República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 102018070408-7 B1

(22) Data do Depósito: 03/10/2018

(45) Data de Concessão: 10/09/2024

(54) Título: ANTENA DE ETIQUETA DE RFID DE BANDA LARGA

(51) Int.Cl.: H01Q 1/22; H01Q 7/00.

(52) CPC: H01Q 1/2208; H01Q 7/00.

(30) Prioridade Unionista: 03/10/2017 US 15/723,526.

(73) Titular(es): INTERMEC, INC..

(72) Inventor(es): PAVEL NIKITIN.

(57) Resumo: ANTENA DE ETIQUETA DE RFID DE BANDA LARGA. A presente invenção se refere a uma antena de identificação por radiofrequência (RFID - radio frequency identification). A antena de RFID pode incluir: um substrato; um radiador disposto sobre o substrato, sendo que o radiador compreende um primeiro condutor elétrico e um segundo condutor elétrico que cruzam perpendicularmente uma borda reta do radiador, sendo que o primeiro condutor elétrico e o segundo condutor elétrico são simétricos entre si em relação a um ponto central do radiador; um laço disposto sobre o substrato; e uma ponta disposta sobre o substrato entre o laço e o ponto central do radiador.

Relatório descritivo da patente de invenção para **"ANTENA DE ETIQUETA DE RFID DE BANDA LARGA"**

ANTECEDENTES

[0001] As etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID - "Radio Frequency Identification") são usadas para muitas finalidades, incluindo o controle de mercadorias em lojas de varejo e de atacado, coleta eletrônica de pagamentos e rastreamento de contêineres de carga. As etiquetas de RFID, que incluem uma antena e um chip, podem ser fixadas a mercadorias feitas de vários tipos de materiais, sendo que cada tipo de material tem diferentes propriedades dielétricas. O chip da etiqueta de RFID pode conter informações que identificam de modo exclusivo a mercadoria à qual ele está fixado, sendo que a mercadoria pode ser um livro, um veículo, um animal, um indivíduo ou outro objeto tangível.

[0002] Uma antena de etiqueta de RFID é tipicamente projetada para um chip específico, como um circuito integrado para aplicação específica (ASIC), e projetada de modo que ocorra um casamento de impedância adequado entre a antena e o chip. Em muitos casos, a antena da etiqueta de RFID é também projetada para um material altamente dielétrico específico (por exemplo, um plástico específico) ou para uma variedade de materiais com índice dielétrico baixo (por exemplo, cartolina ou madeira), ou ela usa estruturas complicadas em que um parâmetro geométrico da antena de etiqueta de RFID afeta muitos dos outros parâmetros da antena. As antenas de etiqueta de RFID são projetadas também em relação a faixas de frequência específicas.

[0003] Cada país adotou a sua própria alocação de frequências para RFID. Para que o equipamento de RFID esteja em conformidade com os regulamentos de frequência ultra-alta (UHF - "ultra-high frequency") alocada de um país específico, o sistema de RFID deve ser projetado para operar dentro das faixas de frequência específicas do país. Por exemplo, a Europa tem uma banda de UHF para RFID de 866 a 869 MHz; a América do Norte e a América do Sul têm,

cada uma, uma banda de UHF para RFID de 902 a 928 MHz, e o Japão e alguns outros países da Ásia têm uma banda de UHF para RFID de 950 a 956 MHz.

[0004] Um desafio no projeto da antena de etiqueta de RFID é a dificuldade de criar uma antena que possa ser usada em uma variedade de tipos de materiais que têm diferentes propriedades dielétricas, particularmente uma variedade de materiais altamente dielétricos, como diferentes composições de vidro de automóvel. Outro desafio é a dificuldade de criar uma antena que possa ser usada para um meio dielétrico específico em todas as frequências ultra-altas. Dessa forma, existe a necessidade de uma antena de RFID que possa ser usada em todas as bandas de UHF para um meio dielétrico específico, ou que possa ser usada em uma banda de frequência única para diferentes meios dielétricos.

SUMÁRIO

[0005] É fornecida uma antena de etiqueta de RFID de banda larga. A antena inclui um substrato, um radiador, um laço de casamento e uma ponta de alimentação disposta no substrato. Um primeiro condutor elétrico e um segundo condutor elétrico do radiador são simétricos em relação a um ponto central do radiador. A ponta está disposta entre o laço e o ponto central do radiador. A antena de RFID pode operar em todas as frequências ultra-altas (860 MHz a 960 MHz) para um determinado meio dielétrico por meio da variação dos parâmetros geométricos da antena, ou pode operar em uma única banda de frequência para diferentes meios dielétricos por meio da variação dos parâmetros geométricos da antena.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0006] Exemplos de uma antena de etiqueta de RFID são ilustrados nas figuras. Os exemplos e as figuras são ilustrativos e não limitadores.

[0007] A Figura 1 é um diagrama de blocos dos componentes de um sistema de RFID, de acordo com as modalidades.

[0008] A Figura 2 é um diagrama de componentes de uma etiqueta de RFID, como uma etiqueta que pode ser usada no sistema da Figura 1.

[0009] A Figura 3 é um diagrama que ilustra o modo semi-duplex de comunicação entre os componentes do sistema de RFID da Figura 1.

[0010] A Figura 4 é um diagrama de blocos que ilustra um circuito integrado de RFID, como o circuito integrado de RFID mostrado na Figura 2.

[0011] A Figura 5A é um diagrama de blocos de uma versão dos componentes do circuito da Figura 4, ilustrando uma operação de sinal durante uma sessão de leitor-para-etiqueta.

[0012] A Figura 5B é um diagrama de blocos de uma versão dos componentes do circuito da Figura 4, ilustrando uma operação de sinal durante uma sessão de etiqueta-para-leitor.

[0013] A Figura 6A é um sistema que inclui uma etiqueta de RFID e um leitor de RFID, de acordo com uma modalidade.

[0014] A Figura 6B é uma etiqueta de RFID, de acordo com uma modalidade.

[0015] A Figura 7 é uma vista plana de topo de uma antena de acordo com uma primeira modalidade.

[0016] A Figura 8A é uma tabela que mostra os tamanhos dos parâmetros da antena de acordo com a primeira modalidade, quando projetada de acordo com diferentes bandas de frequência.

[0017] A Figura 8B é uma tabela que mostra os tamanhos dos parâmetros da antena de acordo com a primeira modalidade, quando projetada de acordo com diferentes bandas de frequência.

[0018] A Figura 9A é um gráfico que ilustra o desempenho de etiqueta da antena de acordo com a primeira modalidade, quando fixada a diferentes tipos de materiais e quando projetada para operar em uma primeira banda de frequência.

[0019] A Figura 9B é um gráfico que ilustra o desempenho de etiqueta da antena de acordo com a primeira modalidade, quando fixada a diferentes tipos de materiais e quando projetada para operar em uma segunda banda de frequência.

[0020] A Figura 10 é uma vista plana de topo de uma antena de acordo com uma segunda modalidade.

[0021] A Figura 11A é uma tabela que mostra os tamanhos dos parâmetros da antena de acordo com a segunda modalidade, quando projetada de acordo com uma banda de frequência específica.

[0022] A Figura 11B é uma tabela que mostra os tamanhos dos parâmetros da antena de acordo com a primeira modalidade, quando projetada de acordo com uma banda de frequência específica.

[0023] A Figura 12 é um gráfico que ilustra o desempenho de etiqueta da antena de acordo com a segunda modalidade, quando fixada a um tipo específico de material e quando a antena é projetada para operar em múltiplas bandas de frequência.

[0024] A Figura 13 é um gráfico que ilustra o desempenho de etiqueta da antena de acordo com a segunda modalidade, quando fixada a diferentes tipos de materiais e quando projetada para operar em uma segunda banda de frequência.

[0025] A Figura 14 é uma vista plana de topo de uma antena, de acordo com uma terceira modalidade.

[0026] A Figura 15 é uma vista plana de topo de uma antena, de acordo com uma quarta modalidade.

[0027] A Figura 16A é um gráfico que ilustra o desempenho de etiqueta de uma antena de acordo com uma modalidade.

[0028] A Figura 16B é um gráfico que ilustra o desempenho de etiqueta de uma antena de acordo com uma modalidade.

[0029] A Figura 16C é um gráfico de um padrão de radiação de uma antena de acordo com uma modalidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

[0030] São descritas a seguir configurações exemplificadoras da presente invenção; qualquer uma delas pode ser usada sozinha ou em qualquer combinação.

[0031] O casamento de impedância adequado entre uma antena de RFID e um chip, como um ASIC, é de suma importância na tecnologia de RFID. As antenas de etiquetas de RFID são tipicamente projetadas para um ASIC específico, e a adição de uma rede de casamento externa com elementos agrupados é geralmente proibitiva

devido a problemas de custo e de fabricação. Para resolver essa situação, uma antena pode ser diretamente casada com o ASIC, que tem impedância complexa e varável com a frequência e a potência de entrada aplicadas ao chip. Entretanto, o casamento direto da antena com o ASIC pode ser limitante para o projetista.

[0032] Outro desafio no projeto e na integração das antenas de RFID é a dificuldade de fornecer um único projeto de antena para uma variedade de tipos de materiais que têm diferentes propriedades dielétricas, particularmente uma variedade de materiais altamente dielétricos, como diferentes tipos de vidro de automóvel que têm diferentes composições, uma vez que as propriedades dielétricas de diferentes vidros são tendem a ser altamente variáveis.

[0033] O presente pedido, de acordo com várias modalidades, resolve estes problemas.

[0034] É fornecida uma antena de etiqueta de RFID que pode ser facilmente modificada para de acordo com qualquer parâmetro de ASIC. Por exemplo, a antena de etiqueta pode ser modificada para casamento de impedância com o ASIC, com controle separado sobre as partes real e imaginária. A antena de etiqueta de RFID tem um desempenho de banda muito larga em uma variedade de materiais altamente dielétricos, como vários tipos de vidro de automóvel, e pode ser usada em todas as frequências ultra-altas em um meio dielétrico específico, ou pode ser usada em uma única banda de frequência para diferentes meios dielétricos. A antena de etiqueta de RFID tem uma estrutura de banda dupla e portanto tem duas ressonâncias, e tem vários parâmetros que possibilitam controlar as duas ressonâncias, bem como a impedância da antena. Quando colocada em uma variedade de materiais, como diferentes tipos de vidro de automóvel, a antena de etiqueta de RFID tem um desempenho confiável.

[0035] De modo geral, o presente pedido pode se referir a uma antena de RFID de banda larga configurada para operar em todas as frequências ultra-altas (860 MHz a 960 MHz) para um meio dielétrico específico por meio da variação dos parâmetros geométricos da antena. O presente pedido pode se referir também a uma antena de

RFID configurada para operar em uma banda de frequência única para diferentes meios dielétricos por meio da variação dos parâmetros geométricos da antena.

[0036] Várias modalidades são discutidas com mais detalhes abaixo, em combinação com os desenhos.

[0037] A Figura 1 é um diagrama de componentes de um sistema de RFID 100 típico que incorpora modalidades. Um leitor de RFID 110 transmite uma onda de radiofrequência (RF) de interrogação 112. A etiqueta de RFID 120 nas proximidades do leitor de RFID 110 pode detectar a onda de RF de interrogação 112 e gerar a onda 126 em resposta. O leitor de RFID 110 detecta e interpreta a onda 126.

[0038] O leitor 110 e a etiqueta 120 trocam dados através da onda 112 e da onda 126. Em uma sessão de tal troca, cada um codifica, modula e transmite dados para o outro e cada um recebe, demodula e decodifica dados do outro. Os dados podem ser modulados e demodulados em formas de onda de RF. As formas de onda de RF estão tipicamente em uma faixa adequada de frequências, como aquelas próximas a 900 MHz, 2,4 GHz, e assim por diante.

[0039] A codificação dos dados pode ser feita de várias formas. Por exemplo, os protocolos são concebidos para se comunicar em termos de símbolos, também chamados símbolos de RFID. Um símbolo de comunicação pode ser um delimitador, um símbolo de calibração, etc. Adicionalmente, os símbolos podem ser implementados para, por fim, trocar dados binários, como "0" e "1", se for desejado. Dessa forma, quando os símbolos são processados internamente pelo leitor 110 e pela etiqueta 120, eles podem ser considerados e tratados equivalentemente como números que têm valores correspondentes, e assim por diante.

[0040] A etiqueta 120 pode ser uma etiqueta passiva ou uma etiqueta alimentada por bateria ou ativa (isto é, que tem sua própria fonte de energia). Quando a etiqueta 120 é uma etiqueta passiva, ela é alimentada pela onda 112.

[0041] A Figura 2 é um diagrama de uma etiqueta de RFID 220, que pode ser igual à etiqueta 120 da Figura 1. A etiqueta 220 é implementada como uma etiqueta passiva, o que significa que ela não tem sua própria fonte de energia.

Entretanto, grande parte do que é descrito neste documento se aplica também a etiquetas ativas e alimentadas por bateria.

[0042] A etiqueta 220 é formada em uma peça embutida e substancialmente plana 222, que pode ser feita de várias formas conhecidas na técnica. A etiqueta 220 inclui um circuito elétrico que pode ser implementado como um circuito integrado (C) 224. O CI 224 é disposto na placa de circuito impresso (PCB - "printed circuit board") 222.

[0043] A etiqueta 220 inclui também uma antena para trocar sinais sem fio com seu ambiente. A antena pode ser plana (por exemplo, uma microtira) e fixada à PCB 222. O CI 224 é eletricamente acoplado à antena através de terminais de antena adequados (não mostrados na Figura 2).

[0044] O CI 224 é mostrado com uma única porta de antena, incluindo dois terminais de antena acoplados a dois segmentos de antena 227, que são mostrados no presente documento formando um dipolo. São possíveis muitas outras modalidades que usam qualquer número de portas, terminais, antenas e/ou segmentos de antenas.

[0045] Em funcionamento, um sinal é recebido pela antena e comunicado ao CI 224. O CI 224 tanto coleta energia quanto responde, se adequado, com base no sinal de entrada e no estado interno do CI. Para responder o CI 224 modula a reflectância da antena, o que gera a retrodispersão 126 da onda 112 transmitida pelo leitor. O acoplamento e o desacoplamento dos terminais da antena do CI 224 podem modular a reflectância da antena, o que pode ser feito também por uma variedade de outros meios.

[0046] Na modalidade da Figura 2, os segmentos de antena 227 são separados do CI 224. Em outras modalidades, os segmentos de antena podem alternativamente ser formados no CI 224, e assim por diante.

[0047] Os componentes do sistema de RFID da Figura 1 podem se comunicar um com o outro de várias formas. Uma dessas formas é chamada duplex completo. Um outro modo é chamado semi-duplex, e é descrito abaixo.

[0048] A Figura 3 é um diagrama conceitual 300 para explicar o modo semi-duplex de comunicação entre os componentes do sistema de RFID da Figura 1, especialmente quando a etiqueta 120 é implementada como a etiqueta passiva 220 da Figura 2. A explicação é feita com referência a um eixo TEMPO, e também com referência a uma metáfora de "falar" e "ouvir". As implementações técnicas reais para "falar" e "ouvir" são agora descritas.

[0049] O leitor de RFID 110 e a etiqueta de RFID 120 falam e ouvem um ao outro, cada um na sua vez. Conforme visto no eixo TEMPO, quando o leitor 110 fala com a etiqueta 120, a sessão de comunicação é designada como "L→E", e quando a etiqueta 120 fala com o leitor 110, a sessão de comunicação é designada como "E→L". Ao longo do eixo TEMPO, uma sessão de comunicação L→E de amostra ocorre durante um intervalo de tempo 312, e uma sessão de comunicação E→L de amostra subsequente ocorre durante um intervalo de tempo 326. Obviamente, o intervalo 312 tem tipicamente uma duração diferente daquela do intervalo 326; aqui as durações são mostradas aproximadamente iguais apenas para fins ilustrativos.

[0050] De acordo com os blocos 332 e 336, o leitor de RFID 110 fala durante o intervalo 312 e ouve durante o intervalo 326. De acordo com os blocos 342 e 346, a etiqueta de RFID 120 ouve enquanto o leitor 110 fala (durante o intervalo 312), e fala enquanto o leitor 110 ouve (durante o intervalo 326).

[0051] Em termos de comportamento técnico, durante o intervalo 312 o leitor 110 fala com a etiqueta 120, da seguinte forma. De acordo com o bloco 352, o leitor 110 transmite ondas 112 que foram primeiramente descritas na Figura 1. Ao mesmo tempo, de acordo com o bloco 362, a etiqueta 120 recebe e processa a onda 112 para extrair dados e assim por diante. Enquanto isso, de acordo com o bloco 372, a etiqueta 120 não faz a retrodispersão com sua antena e, de acordo com o bloco 382, não há nenhuma onda a ser recebida pelo leitor 110 vinda da etiqueta 120.

[0052] Durante o intervalo 326, a etiqueta 120 fala com o leitor 110, como a seguir. De acordo com o bloco 356, o leitor 110 transmite uma Onda Contínua (OC), que pode ser considerada como um sinal de portadora que idealmente não codifica

nenhuma informação. Conforme discutido anteriormente, esse sinal de portadora serve tanto para ser coletado pela etiqueta 120 para suas próprias necessidades de energia interna, como também como uma onda que pode ser retrodispersa pela etiqueta 120. De fato, durante o intervalo 326, de acordo com o bloco 366, a etiqueta 120 não recebe nenhum sinal para processamento. Em vez disso, de acordo com o bloco 376, a etiqueta 120 modula a OC emitida de acordo com o bloco 356, de modo a gerar a onda de retrodispersão 126. Simultaneamente, de acordo com o bloco 386, o leitor 110 recebe e processa a onda de retrodispersão 126.

[0053] A Figura 4 é um diagrama de blocos que mostra um detalhe de um CI de RFID, como aquele mostrado na Figura 2. O circuito elétrico 424 da Figura 4 pode ser formado em um CI de uma etiqueta de RFID, como o CI 224 da Figura 2. O circuito 424 tem vários componentes principais que são descritos nesse documento. O circuito 424 pode ter vários componentes adicionais ou componentes diferentes dos que são mostrados e descritos, dependendo da implementação exata.

[0054] O circuito 424 mostra dois terminais de antena 432 e 433 que são adequados para acoplamento a segmentos de antena, como os segmentos 227 da etiqueta de RFID 220 da Figura 2. Quando dois terminais de antena formam uma trajetória de sinal com uma antena, eles são frequentemente chamados de porta de antena. Os terminais da antena 432 e 433 podem ser feitos de qualquer maneira adequada, por exemplo usando blocos e assim por diante. Em muitas modalidades, são usados mais de dois terminais de antena, especialmente quando é usada mais de uma porta de antena ou mais de uma antena.

[0055] O circuito 424 inclui uma seção 435. A seção 435 pode ser implementada conforme mostrado, por exemplo como um grupo de nós para roteamento adequado de sinais. Em algumas modalidades, a seção 435 pode ser implementada de outro modo, por exemplo para incluir uma chave de recebimento/transmissão que pode rotear um sinal, e assim por diante.

[0056] O circuito 424 inclui também um Retificador e uma PMU ("Power Management Unit" - unidade de gerenciamento de energia) 441. O retificador e a

PMU 441 podem ser implementados de qualquer maneira conhecida na técnica, para coletar a energia de RF bruta recebida através dos terminais da antena 432 e 433. Em algumas modalidades, o bloco 441 pode incluir mais de um retificador.

[0057] Em funcionamento, uma onda de RF recebida através dos terminais da antena 432 e 433 é recebida pelo retificador e pela PMU 441 que, por sua vez, gera energia para os circuitos elétricos do CI 424. Isso é verdadeiro tanto para a sessão de leitor para etiqueta (L→E) quanto para a sessão de etiqueta para leitor (E→L), independentemente do fato de a onda de RF recebida ser modulada ou não.

[0058] O circuito 424 inclui adicionalmente um demodulador 442. O demodulador 442 demodula um sinal de RF recebido através dos terminais da antena 432 e 433. O demodulador 442 pode ser implementado de qualquer maneira conhecida na técnica, por exemplo por meio da inclusão de um estágio atenuador, um estágio amplificador e assim por diante.

[0059] O circuito 424 inclui adicionalmente um bloco de processamento 444. O bloco de processamento 444 recebe o sinal demodulado do demodulador 442 e pode executar operações. Além disso, ele pode gerar um sinal de saída para transmissão.

[0060] O bloco de processamento 444 pode ser implementado de qualquer maneira conhecida na técnica. Por exemplo, o bloco de processamento 444 pode incluir vários componentes, como um processador, uma memória, um decodificador, um codificador e assim por diante.

[0061] O circuito 424 inclui adicionalmente um modulador 446. O modulador 446 modula um sinal de saída gerado pelo bloco de processamento 444. O sinal modulado é transmitido acionando-se os terminais de antena 432 e 433 e, portanto, acionando-se a carga apresentada pelo segmento ou segmentos de antena acoplados. O modulador 446 pode ser implementado de qualquer maneira conhecida na técnica, por exemplo incluindo um estágio acionador, estágio amplificador e assim por diante.

[0062] Em uma modalidade, o demodulador 442 e o modulador 446 podem ser combinados em um único circuito transceptor. Em outra modalidade, o

modulador 446 pode incluir um transmissor de retrodispersão ou um transmissor ativo. Em ainda outras modalidades, o demodulador 442 e o modulador 446 fazem parte do bloco de processamento 444.

[0063] O circuito 424 inclui adicionalmente uma memória 450 que armazena dados 452. A memória 450 é, de preferência, implementada como uma memória não volátil (NVM - "nonvolatile memory"), o que significa que os dados 452 são retidos mesmo quando o circuito 424 não tem alimentação, como é frequentemente o caso de uma etiqueta de RFID passiva.

[0064] Em termos de processamento de um sinal, o circuito 424 funciona diferentemente durante uma sessão de L→E e uma sessão de E→L. As diferentes operações são descritas abaixo, neste caso com o circuito 424 representando um CI de uma etiqueta de RFID.

[0065] A Figura 5A mostra a versão 524-A dos componentes do circuito 424 da Figura 4, adicionalmente modificados para enfatizar uma operação de sinal durante uma sessão de L→E (modo de operação de recebimento) durante o intervalo de tempo 312 da Figura 3. Uma onda de RF é recebida dos terminais da antena 432 e 433 e, então, um sinal é demodulado do demodulador 442 e, então, enviado ao bloco de processamento 444 como C_IN. Em uma modalidade, o C_IN pode incluir um fluxo de símbolos recebido.

[0066] A versão 524-A mostra como relativamente obscurecidos os componentes que não desempenham um papel no processamento de um sinal durante uma sessão de L→E. De fato, o retificador e a PMU 441 podem estar ativos, mas apenas para conversão de potência de RF bruta. E o modulador 446 geralmente não transmite durante uma sessão de L→E. O modulador 446 tipicamente não interage significativamente com a onda de RF recebida, devido à ação de chaveamento na seção 435 da Figura 4 que desacopla o modulador 446 da onda de RF, ou devido ao projeto do modulador 446 com uma impedância adequada, e assim por diante.

[0067] Embora o modulador 446 esteja tipicamente inativo durante uma sessão de L→E, este não precisa ser sempre o caso. Por exemplo, durante uma

sessão de L→E, o modulador 446 pode estar ativo de outras formas. Por exemplo, ele pode ajustar seus próprios parâmetros para uma sessão futura.

[0068] A Figura 5B mostra a versão 524-B dos componentes do circuito 424 da Figura 4, adicionalmente modificada para enfatizar uma operação de sinal durante uma sessão E→L durante o intervalo de tempo 326 da Figura 3. Um sinal é emitido do bloco de processamento 444 como C_OUT. Em uma modalidade, o C_OUT pode incluir um fluxo de transmissão de símbolos. O C_OUT é, então, modulado pelo modulador 446, e é fornecido como uma onda de RF aos terminais da antena 432 e 433.

[0069] A versão 524-B mostra como relativamente obscurecidos os componentes que não desempenham um papel no processamento de um sinal durante uma sessão de E→L. De fato, o retificador e a PMU 441 podem estar ativos, mas apenas para conversão de potência de RF bruta. E o demodulador 442 geralmente não recebe sinais durante uma sessão E→L. O demodulador 442 tipicamente não interage com a onda de RF transmitida, seja pela ação de comutação na seção 435 que desacopla o demodulador 442 da onda de RF, ou devido ao fato de o demodulador 442 ter uma impedância adequada, e assim por diante.

[0070] Embora o demodulador 442 esteja tipicamente inativo durante uma sessão E→L, este não precisa ser sempre o caso. Por exemplo, durante uma sessão E→L, o demodulador 442 pode estar ativo de outras formas. Por exemplo, ele pode ajustar seus próprios parâmetros para uma sessão futura.

[0071] Em algumas modalidades, o demodulador 442 e o modulador 446 são operáveis para demodular e modular sinais de acordo com um protocolo, como a Versão 1.2.0 do Protocolo de RFID de RFID de UHF de Geração 2 UHF de Classe 1 para Comunicações a 860 MHz-960 MHz ("Gen2"), disponível junto à EPCglobal, Inc., que está incorporado ao presente documento a título de referência. Em algumas modalidades em que o circuito elétrico 424 inclui múltiplos demoduladores e/ou múltiplos moduladores, cada um pode ser configurado para suportar diferentes protocolos ou diferentes conjuntos de protocolos. Um protocolo representa, em

parte, a forma como os símbolos são codificados para comunicação e pode incluir um conjunto de modulações, codificações, taxas, temporizações ou quaisquer parâmetros adequados associados às comunicações de dados.

[0072] A Figura 6A ilustra um sistema 600 que inclui uma etiqueta de RFID 610 e um leitor de RFID 620, e a Figura 6B ilustra a etiqueta de RFID 610 em uma implementação exemplificadora de uma modalidade. Conforme mostrado na Figura 6A, o sistema de RFID 600 inclui uma etiqueta de RFID 610 fixada a vidro 615, como o vidro de uma janela ou o para-brisa de um automóvel. A etiqueta de RFID 610 inclui uma antena (não mostrada na Figura 6) que é casada com um chip, como um ASIC, em que a antena é produzida a partir de um condutor elétrico, como cobre, prata ou alumínio. O leitor de RFID 620 e a etiqueta de RFID 610 se comunicam um com o outro, de modo que o automóvel ao qual a etiqueta de RFID 610 é fixada possa ser rastreado. A antena pode ser modificada para ser casada a quaisquer parâmetros de ASIC, e pode ser usada em todas as frequências ultra-altas, de modo a otimizar o desempenho da antena para um meio dielétrico específico, como uma composição de vidro específica. Alternativamente, a antena pode ser modificada de modo a otimizar o desempenho em uma única banda de frequência para diferentes meios dielétricos, como diferentes composições de vidro. A antena da etiqueta de RFID tem uma estrutura de banda dupla e, dessa forma, tem duas ressonâncias, e tem vários parâmetros que possibilitam controlar as duas ressonâncias, bem como a impedância da antena para produzir bons resultados de desempenho. A Figura 6B ilustra uma etiqueta de RFID 610 de acordo com uma modalidade. Conforme mostrado na Figura 6B, a etiqueta é nivelada com o vidro 615, com o ASIC e a antena voltados para o vidro.

[0073] A Figura 7 é uma vista plana de topo de uma antena de RFID 700, de acordo com uma primeira modalidade. Conforme mostrado na Figura 7, a antena 700 inclui um radiador 710 que está disposto em um substrato 711. O radiador 710 inclui um primeiro condutor elétrico 712, um segundo condutor elétrico 714 e um terceiro condutor elétrico 716. O segundo condutor elétrico 714 e o terceiro condutor elétrico

716 são simétricos entre si em relação a um ponto central do primeiro condutor elétrico 712. A antena 700 inclui um quarto condutor elétrico 718, que inclui um laço de casamento 725 e uma ponta de alimentação 730 que estão dispostos no substrato 711. A ponta 730 está disposta entre o laço de casamento 725 e o primeiro condutor elétrico 712. Cada um dentre o segundo, o terceiro e o quarto condutores elétricos 714, 716 e 718, respectivamente, cruzam perpendicularmente o primeiro condutor elétrico 712. O segundo condutor elétrico 714 e o terceiro condutor elétrico 716 compreendem pontas dispostas em extremidades opostas do primeiro condutor elétrico 712. O quarto condutor elétrico 718 é disposto entre o segundo condutor elétrico 714 e o terceiro condutor elétrico 716. Na modalidade exemplificadora da Figura 7, uma largura total da ponta 730 diminui gradualmente em uma direção do primeiro condutor elétrico 712 na direção do laço de casamento 725.

[0074] As dimensões geométricas da antena 700 correspondem a vários parâmetros da antena 700, como o comprimento do laço de casamento, a largura do ponta de alimentação, a largura do radiador e dimensões gerais da antena. Esses parâmetros são usados para controlar duas ressonâncias principais e a impedância de antena da etiqueta de RFID, para casar com os parâmetros do ASIC. Esse controle do design geométrico da antena 700 possibilita que a antena funcione em todas as frequências de UHF (860 a 960 MHz) para um meio dielétrico específico. Alternativamente, os parâmetros podem ser usados para controlar a antena, de modo que a antena possa ser usada em uma etiqueta de RFID que opera em uma única banda (por exemplo, 910 a 930 MHz) para diferentes meios dielétricos.

[0075] Os parâmetros da antena 700 são ilustrados na Figura 7 em relação aos tamanhos dos vários componentes da antena 700. Por exemplo, o laço 725 tem um comprimento C1 e uma altura A1. O laço 725 também tem uma primeira espessura, que é representada como uma largura L1, e uma segunda espessura, que é representada como uma largura L2. A antena 700 tem dimensões gerais definidas por um comprimento C2 e uma altura A4. O radiador 710 tem uma altura A3, e o primeiro condutor elétrico 712 e o segundo condutor elétrico 713 do radiador 710, cada um,

têm uma largura L5. A porção mais larga da ponta de alimentação 730 tem uma largura L4, e a porção mais estreita da ponta de alimentação 730 tem uma largura L3.

[0076] Os parâmetros C1, C2, A1, A2, A3, A4, L1, L2, L3, L4, L5 da antena 700 são usados para controlar a antena para corresponder aos parâmetros de ASIC, em que alguma sobreposição em funcionalidade de parâmetro pode ocorrer. Por exemplo, os parâmetros C2, A3, L5, A4 podem ser usados para controlar principalmente a frequência de ressonância de antena principal. Os parâmetros C1, L1, A1, L2 podem ser usados para controlar principalmente a reatância da antena (isto é, o ajuste fino da frequência de ressonância), mas também podem afetar a resistência da antena. Os parâmetros A3, L4 podem ser usados para controlar principalmente a resistência da antena, e os parâmetros L2, L4, A2 podem ser usados para controlar principalmente a posição/magnitude relativa das duas ressonâncias de antena, a magnitude relativa das duas ressonâncias e a separação entre as duas ressonâncias. Esse controle do design geométrico da antena 700 possibilita que a antena funcione em todas as frequências de UHF (860 a 960 MHz) para um meio dielétrico específico. Alternativamente, os parâmetros podem ser usados para controlar a antena, de modo que a antena possa ser usada em uma etiqueta de RFID que opera em uma única banda (por exemplo, 910 a 930 MHz) para diferentes meios dielétricos.

[0077] A Figura 8A e a Figura 8B são as tabelas 800 e 850, respectivamente, que mostram tamanhos exemplificadores de parâmetros da antena quando a antena 700 é projetada com relação a bandas de frequência diferentes. Dentro da faixa de frequências de UHF de 856 a 960 MHz, há dois principais subconjuntos, a saber: a faixa de frequências padrão da FCC (EUA) de 902 a 928 MHz e a faixa de frequências padrão ETSI (UE) de 866 a 869 MHz. O padrão da FCC é usado em toda a América do Norte, bem como na maior parte do Caribe e em grande parte da América do Sul. O padrão ETSI é usado em toda a União Europeia e na maioria dos países que aderem aos padrões da UE. Vários outros subconjuntos dentro das faixas acima são usados em todo o mundo. Por exemplo, o Japão e alguns outros

países da Ásia usam uma banda de UHF de 950 a 956 MHz. Conforme mostrado na Figura 8A, a tabela 800 fornece exemplos de valores dos parâmetros para os componentes da antena de RFID 700 em termos de milímetros, quando usados de acordo com a ETSI a 865 MHz e a FCC a 915 MHz. Conforme mostrado na Figura 8B, a tabela 850 fornece exemplos de valores dos parâmetros para os componentes da antena de RFID 700 em termos de comprimento de onda, quando usados de acordo com a ETSI a 865 MHz e FCC a 915 MHz.

[0078] A sensibilidade da etiqueta, que é o limite mínimo da quantidade de potência necessária para uma etiqueta ser acionada, é um parâmetro que afeta o desempenho de etiquetas de RFID de UHF. A sensibilidade da etiqueta afeta a faixa máxima de comunicação de um sistema de RFID, e afeta a quantidade de potência que pode ser retrodispersada pela etiqueta. O limite de sensibilidade da etiqueta precisa ser baixo para alcançar faixas de leitura maiores. As Figuras 9A e 9B ilustram o desempenho de etiqueta, ou sensibilidade da etiqueta, medido com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada a vários tipos de materiais de vidro. A Figura 9A ilustra quando a antena de etiqueta 700 é projetada de acordo com a banda de frequência ETSI, e a Figura 9B ilustra quando a antena de etiqueta 700 é projetada de acordo com a banda de frequência de FCC. Exemplos de vários tipos de materiais de vidro podem incluir vidro de automóvel de fabricantes de veículos como Volkswagen®, KIA® e Chevrolet®, com cada um dos vidros de automóvel dos diferentes fabricantes tendo diferentes propriedades dielétricas. Conforme mostrado nas Figuras 9A e 9B, a antena 700 tem um desempenho similar quando fixada a cada um dos diferentes meios dielétricos.

[0079] Na Figura 9A e na Figura 9B, o eixo geométrico horizontal representa a frequência em unidades de Mega Hertz (MHz), e o eixo geométrico vertical representa a potência de ativação da etiqueta em unidades de decibel-miliwatts (dBm). Com referência à Figura 9A, que ilustra quando a antena de etiqueta 700 é projetada de acordo com a banda de frequência ETSI, a curva 902 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta está fixada

ao vidro de um automóvel Chevrolet®. A curva 904 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Volkswagen®, e a curva 906 ilustra a sensibilidade de etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Kia®.

[0080] Com referência à Figura 9B, que ilustra quando a antena de etiqueta de 700 é projetada de acordo com a banda de frequência da FCC, a curva 908 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta está fixada ao vidro de um automóvel Chevrolet®. A curva 910 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Kia®, e a curva 912 ilustra a sensibilidade de etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Volkswagen®.

[0081] A Figura 10 é uma vista plana de topo de uma antena de RFID 1000 de acordo com uma segunda modalidade. Conforme mostrado na Figura 10, a antena 1000 inclui um radiador 1010 que está disposto em um substrato 1011. O radiador 1010 inclui um primeiro condutor elétrico 1012, um segundo condutor elétrico 1014 e um terceiro condutor elétrico 1016. O segundo condutor elétrico 1014 e o terceiro condutor elétrico 1016 são simétricos entre si em relação a um ponto central do primeiro condutor elétrico 1012. A antena 1000 inclui um quarto condutor elétrico 1018, que inclui um laço de casamento 1025 e uma ponta de alimentação 1030 que são dispostos no substrato 1011. A ponta 1030 está disposta entre o laço de casamento 1025 e o primeiro condutor elétrico 1012. Cada um dentre o segundo, o terceiro e o quarto condutores elétricos 1014, 1016 e 1018, respectivamente, cruzam perpendicularmente o primeiro condutor elétrico 1012. O segundo condutor elétrico 1014 e o terceiro condutor elétrico 1016 compreendem pontas dispostas em extremidades opostas do primeiro condutor elétrico 1012. O quarto condutor elétrico 1018 é disposto entre o segundo condutor elétrico 1014 e o terceiro condutor elétrico 1016. Na modalidade exemplificadora da Figura 10, uma largura total da ponta 1030 permanece constante em uma direção do primeiro condutor elétrico 1012 na direção do laço de casamento 1025.

[0082] Os parâmetros da antena 1000 são ilustrados na Figura 10 em relação aos tamanhos dos vários componentes da antena 1000. Por exemplo, o laço 1025 tem um comprimento C1 e uma altura A1. O laço 1025 também tem uma primeira espessura, que é representada como uma largura L1, e uma segunda espessura, que é representada como uma largura L2. A antena 1000 tem dimensões gerais definidas por um comprimento C2 e uma altura A4. O radiador 1010 tem uma altura A3, e o primeiro condutor elétrico 1012 e o segundo condutor elétrico 1013 do radiador 1010, cada um, têm uma largura L5. Na modalidade exemplificadora da Figura 10, uma porção superior da ponta de alimentação 1030 tem uma largura L4, e uma porção inferior da ponta de alimentação 0130 tem uma largura L3. Uma largura total da ponta 1030 permanece constante em uma direção do primeiro condutor elétrico 1012 na direção do laço de casamento 1025. Dessa forma, na modalidade exemplificadora da Figura 10, L3 é igual a L4.

[0083] Os parâmetros C1, C2, A1, A2, A3, A4, L1, L2, L3, L4, L5 da antena 1000 são usados para controlar a antena para corresponder aos parâmetros de ASIC, em que alguma sobreposição em funcionalidade de parâmetro pode ocorrer. Por exemplo, os parâmetros C2, A3, L4, A4 podem ser usados para controlar principalmente a frequência de ressonância de antena principal. Os parâmetros C1, L1, A1, L2 podem ser usados para controlar principalmente a reatância da antena (isto é, o ajuste fino da frequência de ressonância), mas também podem afetar a resistência da antena. Os parâmetros A3, L4 podem ser usados para controlar principalmente a resistência da antena, e os parâmetros L2, L4, A2 podem ser usados para controlar principalmente a posição/magnitude relativa das duas ressonâncias de antena, a magnitude relativa das duas ressonâncias e a separação entre as duas ressonâncias. Esse controle do design geométrico da antena 1000 possibilita que a antena opere em todas as frequências de UHF (860 a 960 MHz) para um meio dielétrico específico. Alternativamente, os parâmetros podem ser usados para controlar a antena, de

modo que a antena possa ser usada em uma etiqueta de RFID que opera em uma única banda (por exemplo, 910 a 930 MHz) para diferentes meios dielétricos.

[0084] A Figura 11A e a Figura 11B são as tabelas 1100 e 1150, respectivamente, que mostram tamanhos exemplificadores de parâmetros da antena quando a antena 1000 é projetada para a banda de frequência específica. Conforme mostrado na Figura 11A, a tabela 1100 fornece exemplos de valores dos parâmetros para os componentes da antena de RFID 1000 em termos de milímetros, quando usado de acordo com a FCC a 915 MHz. Conforme mostrado na Figura 11B, a tabela 1150 fornece exemplos de valores dos parâmetros para os componentes da antena de RFID 1000 em termos de comprimento de onda, quando usado de acordo com a FCC a 915 MHz.

[0085] A Figura 12 ilustra o desempenho de etiqueta, ou sensibilidade da etiqueta, medido com o uso da antena 1000 quando a etiqueta é fixada a um material de vidro específico e quando a antena é projetada para operar em múltiplas bandas de frequência. O eixo geométrico horizontal representa a frequência em unidades de Mega Hertz (MHz), e o eixo geométrico vertical representa a potência de ativação da etiqueta em unidades de decibel-miliwatts (dBm). Conforme mostrado na Figura 12, o material de vidro específico pode incluir vidro de automóvel de um fabricante de veículo, como Volkswagen®. A curva 1202 ilustra uma sensibilidade de etiqueta que é melhor que -16,5 dBm em uma banda de 100 MHz (por exemplo, 860 MHz a 960 MHz). Este é um exemplo de uso global da etiqueta em um material de vidro de automóvel específico.

[0086] A Figura 13 é um gráfico que ilustra o desempenho de etiqueta da antena 1000 quando a etiqueta é fixada a diferentes tipos de materiais, e quando projetada para operar em todas as frequências de UHF (860 MHz a 960 MHz). O eixo geométrico horizontal representa a frequência em unidades de Mega Hertz (MHz), e o eixo geométrico vertical representa a potência de ativação da etiqueta em unidades de decibel-miliwatts (dBm). Exemplos de diversos tipos de materiais de vidro podem incluir vidro de automóvel de fabricantes de veículos como

Volkswagen®, Kia® e Chevrolet®, Mazda® e BMW®, e um tipo genérico que não está associado a um fabricante específico. Cada um dos vidros automotivos tem diferentes propriedades dielétricas. Conforme mostrado na Figura 13, a sensibilidade da etiqueta é maior que -16,5 dBm na banda de 910 MHz a 930 MHz para todos os tipos de vidro. A curva 902 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Chevrolet®.

[0087] Na Figura 13 é ilustrado um exemplo de uso de banda única da etiqueta em uma variedade de diferentes materiais de vidro de automóvel. A curva 1302 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Volkswagen®, e a curva 1304 ilustra a sensibilidade de etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Kia®. A curva 1306 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel BMW®, e a curva 1308 ilustra a sensibilidade de etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Mazda®. A curva 1310 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um automóvel Chevrolet®, e a curva 1312 ilustra a sensibilidade da etiqueta com o uso da antena 700 quando a etiqueta é fixada ao vidro de um tipo genérico que não está associado a uma fabricação específica.

[0088] Uma terceira modalidade é ilustrada na Figura 14, que é uma vista plana de topo de uma antena de RFID 1400. Conforme mostrado na Figura 14, a antena 1400 inclui um radiador 1410, que está disposto em um substrato 1411. O radiador 1410 inclui um primeiro condutor elétrico 1412, um segundo condutor elétrico 1414 e um terceiro condutor elétrico 1416. O segundo condutor elétrico 1414 e o terceiro condutor elétrico 1416 são simétricos entre si em relação a um ponto central do primeiro condutor elétrico 1412. Um lado do segundo condutor elétrico 1414, que é oposto a um lado do primeiro condutor elétrico 1412, tem uma estrutura de "topo de castelo", que inclui protuberâncias e reentrâncias alternadas, fornecendo, assim, um fator de forma menor que aquele do. Um lado do terceiro

condutor elétrico 1416, que é oposto a um lado do primeiro condutor elétrico 1412 tem também uma estrutura de "topo de castelo". A antena 1400 inclui um quarto condutor elétrico 1418, que inclui um laço de casamento 1425 e uma ponta de alimentação 1430 que são dispostos no substrato 1411. A ponta 1430 está disposta entre o laço de casamento 1425 e o primeiro condutor elétrico 1412. Cada um dentre o segundo, o terceiro e o quarto condutores elétricos 1414, 1416 e 1418, respectivamente, cruzam perpendicularmente o primeiro condutor elétrico 1412. O segundo condutor elétrico 1414 e o terceiro condutor elétrico 1416 compreendem pontas dispostas em extremidades opostas do primeiro condutor elétrico 1412. O quarto condutor elétrico 1418 é disposto entre o segundo condutor elétrico 1414 e o terceiro condutor elétrico 1416. Na modalidade exemplificadora da Figura 14, uma largura total da ponta 1430 permanece constante em uma direção do primeiro condutor elétrico 1412 na direção do laço de casamento 1425.

[0089] Da mesma forma, uma quarta modalidade pode incluir uma antena 700, como a antena mostrada na Figura 7, mas incluindo ainda uma estrutura de "topo de castelo". Por exemplo, com referência à quarta modalidade mostrada na Figura 15, a antena 1500 ilustra a estrutura de "topo de castelo", em que um lado do segundo condutor elétrico 1514, que é oposto a um lado do primeiro condutor elétrico 1512, inclui protuberâncias e reentrâncias alternadas. Além disso, um lado do terceiro condutor elétrico 1516, que é oposto a um lado do primeiro condutor elétrico 1512, também pode ter uma estrutura de "topo de castelo".

[0090] As Figuras 16A, 16B e 16C ilustram o efeito da alteração de um dos parâmetros de uma antena. Por exemplo, com referência à Figura 10 e à Figura 11A, o parâmetro C1 da antena 1000 pode ser alterado de 23,34 mm para 25,24 mm, com os parâmetros restantes permanecendo inalterados. Na Figura 16A, o eixo geométrico horizontal representa a frequência em unidades de Giga Hertz (GHz), e o eixo geométrico vertical representa a potência de ativação da etiqueta em unidades de decibel-miliwatts (dBm). A curva 1602 ilustra a etiqueta quando C1 é igual a 23,24 mm, e a curva 1604 ilustra quando C1 é alterada para

25,24 mm. Conforme mostrado na Figura 16A, a alteração de C1 de 23,34 para 25,24 resulta na curva 1604 que mantém o formato como a curva 1602, enquanto a curva 1604 se desloca para uma banda de frequência inferior.

[0091] Conforme mostrado na Figura 16B, quando a curva de sensibilidade da etiqueta se desloca para uma banda de frequência mais baixa (Figura 16A) quando C1 é alterada de 23,34 mm para 25,24 mm, a reatância se altera, conforme indicado pela alteração da curva 1606 para a curva 1608. Da mesma forma, na Figura 16B, a resistência muda, conforme indicado pela mudança da curva 1610 para a curva 1612. Conforme mostrado na Figura 16C, o ganho da antena permanece virtualmente inalterado quando C1 é alterado de 23,34 mm para 25,24 mm.

[0092] Deve ser entendido que implementações de dispositivos de antena e sistemas de dispositivos de antena de acordo com aspectos e recursos da invenção são aplicáveis a numerosos e diferentes tipos de tecnologias, indústrias e dispositivos. Por exemplo, implementações adicionais não especificamente discutidas acima podem incluir aplicações em outros materiais de vidro além de materiais de vidro de automóvel, e aplicações para outros materiais além de materiais de vidro.

[0093] Essas e outras alterações podem ser feitas na invenção de acordo com a Descrição Detalhada acima. Embora a descrição acima descreva certos exemplos, e descreva o melhor modo contemplado, independentemente de quão detalhado o descrito acima apareça no texto, a invenção pode ser praticada de muitas maneiras. Detalhes do sistema podem variar consideravelmente em sua implementação específica, enquanto ainda estão sendo abrangidos pela invenção revelada no presente documento. Conforme notado acima, a terminologia específica usada para descrever certos recursos ou aspectos da invenção não deve ser entendida como significando que a terminologia está sendo redefinida na presente invenção para ser restrita a quaisquer características, recursos ou aspectos específicos da invenção com os quais essa terminologia está associada. De modo geral, os termos usados nas reivindicações a seguir não devem ser interpretados de modo a limitar a invenção aos exemplos específicos revelados

no relatório descritivo, a menos que a seção de Descrição Detalhada acima defina explicitamente tais termos. Consequentemente, o escopo real da invenção abrange não apenas os exemplos revelados, mas também todas as formas equivalentes de praticar ou implementar a invenção nas reivindicações.

[0094] Embora certos aspectos da invenção sejam apresentados abaixo em certas formas de reivindicação, o requerente contempla os vários aspectos da invenção em qualquer número de formas de reivindicação.

[0095] A terminologia usada na presente invenção tem o propósito de descrever modalidades específicas apenas e não se destina a limitar as modalidades da invenção. Para uso na presente invenção, as formas singulares "um", "uma", "o" e "a" se destinam a incluir também as formas no plural, a menos que o contexto indique claramente de outro modo. Será adicionalmente entendido que os termos "compreende" e/ou "que compreende", quando usados neste relatório descritivo, especificam a presença de recursos, números inteiros, etapas, operações, elementos e/ou componentes mencionados, mas não impedem a presença ou adição de um ou mais outros recursos, números inteiros, etapas, operações, elementos, componentes e/ou grupos dos mesmos.

[0096] As estruturas, materiais, atos e equivalentes correspondentes de todos os meios ou elementos de etapa mais função nas reivindicações abaixo se destinam a incluir qualquer estrutura, material ou ato para executar a função em combinação com outros elementos reivindicados, como especificamente reivindicado. A descrição foi apresentada para propósitos ilustrativos e de descrição, mas não se destina a ser exaustiva ou limitada às modalidades da invenção na forma apresentada. Muitas modificações e variações serão evidentes para os indivíduos de habilidade comum na técnica sem que se afaste do escopo e espírito das modalidades. A modalidade foi escolhida e descrita para explicar os princípios das modalidades e a aplicação prática, e para possibilitar que outros indivíduos de habilidades comuns na técnica entendam as modalidades da invenção para várias modalidades com várias modificações conforme sejam convenientes ao uso específico contemplado.

[0097] Embora modalidades específicas tenham sido ilustradas e descritas no presente documento, os indivíduos de habilidade comum na técnica entenderão que qualquer disposição que é calculada para atingir o mesmo propósito pode ser substituída nas modalidades específicas mostradas e que as modalidades têm outras aplicações em outros ambientes. Este pedido se destina a cobrir quaisquer adaptações ou variações da presente invenção. As reivindicações a seguir não se destinam, de modo algum, a limitar o escopo das modalidades da invenção às modalidades específicas descritas no presente documento.

- REINVINDICAÇÕES -

1. ANTENA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID), caracterizada por compreender:

um substrato (711);

um radiador (710) disposto no substrato (711), o radiador (710) tendo uma primeira altura (H1), o radiador (710) compreendendo:

uma pluralidade de condutores elétricos compreendendo:

um primeiro condutor elétrico (712);

um segundo condutor elétrico (714);

um terceiro condutor elétrico (716); e

um quarto condutor elétrico (718), sendo que cada um dentre o segundo (714), o terceiro (716) e o quarto (418) condutores elétricos cruzam perpendicularmente o primeiro condutor elétrico (712), sendo que:

o segundo condutor elétrico (714) e o terceiro condutor elétrico (716) compreendem pontas dispostas em extremidades opostas do primeiro condutor elétrico (712), e

o quarto condutor elétrico (718) está disposto entre o segundo condutor elétrico (714) e o terceiro condutor elétrico (716), com o quarto condutor elétrico (718) compreendendo um laço e uma ponta de alimentação (730) disposta entre o laço (725) e o primeiro condutor elétrico (712), em que uma porção mais larga da ponta de alimentação (730) tem uma primeira largura (W1) e uma porção mais estreita da ponta de alimentação (730) tem uma segunda largura (W2), e em que a ponta de alimentação (730) tem uma segunda altura (H2), tal que:

uma primeira ressonância e uma segunda ressonância da antena RFID (700) são controladas com base em uma função da primeira largura (W1), segunda largura (W2) e segunda altura (H2), e

uma resistência da antena RFID (700) é controlada com base em uma função da primeira altura (H1) e da primeira largura (W1).

2. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela largura total da ponta de alimentação (730) diminuir gradualmente na direção que vai do primeiro condutor elétrico (712) ao laço (725).

3. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela largura total da ponta de alimentação (730) permanecer constante na direção que vai do primeiro condutor elétrico (712) ao laço (725).

4. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por:

um lado do segundo condutor elétrico (714) que é oposto a um lado do primeiro condutor elétrico (712) incluir protuberâncias e reentrâncias alternadas, e

um lado do terceiro condutor elétrico (716) que é oposto a um lado do primeiro condutor elétrico (712) incluir protuberâncias e reentrâncias alternadas.

5. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela ressonância da antena ser determinada, ao menos em parte, por uma altura do segundo condutor elétrico (714), uma altura do terceiro condutor elétrico (716), uma largura total da ponta de alimentação (730) e uma largura total do laço (725).

6. ANTENA DE IDENTIFICAÇÃO POR RADIOFREQUÊNCIA (RFID), caracterizada por compreender:

um substrato (1011);

um radiador (1010) disposto sobre o substrato (1011) e tendo uma primeira altura (H1), o radiador (1010) compreendendo um primeiro condutor elétrico (1012) e um segundo condutor elétrico (1014) que interceptam perpendicularmente uma borda do radiador (1010), sendo o primeiro condutor elétrico (1012) e o segundo condutor elétrico (1014) simétricos entre si em relação a um ponto central do radiador (1010);

um laço (1025) disposto sobre o substrato (1011); e

uma ponta de alimentação (1030) disposta sobre o substrato (1011) entre o laço (1025) e um ponto do radiador (1010) que está entre o primeiro condutor elétrico (1012) e o segundo condutor elétrico (1014), em que uma porção mais larga da ponta de alimentação (1030) tem uma primeira largura (W1) e uma porção mais estreita da ponta de alimentação (1030) tem uma segunda largura (W2), e em que o bocal de alimentação (1030) tem uma segunda altura (H2), tal que:

uma primeira ressonância e uma segunda ressonância da antena RFID (1000) são controladas com base em uma função da primeira largura (W1), segunda largura (W2) e segunda altura (H2), e

uma resistência da antena RFID (1000) é controlada com base em uma função da primeira altura (H1) e da primeira largura (W1).

7. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por:

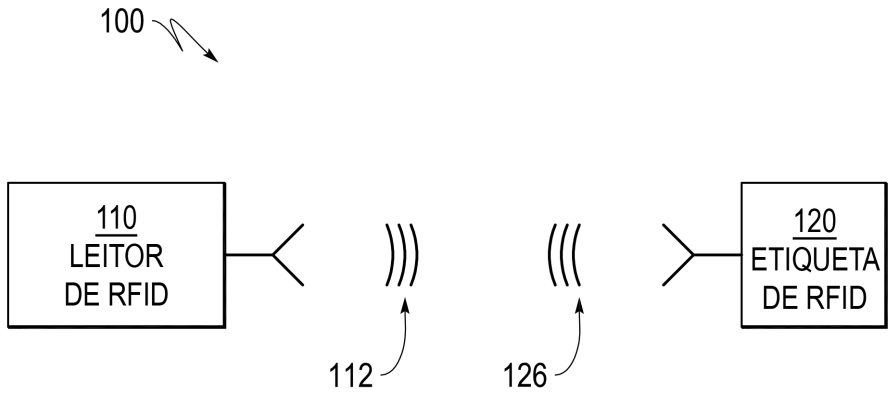
o primeiro condutor elétrico (1012) e o segundo condutor elétrico (1014) cruzarem perpendicularmente uma borda do radiador (1010), e

o primeiro condutor elétrico (1012) e o segundo condutor elétrico (1014) serem simétricos entre si em relação a um ponto central do radiador (1010).

8. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por uma largura total da ponta de alimentação (1030) diminuir gradualmente em uma direção a partir da borda reta do radiador (1010) até o laço (1025).

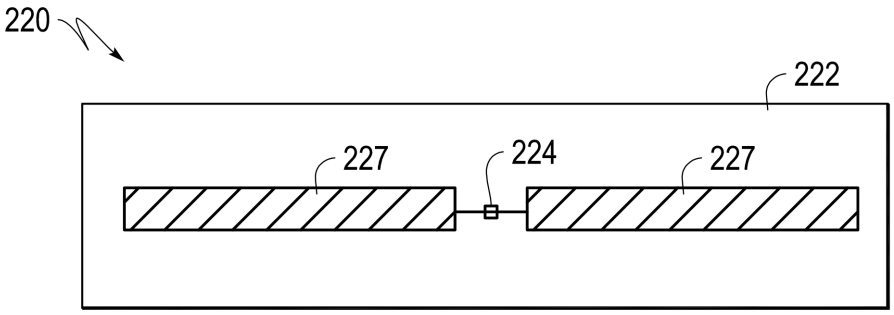
9. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por uma largura total da ponta permanecer constante em uma direção a partir da borda reta do radiador (1010) até o laço (1025).

10. Antena de RFID, de acordo com a reivindicação 6, sendo a antena de RFID caracterizada por ser uma antena de banda dupla.



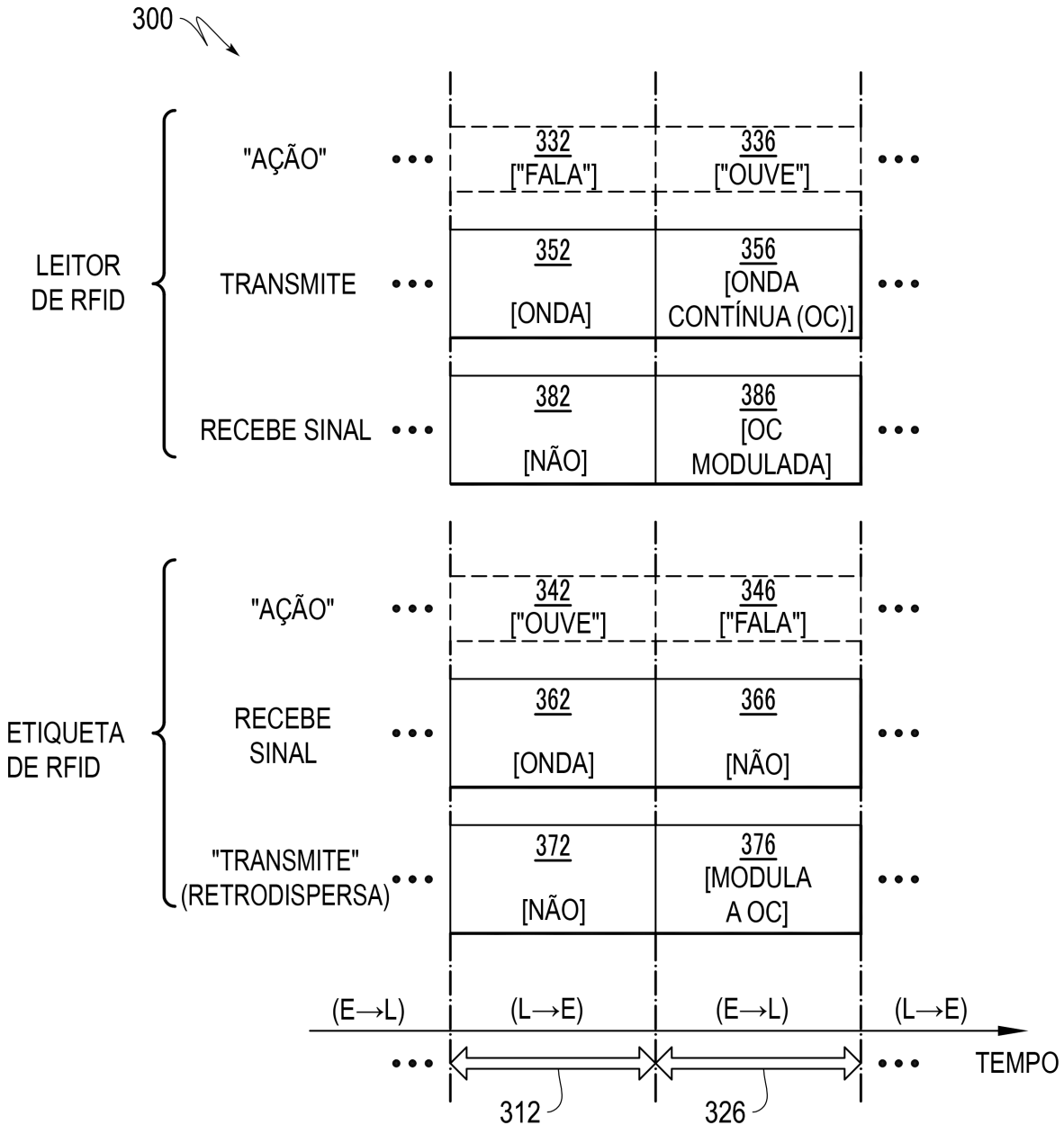
SISTEMA DE RFID

FIG. 1



ETIQUETA DE RFID

FIG. 2



COMUNICAÇÃO DE SISTEMA DE RFID

FIG. 3

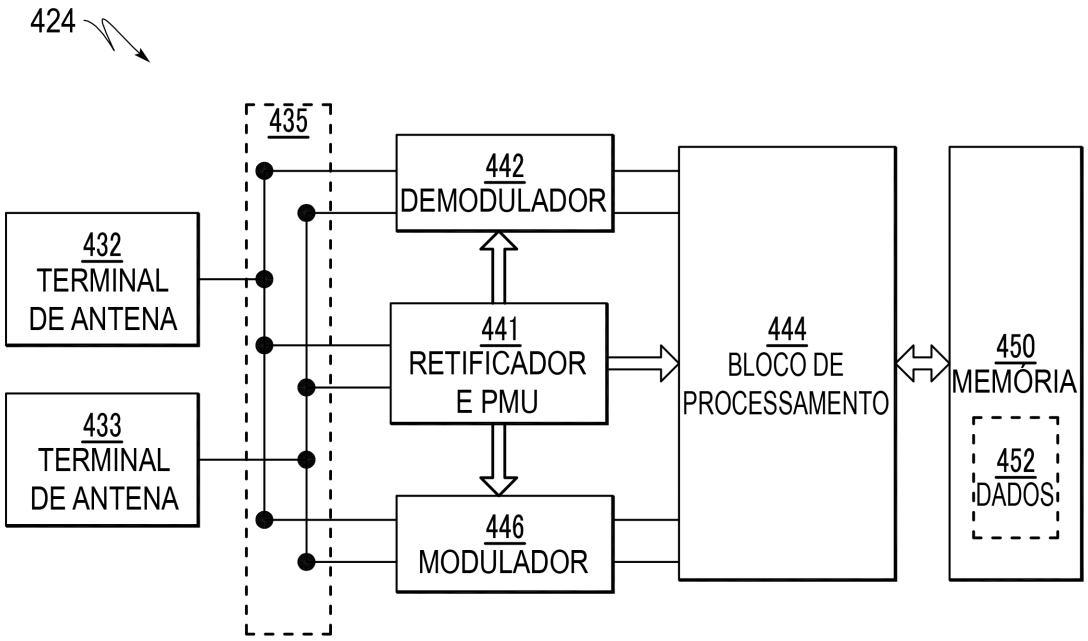
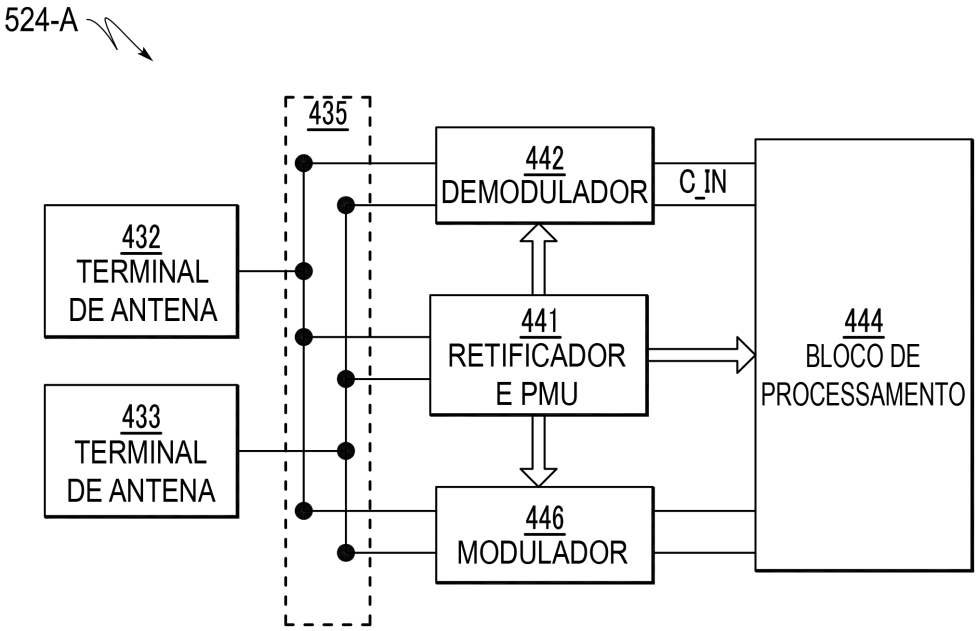
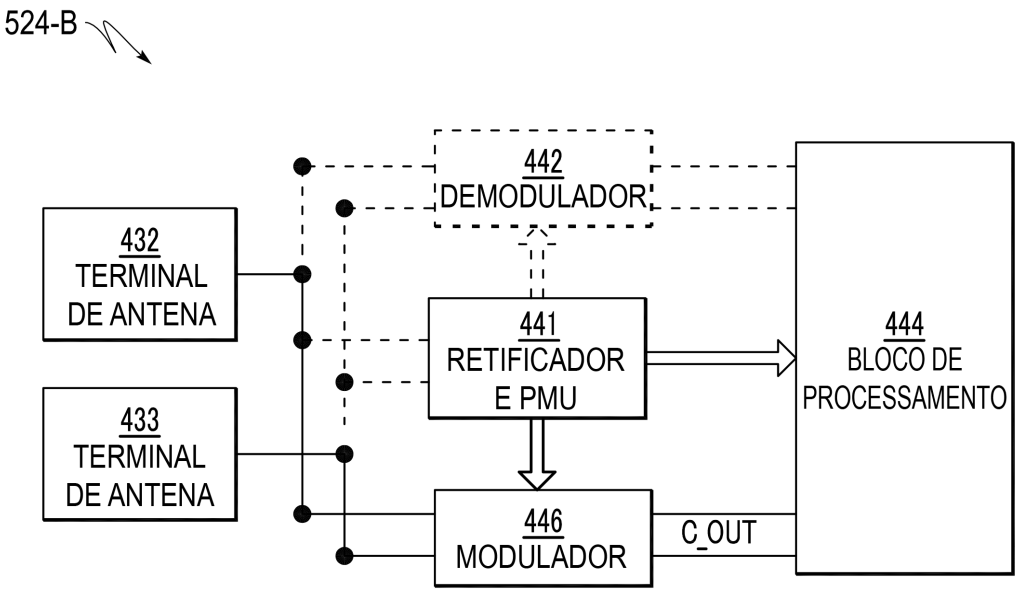

424
435
442
DEMODULADOR
432
TERMINAL
DE ANTENA
441
RETIFICADOR
E PMU
444
BLOCO DE
PROCESSAMENTO
450
MEMÓRIA
433
TERMINAL
DE ANTENA
452
DADOS
446
MODULADOR
COMPONENTES DO CI DA ETIQUETA DE RFID

FIG. 4



TRAJETÓRIA DO SINAL DURANTE L→E

FIG. 5A



TRAJETÓRIA DO SINAL DURANTE E→L

FIG. 5B

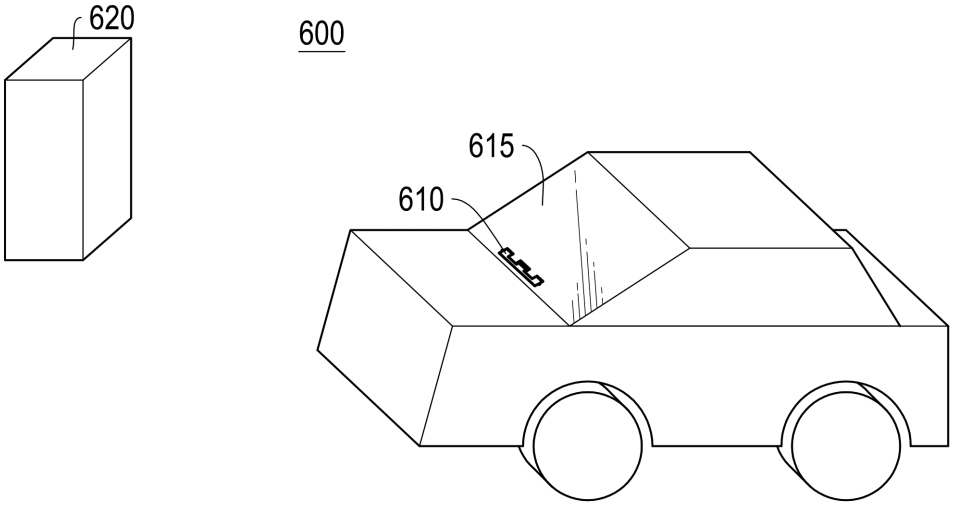


FIG. 6A

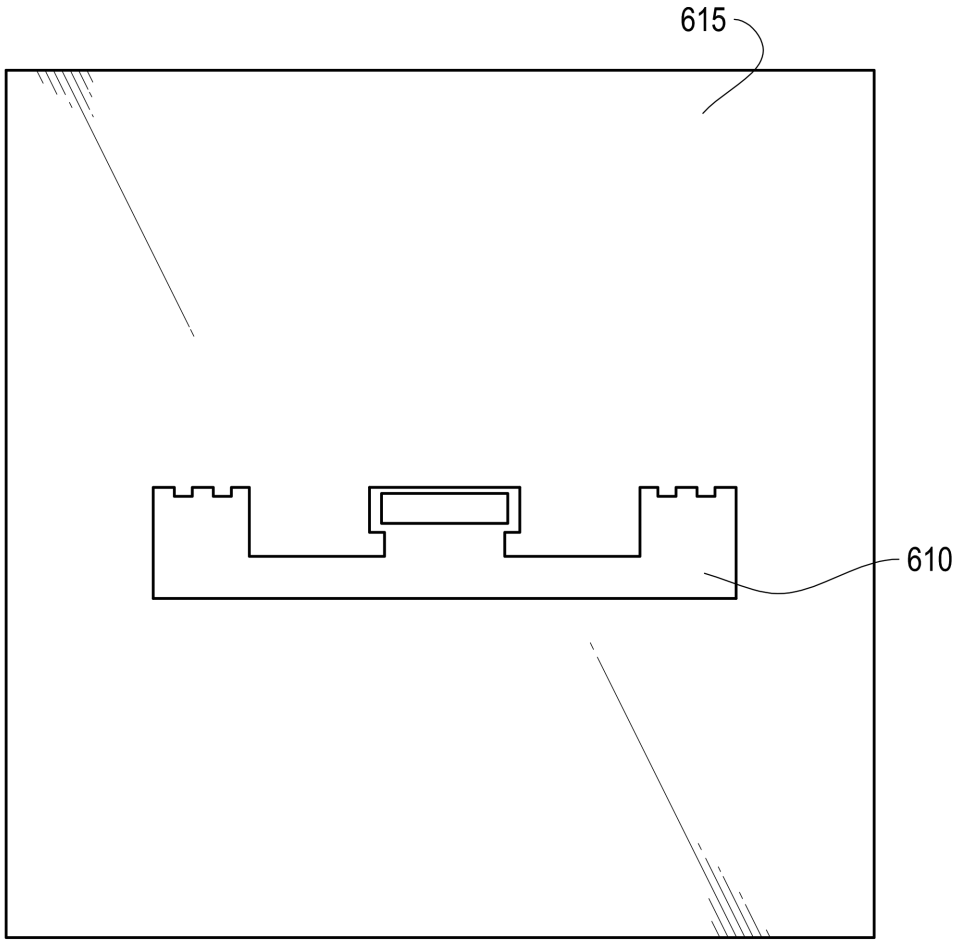


FIG. 6B

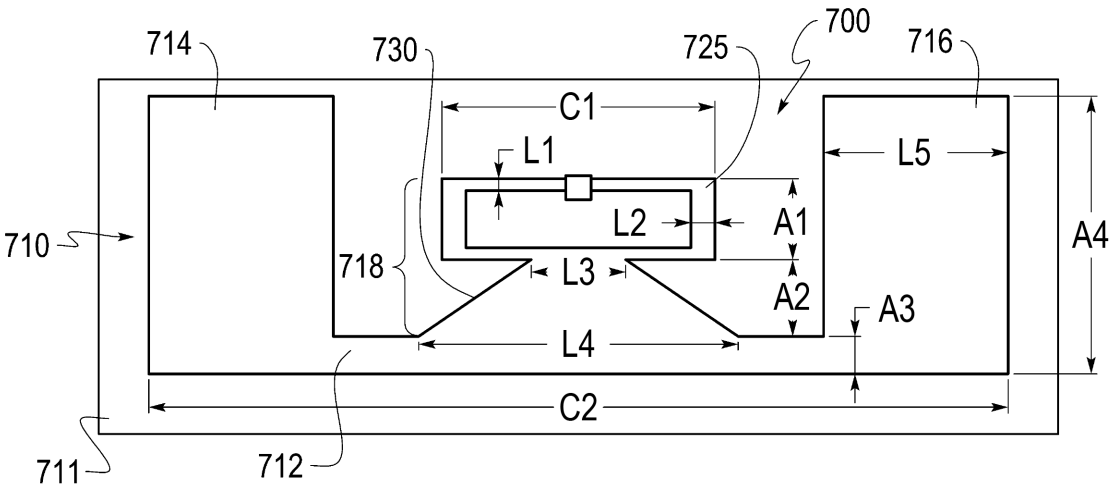


FIG. 7

800

Designs	C1 (mm)	C2 (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	L5 (mm)
ETSI	26	76	6.4	7	3	26	1	2	8	24	18
FCC	24	76	6.4	7	3	24	1	2.5	7	23	20

FIG. 8A

850

Designs	C1 (λ)	C2 (λ)	A1 (λ)	A2 (λ)	A3 (λ)	A4 (λ)	L1 (λ)	L2 (λ)	L3 (λ)	L4 (λ)	L5 (λ)
ETSI	0,075	0,219	0,018	0,02	0,009	0,075	0,003	0,006	0,023	0,069	0,052
FCC	0,073	0,232	0,02	0,021	0,009	0,073	0,003	0,008	0,021	0,07	0,061

FIG. 8B

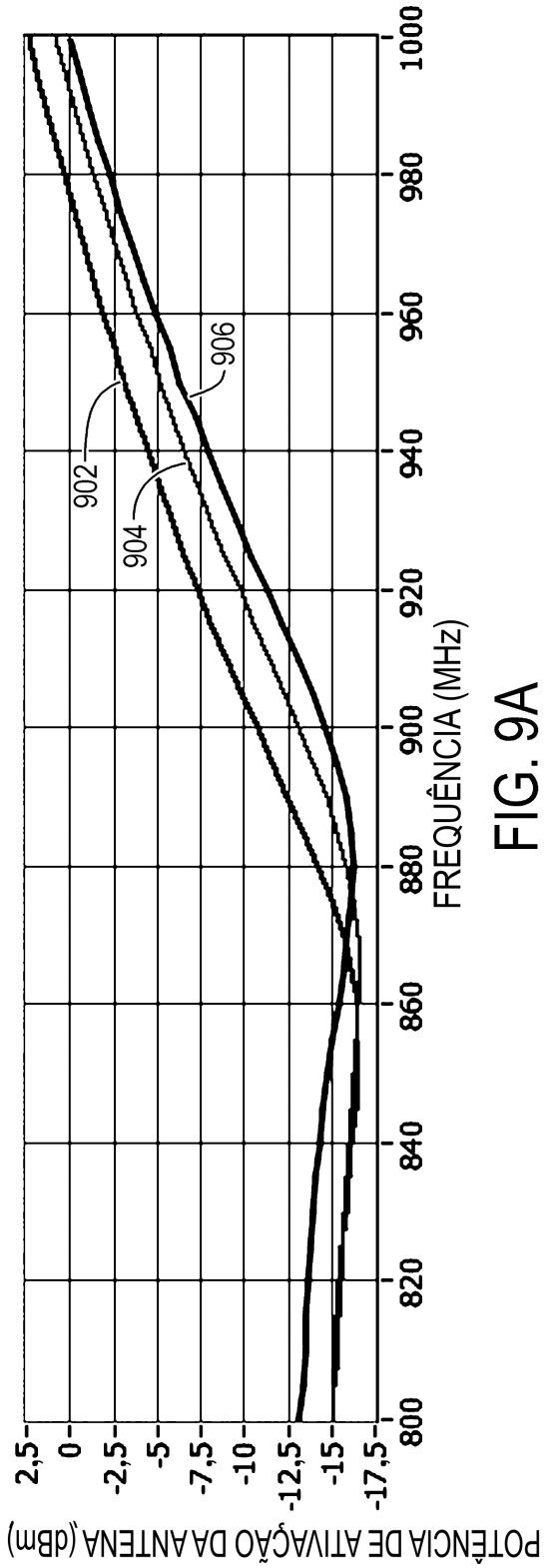

POTÊNCIA DE ATIVAÇÃO DA ANTENA (dBm)
2,5
0
-2,5
-5
-7,5
-10
-12,5
-15
-17,5
800
820
840
860
880
900
920
940
960
980
1000
FREQUÊNCIA (MHz)
902
904
906

FIG. 9A

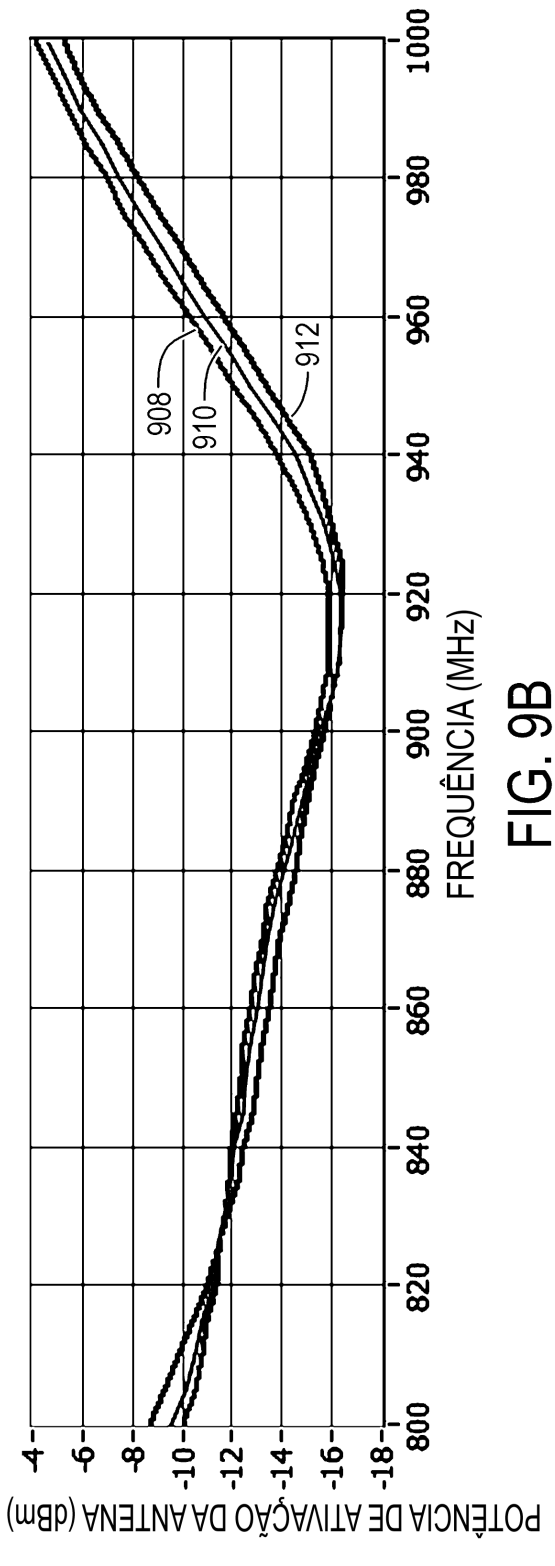

POTÊNCIA DE ATIVAÇÃO DA ANTENA (dBm)
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
800
820
840
860
880
900
920
940
960
980
1000
FREQUÊNCIA (MHz)
908
910
912

FIG. 9B

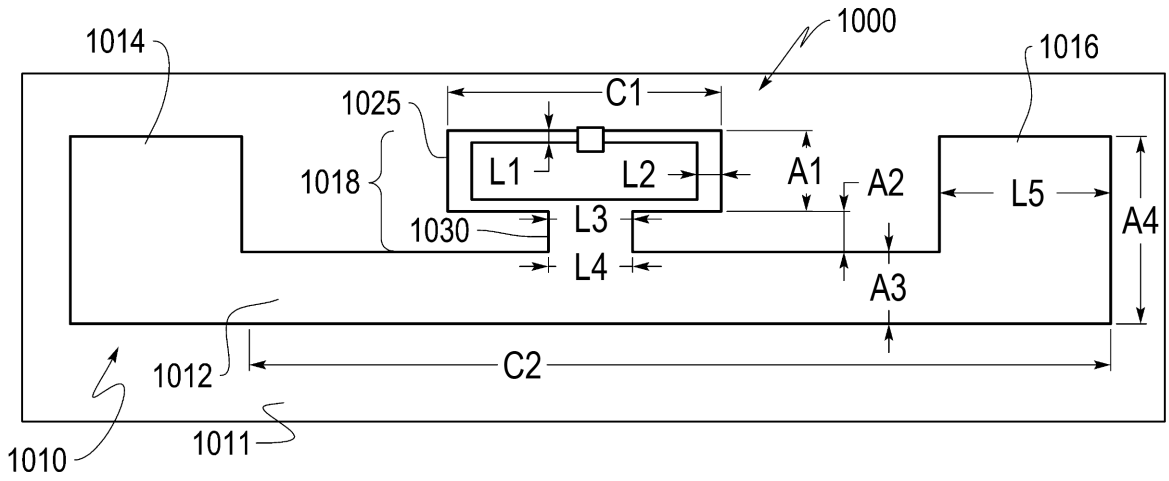


FIG. 10

1100

Designs	C1 (mm)	C2 (mm)	A1 (mm)	A2 (mm)	A3 (mm)	A4 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	L5 (mm)
FCC	23,24	88	6,4	4	6	16	0.8	2	18	18	15

FIG. 11A

1150

Designs	C1 (λ)	C2 (λ)	A1 (λ)	A2 (λ)	A3 (λ)	A4 (λ)	L1 (λ)	L2 (λ)	L3 (λ)	L4 (λ)	L5 (λ)
FCC	0,071	0,268	0,02	0,012	0,018	0,049	0,002	0,006	0,055	0,055	0,046

FIG. 11B

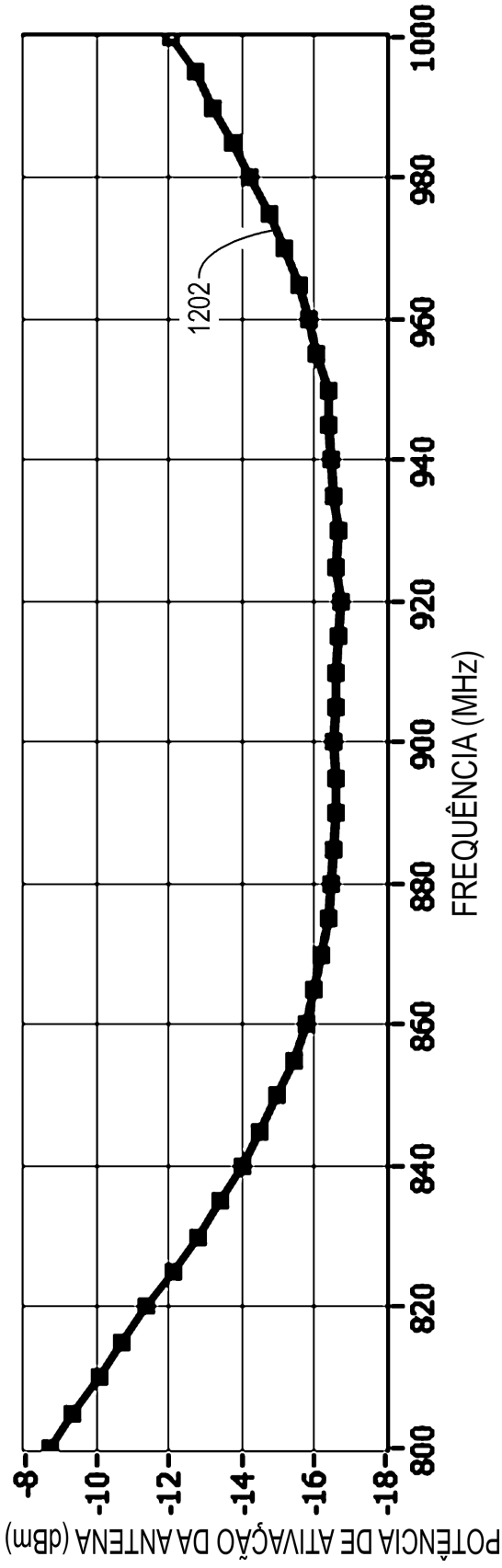

POTÊNCIA DE ATIVAÇÃO DA ANTENA (dBm)
-8
-10
-12
-14
-16
-18
800
820
840
860
880
900
920
940
960
980
1000
FREQUÊNCIA (MHz)
1202

FIG. 12

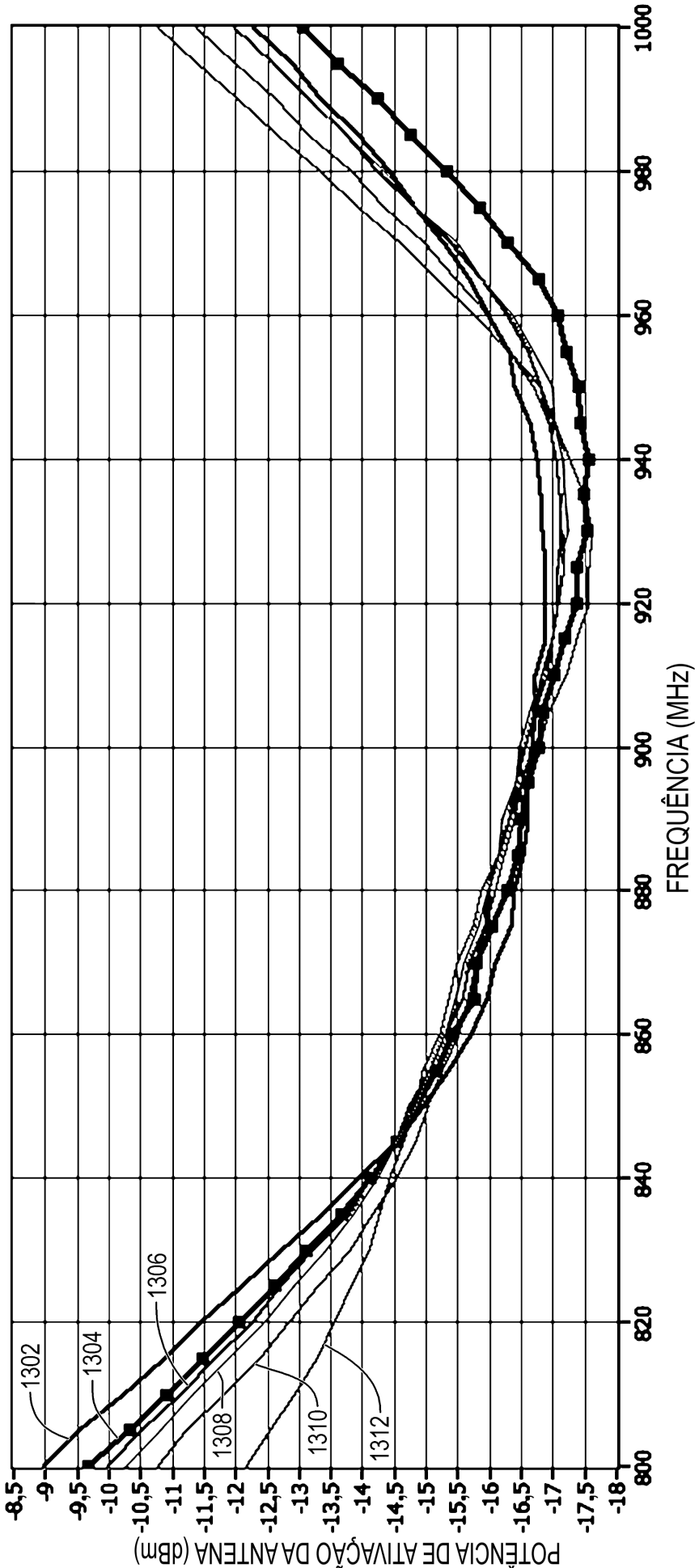

POTÊNCIA DE ATIVAÇÃO DA ANTENA (dBm)
-8,5
-9
-9,5
-10
-10,5
-11
-11,5
-12
-12,5
-13
-13,5
-14
-14,5
-15
-15,5
-16
-16,5
-17
-17,5
-18
800
820
840
860
880
900
920
940
960
980
1000
FREQUÊNCIA (MHz)
1302
1304
1306
1308
1310
1312

FIG. 13

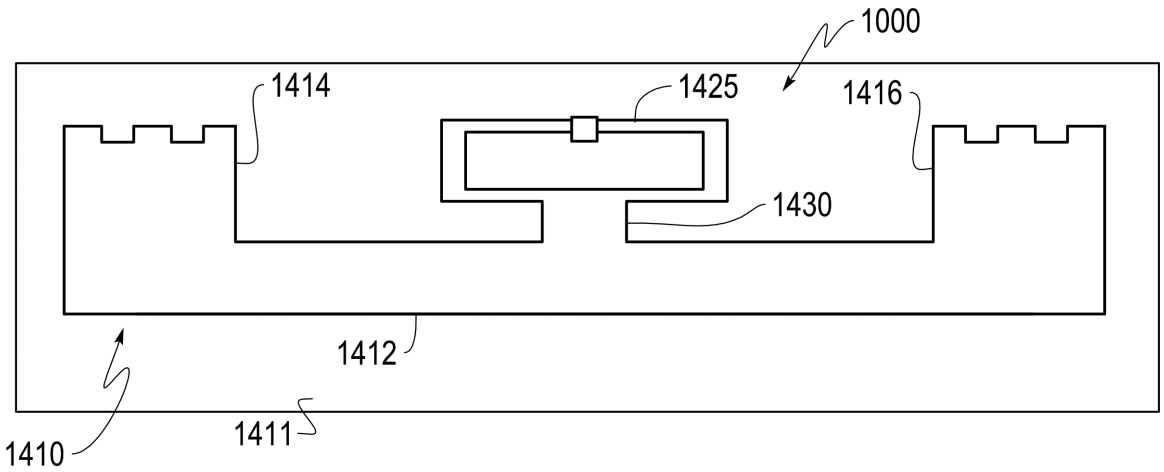


FIG. 14

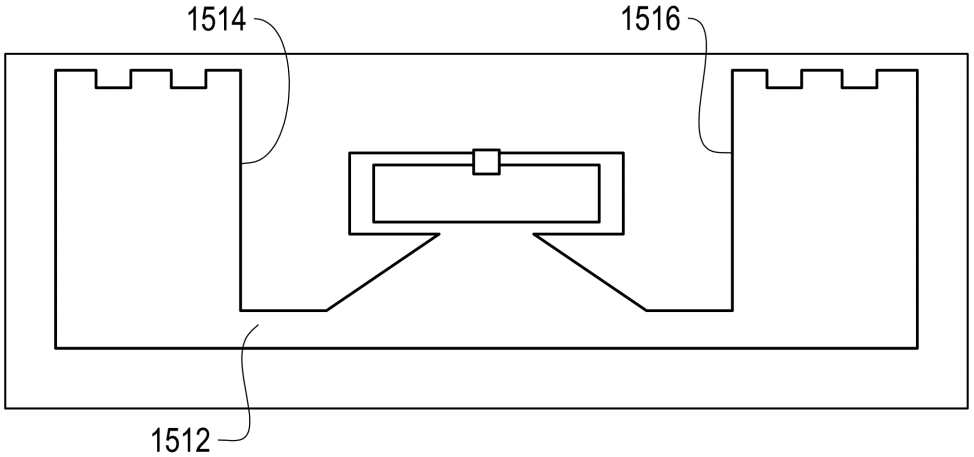


FIG. 15

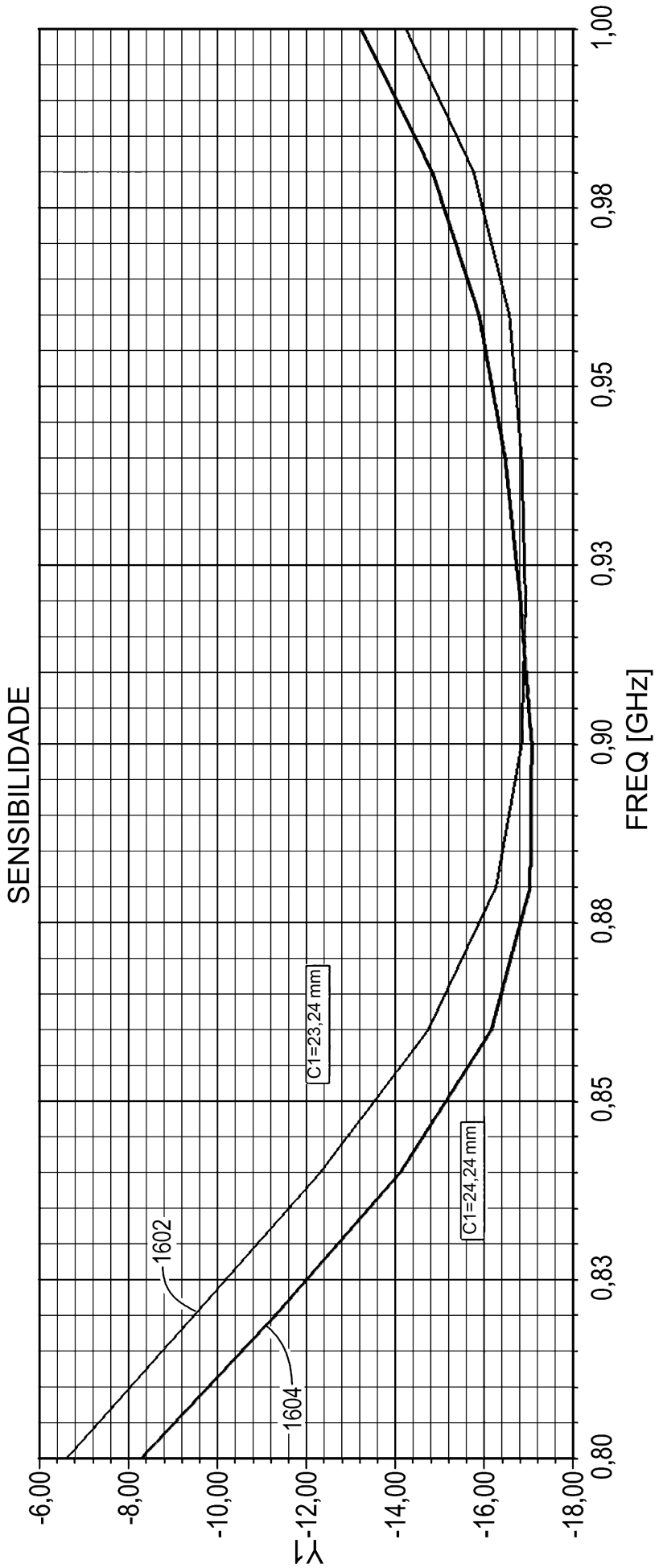

SENSIBILIDADE
FREQ [GHz]
S11
-6,00
-8,00
-10,00
-12,00
-14,00
-16,00
-18,00
0,80
0,83
0,85
0,88
0,90
0,93
0,95
0,98
1,00
C1=23,24 mm
C1=24,24 mm
1602
1604

FIG. 16A

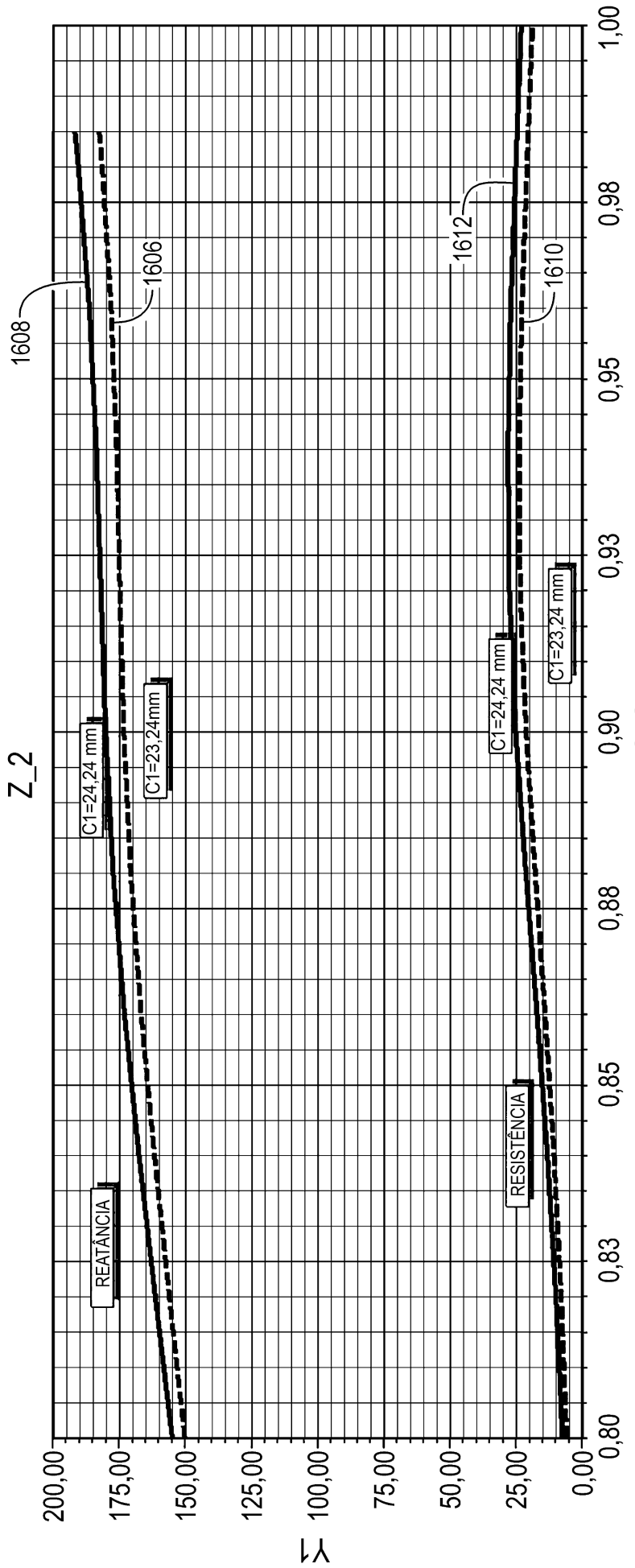

Z_2
Y1
200,00
175,00
150,00
125,00
100,00
75,00
50,00
25,00
0,00
0,80
0,83
0,85
0,88
0,90
0,93
0,95
0,98
1,00
FREQ [GHz]
1608
1606
1612
1610
C1=24,24 mm
C1=23,24mm
C1=24,24 mm
C1=23,24 mm
REATÂNCIA
RESISTÊNCIA

FIG. 16B

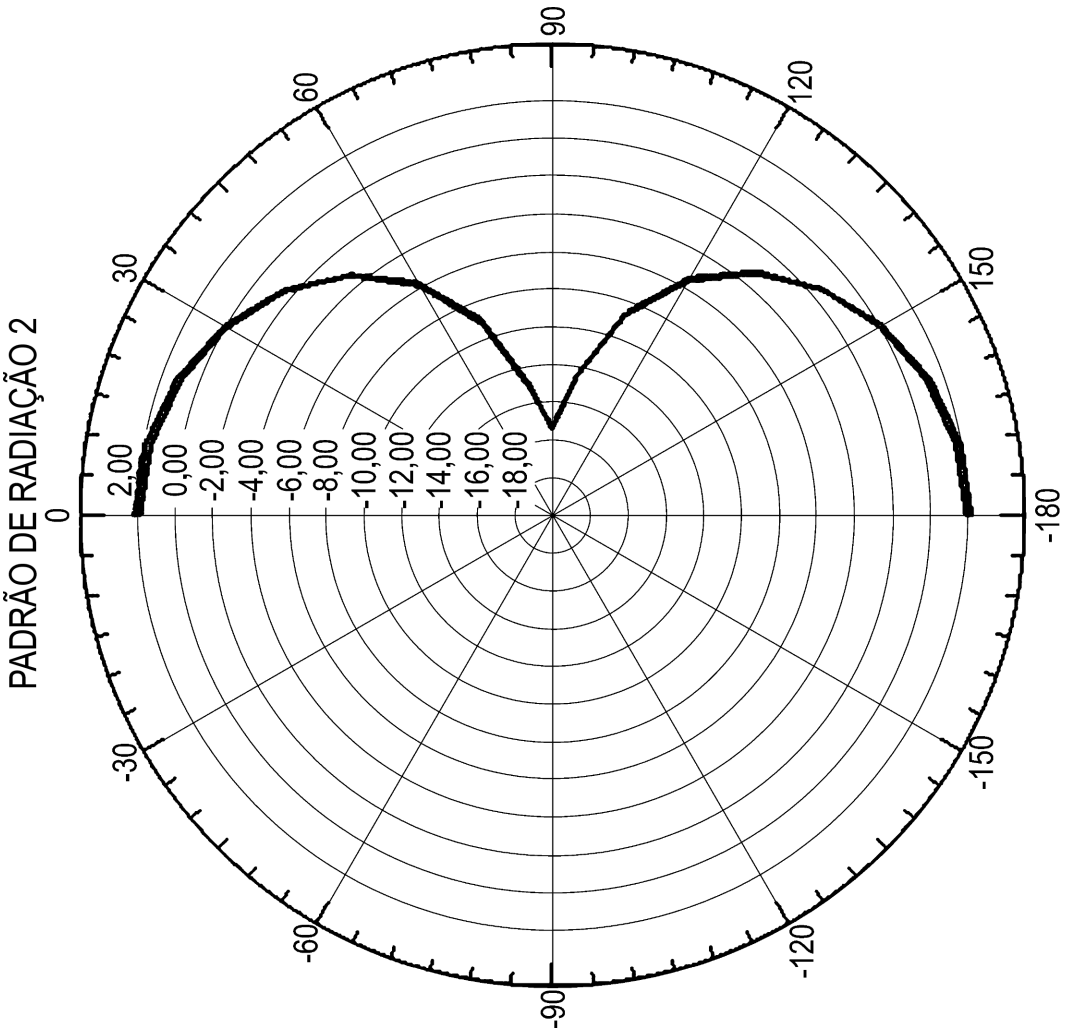

PADRÃO DE RADIAÇÃO 2
0
30
60
90
120
150
-180
-150
-120
-90
-60
-30
2,00
0,00
-2,00
-4,00
-6,00
-8,00
-10,00
-12,00
-14,00
-16,00
-18,00

FIG. 16C