

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0710351-4 A2**

(22) Data de Depósito: 23/04/2007
(43) Data da Publicação: 09/08/2011
(RPI 2118)



(51) *Int.Cl.:*
H01P 5/18 2006.01

(54) Título: **ACOPLADOR DIRECIONAL**

(30) Prioridade Unionista: 12/05/2006 FI 20065317

(73) Titular(es): POWERWAVE COMTEK OY

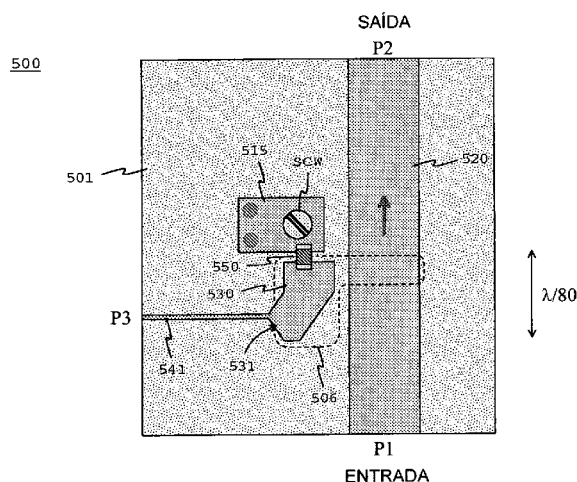
(72) Inventor(es): Erkki Niiranen

(74) Procurador(es): CRUZEIRO NEWMARC
PATENTES E MARCAS LTDA

(86) Pedido Internacional: PCT FI2007050216 de 23/04/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/132061 de 22/11/2007

(57) **Resumo:** ACOPLADOR DIRECIONAL Acoplador direcional (500), que compreende um substrato dielétrico (501) na parte superior de uma placa de metal (510), funciona como plano de aterramento. O caminho de transmissão é uma linha suspensa de fitas, de maneira que existe um recesso no plano de aterramento abaixo do condutor de transmissão (520) que se situa na superfície do substrato. O condutor sensor (530) é uma fita condutora de dimensões muito pequenas na superfície do substrato. Foi conectada em sua extremidade frontal com a porta de medição (P3) e a partir de sua extremidade traseira por meio de um resistor de terminação (550) a uma pequena fita de aterramento (515). A fita de aterramento está próxima ao condutor sensor no lado da porta de saída (P2) do acoplador direcional. Com esta estrutura assimétrica, é obtida alguma diretividade, apesar das pequenas dimensões do condutor sensor. Também, abaixo do condutor sensor (530) existe um recesso (506) no plano de aterramento, que liga o recesso abaixo ao condutor de transmissão (520). Dimensionando adequadamente o recesso abaixo do condutor sensor, as velocidades das formas de onda pares e ímpares que ocorrem na linha constituída por este e o plano de aterramento, são obtidas iguais, podendo assim ser aperfeiçoada a diretividade. O acoplador direcional economiza espaço na placa de circuitos. Como o substrato, pode ser usado um material comum de placa de circuitos, de acordo com o que a placa pode ter, além do acoplador direcional, também outras peças de circuitos de radiofrequência. O acoplador direcional não exige sintonização na produção.



ACOPLADOR DIRECIONAL

A invenção se refere a um acoplador direcional usado em circuitos de radiofrequência.

O acoplador direcional é um arranjo relativo a um
5 caminho de transmissão de um campo eletromagnético de radiofrequência. Dá um a sinal de medição do nível que é proporcional à resistência de um campo que se propaga em uma determinada direção no caminho de transmissão. Em princípio, um campo que se propaga na direção oposta ao caminho de transmissão
10 não afeta o nível do sinal de medição. O acoplador direcional tem pelo menos três portas: uma entrada, uma saída e uma porta de medição. A energia de um sinal que se dirige à porta de entrada é conduzida quase totalmente pelo acoplador até a porta de saída, e uma pequena parte dessa energia é transferida para a porta de
15 medição. A parte do acoplador direcional entre as portas de entrada e de saída é, ao mesmo tempo, parte do caminho de transmissão de um equipamento de rádio que continua, por exemplo, até a antena de um transmissor. Então, é recebido um sinal de medição proporcional à potência real do campo que se propaga na
20 direção da antena a partir da porta de medição, sinal que pode ser usado com objetivos de controle do transmissor. A precisão do ajuste é parcialmente dependente da qualidade do acoplador direcional, isto é, de quão completamente é eliminado o efeito do campo que se propaga na direção oposta com relação ao campo a ser
25 medido.

Nesta descrição e nas reivindicações, "sinal/campo para frente" significa um sinal/campo que se propaga a partir da porta de entrada até a porta de saída do acoplador

direcional, e "sinal/campo reverso" significa o sinal/campo que se propaga a partir da porta de saída até a porta de entrada do acoplador direcional.

Um acoplador direcional pode ser projetado de várias maneiras. A maioria delas se baseia na utilização de linhas de transmissão de comprimento de quarto de onda. A Fig. 1 mostra um exemplo desse conhecido acoplador direcional. Nele, o caminho de transmissão do sinal a ser medido compreende o condutor de transmissão 120, que é uma fita condutora na superfície superior da placa de circuitos PCB, e o terra de sinalização GND que consiste na superfície condutora inferior da placa de circuitos. A extremidade frontal do condutor de transmissão 120 em conjunto com um sinal local terra constitui a porta de entrada P1 do acoplador direcional. Da mesma forma, a extremidade traseira do condutor de transmissão em conjunto com o terra de sinalização constitui a porta de saída P2 do acoplador direcional. Além disso, na superfície superior da placa de circuitos PCB, existe uma segunda fita condutora 130 paralela ao condutor de transmissão, cujo comprimento da fita condutora um quarto do comprimento de onda λ nas frequências de operação do acoplador direcional. A distância entre as fitas condutoras 120 e 130 é, por exemplo, um décimo de sua distância à terra. A segunda fita condutora 130 continua em seu caminho para longe do condutor de transmissão. A primeira extensão 135 finaliza na terceira porta, ou na porta de medição P3. Quando o acoplador direcional estiver em uso, um circuito é acoplado à porta de medição, cuja impedância do circuito Z é igual à impedância característica Z_0 das linhas de transmissão formadas pelas fitas condutoras do acoplador direcional em conjunto com o

terra de sinalização e o meio. A segunda extensão 136 da segunda fita condutora termina na quarta porta P4, também denominada na presente de porta isolada. Assim, o acoplador direcional do exemplo tem quatro portas, como também a maioria dos demais
5 acopladores direcionais.

A segunda fita condutora 130 atua como condutor sensor: devido ao acoplamento eletromagnético entre ele e condutor de transmissão, parte da energia enviada à porta de entrada transfere para o circuito do condutor sensor, para as impedâncias
10 de carga das portas P3 e P4. Quando a frequência do campo para frente é tal que a condição $\lambda/4$ supramencionada e mostrada na Fig. 1 é observada, a energia transferida para a porta de medição P3 está no máximo, e a energia que se transfere para a porta isolada P4 está no mínimo. Esta última energia é zero em um acoplador
15 ideal, porque as formas de ondas pares e ímpares que ocorrem no acoplador se cancelam na extremidade da porta isolada da linha de transmissão, com base no condutor sensor 130. A diretividade do acoplador se baseia neste fato. Isto é, se existir um campo reverso de igual frequência no acoplador direcional, quase nenhuma
20 energia sua é transferida para a porta de medição P3 devido à estrutura simétrica. A qualidade da diretividade é expressa como a proporção do nível do sinal na porta de medição até o nível de sinal da porta isolada. Isto é o mesmo que a relação do nível de sinal causada pelo campo para frente na porta de medição para o
25 nível de sinal causado pelo campo reverso na porta de medição, quando esses campos que se propagam em direções opostas são de frequências e potências iguais.

A Fig. 2 mostra um exemplo da diretividade e da

largura de banda do acoplador direcional de acordo com a Fig. 1. A figura mostra as curvas de dois coeficientes de transmissão como função da frequência. A curva 201 mostra a variação do nível de sinal na porta de medição em proporção ao nível do sinal de entrada, e a curva 202 mostra a variação do nível de sinal na porta isolada em proporção ao nível do sinal de entrada. A diferença dos coeficientes expressa em decibéis indica o valor da diretividade. Pode-se ver nas curvas que a diretividade está em seu máximo em cerca de 20 dB, valor somente válido em uma faixa de frequências cuja largura relativa é somente uma pequena porcentagem em ambos os lados da frequência 2,08 GHz que correspondem ao quarto de onda. A diretividade ultrapassa o valor de 15 dB na faixa de 1,92-2,25 GHz, cuja largura relativa é cerca de 16%. A curva 201 também indica que, na faixa de operação do acoplador direcional, o nível do sinal na porta de medição é cerca de 25 dB menor que o nível de sinal que se propaga pelo acoplador. Isto significa que o sinal de medição provoca uma atenuação de 0,014 dB no sinal passante.

Se o acoplador direcional for usado em uma frequência em que o comprimento das partes paralelas das fitas condutoras 120 e 130 corresponda à metade do comprimento de onda, a situação na terceira e na quarta porta se reverte: a energia transferida para a terceira porta P3 está no mínimo, e a energia que se transfere para a quarta porta P4 está no máximo. Novamente, se o acoplador direcional for usado em frequências que sejam baixas quando comparadas à frequência correspondente ao comprimento do quarto de onda, a diretividade é muito pequena.

O valor da diretividade supramencionado, 20 dB,

típico de acopladores direcionais de acordo com a Fig. 1, é ainda insatisfatório. Este valor relativamente modesto é causado pelas formas de onda pares e ímpares que não se cancelam totalmente entre si no lado da porta isolada, porque a forma de onda ímpar também se propaga além do meio dielétrico em maior quantidade no ar, caso em que sua velocidade é maior. É obtida uma melhor estrutura por sua diretividade se tanto o condutor de transmissão como o condutor sensor forem dispostos dentro de um quadro dielétrico, e tanto acima como abaixo existindo um plano de terra.

10 É conhecido um aperfeiçoamento a partir da publicação da patente US 6.549.089, em que a indutância é adicionada de forma adequada entre o condutor transmissor e sensor e a terra. Isto pode ser feito com bobinas ou ramais de linhas de transmissão em curto-circuito menores que o quarto de onda. A sintonia também pode ser

15 feita com capacitores discretos. A sintonia é relativamente difícil, e aumenta os custos de produção do acoplador direcional. Além disso, suas perdas aumentam quando comparadas à estrutura básica.

As **Figs. 3a e 3b** mostram um acoplador direcional conhecido a partir da publicação US 6.822.532 em que o caminho de transmissão é principalmente isolado a ar. O condutor de transmissão 320 é uma fita condutora na superfície superior de um substrato dielétrico relativamente fino 301, e o terra de sinalização, isto é, o plano de terra GND é uma placa metálica

20 rígida localizada a uma determinada distância do substrato. Nesta descrição e reivindicações, este tipo de linha de transmissão é denominada "linha suspensa de fitas". A Fig. 3a mostra a seção transversal da metade da estrutura. Daí parece que a estrutura tem

25

duas linhas suspensas de fitas simetricamente: na superfície inferior do substrato 301 no condutor de transmissão 320 existe um condutor de fita 330 que funciona como o condutor sensor do acoplador direcional, e abaixo do substrato existe um plano de terra similar ao que existe acima. Os planos terra ainda constituem paredes laterais para a estrutura, de maneira a ser criado um alojamento condutor e fechado. Na Fig. 3b existe uma vista superior da placa de circuitos constituída pelo substrato e pelas fitas condutoras. O condutor de transmissão 320 passa no meio da superfície superior do substrato em sua direção longitudinal. Perto de uma extremidade da placa, o condutor de transmissão vira para o lado maior da placa, constituindo a porta de entrada P1 do acoplador direcional, em conjunto com o terra de sinalização. Perto da outra extremidade da placa, o condutor de transmissão gira para o lado maior oposta da placa, constituindo a porta de saída P2 do acoplador direcional em conjunto com o terra de sinalização. A distância das portas de entrada e de saída é o quarto de comprimento de onda. Na superfície superior do substrato, também existem duas fitas de aterramento 311, 312 de maneira que o condutor de transmissão passa entre as duas, as fitas estando ligadas ao terra de sinalização a partir de suas bordas externas. Na extremidade ao lado da porta de entrada P1, o condutor de transmissão 320 e a segunda fita de aterramento 312 estão próximas entre si a certa distância. Além disso, o condutor de transmissão tem uma projeção 321 na direção da primeira fita de aterramento 311. De forma correspondente, na extremidade ao lado da porta de saída P2, o condutor de transmissão e a primeira fita de aterramento 311 estão próximas entre si a certa distância, e o

condutor de transmissão tem uma segunda projeção 322 na direção da segunda fita de aterramento 312. Com esse tipo de conformação, a capacitância entre o condutor de transmissão e o terra de sinalização aumenta em ambas as extremidades do condutor de
5 transmissão, de maneira a reduzir a diferença de velocidades entre a forma de onda par e ímpar. Com relação ao condutor sensor 330, existe um arranjo similar na superfície inferior do substrato 301. As extremidades do condutor sensor constituem, com o terra de sinalização, a porta de medição P3 e a porta isolada P4 do
10 acoplador direcional.

Os custos da estrutura supramencionada são consideravelmente maiores que os custos dos acopladores direcionais da estrutura da placa de circuitos. A desvantagem de todos os acopladores direcionais que usam linhas de comprimento
15 $\lambda/4$ é que somente funcionam de maneira satisfatória em uma faixa relativamente estreita de frequências. Além disso, em muitas aplicações, exigem um espaço inconvenientemente grande.

Pela publicação Fl 20040450, é conhecido um acoplador direcional, em que não são usadas linhas de quarto de
20 comprimento de onda, mas uma sonda relativamente pequena posicionada no campo do sinal a ser medido. A sonda inclui um resistor e alguma superfície condutora. A Fig. 4 mostra um exemplo deste acoplador direcional constituído em uma placa de circuitos. A placa de circuitos PCB é, neste exemplo, uma placa multicamadas.
25 Em uma de suas intercamadas, existe uma primeira fita condutora reta 420 que é o condutor de transmissão do caminho de transmissão e, paralela à esta, uma fita de aterramento 411 que pertence ao terra de sinalização. Paralela ao condutor de transmissão, em seu

outro lado, pode passar uma segunda fita de aterramento. Além da fita de aterramento, o terra de sinalização compreende a superfície inferior condutora da placa de circuitos PCB, isto é, um plano de terra. Na superfície superior da placa de circuitos, na parte superior do caminho de transmissão, existe um chip resistor 432 acima do condutor de transmissão 420 e da fita de aterramento 411. A primeira extremidade do resistor está ligada a um primeiro condutor tipo fita de medição 441 e a segunda extremidade a um segundo condutor tipo fita de medição 442. A linha de medição constituída pelos condutores de medição levam à porta de medição P3 do acoplador direcional. O resistor 432 funciona como o resistor de terminação da linha de medição e como parte da sonda que sente a resistência do campo eletromagnético que se propaga no caminho de transmissão. A outra parte substancial da sonda consiste de um condutor sensor 431 que é uma extensão do primeiro condutor de medição próximo ao resistor, no lado da porta de entrada P1 do acoplador direcional do resistor. A diretividade se baseia nessa estrutura assimétrica da sonda. Com a estrutura da Fig. 3, é obtida uma boa diretividade em uma grande faixa de frequências.

O objetivo da invenção é implementar um acoplador direcional por meio de uma forma nova e vantajosa. O acoplador direcional de acordo com a invenção é caracterizado pelo que é apresentado na reivindicação independente 1. Algumas configurações vantajosas da invenção estão descritas nas demais reivindicações.

A idéia básica da invenção é a seguinte: A estrutura do acoplador direcional compreende um substrato dielétrico na parte superior de uma placa metálica que funciona

como plano de terra. O caminho de transmissão é uma linha suspensa de fitas, de maneira que existe um recesso no plano de terra abaixo do condutor de transmissão que está na superfície do substrato. O condutor sensor é uma fita condutora de tamanho muito
5 pequeno na superfície do substrato ou em sua camada. Está conectado em sua extremidade frontal à porta de medição e em sua extremidade traseira por meio de um resistor de terminação a uma pequena fita de aterramento. A fita de aterramento está próxima ao condutor sensor no lado da porta de saída do acoplador direcional.
10 Com tal estrutura assimétrica, é obtida alguma diretividade apesar do pequeno tamanho do condutor sensor. Também, abaixo do condutor sensor existe um recesso no plano de terra, recesso que se une ao recesso abaixo do condutor de transmissão. Dimensionando adequadamente o recesso abaixo do condutor sensor, as velocidades
15 das formas de onda pares e ímpares que ocorrem na linha constituída por este e o plano de terra são obtidas as mesmas, e assim a diretividade pode ser melhorada.

Uma vantagem da invenção é que pode ser implementado um acoplador direcional com boa diretividade com
20 dimensões muito pequenas. Isto significa uma considerável economia de espaço na placa de circuitos em que residem as fitas condutoras do acoplador direcional. Outra vantagem da invenção é que as perdas do acoplador direcional acordadas são relativamente baixas, devido à linha suspensa de fitas usada como caminho de
25 transmissão. Com relação a isto, o material comum admissível da placa de circuitos no ponto de vista de custos pode ser usado como substrato. A partir disso, ainda segue que pode ser implementada uma placa de circuitos, vantajosa do ponto de vista de custos de

produção e de características elétricas, placa que além do acoplador direcional, tem também outras peças de circuitos de radiofrequência. Outra vantagem de acordo com a invenção, é que o acoplador direcional não requer sintonização na produção, a partir
5 do que é obtida considerável economia de custos e maior confiabilidade.

A invenção será agora descrita em detalhes. A descrição se refere aos desenhos de acompanhamento, em que

A Fig. 1 mostra um exemplo de um acoplador
10 direcional de acordo com a técnica anterior,

A Fig. 2 mostra um exemplo das características de um acoplador direcional de acordo com a técnica anterior,

As Figs. 3a, b mostram um segundo exemplo de um acoplador direcional de acordo com a técnica anterior,

15 A Fig. 4 mostra um terceiro exemplo de um acoplador direcional prático de acordo com a técnica anterior,

As Figs. 5a-c mostram um exemplo de um acoplador direcional de acordo com a invenção,

A Fig. 6 mostra um segundo exemplo de um
20 acoplador direcional de acordo com a invenção,

A Fig. 7 mostra um terceiro exemplo de um acoplador direcional de acordo com a invenção,

A Fig. 8 mostra mais exemplos da conformação do condutor sensor em um acoplador direcional de acordo com a
25 invenção, e

A Fig. 9 mostra um exemplo das características de um acoplador direcional de acordo com a invenção.

As Figs. 1 -4 já foram descritas em conexão com a

descrição da técnica anterior.

As Figs. 5a-c mostram um exemplo de um acoplador direcional de acordo com a invenção. Na Fig. 5a, o acoplador é visto de cima, na Fig. 5b do lado da porta de entrada e na Fig. 5c existe, em desenho de perspectiva, somente o plano de terra do acoplador direcional de acordo com as Figs. 5a e 5b. O acoplador direcional 500 compreende um plano de terra relativamente massivo 510 e, em sua parte superior, um substrato dielétrico 501. Neste exemplo, o condutor de transmissão 520 e o condutor sensor 530 do acoplador direcional são fitas condutoras na superfície superior do substrato. Na superfície superior do substrato, também existe uma fita de aterramento 515. A superfície inferior do substrato neste exemplo, foi amplamente revestida com um condutor que está em contato com o plano de terra e, portanto faz parte do terra de sinalização GND. É aconselhável fazer este tipo de revestimento, pelo menos nos pontos de fixação do substrato para melhorar o aterramento. Também na superfície superior do substrato, pode haver algum terra de sinalização, além da fita de aterramento supramencionada. O substrato, com seus condutores e componentes a ele conectados, constitui a placa de circuitos PCB. No plano de terra abaixo do condutor de transmissão 520 existe um recesso tipo calha 505 em todo o seu comprimento. A partir disso, segue-se que o caminho de transmissão é bastante isolado do ar e, portanto, seu tipo é uma linha suspensa de fitas. A impedância do caminho de transmissão é estabelecida como desejada, escolhendo adequadamente a profundidade do recesso.

O condutor sensor 530 é muito pequeno. Seu comprimento elétrico é, por ex., somente $1/80$ do comprimento de

onda λ . Este comprimento é somente um décimo do comprimento $\lambda / 8$ que é usado em alguns acopladores direcionais. Neste exemplo, o condutor sensor fica próximo do condutor de transmissão, sendo a distância entre eles, por ex., $1/400$ do comprimento de onda. O

5 condutor sensor é conectado em sua extremidade frontal à porta de medição P3 com um condutor de medição 541 perpendicular em relação ao condutor de transmissão, condutor de medição que é da mesma fita condutora que o condutor sensor. Visto da porta de medição, na extremidade frontal do condutor sensor, existe uma porção de

10 ampliação constante 531 para melhorar a combinação de impedância de todo o arranjo de medição. A extremidade traseira do condutor sensor 530 está ligada a uma extremidade do resistor de terminação 550. A "extremidade traseira" significa o lado do condutor sensor mais próximo à porta de saída. Quando a ampliação da extremidade

15 frontal do condutor sensor é levada em conta, o condutor sensor faz uma curva cerca de 90 graus seguindo sua linha de centros, a extremidade traseira sendo paralela ao caminho de transmissão. A segunda extremidade do resistor 550 é, por sua vez, ligada à referida fita de aterramento 515. O tamanho da fita de aterramento

20 neste exemplo é da mesma ordem que a do condutor sensor. Neste exemplo, foi conectada solidamente ao plano de terra com um parafuso de fixação SCW de toda a placa de circuitos PCB e, além disso, existem ligações da fita de aterramento para o revestimento condutor da superfície inferior do substrato. A fita de

25 aterramento 515 se localiza logo ao lado do condutor sensor no lado da porta de saída P2 do acoplador direcional. Por meio desse tipo de estrutura assimétrica com relação à normal do caminho de transmissão, é obtida alguma diretividade, apesar do pequeno

tamanho do condutor sensor.

Também abaixo do condutor sensor 530 existe um recesso no plano de terra 510. Este recesso 506 liga, neste exemplo, o recesso 505 abaixo do condutor de transmissão.

5 Dimensionando adequadamente a largura e a profundidade do recesso abaixo do condutor sensor, as velocidades das formas de onda pares e ímpares que ocorrem na linha constituída pelo condutor e o plano de terra são obtidas como as mesmas e assim, pode ser melhorada a diretividade. Por exemplo, a profundidade ideal do recesso 506 em
10 um acoplador direcional que funcione na faixa de frequências 0,9 GHz é da ordem de 5 mm.

A Fig. 6 mostra um segundo exemplo de um acoplador direcional de acordo com a invenção. Em sua estrutura básica, o acoplador direcional 600 é similar ao acoplador
15 direcional 500 supramencionado. A diferença é que o condutor de transmissão 620 está agora na superfície inferior do substrato 601 na isolação de ar da linha suspensa de fitas, e o condutor sensor 630 na superfície superior do substrato está agora parcialmente acima do condutor de transmissão. Essa localização muda o
20 acoplamento entre o condutor de transmissão e o condutor sensor e, portanto as características do acoplador direcional. O condutor sensor pode se situar naturalmente por inteiro acima do condutor de transmissão.

A Fig. 7 mostra um terceiro exemplo de um
25 acoplador direcional de acordo com a invenção. Em sua estrutura básica, o acoplador direcional 700 é similar aos acopladores direcionais apresentados nas Figs. 5a-c e 6. A diferença é que o acoplador direcional agora também compreende a tampa metálica 770

acima da placa de circuitos. A tampa se dobra a partir das suas bordas contra o plano de terra 710 ou o terra na superfície superior da placa de circuitos, de maneira a ser parte do terra de sinalização GND. Essa tampa funciona como blindagem contra campos de interferência externa e, por outro lado, afeta naturalmente a impedância das linhas de transmissão que pertencem ao acoplador direcional. Além disso, afeta as velocidades das formas de onda pares e ímpares que ocorrem na linha constituída pelo condutor sensor e o plano de terra. Acima foi mencionado o arranjo dessas velocidades iguais por meio do recesso abaixo do condutor sensor. Pela mesma razão, a tampa pode incluir uma projeção condutora 771 adequadamente projetada no condutor sensor.

A Fig. 8 mostra mais exemplos da configuração do condutor sensor em um acoplador direcional de acordo com a invenção. A subfigura (a) mostra um condutor sensor 83a, uma fita de aterramento GND e um resistor de terminação 850 conectados entre si. A direção de transmissão do sinal a ser medido, marcado por uma flecha cinza, é tal que a fita de aterramento se localiza ao lado da porta de saída do acoplador direcional com relação ao condutor sensor. O condutor sensor é similar em forma ao da Fig. 5a, com a diferença que ainda compreende uma projeção 835 paralela ao caminho de transmissão como uma continuação de sua extremidade traseira. Com essa projeção, o acoplamento entre a transmissão e o condutor sensor pode ser mudado e assim sintonizado o acoplador direcional. Na subfigura (b), existe uma projeção de sintonização similar 836 no condutor sensor 83b como no condutor sensor mostrado na subfigura (a). A diferença é que o condutor sensor 83b é, seguindo sua linha de centros, substancialmente perpendicular

ao caminho de transmissão, excluindo a projeção 836. Assim, este condutor sensor não tem, com os critérios supramencionados, uma porção paralela ao caminho de transmissão. Na subfigura (c), por sua vez, o condutor sensor 83c é, seguindo sua linha de centros, totalmente paralelo ao caminho de transmissão, incluindo a porção de ampliação.

A Fig. 9 mostra um exemplo das características de um acoplador direcional de acordo com a invenção. A curva 901 mostra a mudança do nível do sinal na porta de medição em proporção ao nível de um sinal para frente, e a curva 902 mostra a mudança do nível do sinal na porta de medição em proporção ao nível de um sinal reverso com o mesmo nível. As curvas são medidas a partir de um acoplador direcional de acordo com as Figs. 5a-c, destinadas a um dispositivo que opera no sistema GSM900. A curva 901 corresponde à curva 201 na Fig. 2, e a curva 902 à curva 202 na Fig. 2. A diferença de coeficientes expressa em decibéis indica então o valor da diretividade. As curvas indicam que a diretividade é pelo menos 25 dB na faixa de frequências 0,89-1,04 GHz, que é 16% como um valor relativo. Na Fig. 2, esta largura de banda é obtida somente com diretividade de cerca de 15 dB. O aperfeiçoamento comparado com a técnica anterior mostrado na Fig. 2 é, portanto, bastante notável, apesar do fato que o acoplador direcional ser muito menor.

Nesta descrição e reivindicações de patente, os prefixos "mais baixo", "acima" e os epítetos "abaixo", "em cima" e "uma vista superior" se referem à posição do acoplador direcional, onde a placa de circuitos pertencente ao acoplador é horizontal e o plano de terra o mais baixo. A posição de uso do acoplador

direcional pode ser, naturalmente, qualquer uma.

É descrita acima a estrutura do acoplador direcional de acordo com a invenção. Sua implementação pode diferir nos detalhes daqueles descritos. O substrato pode ser, por ex., multicamadas, de acordo com pelo menos uma das fitas condutoras constituídas pelo condutor de transmissão, o condutor sensor e a fita de aterramento se situam dentro do substrato. A idéia do invento pode ser aplicada de diferentes maneiras dentro das limitações impostas pela reivindicação independente 1.

R E I V I N D I C A Ç Õ E S

1. Acoplador direcional (500; 600; 700) que compreende um substrato dielétrico (501; 601; 701) na parte superior de uma placa metálica (510; 610; 710) que funciona como um plano de terra, uma porta de entrada (P1), uma porta de saída (P2) e um caminho de transmissão entre elas, caminho que é uma linha suspensa de fitas, de maneira a haver um recesso (505; 605) no plano de terra abaixo de um condutor de transmissão (520; 620; 720) na superfície do substrato, um condutor sensor (530; 630; 730), que é uma fita condutora na superfície do substrato, uma extremidade frontal do condutor sensor estando conectada a uma porta de medição (P3) do acoplador direcional e uma extremidade traseira a um resistor de terminação (550; 850), **caracterizado pelo fato de que** o condutor sensor (530; 630; 730) é substancialmente menor que um oitavo de onda, o acoplador direcional ainda compreende uma fita de aterramento (515) ligada ao plano de terra (510; 610; 710) para obter diretividade, fita de aterramento que está localizada próxima ao condutor sensor no lado da porta de saída (P2), e à cuja fita de aterramento uma extremidade do referido resistor de terminação foi conectada, existindo um recesso (506) no plano de terra também abaixo do condutor sensor para melhorar a diretividade.

2. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o condutor sensor (530; 730) se situa próximo ao condutor de transmissão (520; 720) na superfície superior do substrato (501; 701).

3. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o condutor sensor

(630) se situa na superfície superior do substrato (601), o condutor de transmissão (620) se situa na superfície inferior do substrato isolando do ar a linha suspensa de fitas, e o condutor sensor (630) se situa agora pelo menos parcialmente acima do condutor de transmissão.

4. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende uma tampa metálica (770) acima do substrato em conexão galvânica com o terra de sinalização (GND).

10 5. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** a referida tampa compreende uma projeção condutora (771) direcionada para o condutor sensor (730) acima deste, para tornar iguais as velocidades das formas de onda pares e ímpares que ocorrem na
15 linha constituída pelo condutor sensor e o plano de terra.

6. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o recesso (506) no plano de terra (510) abaixo do condutor sensor (530) une o recesso (505) no plano de terra abaixo do condutor de transmissão (520).

20 7. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que**, visto a partir da porta de medição (P3), na extremidade frontal do condutor sensor (530; 83a; 83b; 83c) existe uma porção de ampliação constante (531) para melhorar a combinação de impedância de todo o arranjo
25 de medição do sinal para frente.

8. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o condutor sensor (530; 83a) faz uma curva com cerca de 90 graus seguindo sua linha

de centros 10, a extremidade traseira sendo paralela ao caminho de transmissão.

9. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** o condutor sensor (83c) é, seguindo sua linha de centros, totalmente paralelo ao caminho de transmissão.

10. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** como uma continuação da extremidade traseira do condutor sensor (83a; 83b) existe uma projeção (835; 836) paralela ao caminho de transmissão para sintonizar o acoplador direcional.

11. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** o condutor sensor (83b) é, seguindo sua linha de centros, substancialmente perpendicular ao caminho de transmissão, excluindo a referida projeção (836).

12. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a superfície inferior do substrato (510) ter sido amplamente revestida por um condutor que está em contato com o plano de terra (510), fazendo assim parte do terra de sinalização (GND).

13. Acoplador direcional de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o substrato é constituído por multicamadas e pelo menos uma das fitas condutoras é constituída pelo condutor de transmissão, o condutor sensor e a fita de aterramento se situando dentro do substrato.

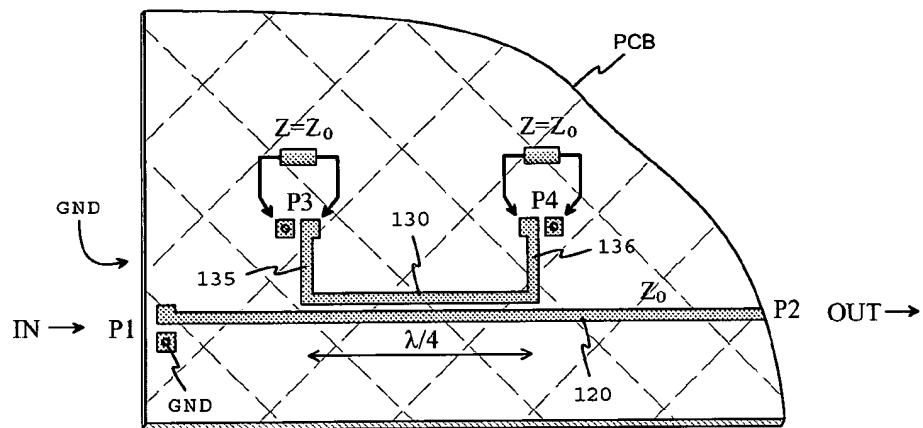


Fig. 1 ESTADO DA TÉCNICA

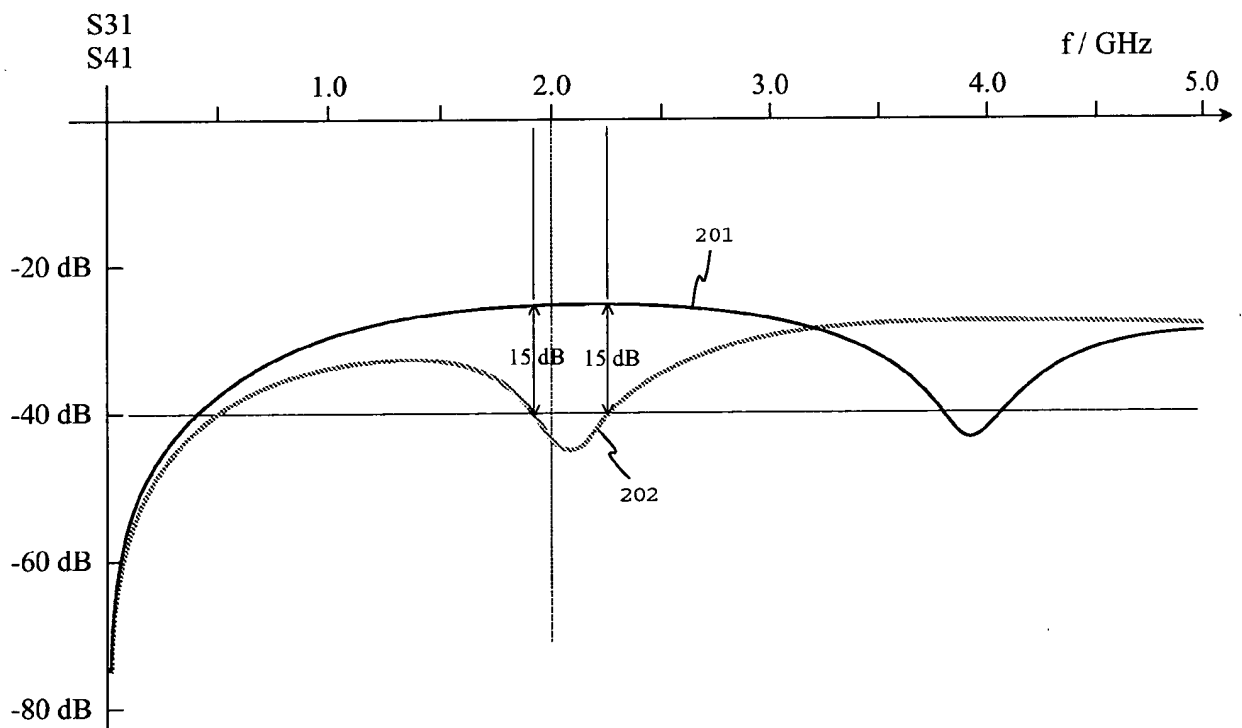


Fig. 2 ESTADO DA TÉCNICA

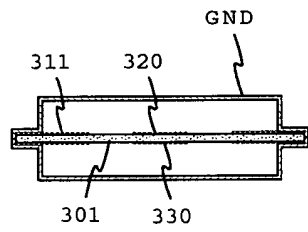


Fig. 3a

ESTADO DA TÉCNICA

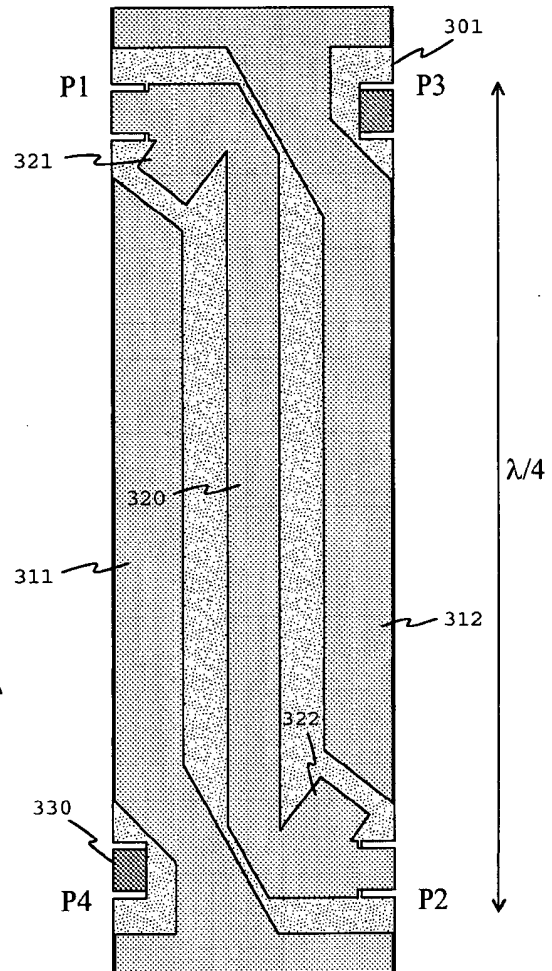


Fig. 3b

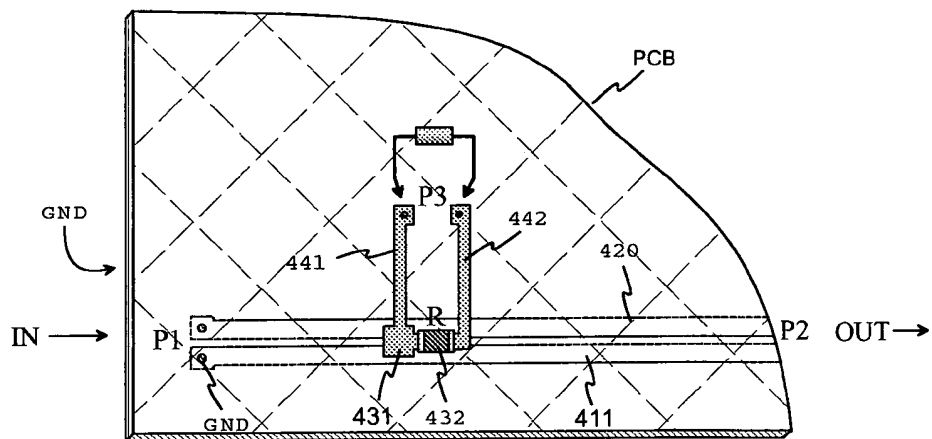


Fig. 4

ESTADO DA TÉCNICA

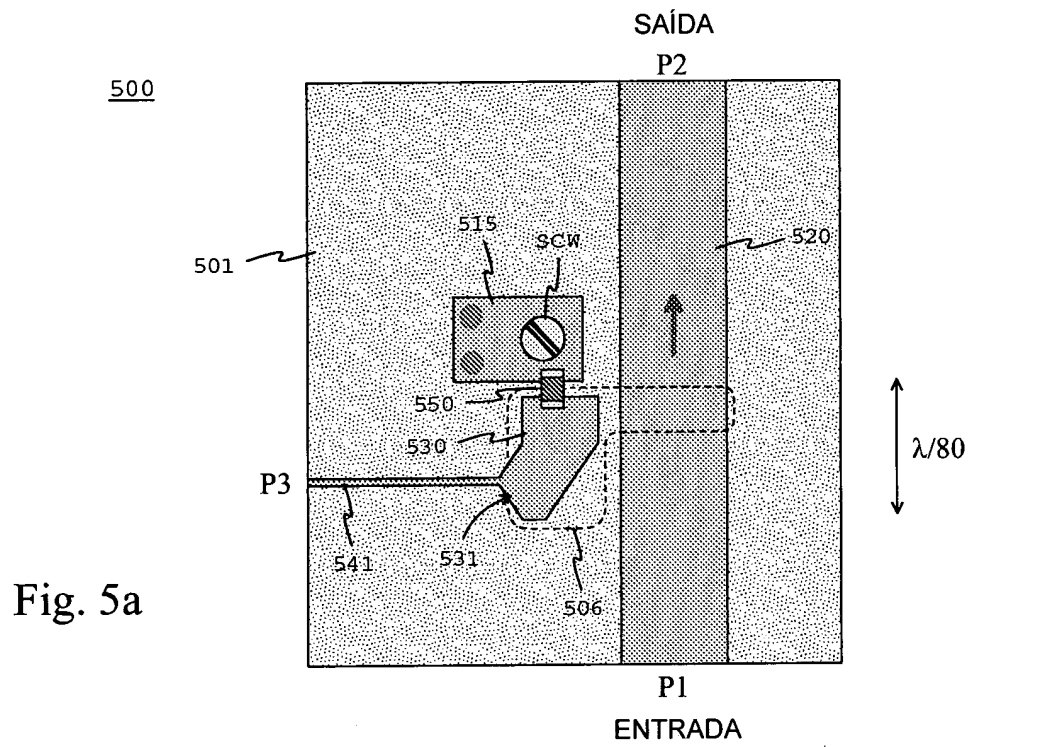


Fig. 5a

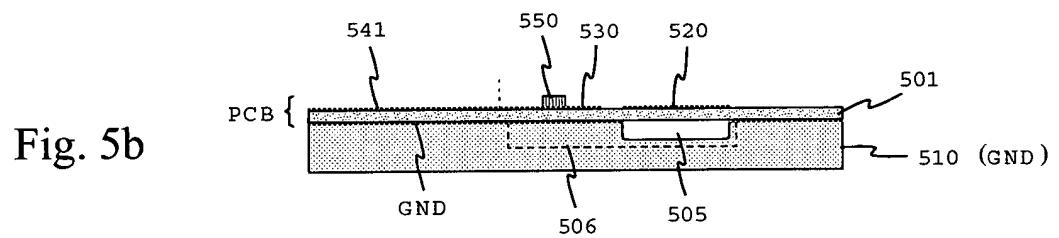


Fig. 5b

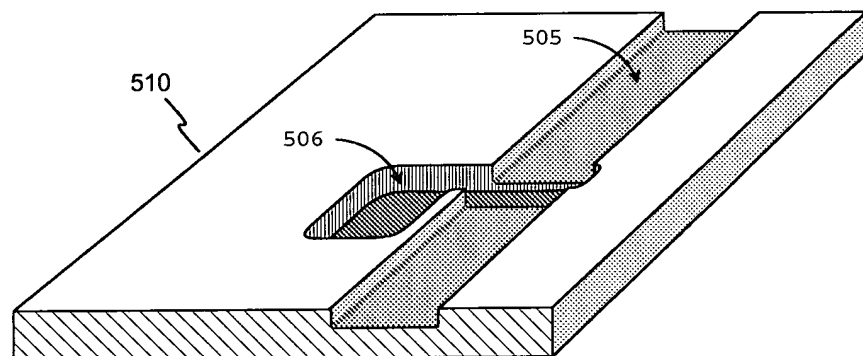


Fig. 5c

Fig. 6

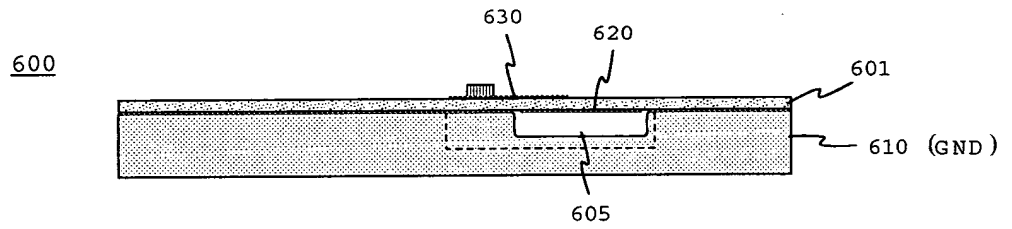


Fig. 7

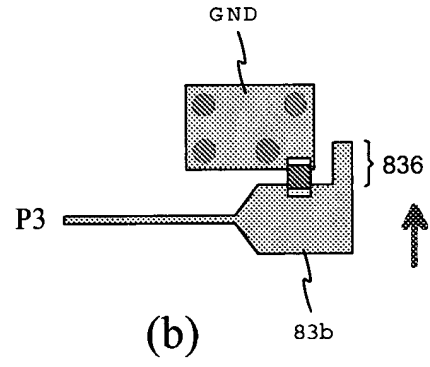
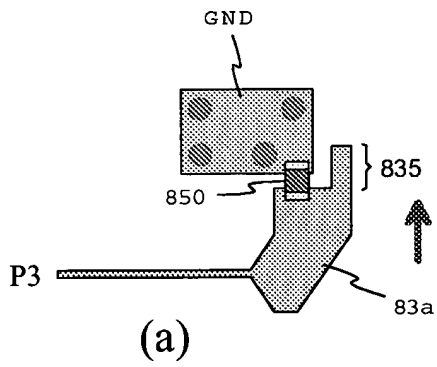
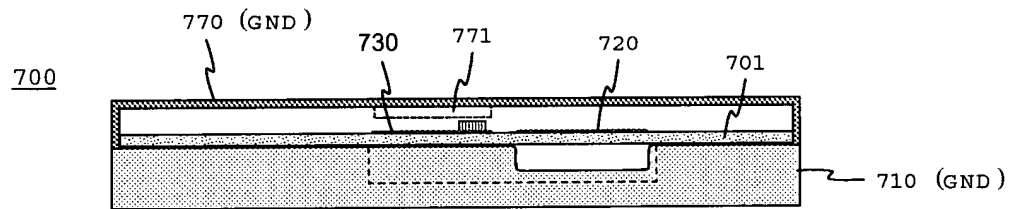
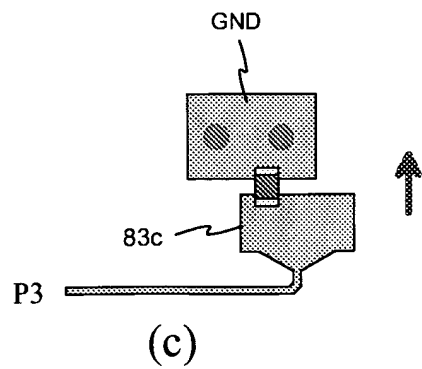


Fig. 8



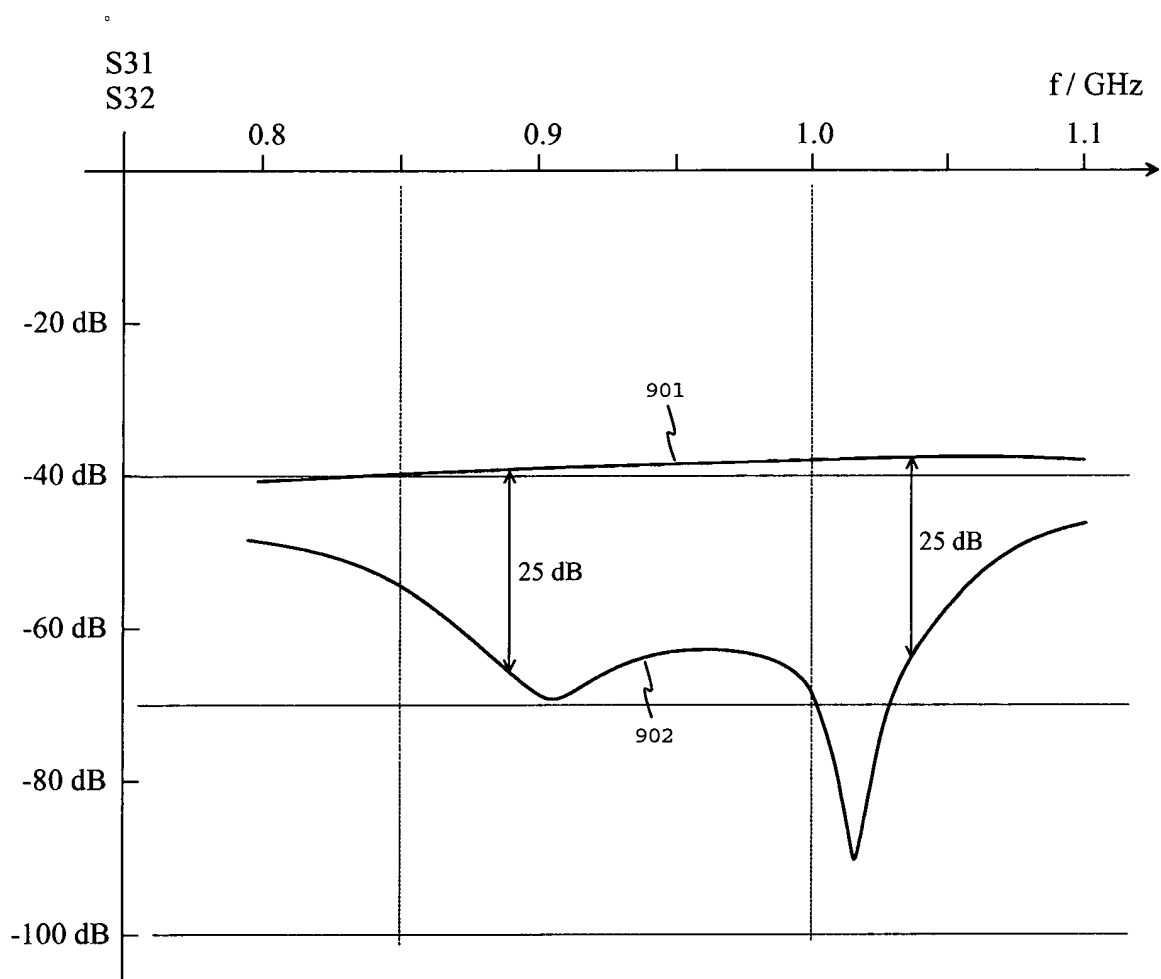


Fig. 9

R E S U M O

P10710351-4

"ACOPLADOR DIRECIONAL"

Acoplador direcional (500), que compreende um substrato dielétrico (501) na parte superior de uma placa de metal (510), funciona como plano de aterramento. O caminho de transmissão é uma linha suspensa de fitas, de maneira que existe um recesso no plano de aterramento abaixo do condutor de transmissão (520) que se situa na superfície do substrato. O condutor sensor (530) é uma fita condutora de dimensões muito pequenas na superfície do substrato. Foi conectada em sua extremidade frontal com a porta de medição (P3) e a partir de sua extremidade traseira por meio de um resistor de terminação (550) a uma pequena fita de aterramento (515). A fita de aterramento está próxima ao condutor sensor no lado da porta de saída (P2) do acoplador direcional. Com esta estrutura assimétrica, é obtida alguma diretividade, apesar das pequenas dimensões do condutor sensor. Também, abaixo do condutor sensor (530) existe um recesso (506) no plano de aterramento, que liga o recesso abaixo ao condutor de transmissão (520). Dimensionando adequadamente o recesso abaixo do condutor sensor, as velocidades das formas de onda pares e ímpares que ocorrem na linha constituída por este e o plano de aterramento, são obtidas iguais, podendo assim ser aperfeiçoada a diretividade. O acoplador direcional economiza espaço na placa de circuitos. Como o substrato, pode ser usado um material comum de placa de circuitos, de acordo com o que a placa pode ter, além do acoplador direcional, também outras peças de circuitos de radiofrequência. O acoplador direcional não exige sintonização na produção.