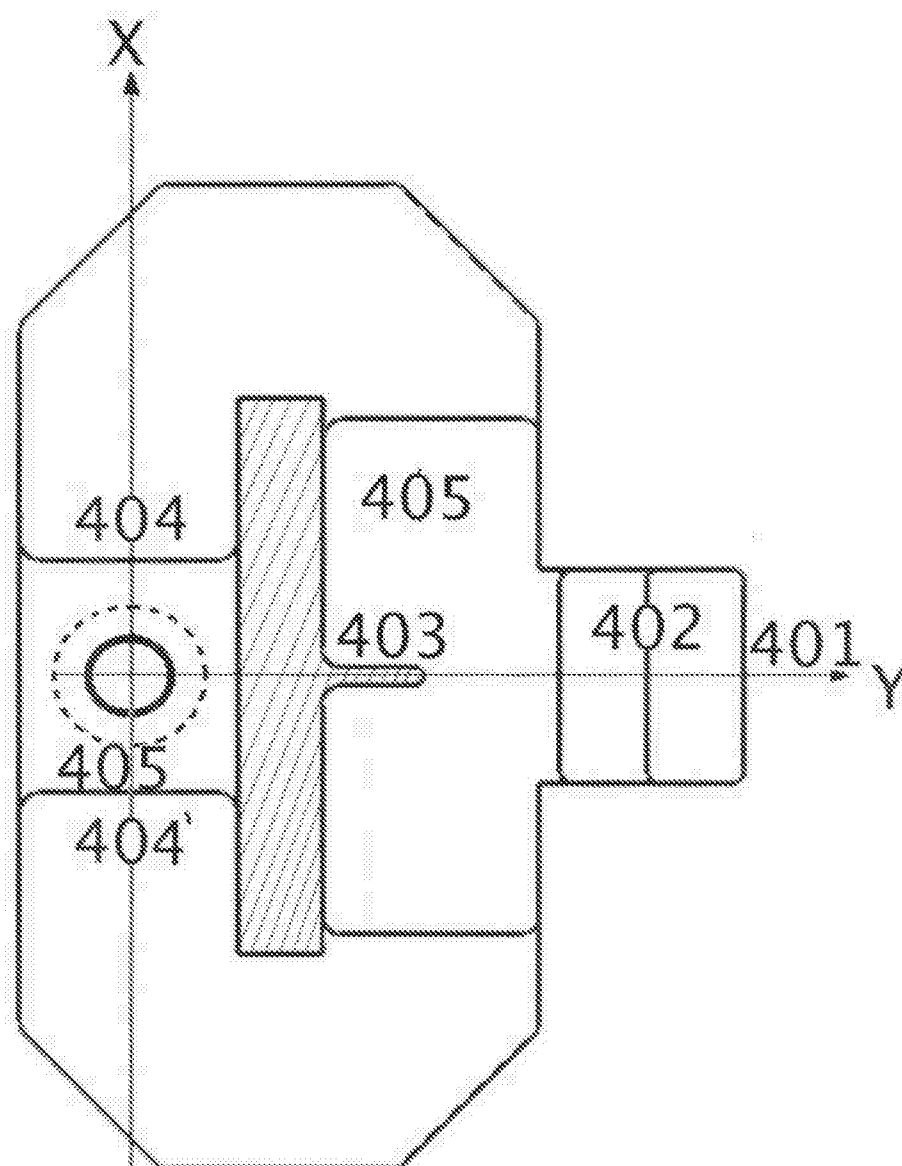
1.2-2010





Trapi...





Handwritten signature

