



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

(21) **PI0707005-5 A2**

(22) Data de Depósito: 14/02/2007
(43) Data da Publicação: 12/04/2011
(RPI 2101)



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

(54) Título: **ACOPLADOR DIRECIONAL**

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2006 FI 20065144

(73) Titular(es): Powerwave Comtek OY.

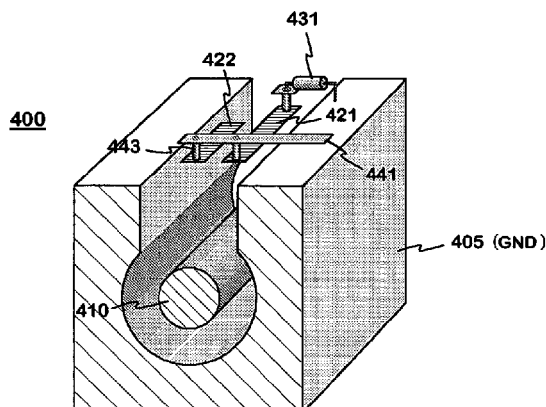
(72) Inventor(es): Tervo, Matti

(74) Procurador(es): Cruzeiro Newmarc Patentes e Marcas Ltda.

(86) Pedido Internacional: PCT FI2007050079 de 14/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/099202 de 07/09/2007

(57) **Resumo:** ACOPLADOR DIRECIONAL. Acoplador direcional com dois condutores sensores e um acoplador básico e um acoplador suplementar que a eles corresponde. O acoplador básico se baseia no acoplamento entre um primeiro condutor sensor (421) e o condutor de transmissão (410), e o acoplador suplementar se baseia no acoplamento entre um segundo condutor sensor (422) e o condutor de transmissão. Os condutores sensores são substancialmente mais curtos que um quarto de onda, devido a que a diretividade tanto do acoplador básico como a do suplementar é baixa. As outras extremidades dos condutores sensores estão conectadas entre si e ainda à porta de medição do acoplador direcional. Os sinais de acoplamento provocados pelo sinal reverso no ponto de conexão dos condutores sensores são dispostos igualmente por seus valores absolutos, mas com fases opostas, caso em que seus sinais de soma na porta de medição são insignificamente pequenos. Para tanto, por exemplo, a linha de transmissão formada pelo primeiro condutor sensor e a terra termina com um elemento de adaptação em sua extremidade oposta, e a linha de transmissão formada pelo segundo condutor sensor e a terra é deixada aberta em sua extremidade oposta. As impedâncias de terminação podem ser ajustáveis, senão assim o acoplador direcional sintonizável. Assim, a diretividade do acoplador direcional total é aperfeiçoada por meio do segundo condutor sensor. O acoplador direcional tem pequenas dimensões e sendo obtida boa diretividade em uma ampla faixa de frequências.





PI0707005-5

"ACOPLADOR DIRECIONAL"

A invenção se refere a uma forma de implementação do 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 controle 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 acoplador direcional conhecido. Nele, o caminho de transmissão do sinal a ser medido compreende o condutor de transmissão 110, que é uma primeira fita condutora na superfície superior da placa de circuitos PCB, e o sinal terra GND que consiste na superfície condutora inferior da placa de circuitos. A extremidade frontal da primeira fita condutora 110 em conjunto com o coxim condutor conectado ao sinal terra constitui a porta de entrada P1 do acoplador direcional. Da mesma forma, a extremidade traseira da primeira fita condutora em conjunto com o sinal terra constitui a porta de saída P2 do acoplador direcional. Além disso, na superfície superior da placa de circuitos PCB, existe uma segunda fita condutora 120 paralela à primeira fita condutora, sendo o comprimento da segunda fita condutora um quarto do comprimento de onda λ nas frequências de operação do acoplador direcional. A distância entre as fitas condutoras 110 e 120 é, por exemplo, um décimo de sua distância à terra. A segunda fita condutora 120 continua em seu caminho para longe da primeira fita condutora. A primeira extensão 121 finaliza na terceira porta, ou na porta de medição P3. Quando o acoplador direcional estiver em uso, um circuito foi 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 sinal terra e o meio. A segunda extensão 122 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 acopladores direcionais.

A segunda fita condutora 120 atua como condutor sensor. Devido ao acoplamento eletromagnético entre ele e a primeira fita condutora, parte da energia enviada à porta de entrada transfere para o circuito da segunda fita condutora, para as impedâncias 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 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 na segunda fita condutora 120. A diretividade do acoplador se baseia neste fato. Isto é, se existir um campo reverso de igual frequência no acoplador direcional, quase nenhuma 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 causado pelo campo para frente na porta de medição para o 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 com o nível do sinal de entrada, e a curva 202 mostra a variação do nível de sinal na porta isolada em proporção com o 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 10 dB na faixa de 1,8-2,45 GHz, cuja largura relativa é cerca de 30%. 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 passa pelo acoplador. Isto significa que o acoplador provoca uma atenuação de 0,014 dB no sinal passante.

Se o acoplador direcional for usado em uma frequência que o comprimento das partes paralelas das fitas condutoras 110 e 120 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. Se o acoplador direcional for então 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 do caminho de transmissão como o condutor sensor forem dispostos dentro de um quadro dielétrico em ambos os lados em que existe um plano terra. Também será melhorada a diretividade quando for usada uma linha de transmissão totalmente isolada do ar. Entretanto, outra desvantagem de todos os acopladores direcionais que usam linhas de comprimento $\lambda/4$, é que funcionam de maneira satisfatória somente em uma faixa relativamente estreita de frequências e que exigem um espaço relativamente grande.

O objetivo da invenção é minimizar as referidas desvantagens relativas à técnica anterior. O acoplador direcional de acordo com a invenção se caracteriza pelo apresentado na reivindicação independente 1. Algumas configurações vantajosas da invenção são apresentadas nas demais reivindicações.

A idéia básica da invenção é a seguinte: O acoplador direcional compreende dois condutores sensores e, da mesma forma, dois lados: um acoplador básico e um acoplador suplementar. O acoplador básico se baseia no acoplamento entre o primeiro condutor sensor e o condutor de transmissão, e o acoplador suplementar se baseia no acoplamento entre o segundo condutor sensor e o condutor de transmissão. Os condutores sensores são substancialmente mais curtos que um quarto de onda,

devido à que a diretividade de ambos os acopladores é baixa. As outras extremidades dos dois condutores sensores estão ligadas entre si e ainda à porta de medição do acoplador direcional. Os sinais de acoplamento causados por um sinal reverso no ponto de conexão dos condutores sensores são igualmente dispostos por seus valores absolutos, mas de fases opostas, caso em que seus sinais de soma na porta de medição são insignificantemente pequenos. Isto será feito quando a linha de transmissão formada pelo primeiro condutor sensor e a terra terminar em um elemento de combinação na extremidade oposta, e a linha de transmissão formada pelo segundo condutor sensor e a terra for deixada pelo menos quase aberta em sua extremidade oposta. Para tornar mais exato o cancelamento dos referidos sinais de acoplamento, o acoplador direcional pode ser sintonizável, de maneira que a impedância do elemento de combinação seja ajustável, ou exista um elemento de sintonia na extremidade da linha correspondente ao segundo condutor sensor. Assim a diretividade do conjunto do acoplador direcional é aperfeiçoada por meio do segundo condutor sensor. Os sinais de acoplamento causados pelo sinal para frente não são cancelados no ponto de conexão dos condutores sensores, porque suas diferenças de fase não são grandes, e o sinal do acoplador básico é mais forte.

Uma vantagem da invenção é que o acoplador direcional de acordo com esta tem pequenas dimensões. Outra vantagem da invenção é que sua dependência da frequência do acoplador direcional é pequena: É obtida alta diretividade e o nível do sinal de medição em proporção com o nível do sinal a ser medido é relativamente constante em uma faixa muito grande de

freqüências. Também, a perda de retorno da porta de entrada do acoplador direcional é baixa em uma faixa muito grande de freqüências. Outra vantagem da invenção é que a sintonia de seu acoplador direcional tem produção simples e incorre em custos
5 relativamente baixos.

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 direcional de acordo com a técnica anterior,

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

A Fig. 3 mostra o princípio da estrutura do acoplador direcional de acordo com a invenção,

15 As Figs. 4a-c mostram um exemplo de um acoplador direcional prático de acordo com a invenção,

A Fig. 5 mostra um segundo exemplo de um acoplador direcional de acordo com a invenção,

A Fig. 6 mostra um terceiro exemplo de um acoplador direcional de acordo com a invenção, e

20 A Fig. 7 mostra um exemplo das características de um acoplador direcional de acordo com a invenção.

As Figs. 1 e 2 já foram descritas em conexão com a descrição da técnica anterior.

25 A Fig. 3 é uma apresentação dos princípios do acoplador direcional de acordo com a invenção. O acoplador direcional 300 compreende um caminho de transmissão que inclui um condutor de transmissão 310, um condutor terra ou um sinal terra GND e seus interespaços dielétricos. Nesta descrição e

reivindicações, o "interespaço" significa um espaço em que o campo eletromagnético de um sinal que se propaga no caminho de transmissão existe de forma significativa. A impedância característica do caminho de transmissão é Z_0 . A extremidade do caminho de transmissão pelo qual o sinal para frente S_{ff} a ser medido chega ao acoplador direcional é sua porta de entrada P1, e a outra extremidade do caminho de transmissão pelo qual o sinal a ser medido sai do acoplador direcional é sua porta de saída P2.

Além disso, o acoplador direcional 300 também compreende, de acordo com a invenção, um primeiro 321 e um segundo 322 condutores sensores que estão localizados no interespaço do caminho de transmissão e são paralelos ao condutor de transmissão. Assim, o acoplador direcional tem dois lados: um acoplador básico e um acoplador suplementar. O acoplador básico se baseia no acoplamento entre o primeiro condutor sensor 321 e o condutor de transmissão 310, e o acoplador suplementar se baseia no acoplamento entre o segundo condutor sensor 322 e o condutor de transmissão. As extremidades frontais dos condutores sensores, ou as extremidades mais próximas à porta de entrada estão acopladas galvanicamente entre si e ainda à porta de medição P3 do acoplador direcional por um condutor de medição 341. O condutor de medição forma com o sinal terra uma linha de transmissão cuja impedância característica é, por exemplo, a mesma Z_0 que a do caminho de transmissão. Neste caso, também a impedância de um circuito externo acoplado à porta de medição deve ser Z_0 . Devido à conexão das extremidades frontais dos condutores sensores, o sinal de acoplamento para a linha de transmissão formada pelo primeiro condutor sensor e o sinal terra e o sinal de acoplamento com a

linha de transmissão formada pelo segundo condutor sensor e o sinal terra causado por um sinal que se propaga em qualquer direção são somados no ponto de conexão dessas linhas e, portanto, na porta de medição. Vamos denotar:

5 C_{11} = o sinal de acoplamento causado por um sinal para frente S_{ff} na extremidade frontal da linha de transmissão formada pelo primeiro condutor sensor e o sinal terra.

C_{12} = o sinal de acoplamento causado por um sinal para frente S_{ff} na extremidade frontal da linha de
10 transmissão formada pelo segundo condutor sensor e o sinal terra.

C_{21} = o sinal de acoplamento causado por um sinal reverso S_{rev} , na extremidade frontal da linha de transmissão formada pelo primeiro condutor sensor e o sinal terra.

C_{22} = o sinal de acoplamento causado por um sinal
15 reverso S_{rev} , na extremidade frontal da linha de transmissão formada pelo segundo condutor sensor e o sinal terra.

Ambos os condutores sensores são substancialmente mais curtos que um quarto de onda correspondente à frequência usada e seus comprimentos são, por exemplo, da ordem de um vinte
20 avos do comprimento de onda λ . Os condutores sensores podem ter diferentes tamanhos; no exemplo da Fig. 3, o segundo condutor sensor é mais curto. Devido ao comprimento curto dos condutores sensores, a diretividade tanto do acoplador básico como do suplementar é baixa. Portanto, o sinal reverso S_{rev} que chega à
25 porta de saída P2 a partir do exterior provoca um sinal de acoplamento relativamente forte na extremidade frontal da linha que corresponde tanto ao primeiro com ao segundo condutores sensores. No acoplador direcional de acordo com a invenção, esses

sinais de acoplamento C_{21} e C_{22} são de níveis iguais, mas de fases opostas. Assim, o sinal total de acoplamento na porta de medição, causado pelo sinal reverso S_{rev} , é insignificamente pequeno, a partir do que se segue que a diretividade de todo o acoplador

5 direcional se torna alta. Os sinais de acoplamento C_{21} e C_{22} são dispostos para serem de níveis iguais pelo dimensionamento e localização adequados dos condutores sensores. As fases novamente são tornadas aproximadamente opostas, combinando a linha de transmissão formada pelo primeiro condutor sensor 321 e a terra

10 com um elemento de combinação 331 em sua extremidade traseira e deixando a linha de transmissão formada pelo segundo condutor sensor e a terra aberta em sua extremidade traseira. A impedância Z_1 do elemento de combinação é normalmente puramente resistiva. Além disso, pode ter uma parte capacitiva para sintonizar o

15 acoplador direcional, isto é, para garantir as referidas fases opostas. Alternativamente, a sintonização do acoplador direcional pode ser implementada por um elemento sintonizador a ser colocado na extremidade traseira da linha de transmissão formada pelo segundo condutor sensor 322 e a terra, elemento que pode ser

20 ajustado. Na Fig. 3, esse elemento sintonizador foi desenhado em linha tracejada, e sua impedância está marcada com Z_2 . Esta impedância é, por exemplo, capacitiva e tem alto valor absoluto. A forma de finalização das linhas de transmissão correspondentes aos condutores sensores afeta, além disso, as fases dos sinais de

25 acoplamento também naturalmente em seus níveis.

Também, os sinais de acoplamento C_{11} e C_{12} causados pelo sinal para frente S_{ff} são somados no ponto de conexão das linhas correspondentes aos condutores sensores. Nesse caso, os

sinais de acoplamento não se cancelam, porque suas diferenças de fase não são grandes, e o sinal de acoplamento C_{12} é menor em seu nível que o sinal de acoplamento C_{11} . Este fato é provocado pelo fato que os condutores sensores ainda são dispostos de maneira que a diretividade do acoplador suplementar é ainda menor que a diretividade do acoplador básico, isto é, $C_{11} - C_{21} > C_{12} - C_{22}$. Como $C_{21} = C_{22}$, então $C_{11} > C_{12}$. Assim somente o sinal para frente S_{ff} provoca um sinal total de acoplamento mensurável para a porta de medição como deve ser.

As Figs. 4a-c mostram um exemplo de um acoplador direcional prático de acordo com a invenção. A Fig. 4a é um desenho em perspectiva de um acoplador direcional 400 desmontado, de maneira a que suas peças condutoras mais essenciais sejam visíveis. O caminho de transmissão do acoplador direcional é coaxial, compreendendo um condutor de transmissão 410 que é, nesse caso, o condutor médio e um condutor externo, relativamente massivo 405 que faz parte do sinal terra GND. O condutor externo circunda o condutor médio, excluindo uma abertura no mesmo, paralela ao condutor médio. Os condutores sensores 421, 422 do acoplador direcional estão localizados nesta abertura em nível com a superfície externa do condutor externo. São fitas condutoras paralelas ao condutor médio 410 na superfície inferior de um pequeno quadro dielétrico, não mostrado na Fig. 4a, cobrindo a abertura do condutor externo, isto é, na superfície lateral da cavidade do caminho de transmissão. Assim, os condutores sensores estão no interespaço do caminho de transmissão e, portanto, no campo eletromagnético do sinal que se propaga no caminho de transmissão. Na superfície superior do referido quadro, existe um

condutor de medição 441 perpendicular aos condutores sensores, existindo a partir do condutor de medição uma via 443 para a extremidade frontal do segundo condutor sensor 422. Existe também uma via similar a partir do condutor de medição para a extremidade frontal do primeiro condutor sensor. Acima do quadro, existe um elemento de combinação 431, em que uma de suas extremidades está conectada por meio da via à extremidade traseira do primeiro condutor sensor e a outra extremidade ao sinal terra.

A Fig. 4b mostra uma pequena placa de circuitos 450 que pertence ao acoplador direcional 400. O quadro dielétrico supramencionado é a parte de suporte dielétrico desta placa de circuitos. A placa de circuitos é mostrada em seção transversal nas vias 443 que ligam o condutor de medição 441 aos condutores sensores 421, 422. Neste exemplo, a placa de circuitos 450 tem duas camadas dielétricas, entre as quais existe um plano terra GND do tamanho do quadro. Este plano terra forma o segundo condutor das linhas de transmissão que correspondem aos condutores sensores e ao condutor de medição. Por outro lado, o plano terra fecha eletricamente a abertura no condutor externo do caminho de transmissão, de maneira que o campo permanece na cavidade do caminho de transmissão. A outra extremidade do elemento de ajuste 431 está ligada por meio de sua própria via ao plano terra. A porta de medição P3 do acoplador direcional consiste na extremidade externa do condutor de medição 441 e o plano terra nela.

A Fig. 4c mostra o acoplador direcional 400 visto a partir do lado da placa de circuitos 450. Na superfície superior da placa de circuitos, são visíveis o condutor de medição 441 e o elemento de ajuste 431. Também estão desenhados na Figura 4c os

conectores que formam a porta de entrada P1 e a porta de saída P2 do acoplador direcional cujos conectores são fixados às superfícies planares extremas do condutor externo do acoplador direcional.

5 O condutor de medição do acoplador direcional também pode percorrer, por exemplo, a superfície inferior da placa de circuitos perpendicular aos condutores sensores, caso em que não são necessárias vias para os condutores sensores. O plano terra poderia, nesse caso, se localizar na superfície superior da placa de circuitos.

10 O elemento de ajuste 431 pode, por exemplo, ser um resistor fixo ou um pino diodo. Nesse ultimo caso, sua resistência pode ser ajustada com tensão de controle em separado para a sintonia do acoplador direcional. O ajuste da resistência pode ser naturalmente implementada também por um potenciômetro de ajuste. A
15 sintonia também pode ser implementada, por exemplo, por meio de uma peça capacitiva paralela ao resistor de ajuste. Isto pode ser um capacitor fixo ou ajustável ou um diodo de capacitância.

A Fig. 5 mostra um segundo exemplo de um acoplador direcional prático de acordo com a invenção. Este foi feito fixando
20 uma placa de circuitos 550 similar à placa de circuitos mostrada nas Figs. 4a-c em uma abertura feita no condutor externo 505 do cabo coaxial. A parte do cabo coaxial na placa de circuitos 550 atua como o caminho de transmissão do acoplador direcional. Também está desenhada no Fig. 5 a linha de medição 570 que inicia na porta
25 de medição do acoplador direcional.

A Fig. 6 mostra um terceiro exemplo de um acoplador direcional prático de acordo com a prática da invenção. O caminho de transmissão do sinal a ser medidos compreende uma fita

condutora 610 na superfície superior da placa de circuitos PCB de um dispositivo e o plano terra na superfície inferior da placa de circuitos, similarmente à estrutura conhecida mostrada na Fig. 1. O primeiro condutor sensor 621 fica ao lado da fita condutora 610, ou
5 o condutor de transmissão e o segundo condutor sensor 622 se situam no mesmo ponto no outro lado do condutor de transmissão. As extremidades frontais dos condutores sensores estão ligadas entre si sobre o condutor de transmissão por um fio jumper 645. O condutor de medição 641 é, para suas demais peças, fisicamente a
10 mesma fita condutora com o primeiro condutor sensor 621 iniciando na sua extremidade frontal perpendicularmente ao condutor de transmissão. Também nesse exemplo, o elemento de combinação 631 está ligado entre a extremidade traseira do primeiro condutor sensor e o sinal terra.

15 A placa de circuitos, por onde passa o caminho de transmissão, pode também naturalmente ser uma placa de circuitos multicamadas. Neste caso, a fita condutora de transmissão, assim como o condutor sensor e as fitas condutoras de medição se situam, vantajosamente, dentro da placa de circuitos entre dois planos
20 terra. Também, o condutor que liga as extremidades frontais dos condutores sensores pode estar em alguma camada intermediária. O condutor de transmissão e os condutores sensores podem ser paralelos como na Fig. 6 ou superpostos em diferentes camadas da placa de circuitos.

25 A Fig. 7 mostra um exemplo das características de um acoplador direcional de acordo com a invenção. A curva 701 mostra a variação do nível de sinal na porta de medição em proporção ao nível do sinal para frente, e a curva 702 mostra a

variação do nível de sinal na porta de medição em proporção ao nível do sinal reverso de igual nível. As curvas são medidas a partir de um acoplador direcional de acordo com as Figs. 4a-c em que o diâmetro do condutor interno é 7 mm e o diâmetro interno do condutor externo é 16 mm. O comprimento do primeiro condutor sensor é cerca de 5 mm e o do segundo cerca de 3 mm. A distância dos condutores sensores é de 1 mm e suas distâncias do condutor de transmissão é de 10 mm. O acoplador direcional é idealmente sintonizado por um potenciômetro de ajuste. A curva 701 corresponde à curva 201 na Fig. 2, e a curva 702 à curva 202 na Fig. 2. Assim, a diferença dos coeficientes expressa em decibéis indica o valor da diretividade. É demonstrado nas curvas que a diretividade é boa em uma faixa de freqüências muito grande. A melhora relativa à técnica anterior mostrada na Fig. 2 é bastante notável. A diretividade do acoplador direcional de acordo com a invenção ultrapassa o valor de 20 dB na faixa de cerca de 0,8-2,5 GHz. Por exemplo, na faixa de 1,9-2,2 GHz, a diretividade é 30 dB ou melhor.

A perda de retorno na porta de entrada dos acopladores direcionais de acordo com a invenção é, na prática, independente da freqüência, contrariamente aos conhecidos acopladores direcionais. No acoplador do exemplo, a partir do qual as curvas da Fig. 7 são medidas, a perda de retorno é cerca de 15 dB.

Nesta descrição e reivindicações, os prefixos "inferior" e "superior" são somente usados com propósitos ilustrativos. Não têm relação com a posição de operação do acoplador direcional.

Acima são descritas estruturas do acoplador direcional de acordo com a invenção. Sua forma de implementação pode diferir em seus detalhes da que foi descrita. O caminho de transmissão do acoplador direcional pode ser de qualquer tipo das conhecidas estruturas de linha de transmissão. A idéia do invento
5 pode ser aplicada de diferentes maneiras dentro do escopo estabelecido pela reivindicação independente 1.

REIVINDICAÇÕES

1. Acoplador direcional (300; 400; 600) compreendendo uma porta de entrada (P1), uma porta de saída (P2), uma porta de medição (P3), um caminho de transmissão com um condutor de transmissão (310; 410; 610), um sinal terra (GND; 405) e seus interespaços para conduzir um sinal a ser medido a partir da porta de entrada até a porta de saída e um primeiro condutor sensor (321; 421; 621) localizado no interespaço paralelo ao condutor de transmissão para formar um sinal de acoplamento em proporção à potência de um sinal (S_{ff}) que se propaga no caminho de transmissão, cuja extremidade frontal do primeiro condutor sensor está acoplada à porta de medição do acoplador direcional, caracterizado pelo fato de que no interespaço do caminho de transmissão existe ainda um segundo condutor sensor (322; 422; 622) paralelo ao condutor de transmissão, tanto o primeiro como o segundo condutores sensores sendo substancialmente mais curtos que um quarto de onda correspondente a uma frequência de operação, as extremidades frontais dos condutores sensores estando conectadas entre si e à porta de medição por um condutor de medição (341; 441; 641, 645), e os condutores sensores estando acoplados a partir de suas extremidades traseiras ao sinal terra e projetados e localizados de maneira que os sinais de acoplamento provocados por um sinal reverso (S_{rev}) são substancialmente iguais a seus níveis e com fases opostas no ponto de conexão dos condutores sensores para cancelá-los.

2. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 1, que compreende um acoplador básico baseado no acoplamento entre o primeiro condutor sensor (321; 421; 621) e o

condutor de transmissão (310; 410; 610) e um acoplador suplementar baseado no acoplamento entre o segundo (322; 422; 622) condutor sensor e o condutor de transmissão, caracterizado pelo fato de que a diretividade do acoplador suplementar é substancialmente menor que a diretividade do acoplador básico.

3. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que seu caminho de transmissão é coaxial, em cujo condutor externo (405; 505) existe uma abertura paralela ao condutor de transmissão (410; 510) para localizar os referidos condutores sensores (421, 422) ao referido interespaço.

4. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que compreende uma placa de circuitos (450) cobrindo a referida abertura, cuja placa de circuitos compreende um plano terra conectado ao sinal terra, o primeiro (421) e o segundo (422) condutor sensor sendo fitas condutoras na superfície inferior da placa de circuitos, o condutor de medição (441) sendo uma fita condutora da placa de circuitos substancialmente perpendicular aos condutores sensores, e um elemento sintonizador (431) se situa na lateral da superfície superior da placa de circuitos a ele fixada.

5. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 1, cujo caminho de transmissão consiste em pelo menos um plano terra (GND) e uma fita condutora (610) funcionando como condutor de transmissão e pertencendo a uma placa de circuitos (PCB) de um dispositivo, caracterizado pelo fato de que o primeiro (621) e o segundo (622) condutor sensor e o condutor de medição (641) são fitas condutoras que pertencem à referida placa

de circuitos.

6. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o plano terra se situa na superfície inferior da referida placa de circuitos (PCB), o condutor de transmissão (610) e os referidos condutores sensores estando na superfície superior da placa de circuitos, o primeiro condutor sensor (621) estando em um lado do condutor de transmissão e o segundo condutor sensor (622) no outro lado do condutor de transmissão.

7. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 5, onde a referida placa de circuitos é um quadro multicamadas, caracterizado pelo fato de existirem dois planos terra, e o condutor de transmissão e os condutores sensores estando entre esses planos terra em paralelo ou um sobre o outro.

8. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro condutor sensor está acoplado em sua extremidade traseira ao sinal terra por um elemento de combinação substancialmente resistivo (331; 431; 631), e o segundo condutor sensor estando acoplado em sua extremidade traseira ao sinal terra por uma impedância relativamente alta com parte do referido arranjo de sinais de acoplamento provocado pelos sinais reversos de fases opostas no ponto de conexão dos condutores sensores.

9. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o referido elemento de combinação é um resistor fixo, um potenciômetro de ajuste ou um pino diodo.

10. Acoplador direcional, de acordo com a

reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o referido elemento de combinação compreende um resistor e uma peça capacitiva ajustável que é um diodo de capacitância ou um capacitor ajustável.

5 11. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a referida impedância relativamente alta significa uma extremidade traseira aberta da linha de transmissão.

10 12. Acoplador direcional, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a referida impedância relativamente alta é formada por um capacitor fixo ou ajustável tendo pequena capacitância.

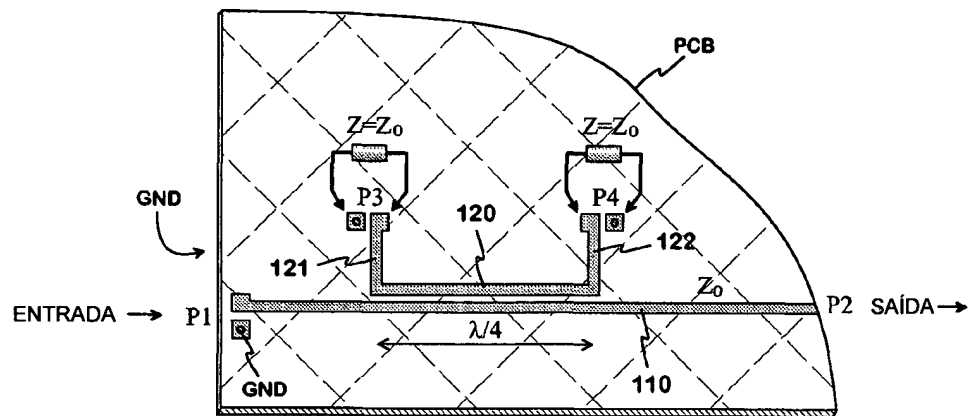


Fig. 1 ESTADO DA TÉCNICA

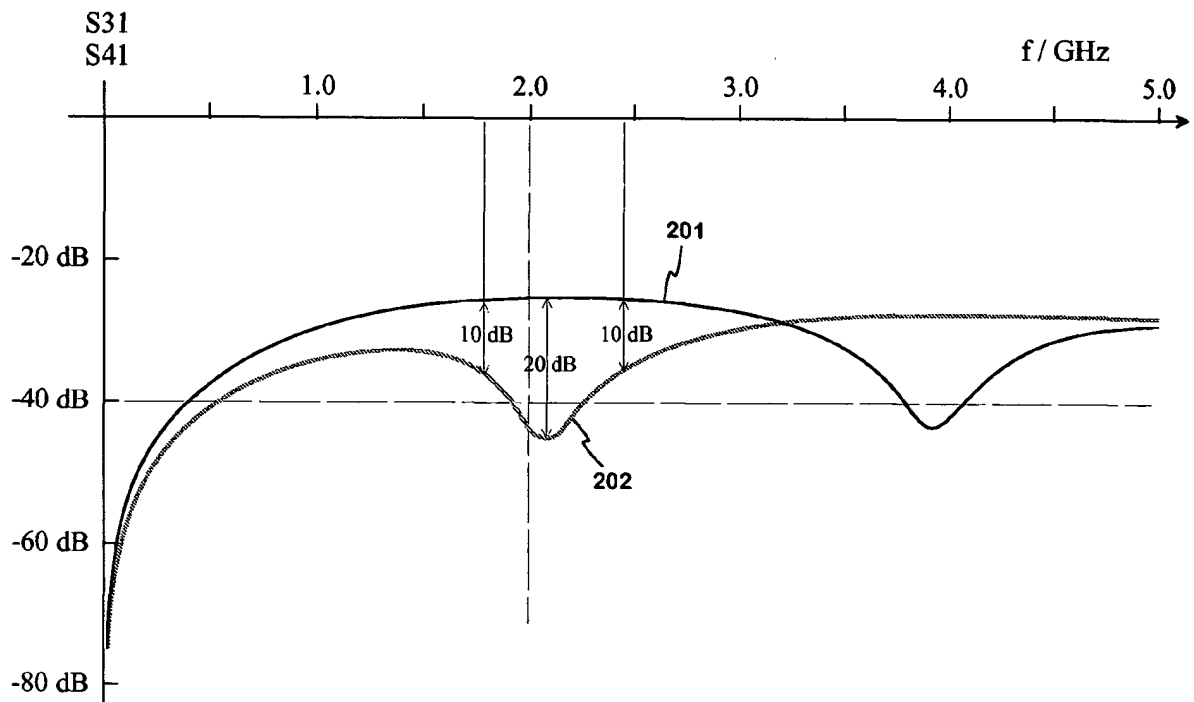


Fig. 2 ESTADO DA TÉCNICA

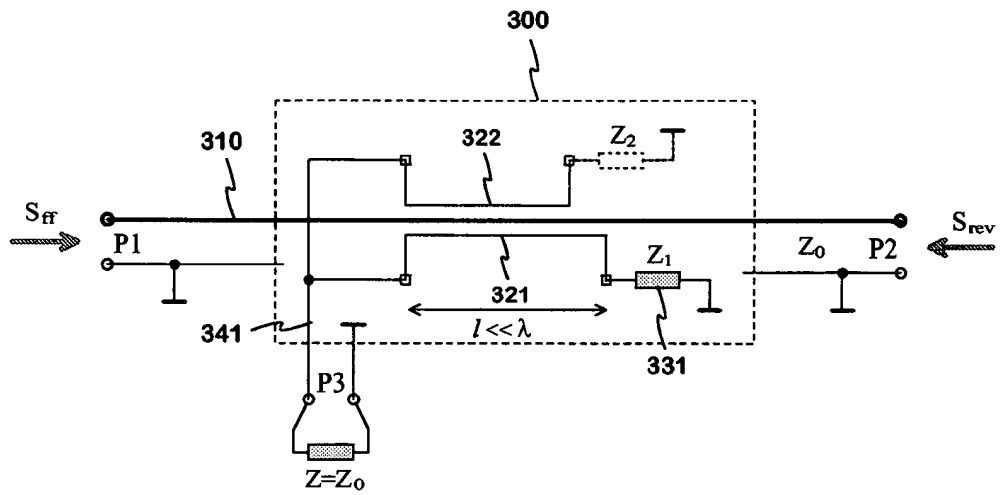


Fig. 3

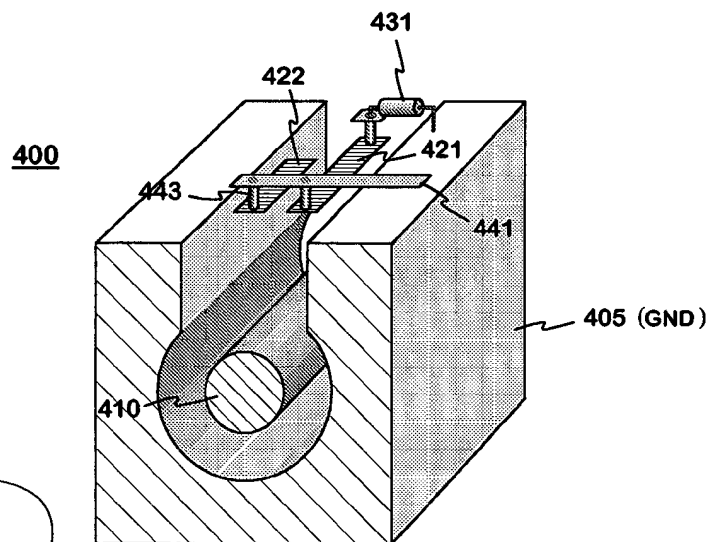


Fig. 4a

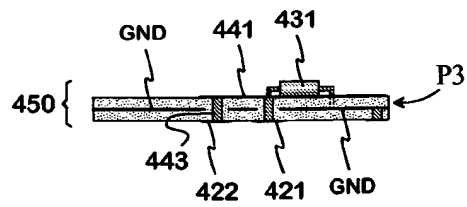


Fig. 4b

Fig. 4c

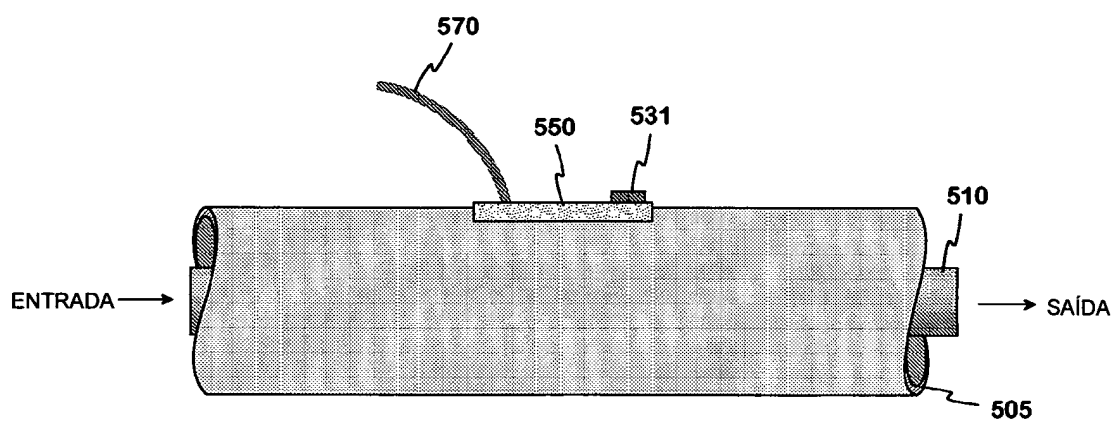
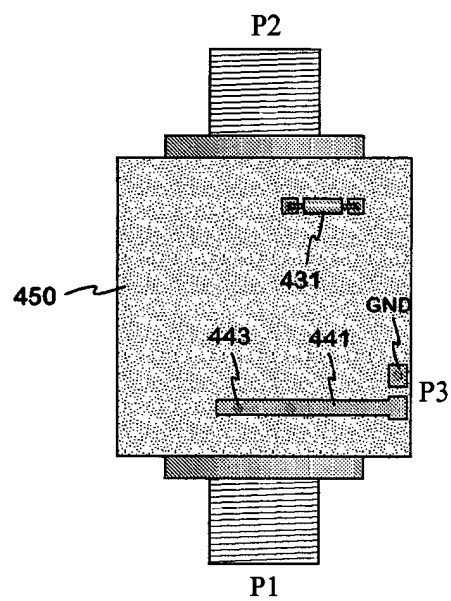


Fig. 5

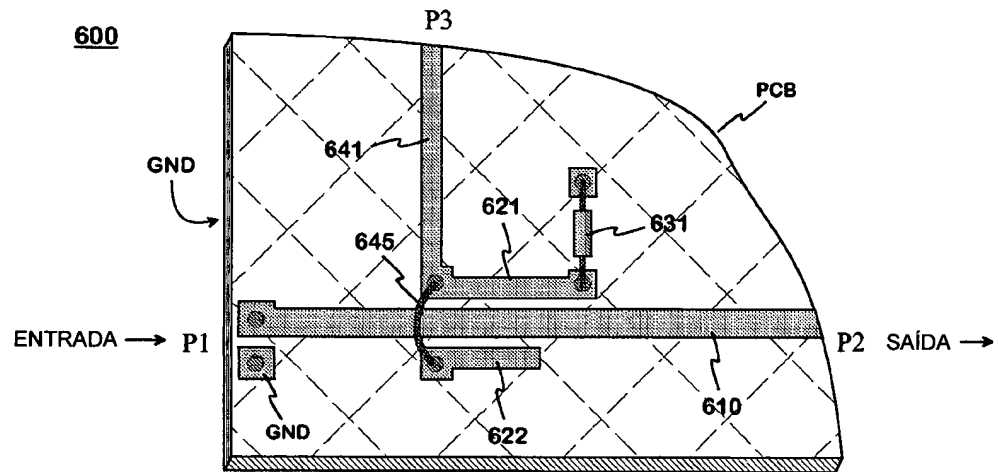


Fig. 6

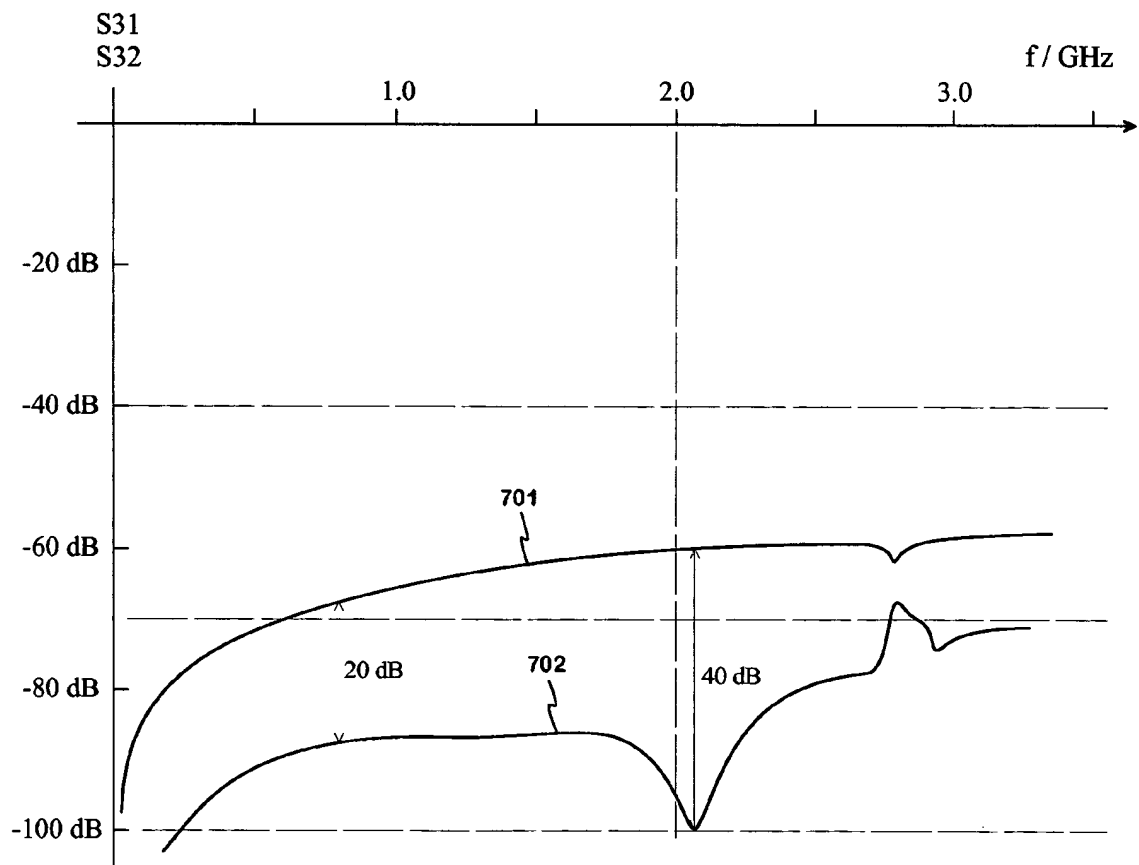


Fig. 7

RESUMO**"ACOPLADOR DIRECIONAL"**

Acoplador direcional com dois condutores sensores e um acoplador básico e um acoplador suplementar que a eles corresponde. O acoplador básico se baseia no acoplamento entre um primeiro condutor sensor (421) e o condutor de transmissão (410), e o acoplador suplementar se baseia no acoplamento entre um segundo condutor sensor (422) e o condutor de transmissão. Os condutores sensores são substancialmente mais curtos que um quarto de onda, devido a que a diretividade tanto do acoplador básico como a do suplementar é baixa. As outras extremidades dos condutores sensores estão conectadas entre si e ainda à porta de medição do acoplador direcional. Os sinais de acoplamento provocados pelo sinal reverso no ponto de conexão dos condutores sensores são dispostos igualmente por seus valores absolutos, mas com fases opostas, caso em que seus sinais de soma na porta de medição são insignificantemente pequenos. Para tanto, por exemplo, a linha de transmissão formada pelo primeiro condutor sensor e a terra termina com um elemento de adaptação em sua extremidade oposta, e a linha de transmissão formada pelo segundo condutor sensor e a terra é deixada aberta em sua extremidade oposta. As impedâncias de terminação podem ser ajustáveis, sendo assim o acoplador direcional sintonizável. Assim, a diretividade do acoplador direcional total é aperfeiçoada por meio do segundo condutor sensor. O acoplador direcional tem pequenas dimensões e sendo obtida boa diretividade em uma ampla faixa de frequências.