



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 102015004702-9 B1

(22) Data do Depósito: 03/03/2015

(45) Data de Concessão: 09/05/2023

(54) Título: SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E TRANSMISSOR

(51) Int.Cl.: H04B 1/04; H04B 3/03; G06F 1/26; H04B 3/54.

(52) CPC: H04B 1/04; H04B 3/03; G06F 1/266; H04B 3/544.

(30) Prioridade Unionista: 14/10/2014 JP JP2014-210129; 18/07/2014 JP JP2014-148163.

(73) Titular(es): KIOXIA CORPORATION.

(72) Inventor(es): SHINSUKE FUJII; TAKUMA AOYAMA; HIROYUKI SHIBAYAMA.

(57) Resumo: TRANSMISSOR E SISTEMA DE COMUNICAÇÃO Trata-se, de acordo com uma modalidade, de um sistema de comunicação que inclui um eletrodo transmissor, uma primeira linha de transmissão, um circuito de transmissão, um eletrodo receptor, uma segunda linha de transmissão e um circuito de recepção. A primeira linha de transmissão inclui uma extremidade conectada ao eletrodo transmissor. O circuito de transmissão é conectado a uma outra extremidade da primeira linha de transmissão e configurado para transmitir um sinal de transmissão. O eletrodo receptor é acoplado capacitivamente ao eletrodo transmissor. A segunda linha de transmissão inclui uma extremidade conectada ao eletrodo receptor. O circuito de recepção é conectado a uma outra extremidade da segunda linha de transmissão e configurado para receber um sinal de recepção por meio do eletrodo receptor e da segunda linha de transmissão. Impedâncias características da primeira linha de transmissão e da segunda linha de transmissão são maiores do que uma impedância de saída do circuito de transmissão.

“SISTEMA DE COMUNICAÇÃO E TRANSMISSOR”

REFERÊNCIA CRUZADA AO PEDIDO RELACIONADO

[0001] Esse pedido é baseado em e reivindica o benefício de prioridade dos Pedidos de Patente anteriores no. JP 2014-148163, depositado em 18 de julho de 2014 e no. JP 2014-210129, depositado em 14 de outubro de 2014 no Japão, cuja totalidade dos conteúdos está incorporada no presente documento a título de referência.

CAMPO

[0002] As modalidades descritas no presente documento se referem, geralmente, a um sistema de comunicação e a um transmissor.

ANTECEDENTES

[0003] É conhecido um sistema de comunicação que inclui um circuito de transmissão para transmitir um sinal por meio de um eletrodo transmissor e um circuito de recepção para receber um sinal por meio de um eletrodo receptor que é capacitivo, acoplado ao eletrodo transmissor. O circuito de recepção restaura um padrão de dados original transmitido a partir do sinal recebido. Nesse caso, a qualidade de sinal do sinal de recepção é deteriorada devido a uma interferência intersímbolo (doravante, também referida como ISI), um sinal refletido (onda refletida) ou similares.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0004] A Figura 1 é um diagrama em bloco que ilustra uma estrutura esquemática de um sistema de comunicação, de acordo com uma primeira modalidade.

[0005] A Figura 2A é um diagrama em forma de onda que ilustra um sinal de transmissão e um sinal de recepção de um sistema de comunicação de um exemplo comparativo.

[0006] A Figura 2B é um diagrama que ilustra padrões de olho do sinal de transmissão e do sinal de recepção na Figura 2A.

[0007] A Figura 3A é um diagrama de circuito para calcular uma interferência intersímbolo.

[0008] A Figura 3B é um diagrama que ilustra esquematicamente uma característica de frequência do circuito da Figura 3A.

[0009] A Figura 3C é um diagrama em forma de onda que ilustra esquematicamente um sinal de entrada para uma capacitância de acoplamento da Figura 3A e um sinal de saída a partir da capacitância de acoplamento.

[0010] A Figura 4 é um diagrama de circuito para calcular uma perda de retorno na capacitância de acoplamento.

[0011] A Figura 5 é um diagrama de circuito para calcular uma perda de retorno entre as segundas linhas de transmissão e o circuito de recepção.

[0012] A Figura 6 é um diagrama que explica uma propagação de sinal do sistema de comunicação.

[0013] A Figura 7 é um diagrama que ilustra uma relação entre uma impedância característica e uma capacitância de acoplamento, que maximiza a razão S/N.

[0014] A Figura 8 é um diagrama em bloco que ilustra uma estrutura esquemática de um sistema de comunicação, de acordo com uma segunda modalidade.

[0015] A Figura 9 é um diagrama que ilustra uma relação entre a instabilidade dos dados de saída e dos tempos de atraso da primeira e da segunda linha de transmissão.

[0016] A Figura 10A é um diagrama em forma de onda que ilustra esquematicamente o sinal transmitido e o sinal refletido na entrada do circuito de recepção em uma condição pior.

[0017] A Figura 10B é um diagrama que ilustra um padrão de olho do sinal de recepção na condição pior.

[0018] A Figura 10C é um diagrama em forma de onda que ilustra esquematicamente o sinal transmitido e o sinal refletido na entrada do circuito de recepção em uma condição melhor.

[0019] A Figura 10D é um diagrama que ilustra o padrão de olho do sinal de recepção na condição melhor.

[0020] A Figura 11 é um diagrama que ilustra esquematicamente o padrão de

olho de um sinal transmitido na entrada do circuito de recepção.

[0021] A Figura 12 é um diagrama que ilustra uma faixa de tempos de atraso preferenciais.

[0022] A Figura 13 é um diagrama em bloco que ilustra uma estrutura esquemática de um sistema de comunicação, de acordo com uma terceira modalidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0023] De acordo com uma modalidade, um sistema de comunicação inclui um eletrodo transmissor, uma primeira linha de transmissão, um circuito de transmissão, um eletrodo receptor, uma segunda linha de transmissão e um circuito de recepção. A primeira linha de transmissão inclui uma extremidade conectada ao eletrodo transmissor. O circuito de transmissão é conectado a uma outra extremidade da primeira linha de transmissão e configurado para transmitir um sinal de transmissão. O eletrodo receptor é acoplado capacitivamente ao eletrodo transmissor. A segunda linha de transmissão inclui uma extremidade conectada ao eletrodo receptor. O circuito de recepção é conectado a uma outra extremidade da segunda linha de transmissão e configurado para receber um sinal de recepção por meio do eletrodo receptor e da segunda linha de transmissão. Impedâncias características da primeira linha de transmissão e da segunda linha de transmissão são maiores do que uma impedância de saída do circuito de transmissão.

[0024] As modalidades serão explicadas agora, em referência aos desenhos anexos.

(Primeira modalidade)

[0025] A Figura 1 é um diagrama em bloco que ilustra uma estrutura esquemática de um sistema de comunicação 1, de acordo com uma primeira modalidade. Conforme ilustrado na Figura 1, o sistema de comunicação 1 inclui um primeiro dispositivo de comunicação (um transmissor) 10 e um segundo dispositivo de comunicação (um receptor) 20. O primeiro dispositivo de comunicação 10 e o segundo dispositivo de comunicação 20 realizam comunicação sem contato que usa o acoplamento capacitivo (acoplamento de CA: acoplamento de Corrente Alternada).

Nessa modalidade, o acoplamento capacitivo é usado como acoplamento de CA.

[0026] O primeiro dispositivo de comunicação 10 inclui um par de eletrodos transmissores (elemento de acoplamento de CA de transmissão) T1, um par de primeiras linhas de transmissão L1 e um circuito de transmissão 11. Os eletrodos transmissores T1, as primeiras linhas de transmissão L1 e o circuito de transmissão 11 são fornecidos em uma placa de circuito impresso do primeiro dispositivo de comunicação 10, por exemplo.

[0027] Os eletrodos transmissores T1 são, por exemplo, padrões metálicos em formato de película fina, em qualquer formato, em uma vista plana, tal como um formato circular, um formato oval ou um formato triangular.

[0028] As primeiras linhas de transmissão L1 são, por exemplo, linhas de microtiras ou similares e têm respectivamente uma extremidade conectada ao eletrodo transmissor T1.

[0029] O circuito de transmissão 11 é conectado a uma outra extremidade das primeiras linhas de transmissão respectivas L1 e produz um sinal diferencial de transmissão Stx que corresponde aos dados de transmissão. Então, esse sinal de transmissão Stx é transmitido a partir dos eletrodos transmissores T1, por meio das primeiras linhas de transmissão L1. A seguir, um exemplo em que um sinal diferencial é usado será explicado; entretanto, um sinal com extremidade única também pode ser usado, como um exemplo.

[0030] Cada terminal de saída do circuito de transmissão 11 tem uma impedância de saída R_t e uma capacitância parasita C_t .

[0031] O segundo dispositivo de comunicação 20 inclui um par de receptores de eletrodo (elemento de acoplamento de CA de recebimento) R1, um par de segundas linhas de transmissão L2 e um circuito de recepção 21. Os receptores de eletrodo R1, as segundas linhas de transmissão L2 e o circuito de recepção 21 são fornecidos em uma placa de circuito impresso do segundo dispositivo de comunicação 20, por exemplo.

[0032] Os receptores de eletrodo R1 são padrões metálicos no mesmo formato dos eletrodos transmissores T1.

[0033] Ao realizar a comunicação, o primeiro dispositivo de comunicação 10 e o segundo dispositivo de comunicação 20 são colocados próximos um ao outro de modo que os eletrodos transmissores T1 e os receptores de eletrodo R1 se tornem próximos uns aos outros. A distância entre os eletrodos transmissores T1 e os receptores de eletrodo R1 é, por exemplo, de vários milímetros. Com tal disposição, os receptores de eletrodo R1 são acoplados capacitivamente aos eletrodos transmissores T1 e uma capacitância de acoplamento C_{acc} se torna algumas centenas de fF para algum pF, por exemplo. Em outras palavras, os receptores de eletrodo R1 são acoplados aos eletrodos transmissores T1 com uso do acoplamento de CA. Com isso, um sinal é transmitido a partir dos eletrodos transmissores T1 para os receptores de eletrodo R1, por meio da capacitância de acoplamento C_{acc} .

[0034] As segundas linhas de transmissão L2 são linhas de microtiras ou similares, por exemplo, e respectivamente têm uma extremidade conectada ao eletrodo receptor R1.

[0035] O circuito de recepção 21 é conectado a uma outra extremidade das respectivas segundas linhas de transmissão L2 e recebe um sinal diferencial de recepção S_{rx} que corresponde ao sinal de transmissão S_{tx} transmitido por meio dos receptores de eletrodo R1 e das segundas linhas de transmissão L2. O circuito de recepção 21 tem um circuito de histerese não ilustrado (separador de histerese). O circuito de histerese tem uma histerese em características de entrada e de saída e produz dados de saída, de acordo com o sinal de recepção S_{rx} .

[0036] Entre cada um dos terminais de entrada do circuito de recepção 21 e de um terra, uma resistência de terminação R_t é conectada. Adicionalmente, uma capacitância parasita C_t existe paralela à resistência de terminação R_t . A explicação a seguir será feita com base em uma suposição de que, na presente modalidade, a resistência de terminação R_t é equivalente à impedância de saída R_t do circuito de transmissão 11 e a capacitância parasita C_t no lado do circuito de recepção 21 é equivalente à capacitância parasita C_t no terminal de saída do circuito de transmissão 11. Na realidade, esses valores diferem no lado do circuito de recepção 21 e no lado do circuito de transmissão 11, mas a explicações a seguir e as

equações são eficazes quando a diferença nos valores é adequadamente pequena. A resistência de terminação R_t e a impedância de saída R_t no circuito de transmissão 11 não são especificadas em particular, mas podem ser de 40Ω ou mais e de 60Ω ou menos, por exemplo.

[0037] O sinal de transmissão S_{tx} é uma onda quase quadrada e muda entre uma tensão negativa e uma tensão positiva, de acordo com os dados de transmissão. O sinal de transmissão S_{tx} representa os dados "0" no caso de uma tensão negativa, e os dados "1" no caso de uma tensão positiva, por exemplo.

[0038] Principalmente devido à capacitância de acoplamento C_{acc} , o sinal de recepção S_{rx} muda de zero volt para tensão positiva em um intervalo, quando o sinal de transmissão S_{tx} muda de uma tensão negativa para uma tensão positiva, e, então, gradualmente retorna a zero volt. Adicionalmente, o sinal de recepção S_{rx} muda de zero volt para uma tensão negativa em um intervalo, quando o sinal de transmissão S_{tx} muda de uma tensão positiva para uma tensão negativa, e, então, gradualmente retorna a zero volt após aquele.

[0039] Na presente modalidade, as impedâncias características Z_0 da primeira linha de transmissão L_1 e da segunda linha de transmissão L_2 são maiores do que a impedância de saída R_t do circuito de transmissão 11 e a resistência de terminação R_t . Com isso, a qualidade de sinal do sinal de recepção S_{rx} pode ser aprimorada eficazmente, conforme descrito abaixo.

[0040] A razão pela qual a impedância característica Z_0 é ajustada desse modo será explicada em detalhes.

[0041] Os inventores da presente invenção independentemente conseguiram que, em comunicação pelo sistema de comunicação 1, com uso de um acoplamento capacitivo, a qualidade de sinal do sinal de recepção S_{rx} seja deteriorada devido aos fatores (1) a (3).

- (1) Uma interferência intersímbolo ocorre devido a uma característica de alta passagem pelo acoplamento capacitivo.
- (2) A reflexão de um sinal ocorre devido a uma descontinuidade de impedância em uma capacitância de acoplamento C_{acc} .

- (3) A reflexão de um sinal ocorre devido a uma descontinuidade de impedância entre o circuito de transmissão 11 e as primeiras linhas de transmissão L1 e uma descontinuidade de impedância entre as segundas linhas de transmissão L2 e o circuito de recepção 21.

[0042] A interferência intersímbolo causada pelo fator (1) e o sinal refletido pela reflexão causada pelos fatores (2) e (3) deterioram um sinal para a razão de ruído (razão S/N) do sinal de recepção Srx, visto que a interferência intersímbolo e o sinal refletido entram no circuito de recepção 21 como ruído. Quando a magnitude da deterioração da razão S/N é grande, pode haver uma possibilidade alta de que o circuito de recepção 21 não possa restaurar exatamente o padrão de dados original transmitido.

[0043] Em outras palavras, esse tipo de problema ocorre em um sistema de comunicação de um exemplo comparativo em que as impedâncias características Z0 das primeiras linhas de transmissão L1 e das segundas linhas de transmissão L2 não são ajustadas conforme aquelas na presente modalidade.

[0044] A Figura 2A é um diagrama em forma de onda que ilustra um sinal de transmissão Stx e um sinal de recepção Srx de um sistema de comunicação de um exemplo comparativo. A Figura 2B é um diagrama que ilustra padrões de olho do sinal de transmissão Stx e do sinal de recepção Srx na Figura 2A. Conforme ilustrado nas Figuras 2A e 2B, conforme uma consequência dos fatores (1) a (3), a interferência intersímbolo relativamente grande e o sinal refletido são incluídos no sinal de recepção Srx e, como resultado, a instabilidade do sinal de recepção Srx no padrão de olho é relativamente grande. Em outras palavras, a razão S/N do sinal de recepção Srx é deteriorada. Aqui, neste relatório descritivo, conforme ilustrado na Figura 2B, a instabilidade no padrão de olho representa a variação em uma direção de eixo de tempo em um intervalo quando o sinal de recepção Srx se torna uma tensão limite Vhist ou mais ou uma tensão limite (-Vhist) ou menos do circuito de histerese.

[0045] Então, primeiramente, os inventores da presente invenção analisaram quantitativamente a influência dos fatores respectivos (1) a (3) na razão S/N do sinal

de recepção Srx.

[0046] Em relação ao fator (1)

[0047] A Figura 3A é um diagrama de circuito para calcular a interferência intersímbolo, a Figura 3B é um diagrama que ilustra esquematicamente uma característica de frequência do circuito da Figura 3A e a Figura 3C é um diagrama em forma de onda que ilustra esquematicamente um sinal de entrada para a capacitância de acoplamento Cacc da Figura 3A e um sinal de saída a partir da capacitância de acoplamento Cacc.

[0048] Conforme ilustrado na Figura 3A, visto que a capacitância de acoplamento Cacc e as segundas linhas de transmissão L2 que têm a impedância característica Z0 são conectadas em série, as mesmas constituem um filtro de alta passagem. Então, a característica de ganho de frequência da entrada na capacitância de acoplamento Cacc à saída nas segundas linhas de transmissão L2 representa uma característica de alta passagem ilustrada na Figura 3B. A Frequência de corte fc se torna $1/(2\pi Cacc Z0)$.

[0049] Conforme ilustrado na Figura 3C, quando um sinal de entrada Ven(t) que aumenta em tempo t0 em um formato semelhante a um degrau entra na capacitância de acoplamento Cacc, um sinal de saída Vsa(t) da capacitância de acoplamento Cacc gradualmente reduz após aumentar em tempo t0. O sinal de saída Vsa(t) pode ser expresso pela equação a seguir (1).

$$v_{sa}(t) = CR \left\{ u(t) - u(t - trf) - e^{-\frac{t}{CR}} + e^{-\frac{t-trf}{CR}} \right\} \quad (1)$$

[0050] Aqui, "u(t)" representa uma função de etapa de unidade e "t" representa tempo. "trf" representa um tempo de elevação ou um tempo de queda do sinal de entrada Ven(t), em um formato semelhante a um degrau. As explicações a seguir serão feitas com uma suposição de que o tempo de elevação e o tempo de queda são iguais. Mesmo quando esses valores diferem, as explicações a seguir e as equações são eficazes quando a diferença entre os valores é adequadamente pequena.

[0051] Visto que a magnitude do sinal de saída Vsa(t) em tempo t1, que é

quando 1 UI (intervalo de unidade) passa do tempo t_0 , se torna uma interferência intersímbolo, a interferência intersímbolo ISI pode ser expressa pela equação (2).

$$ISI = e^{-\frac{1}{C_{acc} \times Z_0 \times (\text{taxa de dados} + 1/\text{trf})}} - e^{-\frac{1}{C_{acc} \times Z_0 \times (\text{taxa de dados})}} \quad (2)$$

[0052] Aqui, "taxa de dados" representa uma taxa de dados.

[0053] Com base na equação (2), verifica-se que, conforme a impedância característica Z_0 é reduzida, a frequência de corte f_c aumenta e uma amplitude do sinal de saída $V_{sa}(t)$ em tempo t_1 se torna pequeno. Isso também é visto a partir que, quando a frequência de corte f_c aumenta, um componente de baixa frequência é adicionalmente atenuado, o aumento do sinal de saída $V_{sa}(t)$ se torna mais rápido. Então, em vista da redução da ISI, prefere-se que a impedância característica Z_0 seja baixa.

[0054] Em relação ao fator (2)

[0055] A Figura 4 é um diagrama de circuito para calcular uma perda de retorno na capacitância de acoplamento C_{acc} . Na Figura 4, uma impedância é referida como Z_{acc} , que é vista a partir de um nó de conexão entre a primeira linha de transmissão L_1 e a capacitância de acoplamento C_{acc} , em direção à direção da capacitância de acoplamento C_{acc} e da segunda linha de transmissão L_2 . Adicionalmente, um coeficiente de reflexão no nó de conexão entre a primeira linha de transmissão L_1 e a capacitância de acoplamento C_{acc} é referido como Γ_{acc} .

[0056] A impedância Z_{acc} pode ser expressa pela equação a seguir (3).

$$Z_{acc} = Z_0 + \frac{1}{sC_{acc}} \quad (3)$$

[0057] Com uso da equação (3), o coeficiente de reflexão Γ_{acc} pode ser expresso pela equação a seguir (4).

$$\begin{aligned} \Gamma_{acc} &= \frac{Z_{acc} - Z_0}{Z_{acc} + Z_0} \\ &= \frac{1}{1 + s \cdot 2Z_0 C_{acc}} \end{aligned} \quad (4)$$

[0058] Com base na equação (4), verifica-se que, conforme a impedância característica Z_0 aumenta, o coeficiente de reflexão Γ_{acc} reduz e a perda de retorno

é aprimorada. Então, em vista da redução da reflexão, prefere-se que a impedância característica Z_0 seja alta.

[0059] Aqui, em um sistema de comunicação de radio bem conhecido ou em um sistema de comunicação sem fio, uma impedância característica de uma linha de transmissão é feita para ser equivalente a uma impedância de saída de um circuito de transmissão e a uma impedância de entrada de um circuito de recepção. Isso pode reduzir uma perda de retorno, e a perda de sinais pode ser reduzida. A presente modalidade é muito diferente do sistema de comunicação de radio bem conhecido, ou similares, nesse ponto.

[0060] Em relação ao fator (3)

[0061] A Figura 5 é um diagrama de circuito para calcular uma perda de retorno entre as segundas linhas de transmissão L2 e o circuito de recepção 21. Visto que a impedância de entrada do circuito de recepção 21 é adequadamente alta, comparada à resistência de terminação R_t , o circuito de recepção 21 não é considerado no cálculo. Adicionalmente, a perda de retorno entre a primeira linha de transmissão L1 e o circuito de transmissão 11 também pode ser calculada no mesmo circuito que aquele na Figura 5.

[0062] Na Figura 5, uma impedância é referida como Z_{trx} , que é vista a partir de um nó de conexão entre a segunda linha de transmissão L2 e a resistência de terminação R_t em direção à direção da resistência de terminação R_t . Adicionalmente, um coeficiente de reflexão em um nó de conexão entre a segunda linha de transmissão L2 e a resistência de terminação R_t é referido como Γ_{trx} .

[0063] A impedância Z_{trx} pode ser expressa pela equação a seguir (5).

$$Z_{trx} = \frac{R_t}{1 + sC_t R_t} = \frac{R_t(1 - j\omega C_t R_t)}{1 + (\omega C_t R_t)^2} \quad (5)$$

[0064] Com uso dessa equação (5), o coeficiente de reflexão Γ_{trx} pode ser expresso pela equação a seguir (6).

$$\Gamma_{trx} = \frac{Z_{trx} - Z_0}{Z_{trx} + Z_0}$$

$$= \frac{R_t - Z_0}{R_t + Z_0} \cdot \frac{1 - s \frac{Z_0 R_t C_t}{R_t - Z_0}}{1 + s \frac{Z_0 R_t C_t}{R_t + Z_0}} \quad (6)$$

[0065] Com base na equação (6), pode-se verificar que, conforme a impedância característica Z_0 é reduzida, o coeficiente de reflexão Γ_{trx} é reduzido em uma região de alta frequência e uma perda de retorno é aprimorada. Então, em vista da redução reflexão na região de alta frequência, prefere-se que a impedância característica Z_0 seja baixa.

[0066] Com esses cálculos, os inventores da presente invenção verificaram que a impedância característica preferencial Z_0 pode ser de valores diferentes que correspondem à capacitância de acoplamento C_{acc} , à taxa de dados da taxa de dados, à impedância de saída R_t e similares.

[0067] Com base naquelas verificações, os inventores da presente invenção obtiveram especificamente a impedância característica mais apropriada Z_0 , conforme explicado abaixo.

[0068] A Figura 6 é um diagrama que explica uma propagação de sinal do sistema de comunicação 1. A fim de tornar a explicação clara, o circuito de transmissão 11 é ilustrado como um bloco 1, a primeira linha de transmissão L1 é ilustrada como um bloco 2, a capacitância de acoplamento C_{acc} é ilustrada como um bloco 3, a segunda linha de transmissão L2 é ilustrada como um bloco 4 e o circuito de recepção 21 é ilustrado como um bloco 5. As setas ilustradas na Figura 6 indicam um modo que o sinal de transmissão Stx é propagado a partir do bloco 1 até o bloco 5, conforme o tempo passa.

[0069] " λ_{xy} " representa um coeficiente de transmissão de um bloco x para um bloco y. " Γ_{xy} " representa um coeficiente de reflexão de um bloco x para um bloco y (um coeficiente de reflexão visto a partir do bloco x em direção ao bloco y). "x" e "y" são números inteiros de 1 a 5 respectivamente.

[0070] Um sinal transmitido Sig é um sinal que é o sinal de transmissão Stx

transmitido através dos blocos 2 a 4 e alcançado para o circuito de recepção 21 sem ser refletido. O sinal transmitido Sig pode ser expresso conforme a seguir:

$$\text{[0071]} \quad \text{Sig} = \lambda_{12}\lambda_{23}\lambda_{34}\lambda_{45}\text{Stx}$$

[0072] Quando se supõe que a interferência intersímbolo e o sinal refletido não existem, o sinal de recepção Srx é equivalente ao sinal transmitido Sig; entretanto, na realidade, o sinal de recepção Srx é a soma do sinal transmitido Sig, a interferência intersímbolo e o sinal refletido.

[0073] O sinal refletido RefA é um sinal refletido que alcança principalmente uma entrada do circuito de recepção 21 após o sinal transmitido Sig alcançar a entrada do circuito de recepção 21, e os sinais refletidos Ref2, Ref4, Ref5, Ref6, Ref7 e Ref8 são considerados. Então, o sinal refletido RefA pode ser expresso conforme a seguir:

$$\text{RefA} = (\Gamma_{21}\Gamma_{23} + \Gamma_{32}\Gamma_{34} + \Gamma_{45}\Gamma_{43})\lambda_{12}\lambda_{23}\lambda_{34}\lambda_{45}\text{Stx}$$

[0074] O sinal refletido RefB é um sinal refletido que é um sinal refletido entre o bloco 4 e o bloco 5, adicionalmente refletido entre o bloco 2 e o bloco 1 e, então, alcançado para o bloco 5 novamente, que considera reflexões que podem ser primordiais. Esse caminho é ilustrado com setas pontilhadas na Figura 6. O sinal refletido RefB alcança a entrada do circuito de recepção 21 depois do sinal refletido RefA. O sinal refletido RefB pode ser expresso conforme a seguir:

$$\text{RefB} = \Gamma_{21}\Gamma_{45}\lambda_{12}\lambda_{23}\lambda_{34}\lambda_{45}\lambda_{43}\lambda_{32}\text{Stx}$$

[0075] Visto que há múltiplas reflexões além das que são ilustradas na Figura 6, não é prático considerar todos os sinais refletidos. Adicionalmente, os sinais refletidos que são refletidos mais do que uma vez são enfraquecidos. Então, no cálculo a seguir, os dois sinais refletidos acima RefA e RefB, que se supõem serem os mais fortes, serão considerados.

[0076] A seguir, as magnitudes do sinal transmitido Sig e dos sinais refletidos RefA e RefB serão calculadas.

[0077] Os coeficientes de transmissão respectivos λ_{12} , λ_{23} , λ_{34} e λ_{45} podem ser expressos pelas equações a seguir (7) a (10).

$$\lambda_{12} = \frac{2Z_0}{Z_0 + Z_{trx}} = \frac{2Z_0}{R_t + Z_0} \cdot \frac{1 + sC_t R_t}{1 + s \frac{R_t Z_0}{R_t + Z_0} C_t} \quad (7)$$

$$\lambda_{23} = \frac{2Z_{acc}}{Z_{acc} + Z_0} = \frac{2(1 + sZ_0 C_{acc})}{1 + s \cdot 2Z_0 C_{acc}} \quad (= \lambda_{43}) \quad (8)$$

$$\lambda_{34} = \frac{2Z_0}{Z_0 + Z_{acc}} = \frac{s \cdot 2Z_0 C_{acc}}{1 + s \cdot 2Z_0 C_{acc}} \quad (= \lambda_{32}) \quad (9)$$

$$\lambda_{45} = \frac{2Z_{trx}}{Z_{trx} + Z_0} = \frac{2R_t}{R_t + Z_0} \cdot \frac{1}{1 + s \frac{R_t Z_0}{R_t + Z_0} C_t} \quad (10)$$

[0078] Consequentemente, a equação a seguir (11) pode ser obtida.

$$\lambda_{12}\lambda_{23}\lambda_{34}\lambda_{45} = \frac{16Z_0^2 R_t C_{acc}}{(R_t + Z_0)^2} \cdot \frac{s(1 + sZ_0 C_{acc}) \cdot (1 + sC_t R_t)}{(1 + s \cdot 2Z_0 C_{acc})^2 \cdot \left(1 + s \frac{R_t Z_0}{R_t + Z_0} C_t\right)^2}$$

$$|\lambda_{12}\lambda_{23}\lambda_{34}\lambda_{45}| = \frac{16Z_0^2 R_t C_{acc}}{(R_t + Z_0)^2} \cdot \frac{\omega \sqrt{(1 + (\omega Z_0 C_{acc})^2)} \cdot (1 + (\omega R_t C_t)^2)}{(1 + (2\omega Z_0 C_{acc})^2) \cdot \left(1 + \left(\omega \frac{R_t Z_0}{R_t + Z_0} C_t\right)^2\right)} \quad (11)$$

[0079] O sinal transmitido Sig é um produto do lado direito da equação (11) e o sinal de transmissão Stx.

[0080] Adicionalmente, os coeficientes de reflexão respectivos Γ_{21} , Γ_{23} , Γ_{32} , Γ_{34} , Γ_{45} e Γ_{43} podem ser expressos pelas equações a seguir (12) e (13).

$$\Gamma_{45} = \Gamma_{21}, \quad \Gamma_{43} = \Gamma_{23}, \quad \Gamma_{34} = \Gamma_{32} = -\Gamma_{23} \quad (12)$$

$$\Gamma_{21} = \frac{Z_0 - Z_{trx}}{Z_0 + Z_{trx}}, \quad \Gamma_{23} = \frac{Z_0 - Z_{acc}}{Z_0 + Z_{acc}} \quad (13)$$

[0081] Consequentemente, a equação a seguir (14) é obtida.

$$\begin{aligned} & (\Gamma_{21}\Gamma_{23} + \Gamma_{32}\Gamma_{34} + \Gamma_{45}\Gamma_{43}) \\ &= \Gamma_{23}(2\Gamma_{21} + \Gamma_{23}) \\ &= -\frac{s^2 \cdot 4Z_0^2 R_t C_{acc} C_t + s(4Z_0^2 C_{acc} - 4C_{acc} Z_0 R_t + C_t R_t Z_0) + Z_0 - 3R_t}{(1 + s \cdot 2C_{acc} Z_0)^2 (R_t + Z_0 + sC_t R_t Z_0)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & |\Gamma_{21}\Gamma_{23} + \Gamma_{32}\Gamma_{34} + \Gamma_{45}\Gamma_{43}| \\ &= \frac{\sqrt{(Z_0 - 3R_t - 4\omega^2 Z_0^2 R_t C_{acc} C_t)^2 + \omega^2 (4Z_0^2 C_{acc} - 4C_{acc} Z_0 R_t + C_t R_t Z_0)^2}}{(1 + (2\omega C_{acc} Z_0)^2) \sqrt{(R_t + Z_0)^2 + (\omega C_t R_t Z_0)^2}} \quad (14) \end{aligned}$$

[0082] O sinal refletido RefA é um produto do lado direito da equação (14) e o

sinal transmitido Sig.

[0083] O sinal refletido RefB também pode ser obtido do mesmo modo; entretanto, as descrições da equação detalhada são omitidas.

[0084] Posteriormente, uma razão S/N do sinal de recepção Srx será calculada. A razão S/N é uma razão do sinal transmitido Sig e ruído. Presume-se que o ruído seja uma soma da interferência intersímbolo ISI da equação (2), o sinal refletido RefA e o sinal refletido RefB. Então, a razão S/N é obtida como a equação a seguir (15).

$$\text{razão S/N} = \text{Sig}/(\text{ISI} + \text{RefA} + \text{RefB}) \quad (15)$$

[0085] Aqui, supõe-se que a impedância de saída Rt e a resistência de terminação Rt sejam de 50 Ω e a capacitância parasita Ct seja de 0,5 pF. Presume-se que o tempo de elevação/queda trf do sinal de transmissão Stx seja de 80 ps. Consequentemente, a frequência f é determinada para ser de 3,5 GHz, e uma velocidade angular ω é determinada para ser de 22,0 Grad/s. Presume-se que a taxa de dados de taxa de dados seja de 6 Gbps. Consequentemente, 1 UI é determinado para ser de 166,7 ps.

[0086] Pode-se verificar que, quando esses valores são designados para a equação (15), a impedância característica Z0 e a capacitância de acoplamento Cacc precisam satisfazer a relação ilustrada na Figura 7, a fim de maximizar a razão S/N do sinal de recepção Srx.

[0087] A Figura 7 é um diagrama que ilustra uma relação entre a impedância característica Z0 e a capacitância de acoplamento Cacc, que maximizam a razão S/N. Com a combinação da impedância característica Z0 e da capacitância de acoplamento Cacc da linha de relação 71 na Figura 7, a razão S/N máxima pode ser obtida. Então, a fim de obter a razão S/N máxima, a impedância característica Z0 precisa ser elevada, conforme a capacitância de acoplamento Cacc se reduz.

[0088] Adicionalmente, a fim de aumentar a razão S/N para mais alta do que 1,8 vez, a impedância característica Z0 e a capacitância de acoplamento Cacc precisam ser ajustadas entre uma curva de valor máximo 72 e uma curva de valor mínimo 73. A curva de valor máximo 72 ilustra a relação entre a impedância característica

máxima Z_0 e a capacitância de acoplamento C_{acc} , que podem tornar a razão S/N mais alta do que 1,8 vez. A curva de valor mínimo 73 ilustra a relação entre a impedância característica mínima Z_0 e a capacitância de acoplamento C_{acc} , que pode tornar a razão S/N mais alta do que 1,8 vez. Por exemplo, quando a capacitância de acoplamento C_{acc} é de 1 pF, a razão S/N pode se tornar mais alta do que 1,8 vez, instalando-se a impedância característica Z_0 para ser de aproximadamente 46 Ω ou mais e de aproximadamente 67 Ω ou menos. A "1,8 vez" é um exemplo, mas, quando a razão S/N pode se tornar mais alta do que 1,8 vez, designar o circuito de recepção 21 pode ser mais fácil.

[0089] Particularmente, quando a capacitância de acoplamento C_{acc} é de 1 pF ou menos, a razão S/N pode ser aprimorada quando a impedância característica Z_0 é mais do que a impedância de saída R_t e a resistência de terminação R_t (= 50 Ω) e 90 Ω ou menos. Isso é porque o fator (2) é dominante, comparado aos fatores (1) e (3) nessa faixa em que a capacitância de acoplamento C_{acc} é pequena.

[0090] Quando a taxa de dados da taxa de dados, o tempo de elevação/queda trf, a impedância de saída R_t ou similares variam, a linha de relação 71 da Figura 7 muda para um certo grau. Conforme descrito acima, mesmo com uma condição diferente da explicação acima, por exemplo, quando a capacitância de acoplamento C_{acc} é de 10 pF ou menos, a razão S/N pode ser aprimorada se a impedância característica Z_0 for mais do que a impedância de saída R_t do circuito de transmissão 11.

[0091] Conforme descrito acima, de acordo com a presente modalidade, visto que a impedância característica Z_0 é mais do que a impedância de saída R_t do circuito de transmissão 11 e a resistência de terminação R_t , a perda de retorno na capacitância de acoplamento C_{acc} pode ser reduzida, mesmo quando a capacitância de acoplamento C_{acc} é de 1 pF ou menos e a impedância é alta. Com isso, visto que a reflexão do sinal na capacitância de acoplamento C_{acc} pode ser reduzida, a amplitude dos sinais refletidos RefA e RefB sobreposta ao sinal transmitido Sig pode ser reduzida. Então, visto que o ruído pode ser reduzido, a razão S/N do sinal de recepção S_{rx} pode ser reduzida. Em outras palavras, a

qualidade de sinal do sinal de recepção S_{rx} pode ser aprimorada.

(Segunda modalidade)

[0092] Uma das características de uma segunda modalidade é que um tempo de atraso T_{d1} da primeira linha de transmissão $L1$ e um tempo de atraso T_{d2} da segunda linha de transmissão $L2$ são ajustados para valores preferenciais.

[0093] A Figura 8 é um diagrama em bloco que ilustra uma estrutura esquemática de um sistema de comunicação 1, de acordo com a segunda modalidade. Na Figura 8, mesmas referências numéricas são aplicadas aos componentes que estão em comum com Figura 1, e as diferenças serão principalmente explicadas.

[0094] Na Figura 8, para tornar a explicação clara, uma estrutura com extremidade única é ilustrada; entretanto, uma estrutura básica do sistema de comunicação 1 da segunda modalidade é a mesma que aquela na primeira modalidade. Em outras palavras, a estrutura do diferencial ilustrado na Figura 1 pode ser empregada. Adicionalmente, de modo similar à primeira modalidade, a impedância característica Z_0 pode ser mais do que a impedância de saída R_t do circuito de transmissão 11 e não deve ser ajustada desse modo.

[0095] O circuito de recepção 21 inclui um circuito de histerese. O circuito de histerese tem uma histerese em características de entrada e de saída, compara o sinal de recepção S_{rx} com uma primeira tensão limite V_{hist} e uma segunda tensão negativa de limite ($-V_{hist}$) que é inferior à primeira tensão limite V_{hist} , e produz dados de saída D_{sa} , de acordo com o resultado de comparação. Concretamente, o circuito de histerese produz dados de saída D_{sa} em um nível alto ("1") quando o sinal de recepção S_{rx} muda na primeira tensão limite V_{hist} ou mais, e produz dados de saída D_{sa} em um nível baixo ("0") quando o sinal de recepção S_{rx} muda na segunda tensão limite ($-V_{hist}$) ou menos.

[0096] Conforme descrito na primeira modalidade, o sinal de recepção S_{rx} inclui um sinal transmitido que é o sinal de transmissão S_{tx} alcançado para o circuito de recepção 21, sem ser refletido, e um sinal refletido que é o sinal de transmissão S_{tx} alcançado para o circuito de recepção 21 após ser refletido uma vez ou mais.

[0097] Na presente modalidade, em relação à entrada do circuito de recepção 21, o tempo de atraso Td1 da primeira linha de transmissão L1 e o tempo de atraso Td2 da segunda linha de transmissão L2 são ajustados de modo que o intervalo, quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite Vhist ou mais, ou a segunda tensão limite (-Vhist) ou menos é diferente do intervalo quando um valor absoluto da amplitude do sinal refletido se torna máximo. Com isso, a qualidade de sinal do sinal de recepção Srx pode ser aprimorada eficazmente, conforme descrito abaixo.

[0098] Doravante, uma razão pela qual os tempos de atraso Td1 e Td2 são ajustados desse modo será descrita em detalhes.

[0099] A Figura 9 é um diagrama que ilustra uma relação entre a instabilidade dos dados de saída Dsa e os tempos de atraso Td1 e Td2 da primeira e da segunda linha de transmissão L1 e L2. Conforme ilustrado na Figura 9, os inventores da presente invenção verificaram independentemente que a instabilidade dos dados de saída Dsa varia quando os tempos de atraso Td1 e Td2 mudam. Em outras palavras, a instabilidade dos dados de saída Dsa pode se tornar o valor mínimo ou o valor máximo, de acordo com o tempo de atraso Td1 ou Td2. Os inventores da presente invenção criaram a presente invenção com base em suas próprias verificações.

[0100] A Figura 10A é um diagrama em forma de onda que ilustra esquematicamente o sinal transmitido e o sinal refletido na entrada do circuito de recepção 21 em uma condição pior. Conforme ilustrado na Figura 10A, o valor absoluto da amplitude do sinal refletido se torna o máximo nos intervalos respectivos t11, t12, t13, t14 e t15, quando o sinal transmitido se torna uma primeira tensão limite Vhist ou mais, ou a segunda tensão limite (-Vhist) ou menos.

[0101] Aqui, os números -1 a 5 aplicados na Figura 10A representam que, por exemplo, uma forma de onda com o número 0 do sinal transmitido é atrasado devido a uma reflexão e se torna uma forma de onda de um sinal refletido com o mesmo número 0.

[0102] Conforme ilustrado na Figura 10B, um padrão de olho do sinal de

recepção S_{rx} , em que um sinal transmitido e um sinal refletido são sobrepostos, tem uma instabilidade relativamente grande em um intervalo, quando o sinal de recepção S_{rx} se torna a primeira tensão limite V_{hist} ou mais, ou a segunda tensão limite ($-V_{hist}$) ou menos. Isso é devido ao fato de que, visto que o tempo de atraso do sinal refletido varie correspondendo ao tempo de atraso da linha de transmissão, o valor absoluto da amplitude do sinal refletido é grande nesse intervalo, e isso faz com que o sinal refletido aumente a instabilidade do sinal de recepção S_{rx} . Conseqüentemente, a instabilidade dos dados de saída D_{sa} também se torna grande.

[0103] A Figura 10C é um diagrama em forma de onda que ilustra esquematicamente o sinal transmitido e o sinal refletido na entrada do circuito de recepção 21 em uma condição melhor. Conforme ilustrado na Figura 10C, o valor absoluto da amplitude do sinal refletido se torna mínimo nos intervalos respectivos t_{11} , t_{12} , t_{13} , t_{14} e t_{15} quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite V_{hist} ou mais, ou a segunda tensão limite ($-V_{hist}$) ou menos.

[0104] Com isso, conforme ilustrado na Figura 10D, o padrão de olho do sinal de recepção S_{rx} na entrada do circuito de recepção 21 tem menos instabilidade do que o caso da Figura 10B, em intervalos, quando o sinal de recepção S_{rx} se torna a primeira tensão limite V_{hist} ou mais, ou a segunda tensão limite ($-V_{hist}$) ou menos. Isso é porque, nesse intervalo, o valor absoluto da amplitude do sinal refletido é mínimo e a influência do sinal refletido dada para o sinal de recepção S_{rx} também é pequena. Então, a instabilidade dos dados de saída D_{sa} se torna menor do que os casos das Figuras 10A e 10B.

[0105] Aqui, no caso da Figura 10D, em uma região 101, em que o sinal de recepção S_{rx} aumenta e então cai, e a região 102, em que o sinal de recepção S_{rx} cai e então aumenta, a variação do padrão de olho na direção de eixo de tempo é maior do que o caso da Figura 10B. Entretanto, visto que os dados de saída D_{sa} não variam nesse intervalo devido à característica do circuito de histerese, a instabilidade dos dados de saída D_{sa} não é afetada.

[0106] Posteriormente, um método para instalar tal condição melhor será

explicado.

[0107] A Figura 11 é um diagrama que ilustra esquematicamente o padrão de olho de um sinal transmitido na entrada do circuito de recepção 21.

[0108] Aqui, uma taxa de variação do sinal transmitido é ajustada como $SR[V/s]$ e um intervalo de unidade do sinal de transmissão Stx é ajustado como $UI[s]$.

[0109] Quando se presume que o intervalo do sinal transmitido que varia seja de $0 UI$, exige-se que se mantenha o valor absoluto da amplitude do sinal refletido, de modo que não seja máximo no intervalo de " $0 UI + V_{hist}/SR[s]$ ", conforme descrito acima. Então, a condição melhor é que o valor absoluto da amplitude do sinal refletido se torne máximo sobre um intervalo no meio, entre um intervalo de " $0 UI + V_{hist}/SR[s]$ " e um intervalo de " $V_{hist}/SR + 1 UI[s]$ ", quando o sinal transmitido subsequentemente se torna a primeira tensão limite V_{hist} ou mais, ou a segunda tensão limite ($-V_{hist}$) ou menos. Em outras palavras, prefere-se que o valor absoluto da amplitude do sinal refletido se torne máximo sobre um intervalo de " $(V_{hist}/SR) + 0,5 UI[s]$ ".

[0110] Aqui, conforme ilustrado na Figura 8, uma reflexão entre o circuito de transmissão 11 e a capacitância de acoplamento C_{acc} , a reflexão entre a capacitância de acoplamento C_{acc} e o circuito de recepção 21 e a reflexão entre o circuito de transmissão 11 e o circuito de recepção 21 serão consideradas. Uma onda refletida causada pela reflexão entre o circuito de transmissão 11 e a capacitância de acoplamento C_{acc} é atrasada por " $2 \times Td1$ ", comparada a uma onda transmitida. Uma onda refletida causada pela reflexão entre a capacitância de acoplamento C_{acc} e o circuito de recepção 21 atrasa por " $2 \times Td2$ ", comparada a uma onda transmitida. Uma onda refletida causada pela reflexão entre o circuito de transmissão 11 e o circuito de recepção 21 atrasa por " $2(Td1 + Td2)$ ", comparada a uma onda transmitida.

[0111] Com base no descrito acima, embora o valor absoluto da amplitude do sinal transmitido seja ajustado como $V_{amp}[V]$, e N_{UI} é ajustado como um múltiplo de número inteiro de UI , em que o número inteiro é zero ou mais, o tempo de atraso $Td1$ e o tempo de atraso $Td2$ são preferencialmente ajustados de modo que pelo

menos um de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$," e " $2(Td1 + Td2)$ " seja quase equivalente a " $N_{UI} + V_{hist}/SR + 0,5 UI - V_{amp}/SR$." Isso causa a condição melhor descrita acima, e a instabilidade pode ser minimizada. A instabilidade pode ser adicionalmente reduzida quando mais de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$," e " $2(Td1 + Td2)$ " satisfazem a condição acima.

[0112] A Figura 12 é um diagrama que ilustra uma faixa de tempos de atraso preferenciais $Td1$ e $Td2$. Por exemplo, a instabilidade pode ser reduzida eficazmente quando pelo menos um de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$," e " $2(Td1 + Td2)$ " está em uma faixa de " $N_{UI} + 0,95 \times V_{hist}/SR + 0,5 UI - V_{amp}/SR$ " para " $N_{UI} + 1,05 \times V_{hist}/SR + 0,5 UI - V_{amp}/SR$." A faixa pode ser mais ampla; entretanto, o efeito de redução de instabilidade é reduzido, à medida que " $2 \times Td1$ " ou similar se torna mais diferente de " $N_{UI} + V_{hist}/SR + 0,5 UI - V_{amp}/SR$." Em outras palavras, em todo tempo que o tempo de atraso $Td1$ e o tempo de atraso $Td2$ são ajustados, de modo que um de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$," e " $2(Td1 + Td2)$ " seja diferente de " $N_{UI} + V_{hist}/SR - V_{amp}/SR$ ", a instabilidade pode ser reduzida, comparada à condição pior.

[0113] Conforme descrito acima, de acordo com a presente modalidade, o valor absoluto da amplitude do sinal refletido não é mantido para ser maximizado no intervalo, quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite V_{hist} ou mais, ou a segunda tensão limite ($-V_{hist}$) ou menos, ou seja, no intervalo quando os dados de saída D_{sa} do circuito de recepção 21 variam. Com isso, visto que a instabilidade do sinal de recepção S_{rx} pode ser reduzida nesse intervalo, a qualidade de sinal do sinal de recepção S_{rx} pode ser aprimorada.

[0114] Como resultado, mesmo quando há um sinal refletido, a instabilidade dos dados de saída D_{sa} pode ser reduzida.

[0115] Adicionalmente, similarmente à primeira modalidade, a qualidade de sinal do sinal de recepção S_{rx} pode ser adicionalmente aprimorada, visto que a razão S/N do sinal de recepção S_{rx} pode ser aprimorada instalando-se a impedância característica Z_0 maior do que a impedância de saída R_t do circuito de transmissão 11.

(Terceira modalidade)

[0116] A segunda modalidade pode ser aplicada a um sistema de comunicação

com uso de um acoplamento indutivo, como o acoplamento de CA. Doravante, as diferenças da segunda modalidade serão principalmente explicadas.

[0117] A Figura 13 é um diagrama em bloco que ilustra uma estrutura esquemática de um sistema de comunicação 1A, de acordo com uma terceira modalidade. O sistema de comunicação 1A tem uma diferença da segunda modalidade, em que uma mola de transmissão (elemento de acoplamento de CA de transmissão) Ltx e uma mola de recepção (elemento de acoplamento de CA de recebimento) Lrx são incluídas como substitutas para o eletrodo transmissor T1 e o eletrodo receptor R1.

[0118] Em outras palavras, um par de primeiras linhas de transmissões L1 respectivamente tem uma extremidade conectada à mola de transmissão Ltx. Concretamente, a mola de transmissão Ltx é conectada entre uma das extremidades das primeiras linhas de transmissão L1.

[0119] Um par de segundas linhas de transmissão L2 respectivamente tem uma extremidade conectada à mola de recepção Lrx. Concretamente, a mola de recepção Lrx é conectada entre uma das extremidades das segundas linhas de transmissão L2.

[0120] Quando a comunicação é executada, a mola de recepção Lrx é acoplada indutivamente à mola de transmissão Ltx. Em outras palavras, a mola de recepção Lrx é acoplada à mola de transmissão Ltx com uso do acoplamento de CA. Com isso, o circuito de recepção 21 recebe um sinal de recepção Srx por meio da mola de recepção Lrx e das segundas linhas de transmissão L2.

[0121] Aqui, duas molas de transmissão Ltx e duas molas de recepção Lrx podem ser fornecidas, cada uma das molas de transmissão Ltx pode ser conectada entre uma extremidade das primeiras linhas de transmissão respectivas L1 e um terra, e cada uma das molas de recepção Lrx pode ser conectada entre uma extremidade das respectivas segundas linhas de transmissão L2 e o terra. Adicionalmente, uma estrutura com extremidade única também pode ser empregada.

[0122] Na presente modalidade, similarmente à segunda modalidade, na entrada

circuito de recepção 21, o tempo de atraso $Td1$ da primeira linha de transmissão L1 e o tempo de atraso $Td2$ da segunda linha de transmissão L2 também são ajustados de modo que o intervalo, quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite V_{hist} ou mais, ou a segunda tensão limite ($-V_{hist}$) ou menos, é diferente do intervalo quando o valor absoluto da amplitude do sinal refletido se torna máximo.

[0123] Adicionalmente, de modo similar à segunda modalidade, uma onda refletida causada pela reflexão entre o circuito de transmissão 11 e a mola de transmissão L_{tx} atrasa por " $2 \times Td1$ ", comparada a uma onda transmitida. Uma onda refletida causada pela reflexão entre a mola de recepção L_{rx} e o circuito de recepção 21 atrasa por " $2 \times Td2$ ", comparada a uma onda transmitida. Uma onda refletida causada pela reflexão entre o circuito de transmissão 11 e o circuito de recepção 21 atrasa por " $2(Td1 + Td2)$ ", comparada a uma onda transmitida. Pelo menos um de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$ " e " $2(Td1 + Td2)$ " satisfaz a condição explicada na segunda modalidade.

[0124] Então, também no sistema de comunicação 1A, com uso de acoplamento indutivo, similarmente à segunda modalidade, a qualidade de sinal do sinal de recepção S_{rx} pode ser aprimorada.

[0125] Embora certas modalidades tenham sido descritas, essas modalidades foram apresentadas a título de exemplo apenas e não são destinadas a limitar o escopo das invenções. De fato, os métodos inovadores e os sistemas descritos no presente documento podem ser incorporados em uma variedade de outras formas; além disso, várias omissões, substituições e mudanças, na forma dos métodos e sistemas descritos no presente documento, podem ser feitas, sem se afastarem do espírito das invenções. As reivindicações anexas e suas equivalentes são destinadas a cobrir tais formas ou modificações, conforme cairiam dentro do escopo e do espírito das invenções.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de comunicação caracterizado pelo fato de que compreende:
 - um eletrodo transmissor;
 - uma primeira linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao eletrodo transmissor;
 - um circuito de transmissão conectado a uma outra extremidade da primeira linha de transmissão e configurado para transmitir um sinal de transmissão;
 - um eletrodo receptor acoplado capacitivamente ao eletrodo transmissor;
 - uma segunda linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao eletrodo receptor; e
 - um circuito de recepção conectado a uma outra extremidade da segunda linha de transmissão e configurado para receber um sinal de recepção por meio do eletrodo receptor e da segunda linha de transmissão,em que impedâncias características da primeira linha de transmissão e da segunda linha de transmissão são maiores do que uma impedância de saída do circuito de transmissão.
2. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma capacitância de acoplamento entre o eletrodo transmissor e o eletrodo receptor é de 10 pF ou menos.
3. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a impedância de saída do circuito de transmissão é de 40 Ω ou mais e de 60 Ω ou menos.
4. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as impedâncias características da primeira linha de transmissão e da segunda linha de transmissão são de 90 Ω ou menos.
5. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que
 - o circuito de recepção compreende um circuito de histerese que tem uma histerese em características de entrada e de saída, o circuito de histerese configurado para comparar o sinal de recepção com a primeira tensão limite e uma

segunda tensão limite, em que a segunda tensão limite é inferior à primeira tensão limite e configurada para produzir dados de saída, de acordo com o resultado de comparação,

o sinal de recepção compreende um sinal transmitido e um sinal refletido, em que o sinal transmitido é o sinal de transmissão alcançado para o circuito de recepção, sem ser refletido, em que o sinal refletido é o sinal de transmissão alcançado para o circuito de recepção após ser refletido, e

um tempo de atraso $Td1$ da primeira linha de transmissão e um tempo de atraso $Td2$ da segunda linha de transmissão são ajustados, de modo que um intervalo, quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite ou mais, ou a segunda tensão limite ou menos, é diferente de um intervalo, quando um valor absoluto de uma amplitude do sinal refletido se torna máximo.

6. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende

uma resistência de terminação conectada entre a outra extremidade da segunda linha de transmissão e um terra.

7. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que um valor da resistência de terminação é de 40Ω ou mais e de 60Ω ou menos.

8. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que um valor da resistência de terminação é equivalente à impedância de saída do circuito de transmissão.

9. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sinal de transmissão é uma onda quadrada.

10. Sistema de comunicação caracterizado pelo fato de que compreende:
um elemento de acoplamento de CA de transmissão;
uma primeira linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao elemento de acoplamento de CA de transmissão;
um circuito de transmissão conectado a uma outra extremidade da primeira linha de transmissão e configurado para transmitir um sinal de transmissão;

um elemento de acoplamento de CA de recebimento acoplado ao elemento de acoplamento de CA de transmissão com uso de acoplamento de CA;

uma segunda linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao elemento de acoplamento de CA de recebimento; e

um circuito de recepção conectado a uma outra extremidade da segunda linha de transmissão e configurado para receber um sinal de recepção por meio do elemento de acoplamento de CA de recebimento e da segunda linha de transmissão,

em que o circuito de recepção compreende um circuito de histerese que tem uma histerese em características de entrada e de saída, o circuito de histerese configurado para comparar o sinal de recepção com uma primeira tensão limite e uma segunda tensão limite, em que a segunda tensão limite é inferior à primeira tensão limite, e configurado para produzir dados de saída, de acordo com o resultado de comparação,

o sinal de recepção compreende um sinal transmitido e um sinal refletido, em que o sinal transmitido é o sinal de transmissão alcançado para o circuito de recepção sem ser refletido, em que o sinal refletido é o sinal de transmissão alcançado para o circuito de recepção após ser refletido, e

um tempo de atraso $Td1$ da primeira linha de transmissão e um tempo de atraso $Td2$ da segunda linha de transmissão são ajustados de modo que, em uma entrada do circuito de recepção, um intervalo, quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite ou mais ou a segunda tensão limite ou menos, é diferente de um intervalo quando um valor absoluto de uma amplitude do sinal refletido se torna máximo.

11. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que

a primeira tensão limite é ajustada como $V_{hist}[V]$,

uma taxa de variação do sinal transmitido é ajustada como $SR[V/s]$,

um intervalo de unidade do sinal de transmissão é ajustado como $UI[s]$,

um valor absoluto de amplitude do sinal transmitido é ajustado como

Vamp[V],

o N_UI é ajustado como um múltiplo de número inteiro de UI, em que o número inteiro é zero ou mais, e

o tempo de atraso Td1 e o tempo de atraso Td2 são ajustados de modo que pelo menos um de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$," e " $2(Td1 + Td2)$ " está dentro de uma faixa de " $N_UI + 0,95 \times V_{hist}/SR + 0,5 UI - V_{amp}/SR$ " a " $N_UI + 1,05 \times V_{hist}/SR + 0,5 UI - V_{amp}/SR$."

12. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que

o tempo de atraso Td1 e o tempo de atraso Td2 são ajustados de modo que pelo menos um de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$," e " $2(Td1 + Td2)$ " se torne equivalente a " $N_UI + V_{hist}/SR + 0,5 UI - V_{amp}/SR$."

13. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que

a primeira tensão limite é ajustada como Vhist[V],

uma taxa de variação do sinal transmitido é ajustada como SR[V/s],

um intervalo de unidade do sinal de transmissão é ajustado como UI[s],

um valor absoluto de amplitude do sinal transmitido é ajustado como

Vamp[V],

o N_UI é ajustado como um múltiplo de número inteiro do UI, em que o número inteiro é zero ou mais, e

o tempo de atraso Td1 e o tempo de atraso Td2 são ajustados de modo que pelo menos um de " $2 \times Td1$," " $2 \times Td2$," e " $2(Td1 + Td2)$ " se torne diferente de " $N_UI + V_{hist}/SR - V_{amp}/SR$."

14. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que

o tempo de atraso Td1 e o tempo de atraso Td2 são ajustados de modo que, na entrada do circuito de recepção, o valor absoluto da amplitude do sinal refletido se torne mínimo em um intervalo quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite ou mais, ou a segunda tensão limite ou menos.

15. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que

o elemento de acoplamento de CA de transmissão é um eletrodo transmissor,

o elemento de acoplamento de CA de recebimento é um eletrodo receptor,

o acoplamento de CA é acoplamento capacitivo,

impedâncias características da primeira linha de transmissão e da segunda linha de transmissão são maiores do que uma impedância de saída do circuito de transmissão, e

uma capacitância de acoplamento entre o eletrodo transmissor e o eletrodo receptor é de 10 pF ou menos.

16. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que

o elemento de acoplamento de CA de transmissão é um eletrodo transmissor,

o elemento de acoplamento de CA de recebimento é um eletrodo receptor,

o acoplamento de CA é acoplamento capacitivo,

impedâncias características da primeira linha de transmissão e da segunda linha de transmissão são maiores do que uma impedância de saída do circuito de transmissão, e

a impedância de saída do circuito de transmissão é de 40 Ω ou mais e de 60 Ω ou menos.

17. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que

o elemento de acoplamento de CA de transmissão é um eletrodo transmissor,

o elemento de acoplamento de CA de recebimento é um eletrodo receptor,

o acoplamento de CA é acoplamento capacitivo, e

o sistema de comunicação compreende uma resistência de terminação conectada entre a outra extremidade da segunda linha de transmissão e um terra.

18. Sistema de comunicação, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o sinal de transmissão é uma onda quadrada.

19. Transmissor configurado para realizar comunicação com um receptor, em que o receptor compreende um eletrodo receptor, uma segunda linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao eletrodo receptor e um circuito de recepção conectado a uma outra extremidade da segunda linha de transmissão e configurado para receber um sinal de recepção por meio do eletrodo receptor e da segunda linha de transmissão, o transmissor caracterizado por compreender:

um eletrodo transmissor acoplado capacitivamente ao eletrodo receptor;

uma primeira linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao eletrodo transmissor; e

um circuito de transmissão conectado a uma outra extremidade da primeira linha de transmissão e configurado para transmitir um sinal de transmissão,

em que impedâncias características da primeira linha de transmissão e da segunda linha de transmissão são maiores do que uma impedância de saída do circuito de transmissão.

20. Transmissor configurado para realizar comunicação com um receptor, em que o receptor compreende um elemento de acoplamento de CA de recebimento, uma segunda linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao elemento de acoplamento de CA de recebimento e um circuito de recepção conectado a uma outra extremidade da segunda linha de transmissão e configurado para receber um sinal de recepção por meio do elemento de acoplamento de CA de recebimento e da segunda linha de transmissão, em que o circuito de recepção compreende um circuito de histerese que tem uma histerese em características de entrada e de saída, o circuito de histerese configurado para comparar o sinal de recepção com uma primeira tensão limite e uma segunda

tensão limite, em que a segunda tensão limite é inferior à primeira tensão limite, e configurado para produzir dados de saída, de acordo com o resultado da comparação, o transmissor caracterizado por compreender:

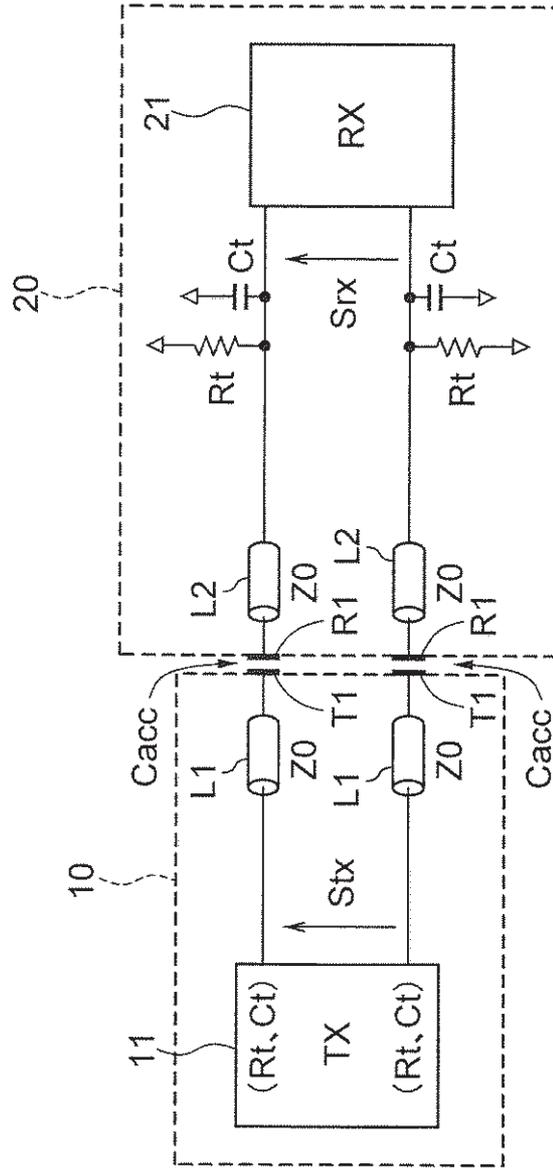
um elemento de acoplamento de CA de transmissão acoplado ao elemento de acoplamento de CA de recebimento usando o acoplamento de CA;

uma primeira linha de transmissão que compreende uma extremidade conectada ao elemento de acoplamento de CA de transmissão; e

um circuito de transmissão conectado a uma outra extremidade da primeira linha de transmissão e configurado para transmitir um sinal de transmissão,

em que o sinal de recepção compreende um sinal transmitido e um sinal refletido, em que o sinal transmitido é o sinal de transmissão alcançado para o circuito de recepção sem ser refletido, em que o sinal refletido é o sinal de transmissão alcançado para o circuito de recepção após ser refletido, e

um tempo de atraso $Td1$ da primeira linha de transmissão e um tempo de atraso $Td2$ da segunda linha de transmissão são ajustados de modo que, em uma entrada do circuito de recepção, um intervalo quando o sinal transmitido se torna a primeira tensão limite ou mais, ou a segunda tensão limite ou menos, é diferente de um intervalo quando um valor absoluto de uma amplitude do sinal refletido se torna máximo.



1

FIG.1

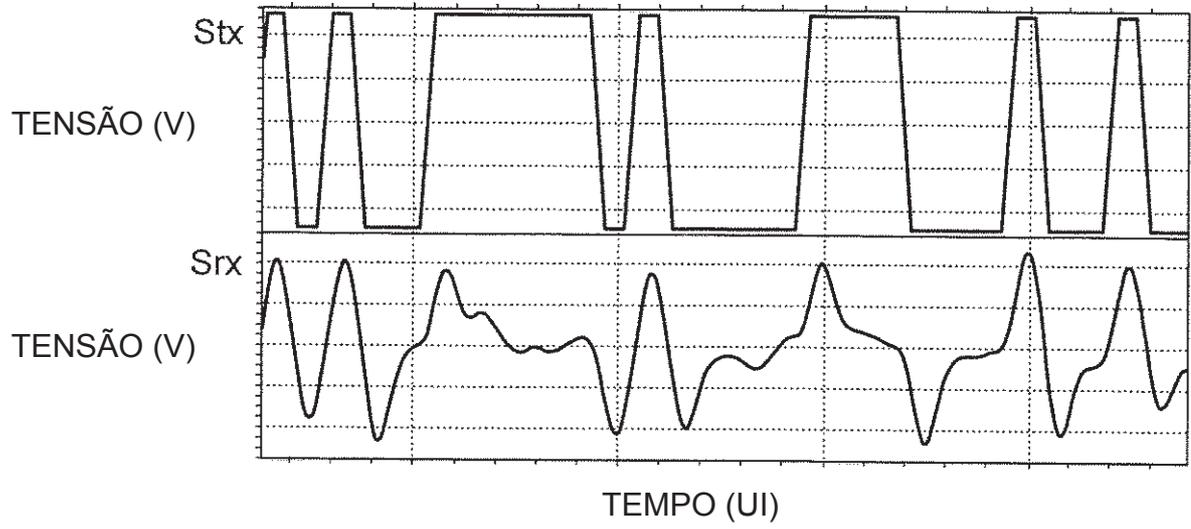


FIG.2A

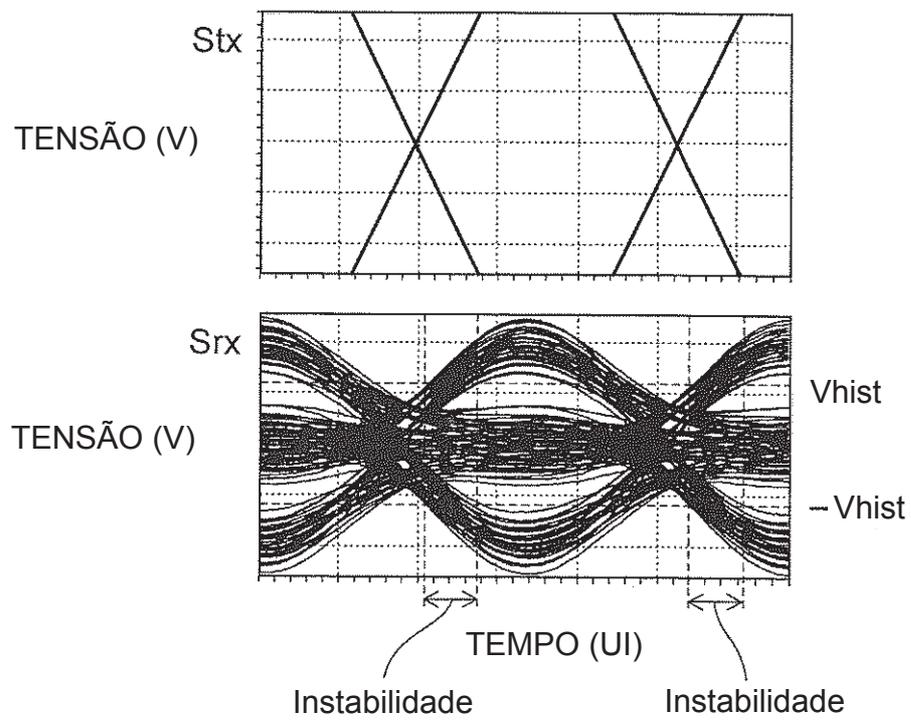


FIG.2B

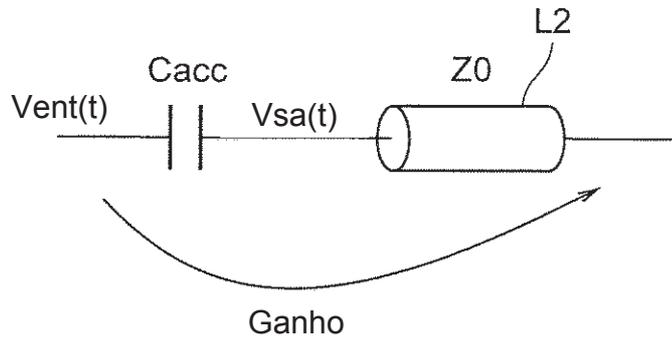


FIG.3A

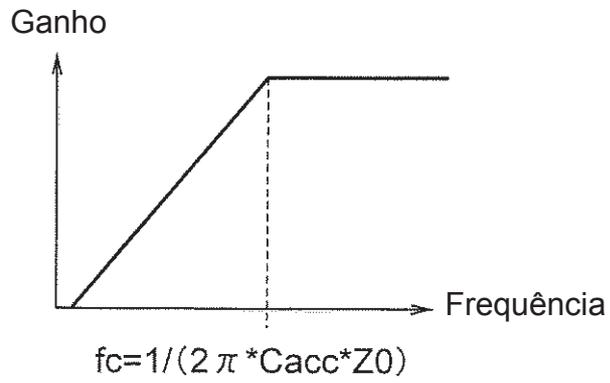


FIG.3B

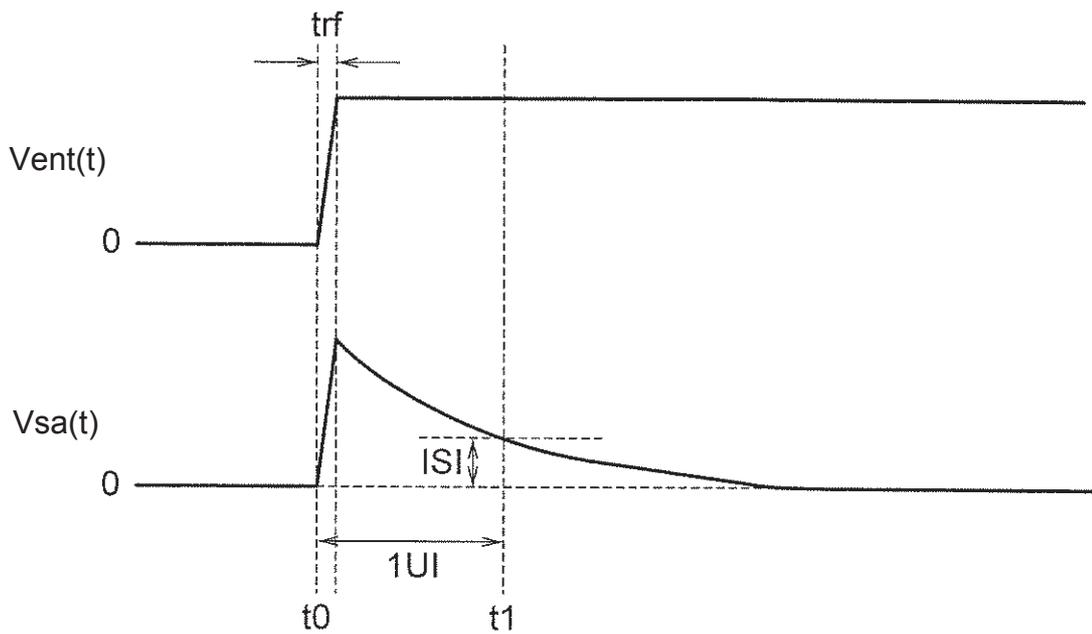


FIG.3C

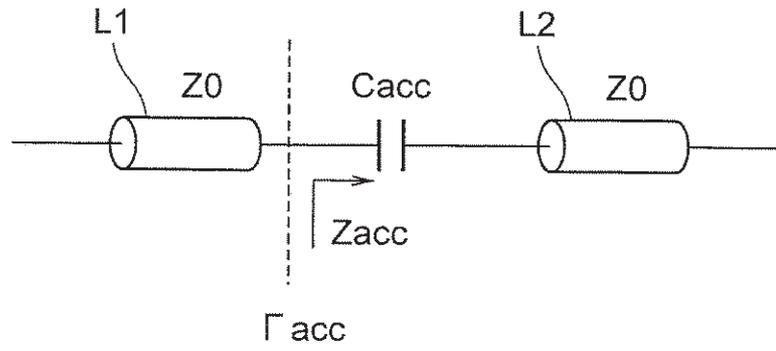


FIG.4

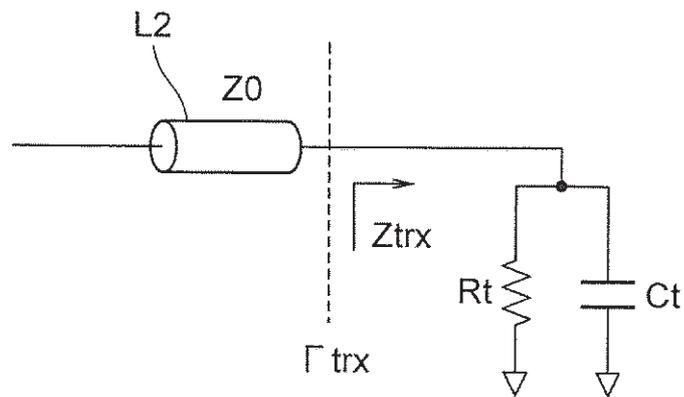


FIG.5

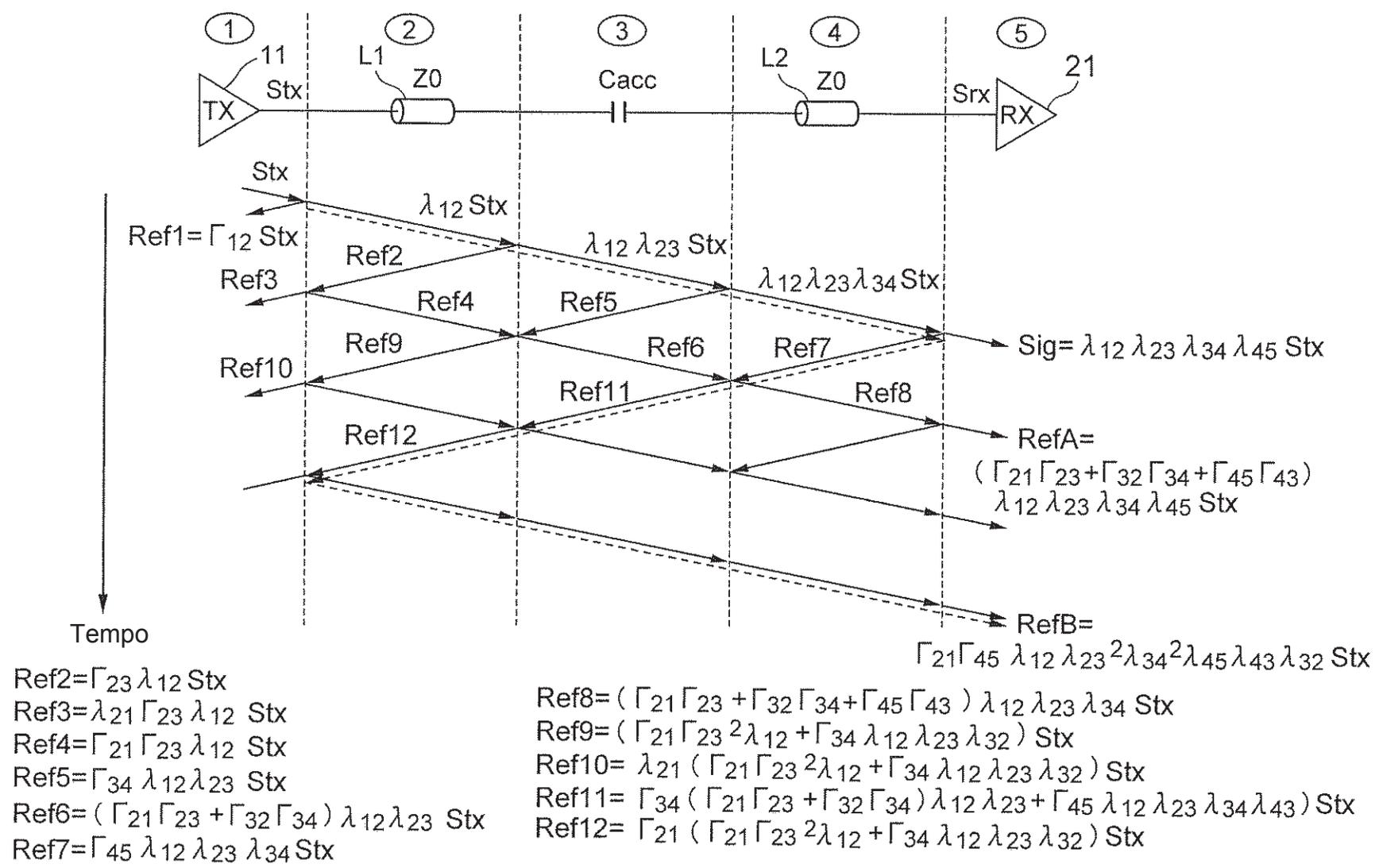


FIG.6

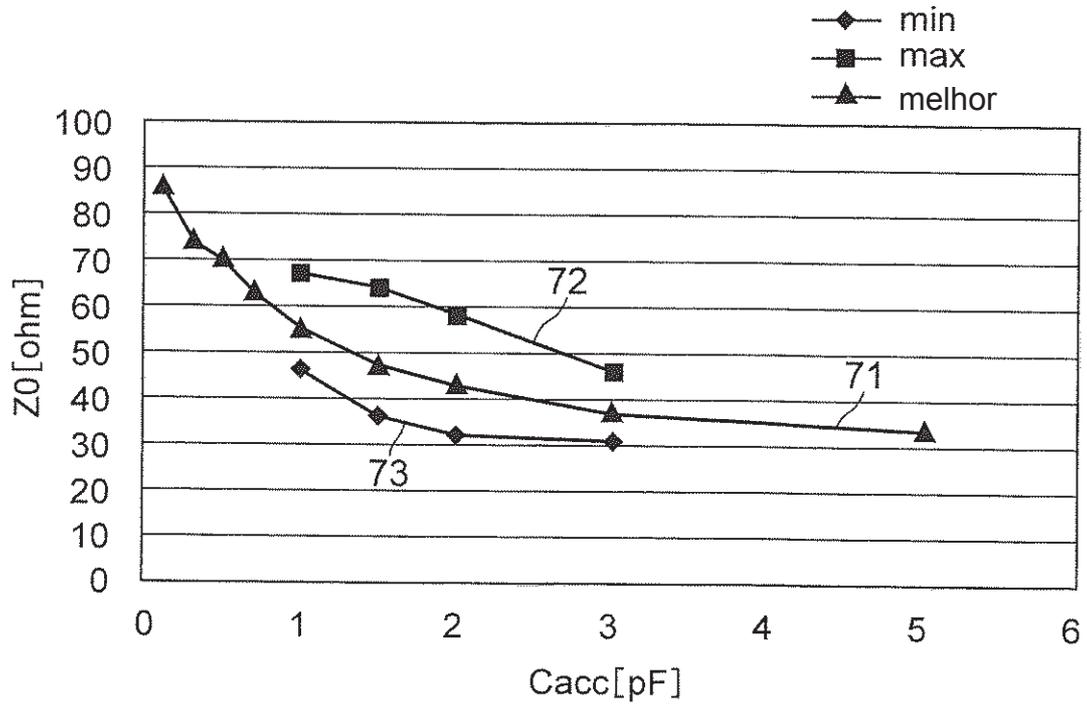


FIG.7

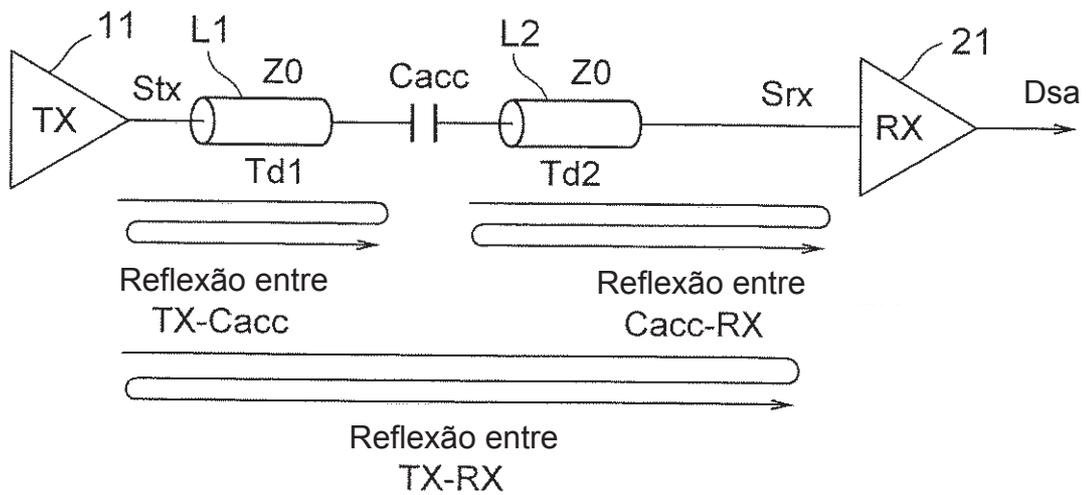


FIG.8

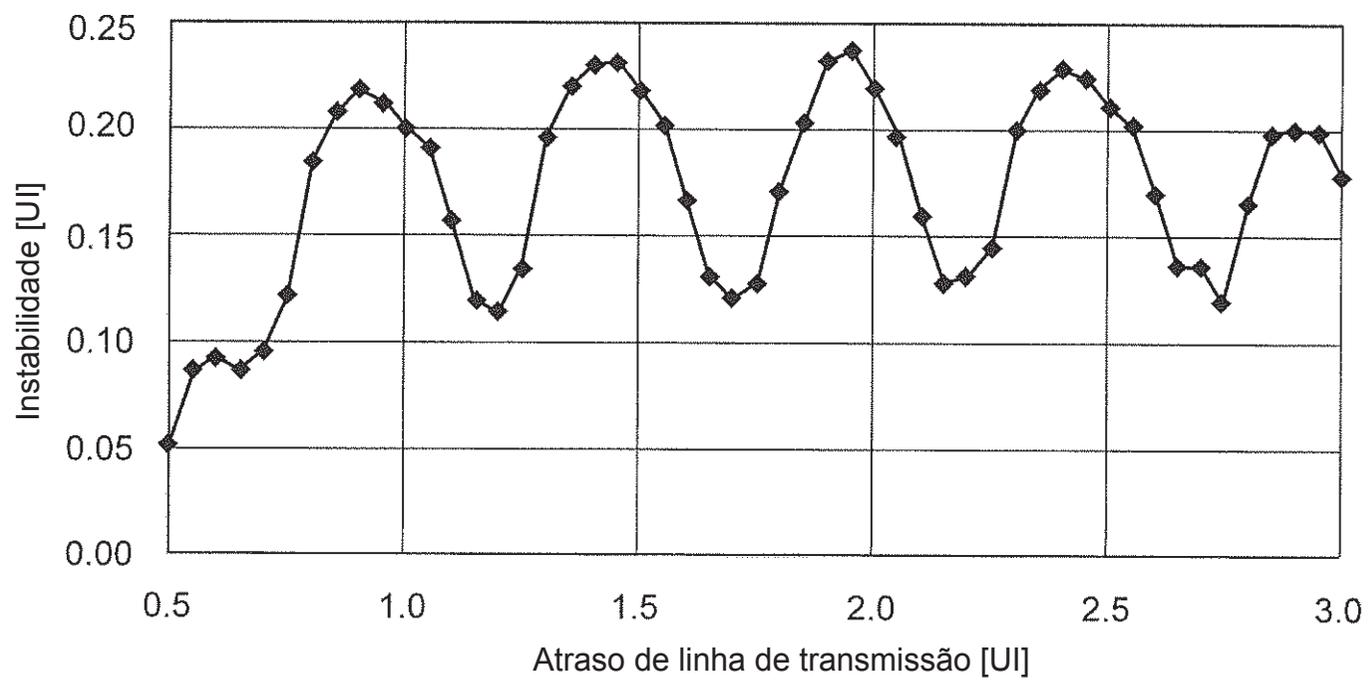


FIG.9

FIG.10A

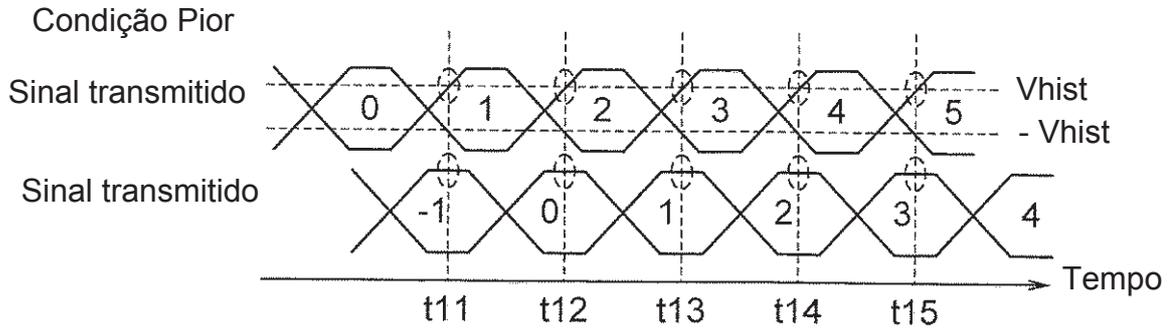


FIG.10B

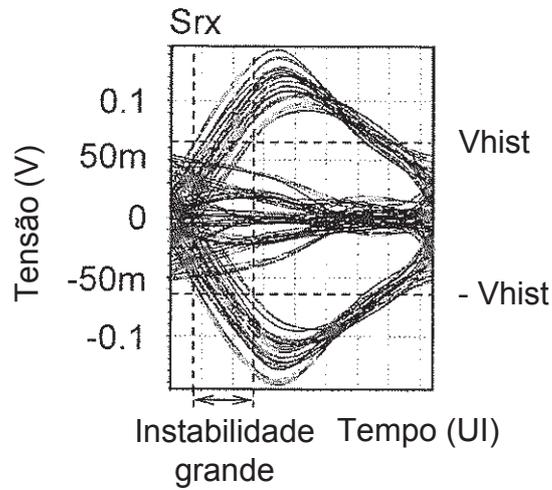


FIG.10C

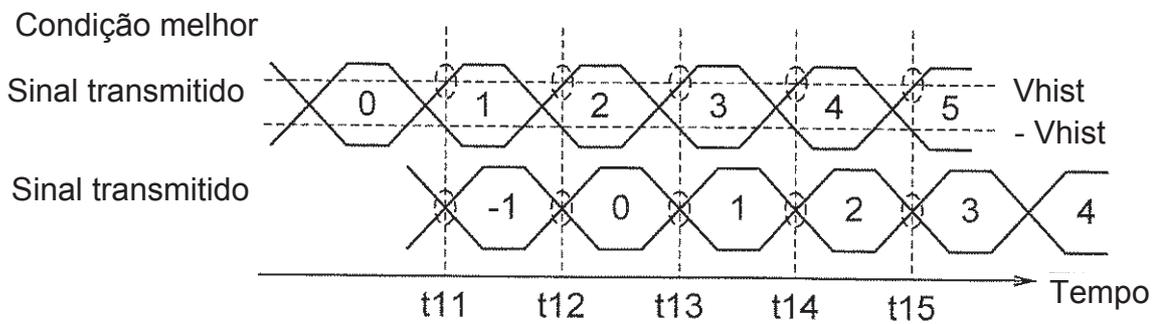
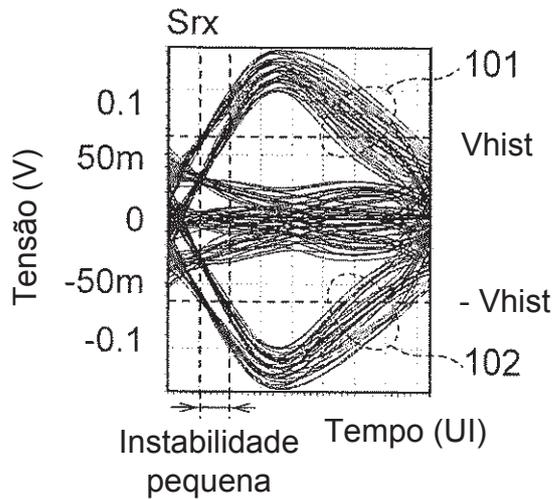


FIG.10D



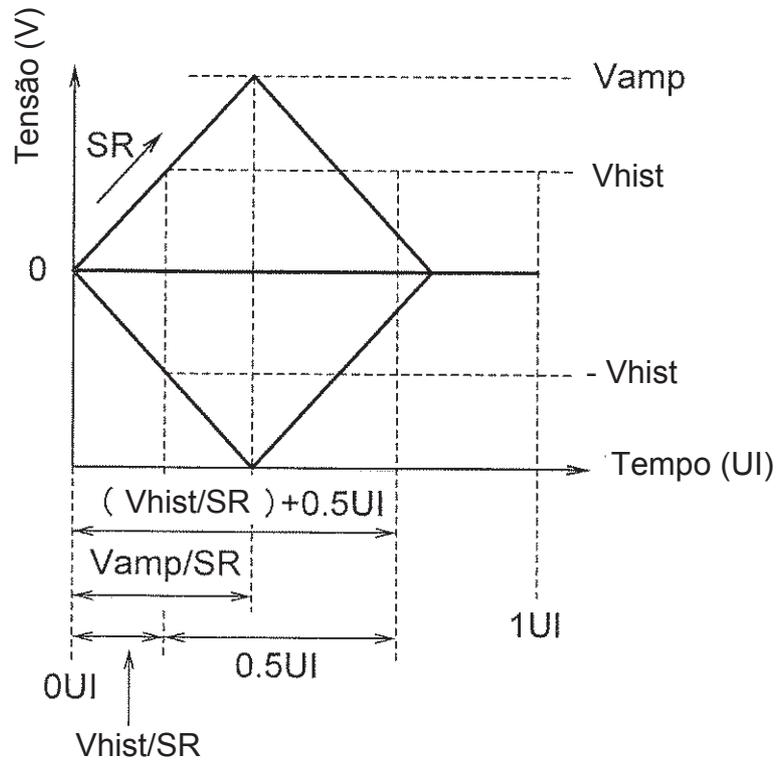


FIG.11

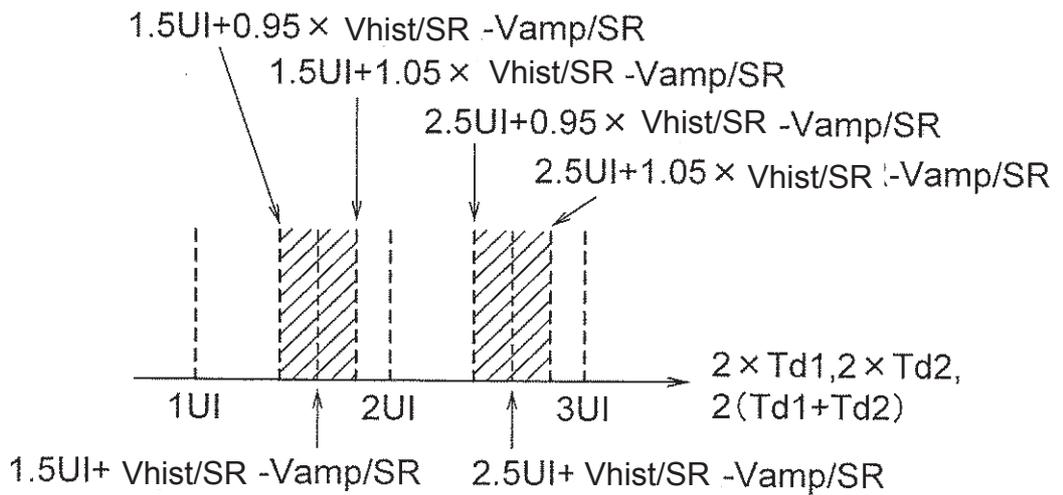
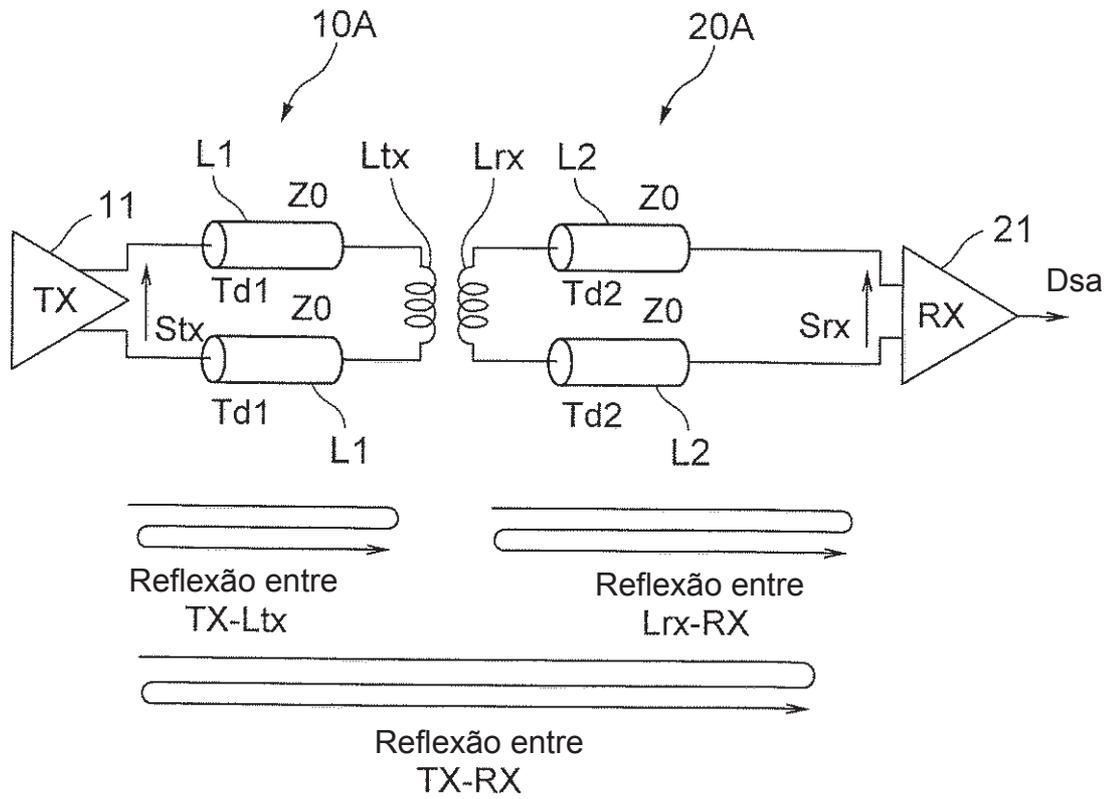


FIG.12



1A

FIG.13