



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0617580-5 B1



(22) Data do Depósito: 20/09/2006

(45) Data de Concessão: 27/09/2022

(54) Título: TRANSPONDER PASSIVO, MÉTODO DE OPERAR UM TRANSPONDER PASSIVO

(51) Int.Cl.: G06K 19/07.

(30) Prioridade Unionista: 23/09/2005 ZA 2005/07717.

(73) Titular(es): IPICO INNOVATION INC..

(72) Inventor(es): HENDRIK LODEWYK VAN EEDEN.

(86) Pedido PCT: PCT IB2006053390 de 20/09/2006

(87) Publicação PCT: WO 2007/034421 de 29/03/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/03/2008

(57) Resumo: TRANSPONDER PASSIVO, MÉTODO DE OPERAR UM TRANSPONDER PASSIVO Um transponder passivo (10) inclui um circuito ressonante (16) para receber um sinal elétrico para prover energia elétrica ao transponder (10) por acoplamento indutivo. O circuito ressonante (16) é comutável entre um modo de alto fator Q, no qual uma tensão induzida no circuito ressonante (16) decai lentamente, e um modo de baixo fator Q, no qual uma tensão induzida no circuito (16) ressonante decai mais rapidamente. O transponder (10) inclui um arranjo de armazenamento de energia (24) para guardar ao menos uma parte da energia elétrica obtida do sinal elétrico.

TRANSPONDER PASSIVO, MÉTODO DE OPERAR UM TRANSPONDER PASSIVO

Esta invenção refere-se a sistemas de aparelho de identificação de frequência de rádio. Particularmente, esta invenção refere-se a um transponder passivo e a um método de comunicação de dados entre um interrogador e um transponder passivo.

De acordo com um primeiro aspecto da invenção, de maneira geral, tem-se um transponder passivo que inclui um circuito ressonante para receber um sinal elétrico, para prover energia elétrica ao transponder por acoplamento indutivo, o circuito ressonante sendo comutável entre um modo de alto fator Q, no qual uma tensão induzida no circuito ressonante decai lentamente e um modo de baixo fator Q, no qual uma tensão induzida no circuito ressonante decai mais rapidamente, e o transponder incluindo um arranjo de armazenamento de energia para guardar ao menos uma parte da energia elétrica obtida do sinal elétrico.

Mais particularmente, de acordo com o primeiro aspecto da invenção, há um transponder passivo no qual o circuito ressonante mencionado possui uma bobina da antena para indutivamente se acoplar a uma antena interrogadora, de onde uma série de sinais de frequência de rádio é transmitida ou transmissível, a série de sinais de frequência de rádio compreendendo um sinal elétrico principal e um sinal de dados modulados rastreadores e o mencionado arranjo de armazenamento de energia sendo operável para armazenar ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento indutivo da bobina da antena do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal, o transponder ainda inclui:

um arranjo demodulador para demodulação do sinal de dados modulados de rastreamento; e um controlador de fator Q para a troca do fator Q do circuito ressonante entre o já mencionado modo de alto fator Q, no qual a bobina da antena do transponder está configurada para receber o sinal elétrico, e o citado modo de baixo fator Q, no qual o circuito ressonante está configurado para receber o sinal de dados modulados.

Uma antena de um interrogador transmite, em uso, uma onda de frequência de rádio para criar um aproximado campo eletromagnético variável

no tempo. Um transponder passivo entrando no referido campo eletromagnético acopla-se indutivamente ao interrogador, em consequência do que uma tensão é induzida através da bobina da antena de um circuito ressonante, formando parte do transponder. O circuito ressonante responde a ou ressoa em

5 frequências próximas à sua frequência natural muito mais forte do que responde a outras frequências, o que é desejável para maximizar a indução da tensão através da bobina da antena durante o fornecimento de energia ao transponder.

Ademais, é desejável manter a tensão induzida através da bobina da antena mesmo após o término do sinal da frequência de rádio transmitido

10 (por exemplo, o sinal elétrico principal) para fornecer energia ao transponder para que ele execute suas funções associadas. Um jeito de manter a tensão através da bobina da antena é maximizar a resistência da carga elétrica ou minimizar a resistência em série do circuito ressonante.

Geralmente, em um circuito ressonante elétrico ou sistema, por

15 fator Q (fator Qualidade) entende-se um fator que representa o efeito da resistência elétrica de um circuito ressonante, ou que indica a quantidade de resistência para ressonância em um sistema. Um sistema com um fator Q alto ressoa com maior amplitude em sua frequência ressonante do que um sistema com baixo fator Q.

Por outro lado, amortecer um circuito ressonante através da

20 redução da resistência da carga elétrica ou aumentando-se a resistência em série do circuito ressonante possui efeito contrário ao descrito acima, isto é, ressoar com menos amplitude em sua frequência ressonante. Isto resultará em uma rápida queda da tensão induzida através da bobina da antena após o

25 término do sinal de frequência de rádio do interrogador.

Conseqüentemente, diminuir o fator Q (ou aumentar a habilidade de amortecimento) de um circuito ressonante permite uma rápida queda de uma

30 tensão induzida através da bobina da antena do circuito ressonante, e aumentar o fator Q do circuito ressonante facilita a lenta diminuição da tensão induzida ao longo da bobina da antena do circuito ressonante após o término do sinal de frequência de rádio de entrada.

Ter em mente que o amortecimento do circuito ressonante permite rápidas alterações na tensão induzida na bobina da antena do transponder, será

compreendido que o fator Q está relacionado à largura da banda permissível do circuito ressonante, e que o fator Q pode ser definido como a frequência ressonante do circuito ressonante (ou frequência central) dividida pela largura da banda do circuito ressonante. A frequência central (f_c) é a frequência na qual há ressonância máxima (frequência de pico), enquanto a largura de banda (Δf) é definida como a alteração de 3dB em nível em cada lado (f_1, f_2) da frequência central (f_c). Definida matematicamente como $Q = \frac{f_c}{f_2 - f_1} = \frac{f_c}{\Delta f}$

Portanto, dito de outra maneira, o fator Q pode ser aumentado tanto pelo aumento da frequência central (f_c) quanto pela diminuição da largura de banda (Δf). Conforme mencionado anteriormente, o amortecimento diminui o fator Q.

O arranjo de armazenamento de energia pode incluir um retificador de tensão e módulo de armazenamento (por exemplo, um capacitor) para retificar a tensão induzida ao longo da bobina da antena do transponder, à qual pode ser aplicada uma tensão induzida para carregar o capacitor para armazenar ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento indutivo da bobina da antena do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal.

Uma vez que o capacitor esteja carregado, e após o término do sinal elétrico, a tensão induzida ao longo da bobina da antena do circuito do transponder decairá com características do alto fator Q (isto é, razoavelmente lenta). O transponder pode incluir um detector portátil de picos para detectar ou monitorar o nível de tensão ou pico da tensão induzida ao longo da bobina da antena do circuito ressonante do transponder e para retransmitir um sinal de pico representativo do referido pico de tensão detectado para o controlador do fator Q.

O controlador do fator Q pode incluir uma carga resistiva que é eletricamente removível, conectável ao circuito ressonante, para alterar o fator Q do circuito ressonante entre o modo de alto fator Q, modo no qual a bobina da antena do transponder está configurada para receber o sinal elétrico e o baixo fator Q, modo no qual o circuito ressonante está configurado para receber o sinal de dados modulados.

O transponder pode incluir um comparador que pode ser configurado ou configurável para incluir uma determinada tensão mínima de usuário, sendo a tensão mínima comparável ao pico de tensão detectado que é retransmitido a partir do detector portátil de picos, em cujo caso, o comparador
5 dispara o controlador do fator Q para alterar o circuito ressonante para seu modo de baixo fator Q quando o pico de tensão detectado cair abaixo da tensão mínima, em cujo modo, o circuito ressonante está configurado para receber o sinal de dados modulados.

A carga resistiva pode ser eletricamente removível, conectável ao
10 circuito ressonante, por operação de acionamento de um interruptor elétrico tal como um transistor. Para esse fim, o capacitor pode prover energia elétrica a componentes do transponder e o circuito ressonante pode ser mudado para seu modo de baixo fator Q, modo no qual o circuito ressonante está configurado para receber o sinal de dados modulados.

Em uma parte da invenção, o transponder inclui ainda um circuito
15 ressonante adicional para transmitir dados ao interrogador. Nesse caso, o primeiro circuito ressonante pode ser para receber o sinal elétrico e o sinal de dados modulados do interrogador, e o segundo circuito ressonante, ou adicional, que faz parte do circuito transmissor do transponder, pode ser para transmitir
20 dados ao interrogador.

O transponder pode também incluir um arranjo de processamento digital que pode incluir uma interface digital para conexão com um aparelho periférico e um módulo de armazenamento de memória digital.

De acordo com um segundo aspecto da invenção, de maneira
25 geral, tem-se um método de operar um transponder passivo, o método inclui:

receber um sinal elétrico por um circuito ressonante do
transponder, o circuito ressonante possuindo um alto fator Q e ao menos uma parte da energia elétrica recebida pelo circuito ressonante sendo armazenada na placa (onboard) pelo transponder,

30 baixar o fator Q do circuito ressonante; e

receber um sinal de dados modulados pelo circuito ressonante do transponder durante um período de tempo em que o circuito ressonante tiver baixado o fator Q.

Mais particularmente, de acordo com o segundo aspecto da invenção, tem-se um método para operar um transponder passivo no qual:

5 receber o mencionado sinal elétrico pelo citado circuito ressonante do transponder inclui receber um sinal elétrico principal de um interrogador para fornecer energia ao transponder, o circuito ressonante incluindo uma bobina de antena e possuindo um modo de alto fator Q, sendo armazenada ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento induzido da bobina da antena do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal;

10 baixar o fator Q do circuito ressonante inclui mudar o circuito ressonante do transponder para um modo de baixo fator Q; e

receber um sinal de dados modulados pelo circuito ressonante do transponder inclui receber um sinal modulado de rastreamento de um interrogador;

15 o método ainda inclui demodular o sinal de dados modulados de rastreamento.

O método pode incluir mudar o circuito ressonante para o modo de alto fator Q antes de o sinal elétrico principal ser recebido.

20 Mudar o circuito ressonante do transponder para o modo de alto fator Q e mudar o circuito ressonante do transponder para o modo de baixo fator Q podem incluir desconectar e conectar uma carga resistiva, ou resistência em série, ao circuito ressonante respectivamente.

25 Armazenar ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento indutivo da bobina da antena do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal pode incluir retificar a tensão induzida ao longo da bobina da antena do circuito ressonante e carregar um capacitor para fornecer energia ao transponder após o término do sinal elétrico.

30 Mudar o circuito ressonante do transponder para o modo de baixo fator Q pode incluir monitorar uma queda de tensão induzida ao longo da bobina da antena do transponder após o término do sinal elétrico. Um sinal de pico correspondente à queda da tensão induzida pode ser retransmitido a um comparador que, por sua vez, compara o sinal de pico a uma tensão mínima pré-determinada. O comparador pode mudar o circuito ressonante do transponder para seu modo de baixo fator Q em resposta ao sinal de pico caindo

abaixo da tensão mínima pré-determinada.

Receber um sinal de dados modulados de rastreamento pelo transponder pode incluir receber uma rajada de sinais de frequência de rádio que compreendem uma série de amplitudes variáveis representativas de dados digitais, por exemplo, uma técnica de modulação de amplitude pode ser empregada, caso em que, uma alta amplitude do sinal transmitido representa um 1(um) digital e uma amplitude menor ou nula do sinal transmitido representa um 0(zero) digital ou vice-versa.

O método pode incluir endereçar um transponder unicamente por transmitir um endereço digital do transponder como parte do sinal de dados modulados. Será compreendido que, em tal caso, um transponder anuncia-se de forma convencional através do envio de seu único endereço ao interrogador. No caso de outros transponderes estarem presentes no alcance do interrogador, os outros transponderes meramente descartam os dados do sinal de dados modulados se a transmissão não for endereçada a eles.

A invenção será agora descrita por meio de exemplo com referência aos desenhos diagramáticos anexos, nos quais:

Figura 1 é um diagrama de blocos esquemático de um sistema de identificação de frequência de rádio que inclui um transponder passivo, de acordo com a invenção; e

Figura 2 é um gráfico mostrando uma série de ondas de rádio transmitidas por um interrogador, e mostra um sinal de pico de tensão correspondente a uma tensão induzida ao longo da bobina de antena do transponder na Figura 1;

Figura 3 é um diagrama de blocos esquemático de outro exemplo de realização de um transponder passivo de acordo com a invenção.

Na Figura 1 dos desenhos, a referência de número 10, de modo geral, indica um sistema de identificação de frequência de rádio que inclui um transponder passivo 12, de acordo com a invenção, e um interrogador 14.

O transponder 12 inclui um circuito ressonante, de modo geral, indicado pela referência de número 16, que compreende uma bobina de antena 18 de transponder e um capacitor de sintonia 20 do transponder conectado em paralelo com a bobina da antena 18, desse modo formando um circuito

ressonante LC em paralelo.

A bobina da antena 18 do transponder é para se acoplar indutivamente a uma bobina de antena 22 de um interrogador de onde uma série de sinais de frequência de rádio são transmitidos, em uso.

5 A bobina de antena 22 do interrogador 14 transmite uma onda de frequência de rádio para criar um aproximado campo eletromagnético variável no tempo. O transponder passivo 12 que entra no referido campo eletromagnético acopla-se indutivamente ao interrogador 14, em consequência do que, a tensão é induzida através da bobina da antena 18 do circuito
10 ressonante 16 do transponder 12.

O circuito ressonante sintonizado 16 responde a, ou ressoa, em frequências próximas à sua frequência natural (f_0), cuja frequência corresponde àquela do sinal de frequência de rádio transmitido, com muito mais força do que o circuito 16 responde a outras frequências, o que é desejável para maximizar a
15 indução da tensão através da bobina da antena 18.

É desejável manter a tensão induzida através da bobina da antena 18 mesmo após o término do sinal de frequência de rádio transmitido para fornecer energia ao transponder 12 para realizar suas funções associadas. Um modo de facilitar a manutenção da tensão induzida através da bobina da antena
20 18 é maximizar a carga de resistência ou minimizar a resistência em série do circuito ressonante 16.

Por outro lado, é desejável permitir rápida queda da tensão induzida ao longo da antena 18 quando dados de comunicação sem fio para o transponder 12 forem efetuados, para aumentar a taxa de potencial de
25 comunicação de dados ou largura de banda (por exemplo, resposta à frequência) do transponder 12.

Um técnico no assunto compreenderá que em um circuito ressonante elétrico ou sistema, por fator Q (Qualidade), entende-se um fator que representa o efeito de resistência elétrica (ou outra causa de perda de energia)
30 de um circuito ressonante, ou que indica a quantia de resistência à ressonância em um sistema. O fator Q também indica o grau em que a amplitude de um sistema aumenta quando energizada em sua frequência ressonante comparada com a amplitude de frequências não ressonantes.

Amortecer um circuito ressonante por redução de carga de resistência ou por aumento da resistência em série do circuito ressonante tem um efeito contrário ao descrito acima, ou seja, ressoar com amplitude menor em sua frequência ressonante. Isso resultará em uma rápida queda da tensão induzida através da bobina da antena após o término do sinal de recepção de frequência de rádio do interrogador.

Conseqüentemente, diminuir o fator Q (ou aumentar a habilidade de amortecimento) de um circuito ressonante permite rápida queda de uma tensão induzida ao longo da bobina da antena do circuito ressonante, e aumentar o fator Q do circuito ressonante facilita a queda lenta de uma tensão induzida ao longo da bobina da antena do circuito ressonante após o término do sinal de frequência de rádio transmitido.

Com relação à Figura 2, a referência de número 40 indica uma rajada de sinais de frequência de rádio transmitidos a partir do interrogador 14. A rajada de sinais RF 40 compreende um sinal elétrico principal 42 e um sinal de dados modulados de rastreamento 44. O sinal de dados modulados 40 encontra-se na forma de um sinal de amplitude modulada em que uma parte de amplitude maior 46 representa um 1(um) digital e uma porção menor ou de amplitude nula 48 representa um 0(zero) digital.

Um transponder passivo é ligado durante a transmissão do sinal elétrico 42, após o quê, a comunicação de dados começa durante a transmissão do sinal de dados modulados 44. Será compreendido que ligar freqüentemente o transponder passivo 12 é necessário para fornecer energia elétrica para o transponder passivo 12 para efetuar a comunicação de dados para o transponder passivo 12. Ligar freqüentemente o transponder passivo 12 reduz a duração de intervalos de tempo disponíveis, durante os quais, os dados podem ser enviados ao transponder.

Conseqüentemente, o transponder 12 inclui um arranjo de armazenamento de energia, indicado, de modo geral, pela referência de número 24, para armazenar ao menos parte da energia elétrica que é gerada por acoplamento indutivo da bobina da antena 18 do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal 42 para prover fornecimento de energia na placa (onboard) durante a operação de comunicação de dados para o

transponder 12. Armazenar energia elétrica desse modo permite uma maior duração do fornecimento de energia para o transponder a partir do arranjo de armazenamento 24, ao invés de ligar o transponder 12 mais frequentemente enviando mais sinais elétricos, o resultado disso permite maiores intervalos de tempo para transmissão de sinal de dados modulados 44, os quais, por sua vez, facilitam uma comunicação mais rápida de dados para o transponder 12.

O arranjo de armazenamento de energia 24 inclui um retificador de tensão 30 para retificar a tensão induzida ao longo da bobina da antena 18 do circuito ressonante 16, ao qual tensão retificada é aplicada para carregar um capacitor 26 para armazenar ao menos parte da energia elétrica que é gerada por acoplamento indutivo da bobina da antena do transponder 18 durante a transmissão do sinal elétrico principal 42.

Uma vez que o capacitor 26 esteja carregado, e após o término do sinal elétrico 42, a tensão induzida ao longo da bobina da antena 18 do circuito ressonante 16 decai, em uso, com características do fator Q do circuito ressonante 16.

Ademais, é desejável que o circuito ressonante 16 permita uma alta taxa de transmissão de comunicação de dados. Isso é realizado, de acordo com a invenção, trocando-se a largura da banda do circuito ressonante 16 para um modo em que a tensão induzida ao longo da bobina da antena 18 do circuito ressonante 16 responda ou mude rapidamente, permitindo rápida detecção de uma mudança na amplitude do sinal de dados modulados 44, permitindo assim uma maior largura de banda para o circuito ressonante 16 e, desse modo, para o sinal transmitido de dados modulados 44.

Conseqüentemente, o transponder 12 também inclui um controlador de fator de qualidade, indicado, de modo geral, pela referência de número 28, para mudar um fator Q do circuito ressonante 16 entre um modo de alto fator Q, modo no qual a bobina da antena 18 do transponder recebe o sinal elétrico 42, e um modo de baixo fator Q, modo no qual o circuito ressonante 16 recebe o sinal de dados modulados 44.

Tendo em mente que o amortecimento do circuito ressonante permite rápidas mudanças na tensão induzida ao longo da bobina da antena do transponder, será compreendido que o fator Q está relacionado à largura da

banda permissível do circuito ressonante, e o fator Q pode ser definido como a frequência ressonante do circuito ressonante (ou frequência central) dividida pela largura da banda do circuito ressonante. Desse modo, aumentar o fator Q reduz a largura de banda do circuito ressonante.

5 O transponder 12 inclui ainda um detector portátil de pico 32 para detectar ou monitorar um pico de tensão da tensão induzida ao longo da bobina da antena 18 do circuito ressonante 16 do transponder e para retransmitir um sinal de pico de tensão, que corresponde à tensão induzida, para o controlador de fator de qualidade 28.

10 O controlador de fator de qualidade 28 inclui um circuito de carga resistiva, indicada, de modo geral, pela referência de número 38, que é eletricamente removível e conectável ao circuito ressonante 16 para mudar o fator Q do circuito ressonante 16 entre o modo de alto fator Q, no qual a bobina da antena 18 do transponder recebe o sinal elétrico 42, e o modo de baixo fator Q, no qual o circuito ressonante 16 recebe o sinal de dados modulados 44.

15 O transponder 12 também inclui um comparador 60 que é configurado de modo a incluir uma determinada tensão mínima de um usuário 62, a tensão mínima 62 sendo comparável ao sinal de pico de tensão detectado que é retransmitido a partir do detector portátil de pico 32. O comparador 60 é
20 duplamente funcional; em primeiro lugar, ele dispara o controlador de fator de qualidade 28 para mudar o circuito ressonante 16 entre seus modos de fator Q alto e baixo, conforme melhor detalhado abaixo e, em segundo lugar, ele identifica dados digitais modulados quando o circuito ressonante 16 recebe o sinal de dados modulados 44.

25 O circuito de carga resistiva 38, no exemplo de realização ilustrado da invenção, compreende dois resistores 34,36, cada resistor 34, 36 estando conectado a um ramo do circuito ressonante 16 do transponder 12. As cargas resistivas 34, 36 são eletricamente removíveis, conectáveis ao circuito ressonante 16 acionando os respectivos interruptores elétricos que estão na
30 forma de transistores 64, 66 MOSFET (Transistor de Efeito de Campo de Metal-Oxido Semicondutor).

 O transponder 12 inclui um demodulador para recuperação de dados do sinal de dados modulados, em uso, conforme explicado em mais

detalhes abaixo.

Em outro exemplo de aplicação da invenção (ver Figura 3), um transponder 100, de acordo com a invenção, inclui um primeiro circuito ressonante 102, um arranjo elétrico de armazenamento 106 e um arranjo de controlador de fator de qualidade que está no bloco 108, do mesmo modo como descrito acima. Além disso, o transponder 100 inclui também um segundo circuito ressonante 104 para transmissão de dados ao interrogador. No transponder 100, o primeiro circuito ressonante 102 é para recepção do sinal elétrico e do sinal de dados modulados a partir do interrogador, e o segundo circuito ressonante 104, que faz parte de um circuito transmissor do transponder, é para transmissão de dados para o interrogador. O transponder 100 pode assim ser do tipo descrito na WO 02/091290, que está aqui totalmente incorporada como um todo, o transponder 100 incluindo as realizações inventivas conforme aqui descritas.

O transponder 12 inclui um arranjo de processamento digital 68. O arranjo de processamento digital 68 inclui uma memória de dados para armazenar um endereço digital do transponder 12, e uma interface digital para conexão com aparelhos periféricos (não mostrados).

Em uso, se for desejável a transmissão de dados para o transponder 12 a partir do interrogador 14, uma série de sinais de frequência de rádio 40 é transmitida a partir do interrogador 14, cuja série de sinais de frequência de rádio 40 compreende o sinal elétrico 42 e o sinal de dados modulados 44.

Inicialmente, o circuito ressonante 16 do transponder 12 está em seu modo de alto fator Q devido aos transistores 64, 66 sendo desligados de modo que os resistores 34, 36 estejam desconectados do circuito ressonante 16. Nesse modo de alto fator Q do circuito ressonante 16, a indução da tensão ao longo da bobina da antena 18 do circuito ressonante 16 é maximizada para carregar o capacitor 26.

Com relação à Figura 2, o gráfico 80 mostra duas curvas 82 e 84. A curva 82 é o sinal de saída pico do detector de pico 32 que corresponde à tensão induzida ao longo da bobina da antena 18 do circuito ressonante 16. A partir de agora, a curva 82 será denominada de tensão de pico 82. A curva 84 é

uma tensão mínima constante que é definida pelo usuário e mantida como referência para o comparador 60 a partir do circuito mínimo 62, a partir de agora, denominada de tensão mínima 84.

5 Durante a transmissão do sinal elétrico 42, a tensão de pico é o ponto máximo na curva 82.1. Quando o sinal elétrico 42 estiver terminado no ponto 86, no gráfico 80, a tensão de pico 82 decai, na curva 82.2, e pode-se ver que a curva 82.2 decai relativamente devagar, o que se deve principalmente ao alto fator Q do circuito ressonante 16.

10 Quando a tensão de pico cai abaixo da tensão mínima 84 no ponto 88, um interruptor controlador 61 liga os transistores 64, 66 para conectar os resistores 34, 36 ao circuito ressonante 16 do transponder 12, cujo efeito é mudar o circuito ressonante 16 para seu modo de baixo fator Q. Conforme explicado acima, nesse modo de baixo fator Q, a habilidade de amortecimento do circuito ressonante é aumentada de modo que quedas e aumentos mais
15 rápidos da tensão de pico sejam atingidos como resultado de mudanças no sinal transmitido de frequência de rádio 40.

O sinal de dados modulados 44 na Figura 2 compreende três rajadas curtas de sinais de frequência de rádio 46. A duração de cada rajada é relativamente curta em comparação ao sinal elétrico 42; apesar disso, uma
20 flutuação na tensão de pico é mais rápida por causa do baixo fator Q para o circuito ressonante 16.

A duração de uma rajada de alta amplitude 46 é selecionada para permitir um aumento 90 da tensão de saída pico, cujo aumento é rápido o suficiente para subir dentro de um curto período de tempo desejável acima da
25 tensão mínima 84, e a duração de uma amplitude baixa ou nula 48 é selecionada para permitir uma queda 92 abaixo da tensão mínima 84. Simultaneamente, o comparador 60 compara os aumentos 90 e quedas 92 da tensão de pico, um aumento acima da tensão mínima 84 representa um 1 (um) digital e uma queda abaixo da tensão mínima 84 representa um 0 (zero) digital.
30 Os uns e zeros digitais (dados digitais) correspondentes ao sinal de dados modulados 44 são retransmitidos ao arranjo de processamento digital 68.

Para esse fim, o capacitor 26 fornece energia elétrica para o transponder 12 durante a comunicação dos dados.

Vantajosamente, taxas mais rápidas de comunicação de dados são atingidas pelo transponder 12, primeiramente carregando-se o capacitor 26 para fornecimento de energia para os componentes do transponder de modo que uma maior duração de intervalos de tempo estejam disponíveis, nas quais os

5 dados possam ser transmitidos para o transponder 12 e, em segundo lugar, mudando-se o circuito ressonante 16 para seu modo de baixo fator Q durante a recepção do sinal de modulação de dados, na qual o baixo fator Q permite rápida flutuação (ou seja, resposta de frequência mais rápida) da tensão de pico, de modo que curtas rajadas de sinais possam criar aumento e queda adequados

10 da tensão de saída de pico que podem ser detectados e demodulados.

REIVINDICAÇÕES

1. Transponder passivo (12) que compreende um circuito ressonante (16) para receber um sinal elétrico (42) para fornecer energia elétrica ao transponder (12) por acoplamento indutivo, o circuito ressonante (16) sendo comutável entre um modo de alto fator Q, no qual uma tensão induzida no circuito ressonante (16) decai vagarosamente, e um modo de baixo fator Q, no qual uma tensão induzida no circuito ressonante (16) decai mais rapidamente, e o transponder (12) inclui um arranjo de armazenamento de energia (24) para armazenar ao menos uma parte da energia elétrica obtida a partir do sinal elétrico (42), referido circuito ressonante (16) possui uma bobina de antena (18) do transponder para acoplamento indutivo à antena do interrogador (22), de onde uma série de sinais de frequência de rádio é transmitida ou transmissível, a série de sinais de frequência de rádio compreendendo um sinal elétrico (42) principal e um sinal de dados modulados de rastreamento (44) e o mencionado arranjo de armazenamento de energia (24) é operável para armazenar ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento indutivo da bobina da antena (18) do transponder durante a transmissão do sinal elétrico (42) principal, o transponder (12) inclui ainda:

um arranjo demodulador (68) para demodular o sinal de dados modulados de rastreamento (44); e

um controlador (28) de fator Q para mudar o fator Q do circuito ressonante (16) entre o citado modo de alto fator Q, modo no qual a bobina da antena (18) do transponder é configurada para receber o sinal elétrico (42), e o mencionado modo de baixo fator Q, modo no qual o circuito

ressonante (16) é configurado para receber o sinal de dados modulados (44)

o transponder sendo caracterizado pelo fato de compreender ainda:

um detector portátil de pico (32) para detectar ou monitorar um pico de tensão da tensão induzida ao longo da bobina da antena (18) do transponder do circuito ressonante (16) e para retransmitir um sinal de pico representativo do citado pico de tensão detectado para o controlador (28) do fator Q , e

um comparador (60) que é configurado ou configurável para incluir uma determinada tensão mínima de usuário (62), a tensão mínima (62) sendo comparável ao pico de tensão detectado que é retransmitido a partir do detector portátil de pico (32);

em que o comparador (60) é operável para disparar o controlador (28) de fator Q para alterar o circuito ressonante (16) para seu modo de baixo fator Q quando o pico de tensão detectado cair abaixo da tensão mínima (62), modo no qual o circuito ressonante (16) é configurado para receber o sinal de dados modulado (44).

2. Transponder passivo (12) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o arranjo de armazenamento de energia (24) incluir um retificador de tensão (30) e um capacitor (26) para retificar a tensão induzida ao longo da bobina da antena (18) do transponder (12), a qual uma tensão induzida é aplicada para carregar o capacitor (26) para armazenar ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento indutivo da bobina

da antena (18) do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal (42).

3. Transponder passivo (12) de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o controlador de fator Q incluir uma carga resistiva (34, 36) que é eletricamente removível, conectável ao circuito ressonante (16), para alterar o fator Q do circuito ressonante (16) entre o modo de alto fator Q, modo no qual a bobina da antena (18) do transponder é configurada para receber o sinal elétrico (42), e o modo de baixo fator Q, modo no qual o circuito ressonante (16) é configurado para receber o sinal de dados modulados (44).

4. Transponder passivo (12) de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de a carga resistiva (34, 36) ser eletricamente removível, conectável ao circuito ressonante (16), por operação de acionamento de um interruptor elétrico (64, 66).

5. Transponder passivo (12) de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de a operação de acionamento do interruptor elétrico (64, 66) ser feita por um interruptor controlador (61).

6. Transponder passivo (12) de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de o capacitor (26) ser operável de modo a fornecer energia elétrica aos componentes do transponder (12).

7. Método de operar um transponder passivo (12), que inclui as seguintes etapas:

receber um sinal elétrico (42) por um circuito ressonante (16) do transponder (12), o circuito ressonante (16) inclui uma bobina de antena (18) e possui um modo de

alto fator Q e ao menos uma parte da energia elétrica recebida pelo circuito ressonante (16) é armazenada na placa pelo transponder (12), receber o mencionado sinal elétrico (42) pelo citado circuito ressonante (16) do transponder (12) incluir receber um sinal elétrico principal (42) a partir de um interrogador (14) para fornecer energia ao transponder (12), ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento indutivo da bobina da antena (18) do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal (42) sendo armazenado;

baixar o fator Q do circuito ressonante (16), incluindo alterar o circuito ressonante (16) do transponder (12) para um modo de baixo fator Q ;

receber, a partir do referido interrogador (14), um sinal de dados modulados de rastreamento (44) pelo circuito ressonante (16) do transponder (12) durante um período de tempo em que o circuito ressonante (16) tiver o fator Q baixo; e

demodular o sinal de dados modulados de rastreamento (44),

o método sendo **caracterizado** pelo fato de que:

a etapa de alterar o circuito ressonante (16) do transponder (12) para o modo de baixo fator Q inclui monitorar uma queda da tensão induzida ao longo da bobina da antena (18) do transponder (12) após o término do sinal elétrico (42), em que:

um sinal de pico correspondente à queda da tensão induzida é retransmitido a um comparador (60) que, por sua vez, compara o sinal de pico a um mínimo pré-determinado (62), e em que o comparador (60) altera o circuito ressonante

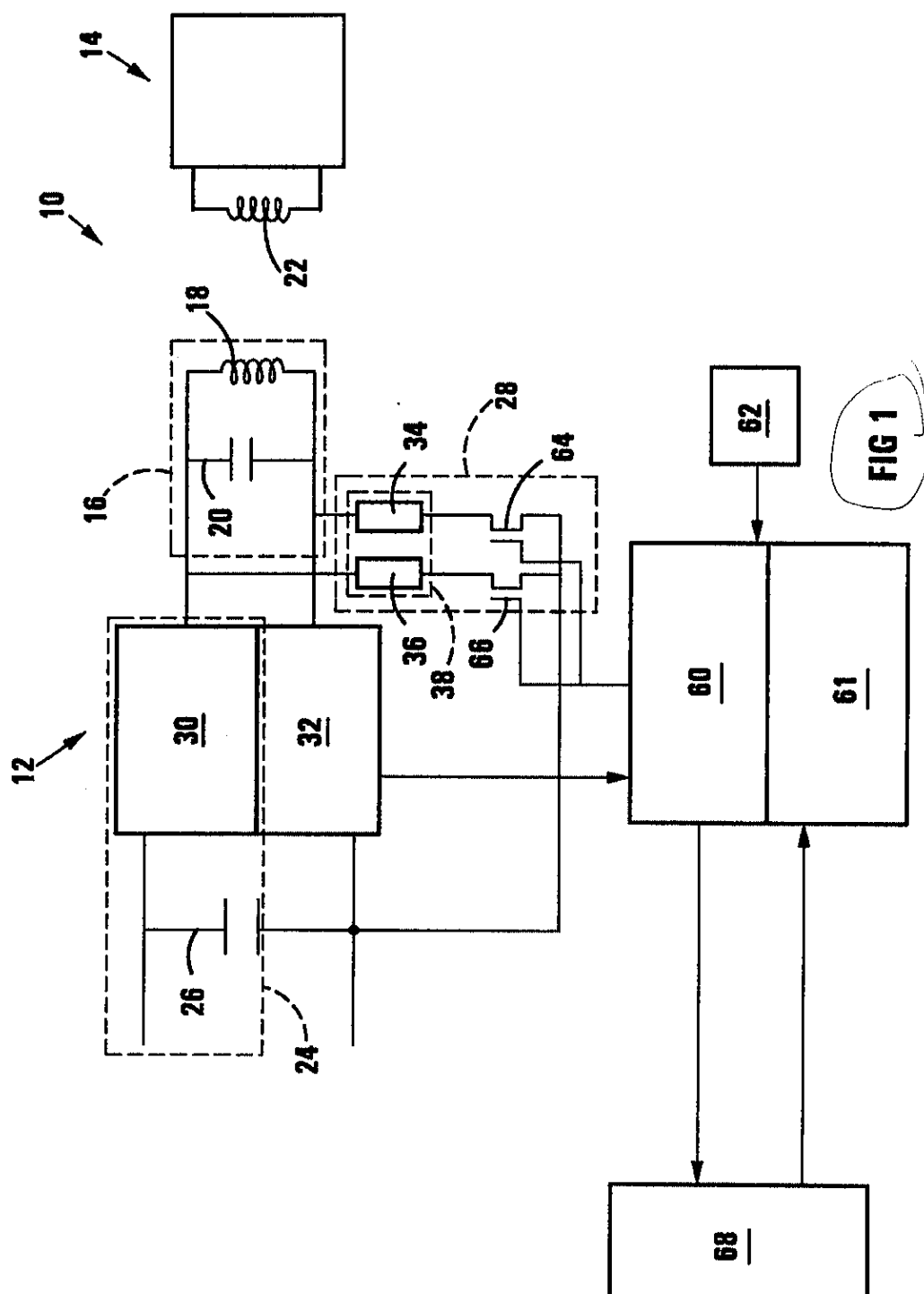
(16) do transponder (12) para seu modo de baixo fator Q em resposta ao sinal de pico caindo abaixo da tensão mínima pré-determinada (62).

8. Método de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de incluir a comutação do circuito ressonante (16) para um modo de alto fator Q antes do sinal elétrico principal (42) ser recebido.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de alterar o circuito ressonante (16) do transponder (12) para o modo de alto fator Q e alterar o circuito ressonante (16) do transponder (12) para o modo de baixo fator Q inclui desconectar e conectar uma carga resistiva (34, 36) ou uma resistência em série ao circuito ressonante (16) respectivamente.

10. Método de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de armazenar ao menos parte da energia elétrica que é induzida por acoplamento indutivo da bobina da antena (18) do transponder durante a transmissão do sinal elétrico principal (42) inclui retificar a tensão induzida ao longo da bobina da antena (18) do circuito ressonante (16) e carregar um capacitor (26) para fornecer energia ao transponder (12) após o término do sinal elétrico (42).

11. Método de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de receber um sinal de dados modulados (44) de rastreamento pelo transponder (12) inclui receber uma rajada de sinais de frequência de rádio (40) que compreendem uma série de variações de amplitudes representativas dos dados digitais.



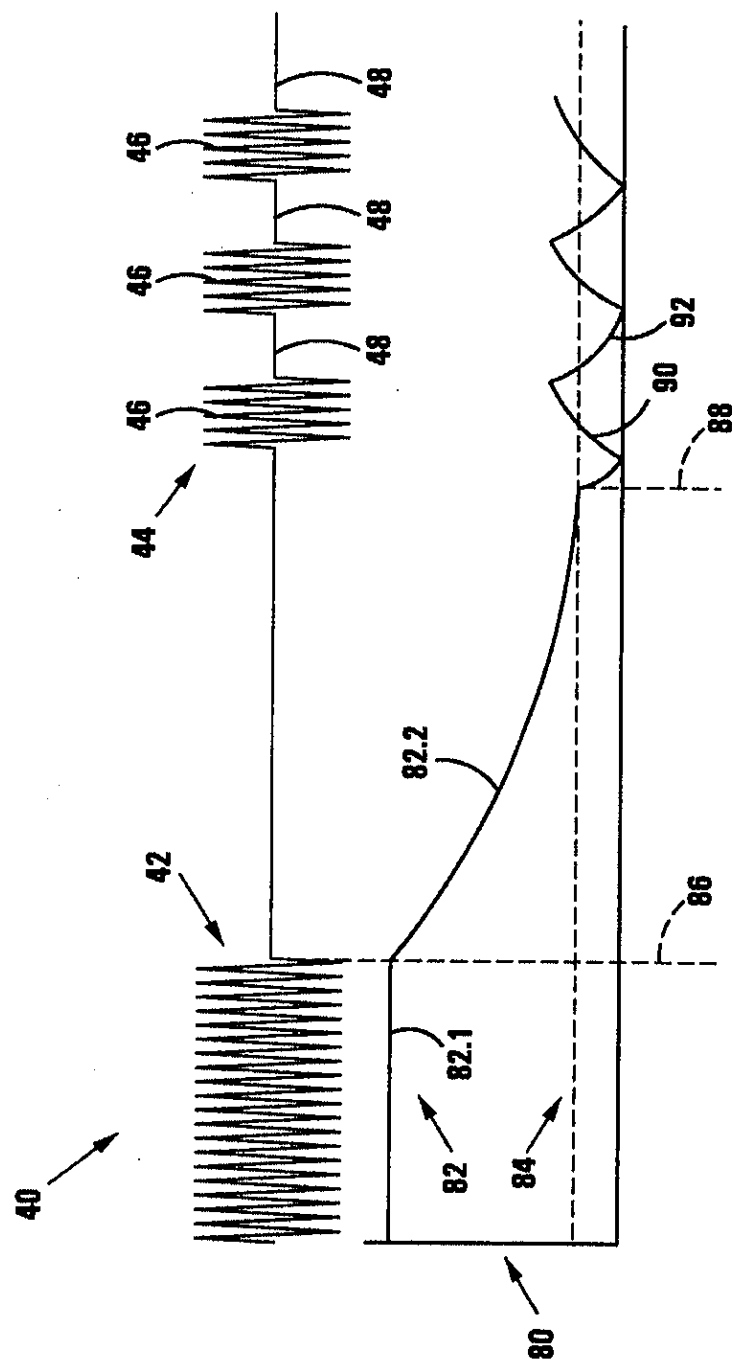


FIG 2

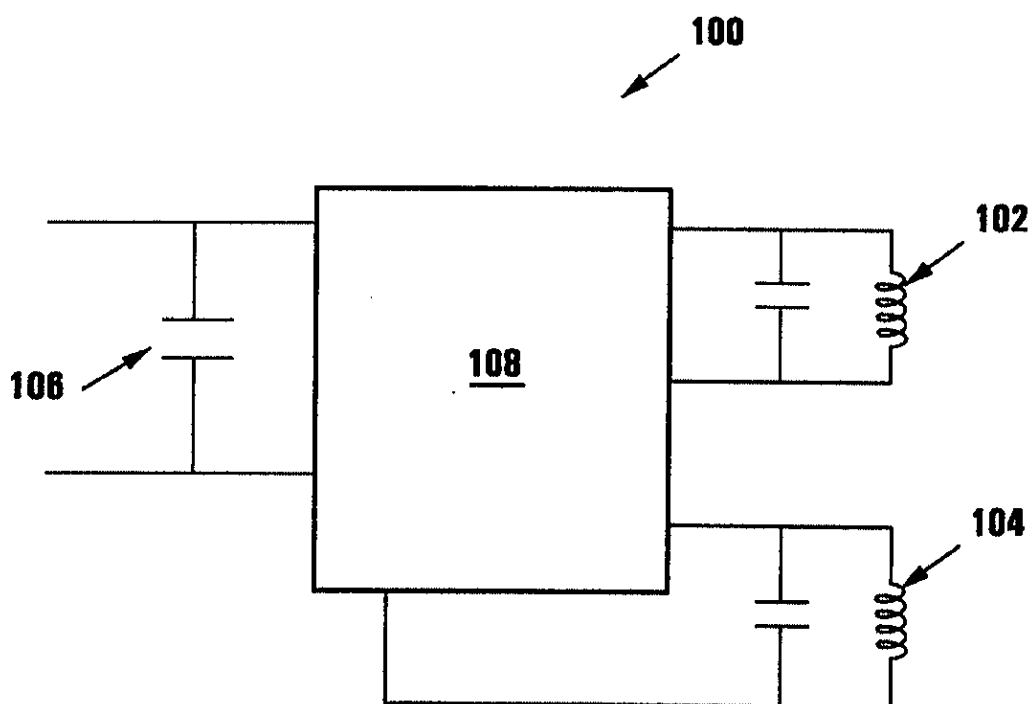


FIG 3