



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

(11) PI 0112781-0 B1

(22) Data do Depósito: 26/07/2001

(45) Data de Concessão: 08/03/2016

(RPI 2357)



(54) Título: SISTEMA PARA MEDIR PELO MENOS UM PARÂMETRO DE PNEUMÁTICO, MÉTODO PARA MONITORAR ELETRICAMENTE PARÂMETROS PNEUMÁTICOS E INTERROGADOR

(51) Int.Cl.: B60C 23/02 ; B60C 23/00 ; H03D 3/00 ; H04L 27/22

(30) Prioridade Unionista: 26/07/2000 US 60/220.896

(73) Titular(es): BRIDGESTONE FIRESTONE NORTH AMERICAN TIRE, LLC

(72) Inventor(es): GORDON E. HARDMAN, JOHN W. PYNE, MOLLY A. HARDMAN, DAVID A. PRZYGOCKI, DAVID C. COOMBS, PAUL B. WILSON, RONALD C. GRUSH, PHILIP B. LOUNDIN, BRETT A. FLOYD

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para “**SISTEMA PARA MEDIR PELO MENOS UM PARÂMETRO DE PNEUMÁTICO, MÉTODO PARA MONITORAR ELETRICAMENTE PARÂMETROS PNEUMÁTICOS E INTERROGADOR**”.

REFERÊNCIA COM PEDIDOS RELACIONADOS

001 Esse pedido é uma continuação em parte (CIP) do Pedido U.S. Número Serial 09/916.028, arquivado em 26 de Julho de 2001, que reivindica a prioridade a e o benefício do Pedido Provisório U.S. Número Serial 60/220.896, arquivado em 26 de Julho de 2000. Os requerentes estão reivindicando a prioridade a e o benefício de ambos esses pedidos, tornando a data efetiva do arquivamento de toda a matéria assunto comum nesse pedido como 26 de Julho de 2000. Cada um dos pedidos acima relacionados é designado para o procurador do presente pedido.

CAMPO TÉCNICO

002 A presente invenção refere-se, em geral, a sistemas de gerenciamento de parâmetro de pneumático e em particular a um sistema de gerenciamento de pneumático eletrônico incluindo etiquetas de pneumáticos, onde cada etiqueta tem um circuito de sensor eletrônico que conserva a energia por “repousar” e periodicamente “acordar” para medir e armazenar parâmetros do pneumático, tais como temperatura e pressão. O microprocessador da etiqueta periodicamente acorda para o modo de busca e procura transmissões que aparentam ser sinais de interrogação de um leitor/transceptor (RT), independentemente da medição do parâmetro e função de armazenamento. Com a detecção de uma transmissão que é provavelmente um sinal de interrogação, a etiqueta acorda completamente para um modo de interrogação, verifica se o sinal de interrogação é válido e responde para o sinal de interrogação válido, por exemplo, transmitindo a informação do parâmetro do pneumático para o RT. A etiqueta também pode ser

programada para acordar periodicamente e transmitir os últimos parâmetros do pneumático armazenados em uma base autônoma, sem ser interrogado por um RT. A etiqueta adicionalmente pode ser programada para automaticamente transmitir um sinal de “alarme” se um dos parâmetros do pneumático está fora de um limite especificado.

TÉCNICA ANTERIOR

003 É desejável monitorar os pneumáticos com relação aos parâmetros tais como temperatura e pressão. É particularmente vantajoso monitorar grandes pneumáticos para veículos urbanos (OTR) desde que os pneumáticos nesses veículos são muito caros e devem ser regularmente mantidos para maximizar a eficiência do veículo e pneumático.

004 No passado, os dispositivos de monitoração do pneumático variavam de sistemas que monitoram a pressão do pneumático pelas conexões na haste de válvula (Pat. U.S. No. 4.734.674), para sistemas que usam acoplamento magnético para receber os sinais externos do pneumático (Pat. U.S. No. 4.588.978), a sistemas sofisticados que medem a taxa de mudança de pressão no pneumático e depois mudam a taxa de transmissão dos dados dependendo da taxa de mudança de pressão (Pat. U.S. No. 5.656.992). Outros sistemas são ativados por uma transmissão de radiofrequência que energiza o circuito da etiqueta de pneumático por dispositivos de acoplamento indutivo. Ver Pat. U.S. No. 5.166.676.

005 Dispositivos passivos que contam com o acoplamento magnético indutivo ou acoplamento capacitivo geralmente têm a desvantagem de exigir enrolamentos de bobina longos, assim requerendo modificações maiores na construção do pneumático e processo de montagem. Uma outra desvantagem séria com tais dispositivos passivos é que o interrogador deve ser posicionado muito próximo do pneumático, geralmente dentro de umas poucas polegadas do pneu-

mático, de modo a permitir a comunicação entre o pneumático e o dispositivo. Por causa das exigências de proximidade, a monitoração contínua não é prática desde que isso essencialmente exigiria que o interrogador fosse montado em cada roda do veículo. A aquisição manual dos dados dos dispositivos passivos embutidos em cada um dos pneumáticos é também incômoda e consumidora de tempo por causa das exigências de proximidade.

006 Outros dispositivos da técnica anterior usados para monitorar as condições do pneumático são compreendidos de circuitos auto-energizados que são posicionados externos ao pneumático, tal como na haste de válvula. Os dispositivos externamente montados têm a desvantagem de ficarem expostos a danos tais como consequência do tempo e vandalismo. Adicionalmente, os dispositivos externamente instalados podem facilmente ser desassociados de um pneumático particular que está sendo monitorado.

007 Uma outra desvantagem com dispositivos conhecidos de monitoração e identificação de pneumático é que as transmissões de comunicação são realizadas usando frequência de rádio convencionais que geralmente exigem uma antena relativamente grande que deve ser montada externamente ou presa no pneumático em uma tal maneira que modificações relativamente grandes são necessárias no processo de construção ou montagem do pneumático.

008 Vários problemas foram tratados pelos dispositivos mostrados e descritos nas Pats. U.S. Nos. 5.500.065, 5.562.787, 5.573.610 e 5.573.611. Entretanto, esses dispositivos ficam contidos dentro da câmara da roda do pneumático e têm dificuldade na transmissão dos dados através do pneumático para receptores externos. Também alguns dispositivos adicionais ficam contidos dentro das hastes de válvula que não se prendem diretamente no pneumático mas, ao contrário, na roda ou aro de modo que os dispositivos não proporcionam um registro

permanente do pneumático desde que o pneumático pode ser removido e substituído por um outro pneumático no mesmo aro que contém o dispositivo. Também, esses dispositivos da técnica anterior se prendem no pneumático, na roda ou na haste de válvula exclusivamente e não proporcionam flexibilidade de projeto que é desejada em muitas aplicações.

009 Também, quando usando a comunicação de frequência RF, são encontradas dificuldades na transmissão dos sinais para um local remoto devido ao problema de transmissão dos sinais através da(s) parede(s) lateral(is) do pneumático, que, devido a espessura do pneumático nesse local, reduz materialmente a sua eficiência de transmissão. Foi observado que a quantidade do conteúdo de carbono no pneumático afeta a capacidade de transmissão dos sinais de RF, assim colocando problemas nos projetos da antena. Adicionalmente, ocorrem problemas com as antenas da técnica anterior causticadas ou colocadas em um substrato ou placa de circuito impresso. As boas transmissões de tal construção podem ocorrer somente em uma direção através das paredes laterais do pneumático. Entretanto, um pneumático pode ser montado “ao contrário” tal que a etiqueta fique na parede interna. Tal montagem pode aumentar a dificuldade da transmissão dos sinais através das paredes laterais do pneumático na direção desejada.

0010 Portanto, seria desejável ter uma estrutura de antena que possa adequadamente transmitir em pelo menos duas direções através de ambas as paredes laterais.

0011 Também seria desejável proporcionar uma etiqueta de pneumático que conserva a força da bateria para prolongar a vida útil da etiqueta de pneumático.

0012 A produção de uma etiqueta de pneumático menor, mais leve, é desejável porque uma tal etiqueta produziria menos tensão no

entalhe que prende a etiqueta do pneumático na superfície interna do pneumático.

0013 Embora os dispositivos de monitoração de pneumático descritos nos documentos acima mencionados proporcionem vantagens limitadas, um sistema de monitoração de pneumático é necessário, o qual proporcione versatilidade e flexibilidade permitindo a separação das funções do sistema em componentes discretos capazes de melhorar a comunicação em RF com um leitor/transceptor (RT) remoto em termos de razão de sinal/ruído, capacidade de reprodução e distância de transmissão. A presente invenção usa componentes separados que são combinados em uma única estrutura de dispositivo (uma etiqueta de pneumático) presa diretamente no interior do pneumático. Esses componentes de etiqueta incluem um dispositivo de medição (sensor) para medir um parâmetro do pneumático, tais como temperatura, pressão e semelhante e um transmissor e receptor de RF, associado com o pneumático, para receber sinais de comando externos e transmitir sinais de dados do pneumático provenientes do pneumático do veículo para um RT externo. Além disso, a invenção proporciona vantagens na programação da etiqueta que prolongam a vida da bateria, assim estendendo a vida útil da etiqueta de pneumático.

0014 Também pode ser desejável ler os dados do pneumático quando um veículo passa por um RT estacionário. Portanto, um sistema para identificar, de maneira rápida e positiva, cada etiqueta de pneumático é altamente desejável.

0015 A presente invenção inclui vários modos de repouso e estímulo parcial que significativamente conservam a vida da bateria, proporciona novas técnicas de identificação de etiqueta e oferece opções de transmissão configuráveis que melhoram o desempenho da etiqueta.

0016 Além disso, as funções de medição e armazenamento do

sensor operam independentemente da função de comunicação entre as etiquetas de pneumático e um RT remotamente localizado.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

0017 A presente invenção supera as desvantagens da técnica anterior proporcionando um Sistema de Gerenciamento de etiqueta de Pneumático Eletrônico (ETMS) incluindo um dispositivo de medição de parâmetro, tal como uma etiqueta de pneumático. Em uma modalidade, a etiqueta de pneumático fica geralmente em um modo de repouso profundo no qual somente um cronômetro atento RC está funcionando de modo a economizar força. A etiqueta periodicamente acorda parcialmente em uma base periódica, inicia um relógio de baixa velocidade, determina se é o momento para adicionalmente acordar para obter medições do sensor e/ou procurar sinais de interrogação possíveis, e se não é o momento, ajusta um contador de modo de busca por um e retorna para o modo de repouso profundo.

0018 Se a etiqueta determina que é o momento para, além disso, acordar, a etiqueta continua a usar o relógio de baixa velocidade, determina se é o momento para ler os sensores examinando o contador do sensor e, se é o momento para ler os sensores, a etiqueta lê e armazena os dados do sensor, tais como pressão e temperatura. De outra forma, a etiqueta ajusta o contador do sensor por um, e verifica sinais de interrogação (também chamados Pacotes de Ligação para Frente – FLPs) de um leitor/transceptor (RT) remoto. Se a etiqueta detecta o que aparenta ser um sinal de interrogação, ela, além disso, acorda para o modo de interrogação. De outra forma, a etiqueta continua usando o relógio de baixa velocidade e determina se é o momento para executar uma transmissão autônoma (AT) examinando um contador de AT. Se não é o momento para uma AT, a etiqueta ajusta o contador de AT por um e retorna para o modo de repouso profundo. De outra forma, a etiqueta acorda para o modo de interrogação, inicia

um relógio de alta velocidade e executa uma AT (por exemplo, ela transmite os dados do sensor mais recentemente armazenados para um RT).

0019 No modo de interrogação, a etiqueta inicia um relógio de alta velocidade, lê pelo menos uma porção da transmissão que chega para ver se ela é um sinal de interrogação válido, e se é, responde para o sinal de interrogação. De outra forma, se a transmissão não é um sinal de interrogação válido, a etiqueta aguarda um período de tempo predeterminado por um sinal de interrogação válido. Se nenhum sinal de interrogação válido é detectado dentro desse tempo, a etiqueta DESLIGA o relógio de alta velocidade e novamente entra no modo de repouso profundo. De outra forma, a etiqueta responde para o sinal de interrogação válido.

0020 Em uma outra modalidade, de modo a evitar a interferência de mais do que uma etiqueta de pneumático respondendo a um sinal de interrogação simultaneamente, o sistema usa uma nova rotina de aproximação sucessiva (SAR) para identificar uma etiqueta de pneumático específica. O RT então atribui para a etiqueta identificada um número de identificação temporário e envia sinais de comando para essa etiqueta de pneumático.

0021 O novo sistema pode também executar uma transmissão autônoma (AT) para um leitor/transceptor (RT) remoto quando uma condição de alarme específica ocorre, tal como um parâmetro de pneumático estando fora de um limite especificado.

0022 A etiqueta também pode ser programada para proporcionar uma transmissão autônoma (AT) em intervalos programáveis regulares.

0023 A etiqueta conserva a força da bateria com sua rotina de "repouso/acordar".

0024 A invenção adicionalmente proporciona um método curto de

identificação de uma etiqueta particular dentre muitas etiquetas.

0025 A etiqueta é programável para executar essas e outras funções.

0026 Assim, é um objetivo da presente invenção proporcionar um sistema de gerenciamento de pneumático eletrônico que economiza energia.

0027 É um objetivo adicional da presente invenção proporcionar um sistema de gerenciamento de pneumático eletrônico que é programável para permitir que uma série de funções seja executada.

0028 É um outro objetivo da presente invenção proporcionar uma maneira para identificar uma etiqueta de pneumático particular dentre muitas etiquetas, bem como uma maneira para transmitir dados para e receber dados de uma etiqueta de pneumático particular quando múltiplas etiquetas estão simultaneamente na faixa de um RT.

0029 É um objetivo adicional da invenção proporcionar uma etiqueta de pneumático que grava os dados de pneumático durante o decorrer da vida do pneumático.

0030 É ainda um outro objetivo da invenção proporcionar uma etiqueta de pneumático que seja permanentemente montada em um pneumático por toda a vida, possibilitando que um histórico de pneumático completo seja obtido.

0031 É também um objetivo da presente invenção proporcionar um sistema de gerenciamento de pneumático eletrônico que inclui um modo de transmissão autônoma, onde a etiqueta de pneumático periodicamente acorda e em resposta a uma condição particular, tal como uma condição de alarme ou a expiração de um intervalo periódico, automaticamente transmite um ou mais parâmetros de pneumático para um RT.

0032 É um objetivo adicional da presente invenção proporcionar uma etiqueta de pneumático que tem uma função de medição de pa-

râmetro de pneumático que é totalmente independente da função de recepção e transmissão dos dados.

0033 É também um objetivo da invenção proporcionar um sistema de manutenção de pneumático eletrônico no qual o circuito da etiqueta de pneumático para medir um parâmetro do pneumático e armazenar o parâmetro medido opera independentemente da capacidade da etiqueta de pneumático se comunicar com um RT remoto.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

0034 Esses e outros aspectos da presente invenção serão mais totalmente descritos quando observados em conjunto com a Descrição Detalhada da Invenção seguinte na qual numerais semelhantes representam elementos semelhantes e nos quais:

0035 A FIG. 1A representa um resumo geral dos componentes que compreendem o sistema de gerenciamento de pneumático eletrônico (ETMS) de acordo com uma modalidade da presente invenção,

0036 As FIGs. 1B-1D detalham configurações de antena alternativas que podem ser usadas em conjunto com a etiqueta de pneumático,

0037 As FIGs. 2A-2D são vistas lateral, superior, em perspectiva e de extremidade respectivamente de um conjunto de etiqueta de pneumático ligado, cada um tendo uma antena em paralelo à e ligeiramente espaçada da placa de circuito impresso,

0038 As FIGs. 3A-3D são vistas lateral, superior, em perspectiva e de extremidade respectivamente de um conjunto de etiqueta de pneumático ligado, cada um tendo uma antena em paralelo à e ligeiramente espaçada da placa de circuito impresso,

0039 As FIGs. 4A-4E são uma vista lateral de uma modalidade de uma etiqueta de pneumático e entalhe, uma vista transversal, uma vista em perspectiva de um conjunto desmontado de etiqueta de pneumático ligado e o entalhe no qual a etiqueta de pneumático é

montada, uma vista em perspectiva do conjunto de etiqueta de pneumático ligado montado no entalhe do pneumático e uma vista transversal de uma porção da etiqueta de pneumático ligado e entalhe mostrado na FIG. 4B, respectivamente,

0040 As FIGs. 5A-5E são uma vista lateral de uma outra modalidade de uma etiqueta de pneumático e entalhe, uma vista transversal, uma vista em perspectiva de um conjunto desmontado de etiqueta de pneumático ligado e o detalhe, uma vista em perspectiva da etiqueta de pneumático e entalhe montados e uma vista transversal explodida de uma porção da etiqueta de pneumático e entalhe mostrados na FIG. 5B ilustrando como a etiqueta de pneumático encaixa no entalhe,

0041 As FIGs. 6A-6D são uma vista superior, vista lateral, vista em perspectiva e vista de extremidade de uma outra modalidade de um conjunto de etiqueta de pneumático ligado montado em um entalhe de pneumático,

0042 As FIGs. 6E-6F são vistas em perspectiva opostas ilustrando uma modalidade da etiqueta de pneumático ligado.

0043 As FIGs. 7A-7D são uma vista traseira, uma vista superior, vistas de extremidade e superior, e uma vista em perspectiva de uma outra modalidade de um conjunto de etiqueta de pneumático ligado tendo a antena normal à placa de circuito impresso e tendo uma base retangular,

0044 A FIG. 8 é uma vista superior de um entalhe de pneumático em camadas mostrando as camadas usadas para construir um entalhe tendo um platô elevado em formato de T,

0045 A FIG. 9 é uma vista lateral do entalhe mostrado na FIG. 8,

0046 As FIGs. 10A-10C são uma vista superior de um molde, uma vista transversal e uma vista transversal de uma porção do molde mostrado na FIG. 10B, ilustrando o platô em formato de T da metade superior do molde usado para fabricar entalhes de pneumático de a-

cordo com uma modalidade da invenção,

0047 As FIGs. 11A-11B são vistas superior e lateral, respectivamente, da metade inferior do molde ilustrado nas FIGs. 10A-10C,

0048 A FIG. 12 ilustra uma outra modalidade do ETMS da presente invenção onde múltiplas etiquetas de pneumático e múltiplos leitores/transceptores (RT) são usados,

0049 A FIG. 13 é um diagrama em bloco mais detalhado de uma etiqueta de pneumático de acordo com a presente invenção,

0050 A FIG. 14 é um diagrama ilustrando os vários modos de operação da etiqueta de pneumático, incluindo o modo de repouso profundo, o modo de repouso lúcido, o modo de busca e o modo de interrogação,

0051 A FIG. 15 é um diagrama em bloco geral de uma modalidade do ETMS mostrando os vários leitores que podem ser usados com o sistema,

0052 A FIG. 16 ilustra um diagrama em bloco mais detalhado de um RT de acordo com uma modalidade da invenção,

0053 A FIG. 17 ilustra um diagrama em bloco mais detalhado de uma etiqueta de pneumático de acordo com uma modalidade da invenção,

0054 A FIG. 18 é um gráfico das pressões quentes relatadas para um número de pneus em locais diferentes em um veículo tiradas em dados momentos através de um número de dias,

0055 A FIG. 19 é um gráfico das temperaturas quentes relatadas para os mesmos pneumáticos na FIG. 18 tiradas nos mesmos dados momentos e dias,

0056 A FIG. 20 é um gráfico das pressões de inflação frias calculadas para os mesmos pneumáticos na FIG. 18 para os mesmos dados momentos e dias,

0057 A FIG. 21 é um fluxograma representando um diagrama de

fluxo da rotina de aproximação sucessiva (SAR) da etiqueta,

0058 A FIG. 22 é um fluxograma representando um diagrama de fluxo da SAR do leitor,

0059 As FIGs. 23-33 são tomadas de tela mostrando uma modalidade de uma interface do usuário para remotamente acessar dados do pneumático via a Web,

0060 A FIG. 34 é um resumo do protocolo usado de acordo com uma modalidade da presente invenção,

0061 A FIG. 35 é um diagrama ilustrando a regulação dos FLPs para a etiqueta e RLPs provenientes da etiqueta,

0062 A FIG. 36 é um diagrama de regulação mostrando a codificação Manchester, que é usada em uma modalidade da presente invenção,

0063 As FIGs. 37A-37C são diagramas de regulação mostrando a regulação dos FLPs e RLPs de acordo com uma modalidade da presente invenção,

0064 A FIG. 38 é um fluxograma das funções da programação em hardware da etiqueta geral, de acordo com a modalidade da invenção,

0065 A FIG. 39 é um fluxograma ilustrando o Repouso Lúcido,

0066 A FIG. 40 é um fluxograma ilustrando a Inicialização,

0067 As FIGs. 41A e B são um fluxograma ilustrando o Processamento do Sensor,

0068 A FIG. 42 é um fluxograma ilustrando o Processo de Busca,

0069 A FIG. 43 é um fluxograma ilustrando o processo de Interrogação,

0070 A FIG. 44 é um fluxograma ilustrando a rotina do Serviço de Interrupção,

0071 A FIG. 45A ilustra o formato de um Pacote de Ligação para Frente (FLP),

0072 A FIG. 45B é um fluxograma ilustrando o Processamento do Pacote (pré discriminação),

0073 A FIG. 45C é um fluxograma ilustrando o Processamento do Pacote (processo dos dados de mudança),

0074 A FIG. 46 é um fluxograma ilustrando a rotina de Comando e

0075 A FIG. 47 é um fluxograma ilustrando a rotina EEPROM.

0076 MELHOR MODO PARA EXECUÇÃO DA INVENÇÃO

0077 Ilustrado na FIG. 1A está um diagrama em bloco de uma modalidade do Sistema de Gerenciamento de Pneumático Eletrônico (ETMS). Uma etiqueta de pneumático 14 está localizada dentro de um pneumático 10 montado em um veículo 12. Vários métodos de fixação da etiqueta de pneumático 14 no interior do pneumático 10 foram descritos em várias patentes e pedidos relacionados, incluindo Pat. U.S. No. 5.500.065 intitulada "Method for Embedding a Monitoring Device Within a Tire During Manufacture"; Pat. U.S. No. 5.562.787 intitulada "Method of Monitoring Conditions of Vehicle Tires"; Pat. U.S. No. 5.573.610 intitulada "Tires Containing a Monitoring Device for Monitoring an Engineering Condition Therein"; Pat. U.S. No. 5.573.611 intitulada "Method of Monitoring Conditions of Vehicle Tires and Tires Containing a Monitoring Device Therein" e Pat. U.S. No. 5.971.046, arquivada em 17 de Setembro de 1997 e intitulada "Method and Apparatus for Bonding an Active Tag to a Patch and a Tire"; todas comumente designadas para o procurador da presente invenção e todas as quais são incorporadas aqui por referência na sua integridade.

0078 A etiqueta de pneumático 14 inclui um microcontrolador e dispositivo de memória RAM 16, um ou mais dispositivos de monitoração (sensores) 18 e uma antena da etiqueta de pneumático 20. Sinais são emitidos da e recebidos pela etiqueta de pneumático 14 através da antena da etiqueta 20. Uma fonte de força tal como uma bateria 22

é proporcionada para energizar a etiqueta de pneumático 14. Um circuito de RF 21 é também proporcionado na etiqueta 14 para receber sinais de e transmitir sinais para um interrogador remoto 26. O veículo 12 preferivelmente terá uma etiqueta de pneumático para cada pneumático individual 10.

0079 O interrogador 26 é projetado para operar de modo interativo com a etiqueta 14. É para ser verificado que o interrogador 26 pode incluir uma variedade de componentes dependentes da implementação particular, e o projeto dos próprios componentes pode ser configurado para implementações específicas. Por exemplo, o interrogador 26 pode ser portátil, fixamente montado para acionamento pela interrogação ou localizado a bordo do veículo 12.

0080 Em um nível geral, o interrogador 26 inclui uma antena 28, um leitor/transceptor (RT) 30, e um processador do leitor (RP) 32. A antena 28 é configurada para receber sinais da antena da etiqueta 20 e também para transmitir dados do interrogador 26 para a etiqueta 14 (ou outras etiquetas). O RT 30 ilustra um sistema para receber e transmitir sinais para e da etiqueta 14. O RP 32 interage com o RT 30 via um canal de comunicação 33. O RP 32 recebe e interpreta dados da etiqueta e produz sinais de comando para o RT 30 para transmissão para a etiqueta 14 via um canal de comunicação 29.

0081 O canal de comunicação 34 pode ser proporcionado do RP 32 para o local da interface do usuário 36. O local da interface do usuário 36 pode ser um computador de suporte de campo (FSC), um terminal não inteligente ou inteligente, ou outro dispositivo que permite que o usuário veja e/ou interaja com os dados processados pelo RP 32. Os canais de comunicação 29, 33 e 34 podem incluir uma ligação por Ethernet, ligação por Internet, ligação de fio, ligação sem fio, ligação por microonda, ligação por satélite, ligação ótica, ligação a cabo, ligação RF, ligação por LAN ou outra ligação de comunicação. Além

do mais, o local da interface do usuário 36 (embora mostrado separadamente) pode ser incorporado no interrogador 26. Em uma modalidade, o RP 32 inclui a funcionalidade do computador de suporte de campo (FSC) 36.

0082 Alternativamente, o processador do leitor (RP) 32 e o leitor/transceptor (RT) 30 podem ser unidades separadas onde o RP 32 é parte do local da interface do usuário 36 e está ele próprio distante do RT 30. O RT 30, embora mostrado como uma unidade única, pode ser, em algumas modalidades, múltiplas unidades de RT. Como exemplo, em algumas situações, pode ser vantajoso proporcionar unidades de RT individuais 30 fisicamente localizadas em lados opostos de um veículo 12 com cada unidade de RT 30 lendo as etiquetas 14 do lado do veículo 12 no qual o RT 30 está localizado. Os dados obtidos dos pneumáticos individuais 10 podem então ser carregados para uma base de dados do "pneumático" que forma parte de um sistema de gerenciamento do pneumático.

0083 Na FIG. 1A, a antena da etiqueta de pneumático 20 é ilustrada como um dos blocos no diagrama em bloco. Entretanto, os inventores verificaram que para a transmissão dos sinais da etiqueta do pneumático através de cada uma ou ambas as paredes do pneu e para durabilidade, projetos de antena única para implementações particulares são úteis. Em uma modalidade, a antena de etiqueta 20 é uma antena monopólo 20A, mostrada na FIG. 1B, que é ligada (i.e., encapsulada em um epóxi, tal como Stycast®) e montada dentro de um entalhe do pneumático de borracha que é permanentemente unido no interior do pneumático. Em uma modalidade, o entalhe é unido na parede interna, que pode ser o revestimento interno de um pneumático curado. A antena 20A é conectada no circuito eletrônico da etiqueta via uma conexão 24, como é conhecido na técnica. A antena monopólo 20A é uma antena sintonizável que consegue a mesma capacidade

de sinal de RF como uma configuração dipólo, mas é de tamanho menor. A antena 20A mostrada na FIG. 1B não é mostrada em quaisquer proporções de tamanho relativas ou reais, mas é meramente um exemplo. Assim, a configuração de monopólo possibilita a fabricação de uma etiqueta muito menor tendo menos massa. Na modalidade preferida, a antena é de 2 polegadas (5,08 cm) de comprimento e feita de fio em barra padrão tendo um diâmetro de 0,040 de polegadas (0,1016 cm).

0084 As FIGs. 1C e 1D ilustram modalidades onde os elementos da antena 20B são duas tiras ou braços operando em um modo dipólo e conectados no circuito eletrônico da etiqueta do pneumático 14. Os elementos da antena 20B são presos em um entalhe de borracha 39 (mostrado nas FIGs. 2-8) que é permanentemente afixado no interior do pneumático de borracha 10. De modo a garantir uma boa conexão no pneumático, os componentes da etiqueta 14 e a antena 20 primeiro podem ser encapsulados em um epóxi, tal como Stycast®, e depois afixados no entalhe de borracha 39, que é preso no interior do pneumático 10.

0085 É preferível encapsular a placa de circuito impresso eletrônico 38 (mostrada por exemplo nas FIGs. 2A e 7A) e a antena separada 20 em um epóxi de modo que ambos serão encapsuladas em um bloco. O bloco encapsulado (etiqueta 14) pode ser unido ou de outra forma aderido no entalhe 39, que por sua vez é unido na parede interna, ou talvez revestimento interno do pneumático 10. As vantagens desse método são várias. Primeiro, a encapsulação proporciona melhor integridade mecânica. Quando a antena 20 é encapsulada com a placa de circuito impresso (PCB) eletrônico 38, ela não é submetida às tensões mecânicas associadas com o entalhe 39. Em segundo lugar, espaçando a antena 20 do substrato da PCB, a antena 20 pode ficar localizada mais distante do plano de terra na PCB 38, assim produzindo

do um sinal mais forte; isso também permite o uso de placas de circuito mais baratas. Terceiro, a antena preferida é uma antena monopólo que irradia sinais em todas as direções e acredita-se proporcionar uma vantagem sobre antenas de direção única, tal como antenas de entalhe. Quarto, a melhor equiparação dos componentes é proporcionada quando a antena 20 é encapsulada no material ligante que, quando apropriadamente equiparado, proporciona carregamento consistente da antena 20. Quinto, o custo para fabricar um tal conjunto ligado é menor porque na fabricação de um tal conjunto a impedância do conjunto de circuitos da microtarja não tem que ser firmemente controlada, a placa de circuito impresso 38 não precisa ser feita de materiais caros, e a etapa de construção da antena 20 dentro do entalhe de borracha 39 é eliminada. Sexto, um conjunto de etiqueta ligado possibilita que a etiqueta 14 opere no ambiente rigoroso encontrado no interior de um pneumático que está em uso.

0086 Como mostrado na FIG. 1D, indutores 20E podem ser colocados em série com os elementos da antena dipólo 20D para possibilitar que elementos de dipólo mais curtos 20D sejam usados.

0087 Nas FIGs. 2A-D, é descrita uma modalidade da etiqueta de pneumático 14 que é ligada ou encapsulada em um material, tal como Stycast® ou qualquer outro material ligante normalmente usado. A FIG. 2A é uma vista lateral ilustrando a placa de circuito impresso 38 tendo a antena 20 presa a ela em um plano paralelo à placa de circuito impresso 38. A FIG. 2B é uma vista plana da nova etiqueta de pneumático ligada 14 enquanto a FIG. 2C é uma vista em perspectiva e a FIG. 2D é uma vista de extremidade. Observe que a base 13 da etiqueta de pneumático 14 é alongada e geralmente oval na forma e tem um recesso 15 na mesma para montagem em um entalhe de pneu 39 como será descrito a seguir. A antena 20 fica sob uma extensão alongada 20A da PCB 38.

0088 A FIG. 3 ilustra uma outra modalidade da etiqueta de pneumático 14 antes de ser ligada em um material de epóxi, tal como Stycast®. A etiqueta de pneumático 14 inclui uma PCB 38 tendo uma extensão alongada 20A. Sob a extensão alongada 20A está a antena 20, que é geralmente paralela à extensão 20A. A FIG. 3A é uma vista lateral, a FIG. 3B é uma vista superior ou plana, a FIG. 3C é uma vista em perspectiva e a FIG. 3D é uma vista frontal.

0089 A FIG. 4 ilustra um método de montagem de uma etiqueta de pneumático ligada 14 em um entalhe de pneumático moldado 39. A FIG. 4A é uma vista lateral da etiqueta de pneumático ligada 14 montada no entalhe de pneumático 39. A FIG. 4B é uma vista transversal da FIG. 4A, tomada ao longo da linha 4B-4B, ilustrando o recesso 15 sob a base 13 da etiqueta de pneumático ligada 14 para montagem em uma mesa ou área de platô 39D formada no entalhe de pneumático 39. A FIG. 4C é uma vista em perspectiva explodida ilustrando a etiqueta de pneumático ligada 14, e o entalhe de pneumático 39 tendo a mesa ou platô 39D formado nela para receber a etiqueta de pneumático 14.

0090 A FIG. 4D é uma vista em perspectiva do conjunto da etiqueta quando a etiqueta de pneu 14 é montada no entalhe de pneu 39. A FIG. 4E é uma vista transversal de um canto da FIG. 4B ilustrando como a base rebaixada 15 da etiqueta de pneu ligada 14 é colocada na mesa ou platô 39D do entalhe do pneu 39. O entalhe 39 pode ser unido na etiqueta do pneu 14 em qualquer maneira bem conhecida.

0091 As FIGs. 5A-5E representam uma outra modalidade ilustrando um método diferente de fixação da etiqueta de pneu 14 no entalhe de pneu 39. Como observado nas FIGs. 5B e 5E, o entalhe de pneu 39 tem uma mesa em formato de T 39D e a porção inferior rebaixada 13 da etiqueta de pneu 14 tem um recesso correspondente 14A para receber as porções em T 39A do entalhe de pneu 39, assim tra-

vando o entalhe de pneu 39 na etiqueta de pneu 14 como mostrado.

0092 É desejável colocar a etiqueta de pneu 14 em um entalhe de pneu 39 tal que a etiqueta de pneu 14 fica isolada do pneu 10 tanto quanto possível. Tal construção básica é mostrada na Patente U.S. comumente designada No. 6.030.478. Entretanto, é preferido usar o tipo de montagem de etiqueta que é mostrada nas FIGs. 5A-E para garantir a melhor fixação possível da etiqueta de pneu 14 no entalhe de pneu 39. Para construir uma tal mesa 39D no entalhe de pneu 39, uma construção especial do entalhe de pneu 39 é usada. Assim, a etiqueta de pneu ligada 14 é montada em um entalhe de pneu 39 de construção única que prende com segurança a etiqueta de pneu 14 no entalhe de pneu 39 mantendo o entalhe de borracha flexível 39 em compressão pela encapsulação super moldada ao redor de ambos a etiqueta 14 e o entalhe 39 e ajuda a isolar a etiqueta de pneu 14 contra as tensões e vibração encontradas em um pneu em movimento.

0093 Será observado nas FIGs. 5B e 5E que a base 13 da etiqueta de pneu 14 tem recesso 14A formado pela perna que se estende para dentro 14B que recebe um ombro 39A que se estende para fora da periferia da mesa 39D no entalhe de pneu 39. Observe que o recesso 14A recosta na face do entalhe do pneu 39C que se estende para baixo de, e está perpendicular a, o ombro 39A e que imediatamente sob o ombro 39A, um recesso côncavo arqueado 39B é formado. A finalidade desse recesso 39B é distribuir as tensões no entalhe de pneu 39, de modo que a etiqueta de pneu 14 fica mais isolada das tensões geradas pelo pneu e assim prolonga a vida da etiqueta de pneu 14. Essa finalidade é obtida porque o recesso côncavo arqueado 39B permite que uma ferramenta de costura bem conhecida, usada durante a montagem do entalhe do pneu 39 no pneu 10, remova o ar no recesso 39B e portanto produza uma fixação mais forte entre o entalhe 39 e o pneu 10. A nova construção do recesso descrita acima

pode ser usada em cada uma das modalidades descritas aqui.

0094 A colocação da etiqueta de pneumático 14 no pneumático 10 é significativa e importante. A localização do entalhe do pneumático 39 dentro do pneumático 10 afeta não somente a vida da etiqueta 14 mas também a capacidade da etiqueta 14 transmitir sinais através da parede do pneumático 10. Pneumáticos urbanos (OTR) são extremamente grandes em ambos o diâmetro e largura. Como é bem conhecido, alguns pneumáticos podem incluir cordas ou fios de aço que são circunferencialmente posicionados perto do rebordo 11A,11B do pneumático para fortalecer essa área (ver FIG. 12). Cordas que se estendem radialmente 17 podem também se estender em uma maneira radial espaçada de um rebordo 11A, 11B em um lado do pneumático 10 para o rebordo correspondente 11A,11B no outro lado do pneumático 10, como mostrado na FIG. 12. Essa construção fortalece essas áreas do pneumático e possibilita somente ligeira flexão do pneumático na área do rebordo. Por um lado, as áreas onde as cordas ou fios de aço estão localizadas, especialmente essas na área do rebordo, não são localizações ideais para a etiqueta de pneumático 14 porque a etiqueta precisa ficar em uma área onde as cordas de aço são espaçadas tanto quanto possível para permitir boa transmissão de rádio através da parede do pneumático 10.

0095 Entretanto, por outro lado, a etiqueta de pneumático 14 precisa estar localizada em uma área do pneumático 10 que minimiza as tensões que são colocadas em uma etiqueta de pneumático 14. Também, quanto mais longe do aro da roda ou rebordo do pneumático que o entalhe 39, com a etiqueta 14 no mesmo, é colocado, melhor é a transmissão de rádio através das paredes do pneumático. Isso é devido ao fato que quanto mais longe do rebordo (onde os fios ou cordas de aço circunferenciais grandes são colocados) a etiqueta 14 fica localizada, tanto menos a etiqueta 14 é influenciada pelas cordas (ou fios)

de aço que estão localizadas em ou perto do rebordo e quaisquer correias de aço no pneumático.

0096 A maior distância entre quaisquer dois dos fios que se estendem radialmente 17 ocorre no centro da tira do pneumático 10. Como é bem conhecido, os fios que se estendem radialmente 17 têm um espaçamento que aumenta à medida que eles se movem para longe do rebordo em cada lado do pneumático 10. Esse espaçamento mais largo entre os fios cria vãos livres que permitem melhor transmissão de RF através do pneumático 10. Assim, a melhor transmissão através do pneumático 10 ocorrerá na maior distância do rebordo do pneumático.

0097 Assim, é desejável posicionar o entalhe do pneumático 39 (com a etiqueta do pneumático 14 no mesmo) em alguma posição ótima para minimizar as tensões para a etiqueta do pneumático 14 enquanto ao mesmo tempo suficientemente distante do rebordo do pneumático para permitir a transmissão de rádio adequada através da parede do pneumático 10. Dessa maneira, as tensões na etiqueta 14 são minimizadas enquanto, ao mesmo tempo, transmissão de rádio adequada é obtida. Assim, a posição do entalhe do pneumático 39 na parede do pneumático é um meio-termo. Ele fica em uma distância suficientemente distante do rebordo do pneumático para permitir a transmissão de sinal adequada através da parede do pneumático, mas em uma localização para reduzir a tensão e danos simultâneos na etiqueta do pneumático 14 decorrentes da flexão severa do pneumático 10.

0098 Nos pneumáticos urbanos (OTR), foi determinado que a área preferida para montagem do entalhe de pneumático 39/etiqueta de pneumático 14 combinados do pneumático 10 é de aproximadamente 6 a aproximadamente 20 polegadas (15,24 cm a 50,8 cm) do rebordo do pneumático (na direção radial). A distância preferida de-

pende do tamanho e tipos específicos do pneumático. Em uma modalidade, essa distância é aproximadamente 12-15 polegadas (30,48-38,10 cm) do rebordo (ou aro da roda). A montagem do entalhe do pneumático e etiqueta na área preferida garante que a distância dos fios circunferenciais de aço, e o espaçamento dos fios que se estendem radialmente 17, é suficiente para permitir transmissão de rádio aceitável. Além do que, essa distância proporciona um mínimo de tensão para o entalhe 39, assim prolongando a vida da etiqueta de pneumático 14.

0099 As FIGs. 6A-6D ilustram ainda uma outra modalidade de uma etiqueta de pneumático 14 e entalhe de pneumático 39 na qual a etiqueta de pneumático ligada 14, de forma retangular, é colocada em um recesso 39E no entalhe de pneumático 39 e presa a ele de modo que todo o conjunto pode ser unido em um pneumático 10. Como mostrado nas FIGs. 6A-6D, um orifício ou passagem 14C é produzido no ligante da etiqueta de pneumático 14 para possibilitar que a pressão dentro do pneumático seja acessada pelo sensor de pressão 74, mostrado na FIG. 13. Entretanto, quando uma etiqueta 14 é usada em pneumáticos contendo um fluido (tal como Tire Life), o sensor 74 deve ser protegido do fluido para evitar danos ao sensor. Para essa finalidade, um filtro hidrofóbico 14D, bem conhecido na técnica, é colocado no orifício ou passagem 14C para evitar que o fluido alcance o sensor de pressão 74.

00100 O Pedido de Patente PCT No. Ser. WO 99/29524 descreve uma etiqueta de pneumático com um sensor de pressão encapsulado que usa um dispositivo de mecha para proporcionar uma trajetória para equilíbrio de pressão entre o sensor de pressão e a câmara de inflação. O dispositivo de mecha permite que moléculas gasosas passem da câmara de inflação para o sensor de pressão enquanto evitando que adesivos, borracha, fuligem e semelhantes façam o mesmo.

Entretanto, pelo fato de que ele é um dispositivo de mecha, ele não evitará que líquidos no pneumático sejam transferidos para o sensor. Ao contrário, o filtro hidrofóbico da presente invenção não somente evita que adesivos, borracha, fuligem e contaminantes semelhantes alcancem o sensor de pressão, mas também impede que quaisquer fluidos alcancem o sensor de pressão 74.

00101 As FIGs. 6E-6F são vistas em perspectiva opostas que ilustram uma modalidade da presente invenção quando a etiqueta de pneumático 14 foi ligada em um epóxi. A forma ligada é a mesma que essa mostrada nas FIGs. 2A-2D.

00102 As FIGs. 7A-7D são similares à modalidade mostrada na FIG. 3 com a exceção que a base 14A da etiqueta de pneumático 14 é retangular ao invés de oval. O conjunto é novamente ligado com a antena 20 normal à placa de circuito impresso 38 da etiqueta de pneumático.

00103 A FIG. 8 é uma vista plana do entalhe de pneumático 39 com o pedestal ou mesa 39D em formato de T oval elevado no centro para receber a modalidade da etiqueta de pneumático 14 ilustrada na FIG. 5.

00104 A FIG. 9 é uma vista lateral do entalhe de pneumático 39 ilustrando uma construção de entalhe de pneumático opcional na qual várias camadas 39F são usadas para formar o entalhe 39 e para criar o pedestal em formato de T 39D no qual a etiqueta de pneumático 14 é montada, como mostrado na FIG. 8 e FIG. 5.

00105 As FIGs. 10A-10C ilustram o molde 39G para fazer o entalhe de pneumático 39 tendo o pedestal, platô ou mesa 39D em formato de T, no qual a etiqueta de pneumático 14 pode ser montada.

00106 As FIGs. 11A e 11B ilustram a metade inferior 39H do molde 39G mostrado na FIG. 10.

00107 A FIG. 12 ilustra uma outra modalidade do sistema mostra-

do na FIG. 1. Nessa modalidade, o veículo 12 é mostrado com dois pneumáticos, 10A e 10B, cada um tendo etiquetas de pneumático respectivas 14A e 14B presas na sua superfície interna. Essas etiquetas de pneumático 14A e 14B são unidades auto-energizadas que podem ser encapsuladas em um alojamento ou revestimento de epóxi duro (ou similar), ou qualquer outro alojamento protetor chamado "ligante". As etiquetas ligadas 14A,14B podem ser afixadas dentro dos pneumáticos 10A e 10B, respectivamente, nos entalhes de borracha 39, tal como mostrado, por exemplo somente, na FIG. 8, que são permanentemente unidos na parede interna dos pneumáticos curados 10A e 10B, tal como descrito na Patente U.S. comumente designada No. 6.030.478, que é incorporada aqui por referência na sua integridade. Em uma modalidade, a antena da etiqueta 20 é disposta dentro da estrutura de borracha do entalhe 39 e uma conexão adequada é feita no circuito eletrônico da etiqueta. O conjunto de etiqueta/entalhe é preso em um pneumático 10 como uma unidade única.

00108 Também representado na FIG. 12 está um interrogador 26, que inclui um primeiro leitor/transceptor (RT) 30A, um segundo leitor/transceptor (RT) 30B, antenas 28A,28B e um processador do leitor (RP) 32. Os RTs 30A,30B podem ser de tipos diferentes, exemplos incluem um leitor de porta fixa, um leitor portátil, ou um leitor de veículo a bordo. Um leitor de porta fixa é projetado para instalação em localizações fixas, tal como ilhas de combustível, galpões, estradas de transporte, etc. Além de ler os dados do sensor de etiqueta mais recentes da memória, o RT 30 pode carregar os dados do histórico da etiqueta durante períodos quando o veículo 12 está estacionário ou dentro da faixa de um RT por um período de tempo prolongado. A comunicação para leitores de porta fixa pode ser através de linhas de telefone ligadas por fio, ligações RF, ligações por modem ou ligações por rede de área local (LAN). Leitores de porta fixa, leitor portátil e lei-

tores de veículo a bordo reúnem dados de pneumático, tais como dados de pressão e temperatura.

00109 Em uma modalidade, o interrogador 26 inclui um leitor portátil 30 que é usado para, entre outras coisas, inicialmente programar ou reprogramar as etiquetas 14 quando os pneumáticos são montados e desmontados nos veículos 12, ler os dados do sensor mais recentemente armazenados das etiquetas e carregar os dados do histórico da etiqueta provenientes das etiquetas 14. Leitores portáteis 30 são energizados por bateria, incluem um bloco de teclas/teclado, tela sensível ao toque ou outro dispositivo de entrada conhecido na técnica, e um monitor de LCD para a interação do usuário e exibição dos dados, memória suficiente para manter os dados da etiqueta provenientes de múltiplas etiquetas por um período longo de tempo entre a recuperação dos dados e carregamento para um servidor remoto 50, e um canal de comunicação 51 para permitir que os dados da etiqueta armazenados sejam carregados para uma base de dados no servidor remoto 50. O canal de comunicação 51 pode incluir, por exemplo, uma ligação serial RS-232, uma ligação por Ethernet, ou alguma outra ligação de comunicação conhecida para esses peritos na técnica.

00110 Como mostrado na FIG. 12, essa modalidade do interrogador 26 inclui leitor/transceptores (RTs) 30A e 30B. Cada RT 30A,30B tem associado com ele uma antena 28A e 28B, respectivamente. O processador do leitor (RP) 32 é um componente separado que está em comunicação com os RTs 30A,30B através de um canal de comunicação 40. O processador do leitor 32 pode ser conectado em um primeiro dispositivo de transmissão de dados 42 (por exemplo, um modem) através do canal de comunicação 44. Deve ser observado que o abastecimento de energia do RT pode estar localizado no RP 32. O primeiro dispositivo de transmissão de dados 42 é configurado para se comunicar, quando necessário, com um segundo dispositivo de trans-

missão de dados 46 (por exemplo um modem) através de um canal de comunicação 47. Como usado aqui, o termo “canal de comunicação” inclui comunicação via uma ligação por Ethernet, ligação por Internet, ligação de fio, ligação sem fio, ligação por microonda, ligação por satélite, ligação ótica, ligação a cabo, ligação RF, ligação por LAN, ou outra ligação de comunicação. O segundo dispositivo de transmissão de dados 46 é projetado para se comunicar com um local da interface do usuário 48, que pode incluir um computador de suporte de campo (FSC) ou servidor remoto, via um canal de comunicação 49, tal como uma ligação serial RS-232, uma ligação por Ethernet ou outra ligação de comunicação.

00111 Como previamente discutido, várias configurações da presente invenção podem ser utilizadas. Uma tal configuração, mostrada na FIG. 12, tem dados do computador de suporte de campo 48 transferidos para um servidor remoto 50. Em uma modalidade, a informação do computador de suporte de campo 48 é transmitida através de um canal de comunicação 51, tal como a Internet, para um servidor remoto 50, que é conectado via um canal de comunicação em uma variedade de nós de computador 52A-52N. O servidor remoto 50 pode ser um computador pessoal, servidor da web ou outro computador com software apropriado para executar e manter uma base de dados dos dados da etiqueta. Os nós podem ser computadores portáteis ou computadores remotamente localizados que podem acessar o servidor remoto 50 via, por exemplo, a Internet. O RP 32, computador de suporte de campo 48 e servidor remoto 50 podem ser, por exemplo, dois ou mais computadores separados, um computador dividido em diferentes máquinas virtuais, ou uma máquina virtual, agindo como dois dos componentes, que é conectada em um segundo computador agindo como o terceiro componente.

00112 O local da interface do usuário 48 pode também ser um RT

30 que reside a bordo de um veículo 12 tendo pneumáticos 10 nos quais as etiquetas 14 são montadas. Em uma modalidade, o RT 30 é energizado pelo veículo 12 e tem a capacidade de armazenar dados da etiqueta até que tais dados são carregados para o servidor remoto 50 via um canal de comunicação, incluindo uma ligação RF ou outra ligação de comunicação.

00113 O sistema ilustrado na FIG. 12 pode incluir leitores de observação estacionários que são instalados em localizações fixas ao redor de um local particular, tal como um local de mina, para proporcionar aviso precoce das condições de alarme de inflação baixa/alta temperatura. Leitores de observação estacionários são primariamente leitores somente de escuta que estão localizados em vários locais, por exemplo, ao redor de um local de mina, tal como em cruzamentos principais, percursos prontos para veículo, locais de escavadeira, locais de compressão, locais de descarga, locais carregadores, pátios de manutenção, oficinas de pneumáticos e semelhantes. A finalidade dos leitores de observação é proporcionar um sistema de custo inferior para sinalizar uma condição de alarme, tal como baixa pressão ou alta temperatura, do que seria atingido equipando cada veículo 12 com um leitor de veículo a bordo. Os leitores de observação geralmente escutam os pacotes de transmissão autônoma (AT) sendo transmitidos de uma ou mais etiquetas. Os pacotes de AT indicam uma condição de alarme da etiqueta (tal como uma condição de sub-pressão ou uma condição de temperatura excessiva). Os leitores de observação podem também escutar pacotes de AT contendo os dados de sensor de pneumático mais recentemente armazenados quando o veículo passa dentro da faixa de um leitor de observação. Em uma modalidade, um sinal de alarme transmitido de uma etiqueta 14 para o leitor de observação é retransmitido para o servidor remoto 50 via um sistema de despacho (tal como Mina Modular), linha de telefone ligada por fiação,

modem RF ou canal de comunicação similar. Alternativamente, o processador do leitor 32 ou o local de interface do usuário (por exemplo, um computador de suporte de campo) 48 pode transferir os dados da etiqueta do pneumático e/ou sinal de alarme de um dos vários tipos de RTs para, por exemplo, um sistema de despacho. O sistema de despacho então transmitiria esses dados para o servidor remoto 50, que age como a base de dados do Sistema de Gerenciamento de Pneumático Eletrônico (ETMS). Os locais específicos dos leitores de porta fixa e leitores de observação variam de consumidor para consumidor dependendo da necessidade.

00114 Na modalidade mostrada na FIG. 12, os dados são obtidos pelo interrogador 26 das etiquetas de pneumático 14 através de uma ligação RF sem fio (por exemplo, 29A) operando na banda de frequência (902-928 MHz) Industrial, Científica e Médica (ISM). Outras faixas de frequência podem ser usadas sem se afastar da invenção. Essa banda de frequência é primariamente planejada para transmissores sem licença, que foram certificados sob Parte 15 do Código da Comissão de Comunicações Federais (47 C.R.F. § 15). Muitos dispositivos tal como telefones sem fio e LANs sem fio compartilham a banda de frequência ISM e o Sistema de Gerenciamento de Pneumático Eletrônico reivindicado é projetado para coexistir e operar robustamente entre esses outros dispositivos.

00115 Para minimizar a interferência do sinal, a frequência do canal de ligação para frente (i.e., leitor para etiqueta) é variada entre vários dos canais de RF disponíveis na banda de frequência ISM em uma maneira pseudo-aleatória (hopping de frequência). Cada comando de ligação para frente é transmitido em uma frequência diferente do comando prévio em uma maneira pseudo-aleatória para evitar a interferência contínua de outros dispositivos operando nessa banda de frequência. O hopping de frequência também permite que o sistema

transmita a máxima radiação de sinal (+36 dBm) sob 47 C.R.F. §15. A banda de frequência ISM de 902-928 MHz foi selecionada em parte porque essas frequências foram observadas como sendo eficientes na irradiação de sinais através da parede do pneumático. Em uma modalidade, a frequência preferida para irradiar dados da ligação para frente através da parede do pneumático é 915 MHz. Embora frequências inferiores possam ser usadas, elas proporcionam uma largura de banda mais estreita.

00116 Com referência à FIG. 12, as etiquetas de pneumático 14A,14B, instaladas nos pneumáticos 10A,10B, incluem sensores 72,74 (mostrados na FIG. 13) para sentir os parâmetros do pneumático, tais como temperatura e pressão. As etiquetas de pneumático 14A,14B proporcionam ao usuário vários aspectos, incluindo:

00117 um identificador de pneumático único que pode ser usado para finalidades de conservação de registro,

00118 os dados de sensor mais recentemente armazenados representando parâmetros de pneumático, incluindo pressão do pneumático e temperatura do pneumático,

00119 a capacidade de transmitir os parâmetros do pneumático de modo autônomo para um RT,

00120 uma leitura de todos os parâmetros de pneumático monitorados, incluindo pressões e temperaturas, a determinação que um parâmetro de pneumático está fora de limites programados, posição da roda em um veículo, um número de identificação de pneumático e um número de identificação de veículo. Esses dados podem ser fornecidos para uma localização local e/ou remota. Local refere-se a localização do RT (i.e., uma ilha de combustível, a bordo ou adjacente a um veículo) e remoto refere-se a uma localização separada do RT onde os dados são transferidos (por exemplo, uma oficina de pneumático, despacho),

00121 A capacidade de transmitir de modo autônomo e periódico um sinal de alarme quando um parâmetro está fora da faixa. Os parâmetros de pneumático são amostrados periodicamente para determinar se um sinal de alarme deve ser transmitido. Os limites de alarme usados pela etiqueta para determinar se uma condição de alarme existe são programáveis pelo usuário,

00122 um histórico dos parâmetros do pneumático amostrados através de um intervalo especificado selecionado pelo usuário e

00123 a capacidade de entrar limites de alarme e intervalos de tempo para acordar.

00124 A etiqueta de pneu 14 é mostrada em mais detalhes na FIG. 13. A etiqueta ilustrada 14 inclui um sensor de temperatura 72 e um sensor de pressão 74. Ela poderia, naturalmente, incluir outros sensores para determinar outros parâmetros do pneumático, tal como o número de rotações do pneumático. Uma finalidade do sensor de temperatura 72 é possibilitar que os dados do sensor de pressão 74 sejam corrigidos para uma pressão de enchimento a frio de referência (por exemplo, a pressão ao nível do mar em 20°C (68,0°F)). Em uma modalidade, o sensor de temperatura 72 é fabricado por National Semiconductor, modelo LM60BIM3. O sensor de pressão 74 é usado para sentir mudanças na pressão que podem ser usadas para finalidades de acompanhamento e gravação a longo prazo. Em uma modalidade, o sensor de pressão é fabricado por Sensym, modelo SCC 100AHO-GF. A etiqueta do pneumático 14 também inclui um amplificador 76 para amplificar os sinais analógicos do sensor de temperatura 72 para produzir um sinal de temperatura amplificado 80, que é fornecido para e armazenado na memória RAM do microcontrolador 84. A etiqueta 14 também inclui um amplificador 78 para amplificar os sinais analógicos do sensor de pressão 74 para produzir um sinal de pressão amplificado 82, que é fornecido para e armazenado na memória RAM do micro-

controlador 84. O microcontrolador 84 fornece tensão de sensor 86 para os sensores 72,74 no momento apropriado. Em uma modalidade, os sensores 72,74 produzem saídas analógicas que são fornecidas para o microcontrolador 84, que executa a conversão de analógico para digital (A/D) nos dados do sensor para processamento e armazenamento subseqüentes. Em uma outra modalidade, os sensores 72,74 produzem saídas digitais em uma maneira bem conhecida que pode ser diretamente lida pelo microcontrolador 84 e armazenada na sua memória RAM.

00125 O microcontrolador 84 se comunica com o transmissor de RF 88 através das linhas de sinal 90. O transmissor de RF 88 está em comunicação com a antena da etiqueta 92 (que corresponde com a antena da etiqueta 20 da FIG. 1). A etiqueta do pneumático 14 é abastecida com energia por uma fonte de energia 94 tal como, mas não limitado a, baterias de lítio; entretanto, outras baterias aceitáveis podem ser usadas. Em uma modalidade, a fonte de força 94 inclui duas baterias de Lítio 1/2 AA, de 3,6 volts, 1,2 Amp Hora (Ah), produzida por Tadiran Lithium Batteries.

00126 A etiqueta do pneumático 14 tem vários modos de operação. O modo típico é o modo de repouso profundo onde a etiqueta fica geralmente inativa (nenhum relógio está funcionando; entretanto, um cronômetro atento RC está funcionando, que usa muito pouca força). A etiqueta 14 gasta a maior parte do seu tempo nesse modo de baixa potência. A etiqueta periodicamente acorda parcialmente para um modo de repouso lúcido (quando o cronômetro atento espera), inicia um relógio de baixa velocidade, determina se é o momento para entrar em um modo de busca pelo exame de um contador do modo de busca e, se não é o tempo, ajusta o contador do modo de busca (por exemplo, decrementa o contador por um), e retorna para o modo de repouso profundo.

00127 De outra forma, se é o momento, a etiqueta entra no modo de busca, que continua a usar o relógio de baixa velocidade. A etiqueta primeiro determina se é o momento para ler os sensores pelo exame do contador do sensor. Se é o momento para ler os sensores, a etiqueta lê e armazena os dados do sensor, tais como pressão e temperatura. De outra forma, a etiqueta ajusta o contador do sensor por um (por exemplo, decrementa o contador por um). A etiqueta a seguir verifica os sinais de interrogação, citados como pacotes de ligação para frente (FLPs), de um leitor/transceptor remoto (RT) 30. Se a etiqueta detecta o que aparenta ser um sinal de interrogação, ela acorda completamente para o modo de interrogação. De outra forma, a etiqueta continua no modo de busca e determina se é o momento para executar uma transmissão autônoma (AT) pelo exame de um contador de AT. Se não é o momento para uma AT, a etiqueta ajusta o contador de AT por um (por exemplo, decrementa o contador por um) e retorna para o modo de repouso profundo. De outra forma, a etiqueta acorda para o modo de interrogação, inicia o relógio de alta velocidade e executa uma AT (i.e., ela transmite os dados de sensor mais recentemente armazenados para qualquer RT 30 operando no modo de observação).

00128 No modo de interrogação, a etiqueta inicia um relógio de alta velocidade, lê pelo menos uma porção da transmissão de ligação para frente para ver se é um sinal de interrogação válido planejado para essa etiqueta 14, e se é, responde para o sinal de interrogação. De outra forma, se a transmissão não é um sinal de interrogação válido, a etiqueta aguarda um período de tempo programável por um sinal de interrogação válido. Se nenhum sinal de interrogação válido é detectado dentro desse tempo, a etiqueta DESLIGA o relógio de alta velocidade e novamente entra no modo de repouso profundo. De outra forma, a etiqueta responde para o sinal de interrogação válido em um ca-

nal de ligação de retorno designado pelo RT 30. Alternativamente, a etiqueta 14 transmite suas respostas para cada sinal de interrogação em cada um dos canais de ligação de retorno, seqüencialmente.

00129 A FIG. 14 ilustra os vários modos da etiqueta de pneumático 14, incluindo o modo de repouso lúcido, o modo de busca, o modo de interrogação e o modo de repouso profundo, e a regulação desses modos, de acordo com uma modalidade da invenção. A etiqueta 14 gasta a maior parte do seu tempo em um dos modos de repouso. Enquanto no modo de repouso profundo, a etiqueta 14 usa muito pouca energia para ajudar a manter a vida da bateria. O Modo de Avaliação Recursiva (REM) compreende o modo de repouso profundo, modo de repouso lúcido, modo de busca, e a transição para o modo de interrogação (completamente acordado). A etiqueta 14 periodicamente acorda para o modo de busca somente o tempo suficiente para determinar se é o momento para obter leituras do sensor, procurar a presença provável de pacotes de ligação para frente (FLPs), determinar se é o momento para uma transmissão autônoma (AT), e então retorna para o modo de repouso profundo depois que os sensores são lidos (se requerido) e se nenhum FLP provável é detectado e não é o momento para uma AT.

00130 No modo de repouso profundo, o microcontrolador da etiqueta 84 fica em um estado estático, dormente, com o(s) seu(s) oscilador(es) de relógio interno desligado(s). Somente o cronômetro atento RC fica funcionando. Com referência à FIG. 13, o microcontrolador da etiqueta 84 não pode executar quaisquer programas ou controlar quaisquer pinos IO externos no modo de repouso profundo. A etiqueta 14 dorme nesse modo durante a maior parte da sua vida em um esforço para economizar força da bateria. Durante o modo de repouso profundo, porque o(s) oscilador(es) do relógio estão DESLIGADOS, o contador de repouso profundo é ajustado (incrementado ou decremen-

tado) periodicamente (por exemplo, aproximadamente a cada 18 ms) por um oscilador de R/C interno. Um cronômetro atento (WDT) interno monitora o contador de repouso profundo e quando o contador de repouso profundo, por exemplo, contém um valor NULO (tudo zero), o WDT acorda o microcontrolador 84 (i.e., o WDT inicia o relógio de baixa velocidade de modo que a etiqueta 14 pode entrar no modo de repouso lúcido).

00131 No modo de repouso lúcido, a etiqueta 14 acorda o suficiente para determinar se é o momento para entrar no modo de busca determinando se um contador de modo de busca interno, por exemplo, contém um valor NULO (tudo zero). O modo de repouso lúcido requer somente uma quantidade mínima de processamento e uma pequena quantidade de força desde que ele está somente usando o relógio de baixa velocidade. Se não é o momento para entrar no modo de busca, o microcontrolador 84 ajusta (por exemplo, decrementa) o contador do modo de busca e então reverte de volta para o modo de repouso profundo. Em resumo, durante o modo de repouso lúcido, o oscilador do relógio de baixa velocidade é LIGADO, assim produzindo um sinal de relógio de baixa velocidade (por exemplo, 37 KHz), o contador do modo de busca é ajustado, o modo de busca é acionado se o contador contém tudo zero, e se não, o oscilador do relógio de baixa velocidade é DESLIGADO, e o modo de repouso profundo é retomado.

00132 No modo de busca, a etiqueta 14 continua a usar o relógio de baixa velocidade (por exemplo, 37 KHz) para executar instruções que incluem: determinar se é o momento para ler os sensores, buscar transmissões prováveis de serem pacotes de ligação para frente (FLPs) de um RT 30, e determinar se é o momento para uma transmissão autônoma (AT). O microcontrolador 84 determina se é o momento para ler os sensores pelo exame de um contador do sensor. Se é o momento para ler os sensores, o microcontrolador 84 lê e armaze-

na os dados de cada sensor seqüencialmente, como descrito abaixo. De outra forma, a etiqueta 14 procura a presença de FLPs executando pré discriminação onde o microcontrolador 84 busca um número específico de transições através de um certo período de tempo. Por exemplo, a etiqueta 14 pode ser programada para procurar um mínimo de 71 transições através de um período de 25 ms, que foi verificado indicar que uma transmissão é provavelmente um FLP. Uma transição é definida como uma transição binária (por exemplo, de 0 para 1 ou vice-versa). Se a pré discriminação indica que a transmissão é provavelmente um FLP, a etiqueta entra no modo de interrogação. De outra forma, o microcontrolador 84 determina se é o momento para executar uma transmissão autônoma (AT) examinando um contador de AT. Se não é o momento para uma AT, o microcontrolador 84 ajusta o contador (por exemplo, decrementa o contador) e retorna para o modo de repouso profundo. De outra forma, o microcontrolador 84 acorda para o modo de interrogação, inicia um relógio de alta velocidade (por exemplo, 4 MHz) e executa uma AT (por exemplo, ele transmite os dados do sensor mais recentemente armazenados para um RT 30).

00133 No modo de interrogação, a etiqueta 14 inicia o relógio de alta velocidade, lê pelo menos uma porção do pacote de ligação para frente (FLP), e determina se o FLP é válido. A detecção do erro é realizada pela transmissão dos bits de detecção de erro, tal como bits de paridade, uma soma de verificação ou uma Verificação de Redundância Cíclica (CRC), em cada FLP. A etiqueta 14 então verifica os bits de detecção de erro para certificar-se que a transmissão é um FLP válido. A etiqueta também verifica para garantir que o FLP inclui bits de pré-âmbulo, bits de dados, bits de detecção de erro (por exemplo, uma CRC) e bits de posfácio, e verifica para certificar-se que o número total de bits (por exemplo, 127) é indicativo de um FLP válido. Se a etiqueta 14 detecta um erro no FLP (por exemplo, a CRC não é válida), o FLP

falso é desconsiderado e/ou a etiqueta 14 solicita que o FLP seja retransmitido.

00134 Em uma modalidade, o microcontrolador 84 primeiro examina uma porção de início do FLP (por exemplo, os primeiros quatro bytes) e, se essa porção indica que a transmissão aparenta ser um FLP válido, aciona o laço (procedimento ou conjunto de instruções) com fase bloqueada (PLL) e então lê o resto do FLP para verificar se a CRC é válida. Se o FLP contém uma CRC válida, a etiqueta 14 responde para o FLP. De outra forma, se o FLP é determinado como sendo inválido, o microcontrolador 84 continua buscando um FLP válido por um período de tempo predeterminado (por exemplo, até que um contador de alta velocidade iguala zero). Se nenhum sinal de interrogação válido é detectado dentro desse tempo, o microcontrolador 84 DESLIGA o relógio de alta velocidade e novamente entra no modo de repouso profundo. De outra forma, a etiqueta responde para o sinal de interrogação válido.

00135 O período de tempo em que a etiqueta 14 continua a buscar FLPs é um aspecto programável da etiqueta 14. Em uma modalidade, a etiqueta 14 inclui um contador de alta velocidade (mencionado acima) e um contador de fora de faixa. O contador de alta velocidade é iniciado se a etiqueta 14 determina que uma transmissão é um FLP inválido. O contador é a seguir ajustado por um (incrementado ou decrementado por um) em uma taxa predeterminada até que ele contém um valor NULO (tudo zero). Nesse momento, a etiqueta 14 entra no modo de repouso profundo. O contador fora de faixa é iniciado se um FLP válido é detectado. O contador é a seguir ajustado por um (incrementado ou decrementado por um) em uma taxa predeterminada até que ele contém um valor NULO. Nesse momento, a etiqueta 14 entra no modo de repouso profundo. A duração do tempo antes que um valor NULO ocorra é programável pelo ajuste do valor de partida para um

certo número. Os dois contadores podem ser ajustados para conter valores diferentes, tal que, por exemplo, a quantidade de tempo antes do modo de repouso profundo ser iniciado é maior se um FLP válido foi detectado do que se nenhum FLP válido foi detectado. Em resumo, o contador de alta velocidade determina durante quanto tempo procurar FLPs prováveis antes de retornar para o repouso profundo enquanto o contador fora de faixa determina durante quanto tempo continuar a buscar por FLPs depois de receber pelo menos um FLP válido. Assim, o contador fora de faixa é geralmente ajustado para um valor maior (duração mais longa) do que o contador de alta velocidade.

00136 A FIG. 15 mostra os componentes de uma modalidade do ETMS. Esse sistema inclui uma etiqueta 14, um interrogador 26 incluindo um leitor/transceptor associado (RT) 30 e um processador de leitor 32, um leitor de porta fixa 30G, um leitor de mão 30H, um leitor de veículo a bordo 30V, um leitor de vigilância 30S, um computador de suporte de campo 48 e o servidor remoto 50. Os dados do parâmetro do pneumático remotamente armazenados podem ser acessadas via uma rede de área local (LAN) ou a Internet.

00137 O leitor/transceptor (RT) 30, em uma modalidade, inicia a comunicação de RF com uma ou mais das etiquetas de pneumático 14. Uma forma do RT 30 é um leitor de porta fixa 30G que é posicionado em uma localização fixa (por exemplo, uma ilha de combustível, um galpão, uma estrada de transporte, etc.). Um leitor de porta fixa 30G se comunicará com uma ou mais etiquetas do pneumático 14 e reunirá dados, incluindo dados de pressão do pneumático, dados de temperatura, dados de estado (por exemplo, condição de alarme), ID do veículo e ID do pneumático. O RT 30 pode também obter o histórico desses dados (dados do histórico) de uma ou mais das etiquetas do pneumático 14. Os dados do histórico são enviados do RT 30 para uma base de dados do pneumático por um canal de comunicação, tais

como uma ligação por Ethernet, ligação por Internet, ligação de fio, ligação sem fio, ligação por microonda, ligação por satélite, ligação ótica, ligação a cabo, ligação RF, ligação por LAN ou outra ligação de comunicação apropriada.

00138 O RT 30 pode também compreender um leitor portátil ou de mão 30H, ver FIG. 15. Tal leitor de mão 30H se comunica com as etiquetas do pneumático 14 e reúne dados, incluindo temperatura, pressão e informação do ID, e captura dados do histórico. Leitores de mão 30H podem ser usados em localizações onde nenhum leitor estacionário pode ser usado ou quando é mais fácil programar uma etiqueta e/ou carregar dados de uma etiqueta em um pneumático que pode ser fisicamente inspecionado por um usuário humano. Os leitores de mão 30H podem ser usados para se comunicarem com as etiquetas do pneumático 14 em várias localizações e tempos, tal como no percurso pronto, na oficina de pneumáticos, durante períodos sem uso do veículo, durante verificações no pátio, nos locais de descarga ou durante o abastecimento por um caminhão de combustível. Assim, os leitores de mão 30H proporcionam uma “leitura no local” dos dados da etiqueta mais recentemente armazenados, incluindo temperatura do pneumático, pressão, ID do pneumático e dados do histórico do pneumático.

00139 Uma outra forma do RT 30 é um leitor de veículo a bordo 30V (mostrado na FIG. 15), i.e., um leitor preso no veículo 12. Cada leitor de veículo a bordo 30V é também capaz de recuperar os dados da etiqueta, incluindo pressão do pneumático, temperatura, estado, ID do veículo, localização do pneumático e ID do pneumático, de uma ou mais etiquetas 14 e transferir esses dados para uma base de dados do pneumático residente, por exemplo, no servidor remoto 50.

00140 O RT 30 pode também compreender um leitor de vigilância 30S (também mostrado na FIG. 15), que pode ser estrategicamente colocado em localizações específicas onde os veículos monitorados

devem passar, tal como em cruzamentos principais, percursos prontos para veículo, locais de escavadeira, locais de compressão, locais de descarga, locais carregadores, pátios de manutenção, oficinas de pneumático e semelhante. Esses leitores 30S podem ler as transmissões autônomas dos dados da etiqueta, incluindo identificação do pneumático, pressão, temperatura e transmissões de alarme, das etiquetas 14 nos veículos 12 que passam perto deles. Geralmente, os dados de histórico não serão coletados das etiquetas 14 por um leitor de observação 30S. Os dados da etiqueta serão comunicados para um RP 32, um computador de suporte de campo 48 e/ou um servidor remoto 50 via um canal de comunicação, tal como ligação por satélite, ligação RF ou ligação por LAN, etc. Alternativamente, os dados da etiqueta podem ser comunicados para um sistema de monitoração de veículo. Os leitores de observação 30S são primariamente leitores somente de escuta (i.e., eles não transmitem sinais de comando para as etiquetas 14). Ao contrário, as etiquetas 14 periodicamente (ou em resposta a uma condição de alarme) transmitem dados da etiqueta em uma base autônoma, que podem ser lidos pelos leitores de observação 30S.

00141 Se a etiqueta 14 é assim programada, um RT (tal como um leitor a bordo 30V, um de mão 30H ou um leitor de porta fixa 30G) pode também detectar um sinal de alarme transmitido de uma etiqueta 14. Em uma modalidade, um tal sinal de alarme será transmitido por uma etiqueta 14 para o RT 30 em um intervalo periódico se um pneumático 10 está fora de um limite de parâmetro pré programado. O RT 30 pode detectar esse sinal e determinar a posição do pneumático 10 tendo a condição de alarme. O RT 30 automaticamente transmite uma tal condição de alarme em intervalos periódicos (freqüentes) para o servidor remoto 50 via um canal de comunicação, tal como uma ligação RF, ligação por satélite ou outra ligação de comunicação. A eti-

queta do pneumático 14 é tipicamente programada tal que os limites de temperatura e pressão igualam os limites máximo e/ou mínimo da temperatura e pressão permitidas para a operação do pneumático 10.

00142 Em uma modalidade, o RT 30 reconhece o sinal de alarme. Depois que o sinal de alarme é reconhecido, a etiqueta do pneumático 14 pode ser programada para parar de transmitir o sinal de alarme. Alternativamente, a etiqueta 14 pode ser programada para parar de transmitir o sinal de alarme depois de um período de tempo predeterminado, de modo a economizar a bateria 94 (FIG. 13). Se é assim, quando os dados da etiqueta são posteriormente carregados para um RT 30, a condição de fora de faixa será observada e a condição de alarme será reconhecida pelo RT 30. O sinal de alarme pode incluir várias informações, incluindo uma condição de fora de faixa (por exemplo, temperatura ou pressão), valores reais de temperatura e/ou de pressão, etc. Um leitor de veículo a bordo 30V pode simplesmente precisar receber o sinal de alarme e o momento em que ele foi gerado, enquanto o computador de suporte de campo 48 e/ou o servidor remoto 51 pode necessitar dos dados reais de temperatura e/ou pressão para finalidades de gerenciamento do pneumático. Os leitores de observação 30S podem também receber transmissões das etiquetas 14 que indicam condições de alarme de pressão e/ou temperatura e retransmitem essa informação para o servidor remoto 50.

CARACTERÍSTICAS DA ETIQUETA DO PNEUMÁTICO

00143 Todas as etiquetas do pneumático 14 e/ou RTs 30 podem ser programados para incluir as seguintes características:

00144 Leituras de pressão - os RTs 30 têm a capacidade de ler a pressão do pneumático 10, i.e., ler a pressão interna do ar em libras por polegada quadrada (psi) na cavidade do pneumático/roda. Os RTs 30 podem também calcular a pressão de enchimento a frio equivalente (por exemplo, a pressão em 20°C/68°F).

00145 Leituras de temperatura - os RTs 30 têm a capacidade de ler a temperatura do pneumático 10. A temperatura da etiqueta 14 pode não ser devida somente a temperatura do ar por causa de fatores tal como o local da montagem.

00146 Um número de identificação de pneumático único - esse número especificamente identifica um pneumático particular 10. O número de identificação do pneumático é tipicamente o número serial do pneumático. Esse número é programado na etiqueta 14 pelo instalador da etiqueta (via, por exemplo, um leitor de mão 30H). O número serial do pneumático é designado pelo fabricante do pneumático.

00147 Um número de marca de pneumático - o número de marca de pneumático identifica o pneumático e é mais fácil para ler do que o número serial do pneumático. Esse número é tipicamente marcado no pneumático pelo usuário. Esse número pode também ser programado na etiqueta 14 pelo instalador da etiqueta (via, por exemplo, um leitor de mão 30H).

00148 Um número de modelo de pneumático - o modelo do pneumático identifica o modelo do pneumático e é atribuído pelo fabricante do pneumático. Esse número pode também ser programado na etiqueta 14 pelo instalador da etiqueta (via, por exemplo, um leitor de mão 30H).

00149 Um número de identificação funcional (FID) - um número de identificação abreviado que identifica, por exemplo, a etiqueta, o pneumático e o local do pneumático em um veículo. O número de ID funcional pode ser alterado se, por exemplo, o pneumático é girado para uma outra porção do veículo. O número de FID é programado na etiqueta 14 pelo RT 30.

00150 Um número de identificação de etiqueta único - o número de identificação de etiqueta identifica uma etiqueta particular 14. O número de identificação de etiqueta é tipicamente o número serial da

etiqueta; entretanto, ele pode também identificar, por exemplo, o pneumático e o local do pneumático no veículo. O número serial da etiqueta é designado pelo fabricante da etiqueta e programado na ROM da etiqueta 14.

00151 Dados de histórico do pneumático - a etiqueta 14 inclui uma memória RAM 16 que grava dados de histórico, tais como temperatura e pressão, durante um certo intervalo de tempo. Os dados de histórico são gravados com um carimbo de tempo que indica quando os dados foram gravados. Esses dados podem ser carregados da etiqueta 14 (diretamente ou indiretamente) para um RP 32, um computador de suporte de campo 48 ou um servidor remoto 50. A memória da etiqueta 16 periodicamente armazena dados de sensor. Em uma modalidade, aproximadamente 1.000 registros de dados podem ser armazenados simultaneamente. Entretanto, o número de registros que podem ser armazenados é limitado somente pelo tamanho da memória 16. A taxa na qual os dados do sensor são armazenados na memória 16 é selecionável pelo usuário. Se não existe mais espaço para os dados de sensor recentemente medidos (i.e., a memória da etiqueta está completa), os dados armazenados mais antigos são sobrepostos.

00152 Atualização dos dados de histórico do pneumático - a etiqueta 14 permite a transferência de somente os novos dados de histórico do pneumático que não foram previamente transmitidos para um RT 30. Adicionalmente, a etiqueta permite a transferência de uma porção (incluindo todos) os dados de histórico de pneumático correntes.

00153 Capacidade de gravação - a etiqueta 14 permite que os usuários gravem dados definidos pelo usuário na memória da etiqueta 16, incluindo posição da roda, número do veículo, limites de parâmetro, etc. Esses dados podem ser protegidos por senha tal que somente usuários autorizados podem gravar dados na etiqueta 14.

00154 Coleta de dados automática - a etiqueta 14 tem a capaci-

dade de auto-acordar em intervalos pré estabelecidos, tirar leituras do sensor, armazenar essas leituras na memória e voltar a dormir sem ativação externa. A etiqueta 14 é geralmente pré programada da fábrica com um intervalo para acordar padrão (por exemplo, 2,5 segundos); entretanto, o usuário pode mudar o intervalo para acordar.

00155 Transmissão autônoma (AT) - a etiqueta 14 pode ser programada para auto-acordar em intervalos pré estabelecidos, tirar leituras do sensor, transmitir os dados do sensor para um RT e voltar a dormir sem ativação externa. A função de medição do sensor é ativada independente da função de transmissão da etiqueta 14. A etiqueta 14 é geralmente pré programada da fábrica com um intervalo para acordar padrão (por exemplo, 2,5 segundos); entretanto, o usuário pode alterar o intervalo para acordar. Os intervalos para acordar da etiqueta são geralmente mais numerosos do que os intervalos da AT; ambos esses intervalos podem ser programados pelo usuário. Durante a AT, a etiqueta 14 transmite as leituras do sensor mais recentemente armazenadas (por exemplo, pressão e/ou temperatura).

00156 Transmissão do alarme - a etiqueta 14 pode ser programada para auto-acordar em intervalos pré estabelecidos, examinar os dados de sensor mais recentemente armazenados, determinar se uma condição de alarme existe (i.e., os valores de dados do sensor estão fora de um limite armazenado), transmitir um sinal de alerta se uma tal condição existe, e voltar a dormir sem ativação externa. A característica do alarme pode ser ativada ou desativada pelo usuário. A etiqueta 14 é geralmente pré programada de fábrica com um intervalo para acordar padrão (por exemplo, 2,5 segundos); entretanto, o usuário pode mudar o intervalo para acordar. Se um parâmetro do pneumático está fora de um limite pré determinado (i.e., acima ou abaixo de um dos limites de parâmetro permitidos para a operação do pneumático 10), a etiqueta 14 transmitirá um sinal de alarme durante o modo de acordar.

Se o sinal de alarme não é reconhecido depois de algum período de tempo, tal como uma hora, a etiqueta 14 cessará a transmissão do sinal para economizar força da bateria. A etiqueta 14 continua a operar mesmo se o alarme entra em espera. O RT 30 pode também reconhecer o sinal de alarme e comandar a etiqueta 14 para terminar o sinal de alarme. O retorno para um estado sem alarme rearma novamente a característica do alarme, se ativada pelo usuário.

00157 Segurança - a etiqueta 14 proporciona diferentes níveis de proteção por senha. O primeiro fica ao nível do fabricante (o fabricante pode proteger com senha o número de identificação de etiqueta único) e o segundo é ao nível do usuário (o usuário pode proteger com senha todos os dados programáveis, tal como dados definidos pelo usuário).

00158 Etiqueta de kill - o comando da etiqueta de kill apaga todos os dados armazenados na memória 16, tal como leituras de temperatura e pressão, dados definidos pelo usuário, dados de histórico da etiqueta, etc. Isso retorna a etiqueta 14 para a mesma condição como quando ela foi primeiro fabricada. Depois de eliminada, a etiqueta 14 não responderá mais a quaisquer comandos externos. Essa característica é protegida por senha. Uma maneira para apagar todos os dados armazenados é acordar a etiqueta 14 para seu estado mais alerta (por exemplo, o modo de interrogação) e iniciar todas as operações de consumo de bateria (por exemplo, o relógio de alta velocidade, receptor de RF, sensores, PLL, etc.) até que a bateria esteja esgotada. Essa função pode ser usada quando, por exemplo, o pneumático 10 é jogado fora, de modo que ninguém possa obter dados de pneumático potencialmente úteis provenientes do pneumático.

00159 Apagar dados do usuário - essa função apaga todos os dados definidos pelo usuário (por exemplo, nome da frota, limites de parâmetro, dados de posição da roda, etc.) e retorna a etiqueta 14 para os padrões ao nível do fabricante. Essa função pode ser usada, por

exemplo, quando o pneumático 10 muda de dono.

00160 Operação de frequência de rádio - o sistema reivindicado preferivelmente opera na banda de frequência ISM (902-928 MHz).

00161 Comunicações - a etiqueta 14 é capaz de se comunicar com um RT 30, tal como um leitor de porta fixa 30G, um leitor de mão 30H, um leitor a bordo do veículo 30V e/ou um leitor de observação 30S, como descrito aqui.

00162 Exibição dos dados - os dados da etiqueta são exibidos em unidades padrões de medição (por exemplo, psi para pressão e graus C e/ou graus F para temperatura).

00163 Força - a etiqueta 14 é energizada por uma fonte de força 94 que é incluída com a etiqueta 14. Tipicamente, a fonte de força 94 não é substituível (não um item de manutenção).

00164 Duração da etiqueta - dadas as capacidades de bateria correntes, a duração total da etiqueta é maior do que aproximadamente 2 anos, o que é maior do que a duração média do pneumático que a etiqueta está monitorando, durante condições de operação normais.

00165 Função de DESLIGAMENTO - a etiqueta 14 é capaz de reconhecer quando, por exemplo, a pressão do pneumático cai abaixo de 40 psi (ou alguma outra pressão pré selecionada). Uma tal pressão indica que o pneumático 10 não está montado ou a etiqueta 14 está fora de operação antes de ser instalada no pneumático 10. Quando a pressão do pneumático cai abaixo de um tal limite, a etiqueta 14 pára de relatar e armazenar informação do sensor. Isso impede que a etiqueta 14 opere quando ela não é necessária. Entretanto, a etiqueta 14 é capaz de monitorar a pressão do sensor e procurar pacotes de ligação para frente (FLPs) de modo que ela pode se LIGAR para um estado de funcionamento total quando a pressão do pneumático eleva-se acima do limite (por exemplo, 40 psi ou alguma outra pressão selecionada).

00166 Faixa do leitor - para um leitor de porta fixa 30G, a faixa do leitor é até e incluindo pelo menos 10 metros da etiqueta 14 em qualquer posição da roda no mesmo lado do veículo 12 que a antena do leitor 28 (essa faixa é possível com o veículo 12 movendo-se até 20 quilômetros por hora). Para um leitor de mão 30H ler um pneumático estacionário 10, a faixa do leitor é aproximadamente 5 metros da etiqueta 14 em qualquer posição da roda no mesmo lado do veículo 12 que o leitor 30H. Para um leitor de veículo a bordo 30V, o leitor é capaz de receber sinais de etiquetas do pneumático 14 que estão dentro da faixa desse leitor (por exemplo, no mesmo lado do veículo 12 que o leitor 30V). O leitor de veículo a bordo 30V pode ler as etiquetas 14 enquanto o veículo 12 está se movendo até aproximadamente 90 quilômetros por hora. É estimado que um leitor de observação 30S possa monitorar etiquetas de pneumático até aproximadamente 50 metros da antena do leitor 28 (enquanto o veículo 12 está se movendo em até 73 quilômetros por hora).

DEFINIÇÕES

00167 Contra apresentação (ou no local) - a comunicação de ida e volta onde o RT 30 inicia a comunicação, e a etiqueta 14 responde com os dados de sensor mais recentemente armazenados representando, por exemplo, temperatura, pressão, ID do pneumático e/ou outras informações de parâmetro do pneumático.

00168 Alarme - comunicação em um sentido onde a etiqueta 14 transmite o sinal de alarme para um RT 30. O sinal de alarme pode incluir várias informações, incluindo uma condição de fora de faixa (por exemplo, temperatura ou pressão), a temperatura real e/ou valores de pressão, etc. Um sinal de alarme é transmitido quando um ou mais dos parâmetros do pneumático excedem os limites pré programados.

00169 Transmissão autônoma (AT) - comunicação em um sentido

onde a etiqueta 14 transmite os dados de sensor mais recentemente armazenados (ou outros dados pré programados) em intervalos de tempo periódicos para um RT 30.

00170 Atualização dos dados de histórico do pneumático - comunicação de ida e volta onde o RT 30 inicia a comunicação e a etiqueta 14 responde com novos dados do histórico do pneumático que não foram previamente transmitidos para um RT 30, incluindo temperatura, pressão ou outros dados armazenados.

00171 Ligação para frente - comunicação em um sentido de um RT 30 para uma etiqueta de pneumático 14. Os RTs 30 (exceto para os leitores de observação 30S) periodicamente transmitem um sinal de RF para uma ou mais etiquetas de pneumático 14. Os sinais da ligação para frente estão buscando ou diretamente se comunicando com uma ou mais etiquetas 14.

00172 Ligação de retorno - comunicação em um sentido de uma etiqueta de pneumático 14 para um RT 30. Uma etiqueta 14 transmite uma resposta (por exemplo dados da etiqueta) para um RT 30 via a ligação de retorno. Ambas a regulação da ligação para frente e de retorno e outras características do sistema são descritas a seguir.

DESCRIÇÃO ADICIONAL DA INVENÇÃO

00173 Com referência novamente às FIGs. 1A e 12, o processo de aquisição dos dados do pneumático é mostrado. No modo de interrogação, um RT 30 pode adquirir dados de sensor e outros de uma etiqueta de pneumático específica 14 somente quando a etiqueta de pneumático específica 14 está sendo tratada. Em uma modalidade, a etiqueta de pneumático 14 pode ser tratada por: (1) um ID único (por exemplo, número serial da etiqueta); (2) um ID funcional; e/ou (3) um ID temporário designado pelo RT 30 durante uma interrogação da etiqueta. A aquisição da etiqueta é descrita em mais detalhes a seguir.

00174 Se o RT 30 deseja a temperatura e pressão do pneumático

de um pneumático específico 10, o RT 30 solicita dados de locais especificados da memória na memória 16 da etiqueta do pneumático 14 correspondendo ao pneumático específico 10. Esses locais de memória armazenam os dados do sensor adquiridos pela etiqueta 14. Esses dados podem ser transmitidos para um RT 30 via pacotes de ligação de retorno (RLPs). O RT 30 pode também solicitar a transmissão dos coeficientes de calibragem para os sensores 72,74 (ver FIG. 13). Outra informação armazenada na memória da etiqueta 16 também pode ser solicitada, incluindo tipo do pneumático, posição do pneumático do veículo, ID do veículo e/ou ID do pneumático. Depois que a informação solicitada foi recuperada, o RT 30 instrui a etiqueta 14 para entrar em um modo de repouso (por exemplo, modo de repouso profundo) por um período de tempo programável. Alternativamente, a etiqueta 14 pode ser programada para retornar para o modo de repouso depois que a etiqueta fica fora da faixa do RT 30 por um período de tempo predeterminado (por exemplo, 2-3 segundos). A entrada no modo de repouso profundo completa a sessão de interrogação da etiqueta. A seguir, uma nova sessão de interrogação pode começar.

00175 De preferência, a etiqueta do pneumático 14 é de custo efetivo, usa pouca potência e está em concordância com FCC Parte 15 (47 C.R.F. §15). A máxima potência permissível (no espaço livre) sem extensão do espectro é -1 dBm. A ligação de retorno (i.e., etiqueta para leitor) tem a capacidade de transmitir em qualquer um de vários canais de frequência de rádio disponíveis. Isso mune a etiqueta 14 com um recurso para evitar que os sinais interfiram com os dispositivos. Em uma modalidade, a etiqueta 14 responde para os FLPs em cada um dos diferentes canais de ligação de retorno, seqüencialmente. Em uma outra modalidade, o RT 30 monitora os canais de ligação de retorno e comanda a etiqueta 14 a transmitir no canal tendo a menor quantidade de interferência. Para transmissão autônoma (AT), a etiqueta 14 tem a

opção de transmitir os pacotes da ligação de retorno (RLPs) em qualquer um ou todos os canais de ligação de retorno.

00176 Em uma modalidade, existem quatro canais de ligação de retorno e a etiqueta 14 transmite os pacotes da ligação de retorno (RLPs) em cada um dos canais, seqüencialmente. Por exemplo, se a etiqueta 14 responde a um RT 30 com seu número serial no canal 1, a etiqueta 14 então responderá para o próximo comando do leitor no canal 2. Se o RT 30 recebe dados falsos da etiqueta, ele desconsiderará esses dados e comandará a etiqueta 14 para retransmitir os dados. A etiqueta 14 então retransmitirá os dados no canal 3. Se o RT 30 determina que os dados recebidos estão novamente corrompidos, ele comandará a etiqueta 14 para retransmitir os dados. Em uma modalidade, a retransmissão dos dados continuará até que os dados tenham sido enviados cinco vezes (uma vez em cada canal, por exemplo, no canal 1, 2, 3, 4 e 1 - o primeiro canal é tentado duas vezes). Se o RT 30 ainda não recebe dados válidos, ele cessará a transmissão para essa etiqueta particular 14 por um período de tempo predeterminado.

00177 Alternativamente, o RT 30 pode monitorar os quatro canais de ligação de retorno, e determinar qual o canal tem a intensidade de sinal recebido (RSS) mais baixa, que indica o canal tendo a menor quantidade de ruído e/ou interferência. Assim, o canal tendo a RSS mais baixa tem a menor interferência de sinal. Portanto, depois que o RT 30 determina qual o canal tem a menor RSS, ele envia dois bits em um pacote de ligação para frente (FLP) que corresponde ao canal da ligação de retorno tendo a RSS mais baixa e instrui a etiqueta do pneumático 14 para transmitir os pacotes da ligação de retorno nesse canal. A duração dos sinais de interferência é esperada na ordem de vários segundos. Portanto, o RT 30 verifica os canais de ligação de retorno limpos a cada vários segundos. O RT 30 se sintoniza para receber sinais da etiqueta no canal de ligação de retorno indicado e

transmite um comando NULO (tudo zero). O comando NULO é difundido para evitar que qualquer outra etiqueta responda enquanto o RT 30 monitora o nível da RSS. O canal com a menor RSS torna-se o canal para o qual uma etiqueta específica 14 será comandada a responder, até que um outro canal tenha sido determinado como tendo a RSS mais baixa. Novamente, o canal com a RSS mais baixa é selecionado porque esse canal está aberto, e não interferindo com outras transmissões. Cada RT 30 tem um indicador de intensidade de sinal recebido (RSS), que indica para o RT 30 que uma etiqueta 14 está tentando responder. O RT 30 investiga a intensidade do sinal recebido nos seus canais de ligação de retorno que chegam. O RT 30 então envia o pacote de ligação para frente instruindo a etiqueta 14 a responder no canal tendo a RSS mais baixa e monitora esse canal para as transmissões da etiqueta.

00178 Durante a comunicação da ligação para frente, os pacotes são enviados do RT 30 para a etiqueta 14. Durante a comunicação da ligação de retorno, os pacotes são enviados da etiqueta 14 para o RT 30. Os dados da etiqueta recebidos são então comunicados para o processador do leitor (RP) 32 (ver FIGs. 1A e 12).

00179 A ligação para frente usa modulação de chaveamento por deslocamento de amplitude (ASK). Existem 50 canais espalhados entre 902 MHz e 928 MHz. Usando a transmissão do espectro de extensão, a máxima força permissível que pode ser irradiada da antena do leitor 28 é +36 dBm. Em uma modalidade, a taxa de dados na ligação para diante é 7,5 Kilo-bits-por-segundo (Kbps).

00180 A ligação de retorno, que inclui até quatro canais de comunicação, usa modulação de chaveamento por deslocamento de frequência (FSK). Esses canais são um tanto igualmente espaçados entre 902-928 MHz.

00181 Sob 47 C.R.F. §15, usando a transmissão do espectro de

extensão (i.e., hopping de frequência), a máxima força permissível que pode ser irradiada no espaço livre é +36 dBm (sem usar a transmissão do espectro de extensão, a máxima força permissível no espaço livre é -1 dBm). Na ligação para frente, a quantidade de força transmitida é medida um pouco fora da parede do pneumático. Entretanto, em uma modalidade, 10 a 15 dBm é perdido pela transmissão dos FLPs através da parede do pneumático. Além da atenuação resultante da transmissão através da parede do pneumático, atenuação adicional pode ocorrer devido à interferência dos outros pneumáticos e/ou partes do veículo 12.

00182 O sistema transmite muito menos dados/instruções para a etiqueta 14 do que vice-versa. A taxa dos dados da ligação para frente é 7,5 Kbps e a taxa de dados da ligação de retorno é 60 Kbps. A razão para as taxas de dados serem assimétricas é que a maior parte da complexidade do sistema está localizada no RT 30, ao invés de na etiqueta 14. Isso permite um conjunto de circuito de etiqueta mais simples e possibilita que a etiqueta 14 consuma menos energia lendo os dados do FLP na taxa mais lenta de 7,5 Kbps. O RT 30 tem sofisticação suficiente para ler os dados sendo retornados em 60 Kbps pela etiqueta 14. Adicionalmente, desde que a etiqueta do pneumático 14 entrega os dados em uma taxa mais rápida, ela ficará LIGADA por um período de tempo mais curto. Essa é uma vantagem importante porque a duração da bateria da etiqueta do pneumático 14 é uma preocupação para a utilidade geral do sistema.

00183 Retornando para a FIG. 16, é mostrado um resumo dos componentes do RT 30. Um interruptor de transmissão/recepção (TR) 100 é proporcionado porque o protocolo de comunicação é semidúplex (i.e., em qualquer momento, o leitor/transceptor (RT) 30 transmite ou recebe dados). Essa modalidade ilustrada do RT 30 não é usada em um sistema multiplexado; portanto, a antena do RT 28 é usada em

ambas as operações de transmissão e recepção. É para ser verificado que o RT 30 inclui componentes adicionais tais como filtros e semelhantes; entretanto, por simplicidade, esse circuitos não são mostrados porque eles são bem conhecidos na técnica. Na trajetória de recepção, um amplificador de pequeno ruído 102 está na extremidade dianteira de um receptor de FSK 104. Os dados do RLP que chegam são transmitidos para um microcontrolador 106. Cada RLP é recebido pelo microcontrolador 106 e investigado para determinar se ele é válido. Quando um FLP é transmitido para a etiqueta 14, ele é primeiro fornecido através de um transmissor de ASK 107 para um amplificador de alta potência 108. O sinal amplificado é então enviado para o outro lado do interruptor de TR 100, que é conectado na antena do leitor 28, para transmissão para a etiqueta 14.

00184 Cinqüenta canais de ligação para frente foram selecionados em parte devido à FCC Parte 15 (47 C.R.F. §15), que especifica 50 canais no mínimo; entretanto, é evidente que mais do que 50 canais poderiam ser usados nesse sistema do espectro de extensão. Similarmemente, os 4 canais de ligação de retorno usados para enviar os dados de uma etiqueta 14 para um RT 30 podem também ser variados para um número diferente de canais.

00185 Onde o sistema é usado com veículos de múltiplos pneumáticos, tal como grandes caminhões, a sincronização da operação é prevista. Particularmente, no uso de dois RTs 30A,30B como mostrado na FIG. 12, o primeiro RT pode ser projetado, por exemplo, para um lado do veículo 12 e o segundo RT pode ser projetado para o outro lado do veículo 12. Sinais de comando do primeiro RT 30 no primeiro lado do veículo 12 podem instruir as etiquetas do pneumático 14 que recebem seu sinal para usar somente canais de ligação de retorno específicos, por exemplo somente os canais 1 e 3. O segundo RT 30B no segundo lado do veículo 12 pode instruir as etiquetas do pneumáti-

co 14 que recebem seu sinal a transmitir em canais de ligação de retorno diferentes, por exemplo, nos canais 2 e 4. Esse esquema é implementado para reduzir a chance de ler dados de dois pneumáticos diferentes simultaneamente ou ler dados do mesmo pneumático duas vezes. Em situações onde dois RTs 30 lêem a mesma etiqueta 14, tanto o RP 32 quanto o receptor de FSK 104, ou ambos, são configurados para reconhecer os dados duplicados e eliminar tais dados.

00186 Em outras situações, é possível que duas etiquetas 14 acordem ao mesmo tempo e ambas fiquem dentro da faixa da antena do RT 28. Se isso ocorre, pode resultar em interferência desde que ambas as etiquetas 14 podem está respondendo à mesma mensagem no mesmo canal de ligação de retorno. Para identificar e se comunicar com uma etiqueta dentre muitas etiquetas que possam estar dentro da faixa, o RT 30 usa o algoritmo de SAR, como descrito abaixo, e/ou transmite para uma etiqueta específica 14 pela transmissão do número serial da etiqueta único dessa etiqueta ou o número do ID funcional.

00187 A FIG. 17 é um diagrama em bloco mais detalhado da etiqueta do pneumático 14 ilustrada na FIG. 13. Um microcontrolador PIC 84 recebe e transmite vários sinais para a operação da etiqueta do pneumático 14. O microcontrolador 84 pode ser um fabricado por Microchip Technology Inc., Modelo PIC16C717 tendo dois osciladores internos, RAM interna, ROM interna, conversores de A/D internos e outras estruturas padrões. É para ser verificado que esse é um dos muitos microcontroladores que poderiam ser usados no sistema reivindicado; entretanto, para maximizar a duração da bateria, dois osciladores são desejáveis porque eles permitem duas velocidades de relógio. Ter dois relógios permite que um projetista minimize o uso do relógio de alta velocidade (assim, economizando força da bateria). Os dois osciladores não precisam ser osciladores internos do microcontrolador.

00188 A etiqueta do pneumático 14 mostrada na FIG. 17 tem duas funções únicas que são separadas e independentes entre si: (1) a função de medição dos dados e (2) a função de recepção e transmissão dos dados. Para executar a primeira função independente, o microcontrolador 84 mede os parâmetros do pneumático usando, por exemplo, o sensor de pressão 206 e o sensor de temperatura 208. O microcontrolador 84 é programado para periodicamente acordar para o modo de busca e (entre outras tarefas) fazer com que os sensores 206,208 meçam os parâmetros do pneumático. Os parâmetros medidos são então enviados para o microcontrolador 84 e armazenados na sua RAM interna. Com a conclusão do modo de busca, o microcontrolador 84 retorna para o modo de repouso profundo.

00189 Na segunda função independente, o microcontrolador 84 verifica os FLPs de um leitor/transceptor (RT) 30 e, se um FLP válido é recebido, transmite um ou mais RLPs para o RT 30. Assim, a função de transmissão dos dados é independente da função de medição do parâmetro. Ter uma função de medição de dados separada é um aspecto único dessa invenção que proporciona vantagens sobre a técnica anterior. Quando o RT 30 solicita um parâmetro de pneumático armazenado na etiqueta 14, o microcontrolador da etiqueta 84 simplesmente acessa a sua RAM e envia os dados do parâmetro armazenados mais recentemente para o RT 30. Portanto, o microcontrolador 84 não tem que energizar os sensores 206,208 em resposta a um comando de interrogação de um RT 30. Isso permite que o sistema opere mais rápido do que os sistemas da técnica anterior. Além disso, o microcontrolador 84 somente tem que lidar com uma função (por exemplo, recepção e transmissão de dados) em qualquer dado momento, que é independente de uma outra função (por exemplo, medição dos dados). A etiqueta 14 mede o parâmetro do sensor em um primeiro modo ou transmite dados em um segundo modo. Essas funções

são independentes uma da outra. A função de medição do parâmetro não é executada em resposta a qualquer comando de interrogação externo de um RT 30.

00190 Especificamente, o microcontrolador 84 periodicamente acorda do modo de repouso profundo para o modo de repouso lúcido. No modo de repouso lúcido, o microcontrolador 84 inicia o relógio de baixa velocidade e determina se é o momento para entrar no modo de busca examinando um contador do modo de busca. O contador indicará se é o momento para entrar no modo de busca (por exemplo, o contador contém tudo zero) ou ele indicará algum outro valor. Se não é o momento para entrar no modo de busca, o microcontrolador 84 ajusta o contador do modo de busca (por exemplo, decrementa o contador) e retorna para o modo de repouso profundo.

00191 De outra forma, o microcontrolador 84 entra no modo de busca e continua a usar o relógio de baixa velocidade. O microcontrolador 84 determina se é o momento para ler os sensores examinando o contador do sensor. Se é o momento para ler os sensores, o microcontrolador 84 lê e armazena os dados de cada sensor seqüencialmente, como descrito abaixo. De outra forma, o microcontrolador 84 ajusta o contador do sensor e executa a pré discriminação (i.e., determina se uma transmissão é provavelmente um pacote de ligação para frente). Se o microcontrolador 84 determina que a transmissão é provavelmente um FLP, ele entra no modo de interrogação. De outra forma, o microcontrolador 84 determina se é o momento para executar uma transmissão autônoma (AT) examinando um contador de AT. Se não é o momento para uma AT, o microcontrolador 84 ajusta o contador (por exemplo, decrementa o contador) e retorna para o modo de repouso profundo. De outra forma, o microcontrolador 84 acorda para o modo de interrogação, inicia o relógio de alta velocidade e executa uma AT (i.e., ele transmite os dados de sensor mais recentemente ar-

mazenados para um RT 30).

00192 Para ler os sensores no modo de busca, o microcontrolador 84 emite um sinal na linha de força do sensor 202 para ativar a fonte da corrente constante 204 que, por sua vez, ativa o sensor de pressão 206 e sensor de temperatura 208. Os amplificadores 210 e 212 são também LIGADOS via a linha de força do sensor 202. Os amplificadores 210,212 amplificam os sinais analógicos produzidos pelos sensores 206,208, respectivamente. O microcontrolador 84 inclui um conversor de A/D e código de processamento de sinal digital para filtrar de modo digital e uniformizar quaisquer irregularidades nos dados provenientes dos sensores 206,208 devido aos efeitos físicos dinâmicos que ocorrem no pneumático 10. Por exemplo, os dados de pressão podem ser um tanto erráticos quando o pneumático 10 se move e flexiona como uma função da posição angular, terreno e semelhantes. O microcontrolador 84 aguarda um período de tempo curto antes de tirar leituras do sensor para ignorar os transitórios dos componentes recentemente LIGADOS 204-212 e para permitir que os componentes assumam uma operação normal de estado estável. A seguir, o microcontrolador 84 executa a conversão de A/D dos sinais do sensor amplificados nas linhas de entrada 214 e 216. A linha do sinal 214 transporta dados do sensor de pressão amplificados que serão armazenados na RAM do microcontrolador. Similarmente, a linha de sinal 216 transporta dados do sensor de temperatura amplificados que são também armazenados na RAM do microcontrolador 84. No fim do modo de busca, o microcontrolador 84 DESLIGA a energia para a linha de energia do sensor 202, dessa maneira colocando os elementos 204-212 em um modo inativo. A energia é fornecida para o microcontrolador 84 via um pino de entrada conectado na bateria 218.

00193 Uma EEPROM serial 220 é usada para armazenar os valores de configuração e dados do histórico incluindo valores mini-

mo/máximo do sensor, amostras de dados consecutivos e semelhantes. Esses dados são periodicamente escritos da RAM do microcontrolador para a EEPROM 220. A EEPROM é uma memória não volátil; portanto, ela não precisa de energia para manter sua informação, e pode ser desligada para economizar força da bateria.

00194 Para executar a segunda função (i.e., recepção e transmissão dos dados), o microcontrolador 84, durante o modo de busca, executa a pré discriminação para determinar se uma transmissão é provavelmente um pacote de ligação para frente de um RT. Se o microcontrolador 84 determina que a transmissão é provavelmente um FLP, ele entra no modo de interrogação e determina se a transmissão é um FLP válido. Como uma etapa inicial, a força do receptor da etiqueta é fornecida do microcontrolador 84 para o receptor de ASK 224 na linha 222. Em uma modalidade, o receptor da etiqueta 224 é construído como um detector de diodo com transistores de intensificação de ganho. Um circuito comparador bem conhecido está associado com o receptor 224 de modo a detectar os dados da ligação para frente. Os sinais de dados recebidos pela antena da etiqueta 226 são fornecidos através de um filtro de baixa passagem 228 para um receptor de ASK 224 via um interruptor de transmissão/recepção (TR) 230. O interruptor de TR 230 é configurado para um estado de recepção durante períodos da recepção dos dados. Os sinais de dados do receptor 224 são proporcionados para o microcontrolador 84. Durante a recepção dos dados no modo de interrogação, o microcontrolador 84 determina se uma transmissão é um pacote de ligação para frente válido. FLPs incluem sinais de comando que instruem a etiqueta do pneumático 14 a fornecer informação, tal como informação do sensor, localização da etiqueta, dados definidos pelo usuário, etc. A obtenção e armazenamento dos dados do sensor de pressão e temperatura é uma função separada (como declarado anteriormente) que é independente da função de

recepção dos dados (i.e., busca por pacotes de ligação para frente válidos de um RT 30).

00195 No modo de interrogação, a etiqueta 14 pode receber e transmitir dados. Com a entrada no modo de interrogação, o microcontrolador 84 inicia o relógio de alta velocidade, examina uma primeira porção do FLP (por exemplo, os primeiros quatro bytes) e, se essa porção indica que a transmissão aparenta ser um FLP válido, LIGA o estágio do Circuito com bloqueio de fase (PLL) do transmissor 232 via a linha de habilitação 234, e depois lê o resto do FLP (por exemplo, os dois últimos bytes) para verificar se a CRC é válida. Se o FLP contém uma CRC válida, a etiqueta 14 responde para o FLP.

00196 O PLL é LIGADO depois de ler somente uma porção do FLP porque o PLL exige uma certa duração de tempo para bloquear o canal de ligação de retorno selecionado. O transmissor 232 é LIGADO ativando a linha de habilitação de transmissão 236, que habilita o estágio do amplificador com alta potência do transmissor. Depois que o transmissor de FSK 232 é ativado, os dados solicitados pelo FLP, que podem incluir os dados de pressão e temperatura previamente armazenados, são fornecidos pelo microcontrolador 84 para o transmissor de FSK 232 na linha de dados 231. De modo a transmitir esses dados, o interruptor de TR 230 é alterado do estado de recepção para um estado de transmissão. Os dados são então enviados através do filtro de baixa passagem 228 e transmitidos via a antena da etiqueta 226. Com a conclusão do modo de interrogação, o microcontrolador 84 DESLIGA os componentes da etiqueta (tal como o PLL, o transmissor, os sensores, o relógio de alta velocidade, etc.) e reassume o modo de repouso profundo. Isso conclui a segunda função independente do microcontrolador 84 (i.e., a recepção e transmissão dos dados).

00197 Em uma modalidade, o transmissor de FSK 232 é projetado para transmitir em quatro canais distintos. A linha de seleção de canal

238 é proporcionada para o transmissor de FSK 232 de modo a permitir a seleção de um particular dos quatro canais disponíveis para o transmissor de FSK 232. Deve ser observado que somente um dos quatro canais de transmissão é normalmente usado durante qualquer transmissão de RLP individual.

00198 Portanto, na execução da segunda função de recepção/transmissão de dados, o microcontrolador 84, no modo de busca, executa a pré discriminação para investigar se uma transmissão é provavelmente um FLP de um dos RTs 30. Se o microcontrolador 84 determina que a transmissão é provavelmente um FLP, ele entra no modo de interrogação. De outra forma, a etiqueta 14 novamente entra no modo de repouso profundo por um período de tempo predeterminado. No modo de interrogação, a transmissão é verificada como um FLP válido e os dados solicitados armazenados na etiqueta 14 são transmitidos para o RT 30 uma vez que todas as garantias apropriadas da transmissão e os protocolos foram acompanhados. Esse ciclo de dormir, acordar, buscar por FLPs e transmitir dados ou entrar novamente no modo do repouso profundo é uma função contínua da etiqueta 14.

00199 Com referência novamente à FIG. 14, os vários modos da etiqueta do pneumático 14 e a regulação desses modos são ilustrados, de acordo com uma modalidade da invenção. Como mostrado, a etiqueta 14 fica no modo de repouso profundo por aproximadamente 600 ms. Ela então transita para o modo de repouso lúcido por aproximadamente 25 ms. Se é o momento para entrar no modo de busca, a etiqueta 14, além disso, acorda para o modo de busca e executa a pré discriminação (i.e., determina se uma transmissão aparenta ser um FLP) por uma duração de tempo predeterminada. Se a transmissão não é provavelmente um FLP, a etiqueta 14 simplesmente reassume o modo de repouso profundo por outros 600 ms. A etiqueta 14 então repete esse processo até que uma transmissão é detectada que aparen-

ta ser um FLP. Nesse momento, a etiqueta 14 acorda totalmente para o modo de interrogação para procurar FLPs válidos. A etiqueta 14 então responde a um FLP válido, por exemplo, transmitindo dados armazenados com relação a temperatura e pressão do pneumático para o RT 30. Deve ser observado que a regulação acima é programável pelo usuário. O tempo no qual um RT 30 procura adquirir dados do sensor de uma etiqueta 14 é também programável pelo usuário. Durante o modo de busca, a etiqueta 14 também mede e armazena dados de parâmetro do pneumático em tempos predeterminados. Esses tempos são tipicamente diferentes dos tempos quando a pré discriminação é executada. Em uma modalidade, os dados do sensor são lidos pela etiqueta 14 a cada 30 segundos. Além disso, podem existir ocorrências quando a etiqueta 14 está tentando se comunicar de modo autônomo com o RT 30 (por exemplo, enviar uma AT).

00200 Com referência novamente à FIG. 17, o sinal de controle de transmissão/recepção na linha 240 é controlado pelo sinal de habilitação de transmissão na linha 236. Cristais 242 e 244 controlam a frequência dos quatro canais de ligação de retorno. A combinação dos cristais 242 e 244, o circuito com bloqueio de fase (PLL) e o divisor de frequência produzem as quatro frequências de FSK para os quatro canais de ligação de retorno em uma maneira conhecida.

00201 O canal de ligação de retorno a ser usado para transmissão pela etiqueta 14 pode ser determinado em uma série de maneiras. A etiqueta pode selecionar o canal de ligação de retorno seqüencialmente (i.e., usar um canal de ligação de retorno diferente para cada RLP). Alternativamente, o RT 30 pode instruir a etiqueta 14 a usar um canal específico. Uma maneira para determinar o melhor canal de ligação de retorno a usar é fazer o RT 30 enviar um comando NULO, que faz com que as etiquetas 14 não transmitam. Isso permite que o RT 30 determine a intensidade do sinal recebido (RSS) em cada um dos quatro

canais de ligação de retorno. A seguir, o RT 30 instrui a etiqueta 14 para enviar sua resposta de volta no canal de ligação de retorno tendo a menor intensidade de sinal(i.e., a menor quantidade de ruído/interferência).

00202 Em uma modalidade, o microcontrolador 84 requer um cristal externo, tal como um cristal de 4 MHz, para gerar o seu relógio interno. Em uma outra modalidade, o microcontrolador 84 é o modelo PIC16C717, fabricado por Microchip, Inc., que inclui dois osciladores internos para produção de um relógio de baixa velocidade (37 KHz) e um relógio de alta velocidade (4 MHz). Portanto, um cristal externo não é requerido para o microcontrolador PIC16C717. Em ainda uma outra modalidade, o microcontrolador 84 usa dois ou mais cristais externos (ou um cristal e um divisor de frequência) para gerar dois ou mais relógios tendo frequências diferentes. A etiqueta 14 preferivelmente inclui diferentes velocidades de relógio para executar funções diferentes de modo a economizar força. Ela usa um relógio de velocidade inferior para executar a maior parte das suas funções, e minimiza a duração do tempo em que um relógio de velocidade mais alta é usado, que consome mais força da etiqueta. A conservação da força é também porque a etiqueta 14 preferivelmente inclui modos diferentes de operação, incluindo um modo de repouso.

00203 A etiqueta 14 transmite sinais de alarme para o RT 30 para permitir, por exemplo, que um leitor de observação ou um leitor de veículo a bordo detecte que uma etiqueta 14 sentiu uma anormalidade do pneumático. Quando habilitadas, as condições de alarme iniciarão a transmissão dos pacotes de transmissão autônoma (AT). Condições de alarme incluem condições de temperatura excessiva e/ou super/sub-pressão, como determinado pelos sensores da etiqueta 206,208. Os limites do alarme são programáveis; assim, ambos os pontos estabelecidos máximo e mínimo podem ser selecionados para cada parâ-

metro do pneumático (por exemplo, temperatura e pressão). Depois que a etiqueta 14 detecta que a temperatura excede o valor limite armazenado na sua memória ou que a pressão está acima ou abaixo dos limites pré estabelecidos, a etiqueta 14 iniciará um sinal de alarme.

CORREÇÃO DA TEMPERATURA DO PNEUMÁTICO

00204 Quando os pneumáticos são colocados em serviço, eles funcionam pela flexão. Essa flexão é causada, pelo menos em parte, pela sustentação de uma carga quando o veículo se move de um local para outro, absorvendo solavancos e impactos, e proporcionando movimento de curva e tração para possibilitar o movimento do veículo. Esse trabalho resulta na geração de calor dentro de cada pneumático. Finalmente, esse calor é dissipado pelo pneumático através, por exemplo, da condução para o aro e suspensão do veículo, radiação, convecção para a atmosfera ambiente e condução para o chão ou pista com o qual o pneumático está em contato.

00205 Em geral, o aumento de temperatura que um pneumático experimenta em serviço é determinado pelas cargas que o pneumático suporta, a velocidade na qual o veículo percorre e a manobra que o veículo sofre enquanto ele percorre. Quanto mais extremos são esses fatores, mais geração de calor ocorre. Um fator adicional para a geração de calor do próprio pneumático é a pressão de inflação do pneumático. Um pneumático que está sub-inflado trabalhará mais difícil (i.e., flexiona mais) sob uma dada condição de operação do que um que está apropriadamente inflado. O pneumático trabalhando mais difícil gerará mais calor. Além disso, a presença de outros componentes de geração de calor no veículo, tal como tambores do freio ou motores de acionamento podem contribuir para o calor do pneumático.

00206 Cada pneumático produzido por um fabricante de pneumático é projetado para uma pressão de inflação específica e uma certa

capacidade de transporte de carga nessa pressão de inflação. Ao invés de especificar uma pressão de inflação particular para uma temperatura de operação particular, os fabricantes de pneumáticos concordaram com uma convenção por meio da qual uma Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Alvo é especificada para o pneumático. A Temperatura do Enchimento a Frio é uma temperatura constante de referência, geralmente ajustada igual a 20 graus C (68 graus F). Os pneumáticos que são apropriadamente inflados para a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Alvo especificada na temperatura especificada (por exemplo, 20 graus C), em geral, funcionam satisfatoriamente dentro da capacidade de transporte de carga especificada, sujeitos a outras condições de uso que o fabricante particular possa especificar, tal como velocidade, etc.

00207 Em certas circunstâncias de operação, tal como operações de mineração em particular, os pneumáticos podem gastar uma duração de tempo considerável operando em ou perto das capacidades de carga de projeto. Nessas circunstâncias, os pneumáticos são estressados tão completamente quanto possível de modo a maximizar a utilização do equipamento no processo de produção, e como resultado os pneumáticos geram calor. O tamanho e massa dos pneumáticos nesses tipos de operações são grandes e proporcionam uma quantidade enorme de massa térmica, o que torna o esfriamento através dos meios descritos anteriormente um processo lento. Pneumáticos em um tal ambiente raramente experimentam tempo de inatividade suficiente para permitir que o pneumático esfrie para a mesma temperatura que o ar ambiente, de modo que as medições da Pressão de Inflação de Enchimento a Frio em temperaturas de enchimento a frio são difíceis e raras. Conseqüentemente, a maior parte das medições da pressão de inflação depois que um pneumático entrou em serviço é feita em temperaturas diferentes da temperatura a frio que o pneumático estava

quando inicialmente inflado. Essas medições são chamadas medições de Pressão de Inflação a Quente.

00208 Pelo fato de que o volume do ar contido dentro do pneumático e estrutura do aro é um sistema fechado, sem adição ou perda significativa do ar a não ser através das ações intencionais (por um borracheiro) ou ações não intencionais (através de danos na estrutura do pneumático), o sistema é comandado pela lei do gás ideal, representada por:

$$PV = nRT$$

onde, P = pressão exercida pelo gás

V = volume da câmara que contém o gás

n = número de moles de gás contido dentro do sistema

R = uma constante específica para o gás dentro do sistema

T = temperatura do gás,

00209 com todas as unidades sendo expressas na convenção SI (Sistema Internacional). O valor de R é fixo e dependente da mistura específica do gás dentro do pneumático, que é geralmente ar comprimido ou, em alguns casos, nitrogênio. Alguns pneumáticos também usam Prolongador de Duração do Pneumático Ultraseal, de Ultraseal International, Inc.'s no interior do pneumático. Assumindo que nenhum ar adicional seja adicionado ou perdido, o valor de n é também uma constante. Pelo fato de que a estrutura do pneumático, embora deformável, não seja essencialmente extensível graças à presença de cordas de consistência na forma de produtos têxteis ou aço, o valor de V (o volume da câmara definido pelo pneumático e estrutura do aro) é uma constante, pelo menos como uma primeira aproximação. As únicas variáveis nessa equação então tornam-se a temperatura e a pressão do gás. Portanto,

$$PV = nRT \text{ e } k = T/P = V/nR \text{ (uma constante).}$$

00210 Como determinado anteriormente, quando os pneumáticos

aquecem, a pressão interna do pneumático aumenta e, quando medida, pode indicar que o pneumático está apropriadamente pressurizado quando, na realidade, ele pode estar seriamente sub-pressurizado. Um pneumático que está sub-inflado funcionará mais difícil sob uma dada condição de operação do que um que está apropriadamente inflado.

00211 A presente invenção possibilita que a pressão ambiente (a frio) equivalente do pneumático 10 seja determinada para qualquer pressão e temperatura de pneumático (a quente) correntes através do uso das leis de gás combinadas (ambas as Leis de Charles e Boyle). Isso é importante porque, mesmo embora a pressão medida do pneumático possa aparentar ser suficiente, a pressão do pneumático a frio calculada pode indicar pressão insuficiente no pneumático para a temperatura medida corrente. Assim, a presente invenção determina a pressão do pneumático (a frio) ambiente equivalente usando a temperatura e pressão do pneumático (a quente) correntes.

00212 O método inventivo para determinar a pressão de enchimento a frio equivalente de um pneumático difere do método profético descrito na Patente U.S. No. 6.025.777. O exemplo dado na mesma na coluna 10, linhas 8-21 ilustra o "prognóstico" de uma pressão futura e permite o pré ajuste da pressão do pneumático com base nas necessidades futuras. A patente não determina a pressão corrente real com base em padrões pré estabelecidos. Além do mais, essa patente não usa as leis de gás combinadas para essa finalidade. Em comparação, a presente invenção usa a pressão e temperatura (a quente) correntes para calcular, usando as leis de gás combinadas, a pressão a frio correspondente na temperatura ambiente.

00213 Quando um pneumático passa por trabalho como descrito anteriormente, e aquece durante o decorrer desse trabalho, o pneumático exibirá um aumento correspondente na pressão de inflação como comandado pela equação simplificada acima. Se a temperatura da

câmara de ar e pressão de inflação de um pneumático foram medidas em dois pontos diferentes no tempo, t_1 e t_2 , os valores correspondentes de temperaturas e pressões devem estar relacionados pela equação:

$$k_1 = k_2 = T_1/P_1 = T_2/P_2$$

onde, P_1 = pressão no tempo t_1 (pressão de referência do enchimento a frio especificada pelo fabricante do pneumático)(em unidades SI)

P_2 = pressão no tempo t_2 (pressão a quente corrente)(em unidades SI)

T_1 = temperatura no tempo t_1 (temperatura de referência de enchimento a frio -20 graus c)

T_2 = temperatura no tempo t_2 (temperatura a quente corrente)(em graus C).

00214 Além do mais, se a temperatura e a pressão da inflação foram medidas no tempo t_2 , e se a temperatura no tempo t_1 era conhecida, a pressão no tempo t_1 poderia ser facilmente calculada. Para passar para uma etapa adicional, se o tempo t_1 é o tempo no qual o pneumático em questão foi inicialmente inflado e estava em uma temperatura ambiente (que, para finalidades de explicação assume-se ser de 20°Celsius), e se a temperatura e pressão no tempo t_2 representam a condição de operação do pneumático depois de ter estado em serviço por algum período de tempo arbitrário, então a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente (P_1 nesse caso) pode ser calculada a partir da equação prévia. Esse valor pode então ser comparado com a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Alvo como especificado pelo fabricante do pneumático para esse pneumático para determinar se o pneumático está apropriadamente inflado.

00215 Na prática, atualmente, alguém pode facilmente medir a Pressão de Inflação a Quente de um pneumático em serviço usando

uma medida padrão de pressão de mão. Entretanto, sem também conhecer a temperatura da câmara de ar interna desse pneumático, uma pessoa pode somente supor quanto a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente desse pneumático. Vários recursos podem ser utilizados para também medir a temperatura da câmara de ar, tal como inserir uma sonda de par térmico através da haste de válvula para dentro da câmara do pneumático. Entretanto, tais medições tomam tempo e potencial humano e depreciam o tempo de serviço do veículo desde que ele deve estar em repouso em uma localização segura para fazer tais medições.

00216 Na maioria das circunstâncias atualmente, somente as medições de Pressão de Inflação a quente são tiradas e certas suposições ou comparações são feitas para determinar se um pneumático particular precisa de manutenção. Os dados assim obtidos, entretanto, podem ser enganosos para fazer suposições sobre a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente, como o exemplo seguinte pode ilustrar.

00217 Considere dois pneumáticos operando no mesmo veículo que são ambos inflados inicialmente para a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Alvo de 100 psi e que essas medições são feitas em 20°Celsius usando a mesma medida padrão de pressão calibrada. Coloque o veículo em serviço e depois de algum período de tempo considerável (talvez 3 dias) meça a Pressão de Inflação a Quente com a mesma medida padrão de pressão calibrada. Um resultado típico pode ser que ambos os pneumáticos indicaram Pressões de Inflação a Quente de 117 psi. Desde que ambos os pneumáticos indicam a mesma Pressão de Inflação a Quente e nenhuma informação da temperatura do pneumático é conhecida, pode ser assumido que:

00218 ambos os pneumáticos elevaram-se para a mesma temperatura,

00219 a elevação de temperatura criou uma resposta de pressão de acordo com as equações apresentadas acima e

00220 a Pressão da Inflação de Enchimento a Frio Equivalente para ambos os pneumáticos é ainda 100 psi.

00221 Isso seria uma suposição razoável desde que seria improvável que ambos os pneumáticos tivessem experimentado mudanças idênticas na Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente devido à perda do ar e eles estão em serviço similar graças ao fato que eles estão no mesmo veículo. Uma pessoa provavelmente deixaria esses pneumáticos em serviço sem atenção adicional.

00222 Na realidade, a situação pode ser muito grave. Pode ser que o primeiro pneumático iguale a suposição acima, e tenha uma Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente de 100 psi e uma temperatura na câmara de pneumático correspondente de aproximadamente 65° Celsius, uma condição perfeitamente normal para as circunstâncias de operação descritas. O pneumático de número dois, entretanto, pode na realidade ter um furo que permitiu a saída de um pouco de ar do pneumático. Pelo fato dele ter perdido ar, ele está sub-inflado e ele está agora tendo mais trabalho e aqueceu a câmara de ar para uma temperatura de aproximadamente 97° Celsius. Essa temperatura mais alta causa uma pressão mais alta (conforme a equação acima) e então a leitura de Pressão de Inflação a Quente é verdadeiramente 117 psi. Entretanto, a combinação de 97° Celsius e uma Pressão de Inflação a Quente de 117 psi produz uma Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente menor do que 90 psi.

00223 Esse pneumático está agora pelo menos 10 psi sub-inflado, e pode ser estar tão quente por causa dessa sub-inflação real que a borracha está cozinhando e o pneumático está perto de falhar. Entretanto, sem conhecer a temperatura da câmara de ar do pneumático, essa informação não pode ser deduzida e o pneumático pode perma-

necer em serviço sem receber qualquer atenção.

00224 Pelo conhecimento da Pressão de Inflação a Quente real e da temperatura da câmara do pneumático real, a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente pode ser prontamente calculada e os pneumáticos que estão necessitando de manutenção, tal como por estarem sub-inflados, podem ser consertados imediatamente. Os outros pneumáticos que não requerem manutenção podem, então, não ter atenção além de uma inspeção visual de rotina. Dessa maneira, a manutenção do pneumático pode ser direcionada somente para pneumáticos com problema e a eficiência na manutenção pode ser atingida. Além disso, a identificação precoce de problemas tal como vazamentos pode levar à manutenção imediata que pode potencialmente eliminar danos adicionais no pneumático e custos associados tal como novo pneumático, tempo de manutenção, danos ao equipamento, utilização de equipamento perdido, danos secundários potenciais ou ferimentos pessoais. Todos esses benefícios podem ser proporcionados pelo presente ETMS (Sistema de Etiqueta de Pneumático) que relata a Pressão de Inflação a Quente e a temperatura da câmara do pneumático real. Esses relatórios serão fornecidos automaticamente sem qualquer intervenção do operador e o cálculo da Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente ficará disponível para avaliação. O sistema de ETMS também será capaz de instantaneamente comparar a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Equivalente calculada com a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio Alvo conhecida e automaticamente alarmar o pessoal para a necessidade de atenção ou conserto em um pneumático particular.

00225 As FIGs. 18-20 são gráficos ilustrando dados reais de medições de pneumático que ilustram o problema de tentar calcular a Pressão de Inflação de Enchimento a Frio. Considere, por exemplo, os dados representando o pneumático LF fffc17 (frontal esquerdo) em

todos os três gráficos. Observe que a pressão a quente relatada no gráfico da FIG. 19 fica entre aproximadamente 111 e 117 psi. Essa é uma pressão a quente aceitável. Observe, entretanto, que a temperatura a quente relatada, na FIG. 20, para o pneumático frontal esquerdo é muito alta, entre aproximadamente 160° e 180°F. O gráfico da FIG. 20 mostra que a pressão de inflação a frio calculada desse pneumático fica entre 91 e 94 psi, uma condição inaceitável ilustrando que um problema ocorreu com esse pneumático.

CORREÇÃO DA PRESSÃO DE VAPOR

00226 Além do mais, a presente invenção compensa a pressão do vapor do pneumático corrigindo a pressão do pneumático medida de acordo com a pressão de vapor no pneumático. Para obter a pressão do gás coletada sobre um fluido em um pneumático, a pressão parcial do fluido deve ser considerada. A física indica que os líquidos exercem pressão quando eles mudam do estado líquido para um gasoso. Essa pressão é conhecida como "pressão do vapor". Normalmente isso não seria um fator para as medições de pressão do ETMS exceto para o uso de produtos de esfriamento líquidos nos pneumáticos. Esses produtos contêm na maior parte água e assume-se que quantidade suficiente do refrigerante é adicionada no pneumático que existe sempre líquido presente na temperatura de operação máxima do pneumático. Dadas essas suposições, o sistema de ETMS corrige a pressão do vapor de água com base na temperatura do pneumático se o refrigerante é usado. O uso de um refrigerante deve ser indicado na base de dados para a correção ser usada.

00227 A pressão do vapor adiciona na pressão medida do pneumático. Para corrigir essa pressão medida adicional, a contribuição calculada da pressão do vapor é subtraída da pressão medida. Essa pressão do vapor é calculada usando a equação seguinte:

$$P_{vp} = (2,4 \times 10^{-6}) * e^{[0,0433 (Temp + 273)]} \text{ (em unidades SI)}$$

00228 A pressão parcial dos fluidos, tais como água, Duração do Pneumático ou outros líquidos conhecidos, pode ser obtida das tabelas bem conhecidas para cada fluido. As tabelas incluem a temperatura do gás em dados incrementos e uma pressão parcial correspondente para cada dado incremento de temperatura. Pela programação do microcomputador 84 com os valores apropriados das tabelas apropriadas, a etiqueta 14 ou o RT 30 pode compensar a pressão do vapor no pneumático 10 em uma maneira bem conhecida, como discutido acima.

CORREÇÃO DA PRESSÃO NA ELEVAÇÃO

00229 Além do mais, pelo fato de que a pressão do pneumático (a frio) ambiente varia com a altitude, o presente sistema pode calcular o que a pressão ambiente (a frio) deve ser baseada com a elevação do local onde os pneumáticos estão sendo usados. Essa compensação de pressão é executada de modo a proporcionar uma leitura de pressão resultante mais precisa. O sistema de ETMS mede a pressão como uma pressão absoluta. Essa informação precisa ser apresentada em uma forma que seja relevante para a localização do sistema. Isto é, a pressão da medida padrão relatada deve concordar com uma pressão medida no local. A pressão absoluta medida pelo sistema de ETMS deve ser convertida para a pressão da medida padrão baseada na elevação do local. Essa conversão é feita subtraindo a pressão atmosférica no local da pressão absoluta. A pressão atmosférica é calculada usando a equação seguinte:

$$P_{\text{atmos}} = (6,6 \times 10^{-9}) * (\text{Elev}^2) - 0,00053 * \text{Elev} + 14,69 \text{ (em unidades SI)}$$

00230 Em uma modalidade, a etiqueta 14 fornece a pressão a frio absoluta do pneumático e, se a elevação é conhecida, essa pressão pode ser corrigida para considerar a elevação do local.

DESCRIÇÃO ADICIONAL DA INVENÇÃO

00231 Como mencionado acima, a etiqueta 14 tem vários modos de operação. Em uma modalidade, a etiqueta periodicamente acorda do modo de repouso profundo para o modo de repouso lúcido para determinar se é o momento para entrar no modo de busca amostrando um contador do modo de busca para um valor NULO. Se o contador contém tudo zero, a etiqueta 14 entra no modo de busca. No modo de busca, a etiqueta 14 executa pelo menos duas funções independentes: (1) ela tira e armazena medidas do sensor e (2) testa a presença provável dos pacotes de ligação para frente. Se a pré discriminação indica que uma transmissão recebida é provavelmente um FLP, a etiqueta 14 entra no modo de interrogação onde ela verifica se o FLP é válido, e se é, responde para ele. O processo de leitura de FLPs válidos continua até que a interrogação está completa. A etiqueta 14 então retorna para o modo de repouso profundo.

00232 Quando nenhuma etiqueta 14 está dentro da faixa do RT 30, obviamente não existirá resposta para uma interrogação do RT. Quando a etiqueta 14 entra no campo de visão do RT 30, entretanto, uma maneira para detectar e identificar uma etiqueta específica 14 é pelo uso de um algoritmo único de rotina de aproximação sucessiva (SAR). Esse algoritmo identifica uma etiqueta por um número de identificação (tal como o número serial da etiqueta único e/ou o número de identificação do pneumático). Uma outra maneira para identificar uma etiqueta específica 14 é pelo uso de um número de ID funcional (FID) e/ou um número de ID temporário. A identificação pelo FID deve ser usada em casos onde a aquisição rápida é requerida e não existe necessidade por informação além de localização do pneumático e das leituras padrões de parâmetro simples do pneumático, tais como pressão e temperatura.

00233 Em uma modalidade, uma etiqueta 14 pode ser identificada por seu número serial codificado na fábrica (que é único para cada eti-

queta), seu número de FID (que é um número curto (tipicamente entre 0-63) que identifica a etiqueta e sua localização no veículo), ou um número de ID temporário (que é um número curto que identifica a etiqueta somente durante uma sessão de interrogação particular). O processo da SAR é usado para identificar uma etiqueta por seu ID único (por exemplo, seu número serial). O ID único pode levar mais tempo para adquirir mas ele é mais versátil do que o número do ID funcional. O uso de um número serial de etiqueta de 24 bits, possibilita a identificação de mais de 16 milhões de etiquetas únicas.

00234 Uma modalidade da rotina de aproximação sucessiva (SAR) única é ilustrada nos fluxogramas mostrados nas FIGs. 21 e 22. Os RTs 30 tiram leituras das etiquetas 14 montadas nos pneumáticos 10 que estão entrando no campo de visão da antena 28 do RT. O processo da SAR encurta o tempo requerido para identificar uma etiqueta particular, acelera o processo de comunicação, apressa os dados de leitura de uma etiqueta específica 14 e conserva energia.

00235 Na modalidade das FIGs. 21 e 22, cada etiqueta 14 é identificada por um número de identificação de etiqueta de número inteiro de 3 bytes (24 bits)(assim, mais de 16 milhões de etiquetas podem cada uma ter um número serial de etiqueta único). Esses números seriais são lidos usando a rotina de aproximação sucessiva (SAR). Esse algoritmo de comando e resposta interroga cada bit de todas as etiquetas visíveis em uma maneira que permite que o RT 30 anule um único número serial de etiqueta em um máximo de 24 ciclos de comando. Um ciclo de comando é definido como o envio de um sinal de comando do FLP para uma etiqueta e recepção de uma resposta do RLP. Esse algoritmo pode ser usado para identificar um número serial de etiqueta desconhecido (entre muitas etiquetas de pneumático) comparando o valor de comparador mascarado tendo um certo número de bits com o número serial de uma etiqueta específica. O algoritmo

da SAR adicionalmente inclui seqüencialmente incrementar o valor de máscara por um para revelar um outro bit do valor do comparador mascarado. O valor do comparador mascarado modificado é então comparado com o número serial da etiqueta até que exista uma correspondência. Quando a etiqueta 14 detecta uma correspondência, ela responde para o sinal de comando do FLP. Em uma modalidade, o valor do comparador é de 24 bits e o valor da máscara é de 5 bits.

00236 Um fluxograma mostrando a lógica da SAR do ponto de vista da etiqueta do pneumático 14 é ilustrado na FIG. 21. O microcontrolador da etiqueta 84 executa uma operação XOR lógica entre o valor do comparador recebido do RT (por exemplo, 10 Hex)(bloco 400) e o número serial único da etiqueta dessa etiqueta (por exemplo, 12 Hex)(bloco 402). O resultado XOR lógico é proporcionado no bloco 404. Uma operação AND lógica é executada entre o resultado no bloco 404 e um número de máscara recebido do RT (por exemplo, 01 Hex)(bloco 406). Se o resultado AND lógico é zero (bloco 408), então o valor do comparador igualou com o número serial da etiqueta. Assim, a etiqueta 14 responde com seu número serial (bloco 410) para confirmar que o RT adquiriu a etiqueta certa. Se, no bloco 412, o resultado AND lógico não é igual a zero (como no caso desse exemplo), então o processo deve continuar. Portanto, a etiqueta 14 não responde (bloco 414).

00237 Um fluxograma mostrando o processo de aquisição da SAR do ponto de vista do RT é mostrado na FIG. 22. Inicialmente, todos os bits da máscara são ajustados para zero lógico e o indicador de etiqueta Na Visão é ajustado para falso (bloco 420). O comando da SAR é então transmitido (bloco 422). Quando todos os bits da máscara são zero lógico, o valor do comparador que é transmitido é tudo zero. A transmissão desse comando NULO instrui todas as etiquetas 14 na faixa do RT 30 a responder.

00238 O RT 30 então monitora o nível de RSS nos canais de ligação de retorno para determinar se quaisquer etiquetas estão dentro da faixa (bloco 450). Se o nível da RSS indica que uma ou mais etiquetas 14 estão dentro da faixa do RT 30, então o indicador de etiqueta Na Visão é ajustado para verdadeiro (bloco 452). O RT 30 então incrementa o valor da máscara por um (bloco 446)(i.e., o primeiro bit do valor do comparador é revelado). No bloco 448, o RT 30 determina se o valor da máscara é maior do que 24. Se não é, o RT 30 envia um outro comando de SAR contendo o valor do comparador modificado (bloco 422) e esse processo continua até que uma etiqueta responde ou até que o valor de máscara seja igual a 24 (i.e., todo o valor do comparador de 24 bits é transmitido). Se o valor da máscara é maior do que 24, o RT prossegue para o bloco 426 onde a verificação da aquisição da etiqueta é executada, como descrito abaixo.

00239 Alternativamente, se o RT 30 recebe uma resposta válida de uma etiqueta (bloco 424), então o RT adquiriu a etiqueta. Uma resposta válida é um sinal de ligação de retorno tendo RSS válida e uma CRC válida. Para verificar se o RT adquiriu a etiqueta certa, o valor do comparador é ajustado igual ao valor de resposta da etiqueta 14 (i.e., seu número serial) e o valor de máscara é ajustado igual ao valor total de máscara de 24 (bloco 426). O ajuste do valor de máscara para 24 permite que todo o valor de resposta de 24 bits seja enviado para a etiqueta 14. O RT 30 também seleciona um número de ID temporário para atribuir para a etiqueta 14 para simplificar a comunicação adicional com essa etiqueta. O RT 30 então envia um comando de SAR para a etiqueta 14 que inclui um valor de comparador não mascarado (que iguala o valor de resposta) e o número do ID temporário (bloco 428). Se o RT 30 recebe uma resposta válida da etiqueta 14 (bloco 430), então a aquisição do número serial está completa (bloco 432). Se não existe resposta ou uma resposta falsa para o comando de SAR (bloco

434), então a aquisição do número serial falhou (bloco 436).

00240 Alternativamente, pode não existir resposta da ligação de retorno (bloco 438), o que indica que nenhuma etiqueta está na faixa do RT 30 que iguala o valor de máscara corrente. O RT 30 então determina se o indicador Na Visão está ajustado (bloco 442). Se ele não está ajustado, o RT 30 inicia um novo comando de SAR (bloco 420). De outra forma, se o indicador está ajustado, o RT 30 limpa o indicador Na Visão no bloco 444 e continua para o bloco 446. No bloco 446, o valor de máscara é incrementado por um. No bloco 448, o RT 30 determina se o valor de máscara é maior do que 24. Se não é, o RT 30 envia um outro comando de SAR (bloco 422) e esse processo continua até que uma etiqueta responde ou até que o valor de máscara seja igual a 24 (i.e., todo o valor de comparador de 24 bits é transmitido). Se o valor da máscara é maior do que 24, o RT prossegue para o bloco 426, onde o valor do comparador é ajustado igual ao valor de resposta da etiqueta 14 e um número de ID temporário é designado, como descrito acima.

00241 Embora um ID temporário seja descrito acima, o RT 30 pode selecionar uma etiqueta específica para se comunicar pelo uso do número serial completo da etiqueta, um ID funcional, um ID temporário ou qualquer outro identificador único.

00242 Com referência à FIG. 12, o RP 32 reúne a informação recebida dos RTs 30A e 30B e executa um escalonador 33 para emitir comandos para os RTs 30A e 30B. O escalonador 33 cria uma escalação de comandos que devem ser transmitidos por um dos RTs. Por exemplo, um comando pode ser para instruir o RT 30 a transmitir um número de ID temporário para a etiqueta do pneumático 14 depois que uma etiqueta de pneumático particular 14 tenha sido adquirida por um dos RTs 30A,30B. Tais decisões são tomadas pelo RP 32. Os dados são transmitidos através de um canal de comunicação tal como, mas

não limitado a, um modem sem fio 42 que, em uma modalidade, é um modem de espectro de extensão de 2,45 GHz. Esses dados são transmitidos para um modem complementar 46 associado com um computador de suporte de campo (FSC) 48. Em uma modalidade, um ID temporário é designado para uma etiqueta particular 14 de modo que um RT 30A e/ou o RP 32 pode discriminar os sinais dessa etiqueta 14 dentro um grupo de etiqueta selecionadas. Depois que o ID temporário foi designado, a etiqueta 14 responderá somente a comandos que especificamente identificam: (1) o ID temporário; (2) o ID único (por exemplo, número serial da etiqueta) ou o (3) ID funcional. Esses números de identificação identificam uma etiqueta específica em um grupo de etiquetas. A etiqueta 14 permanecerá adquirida enquanto na faixa dos FLPs. Uma vez que a etiqueta 14 fica fora da faixa, ela irá dormir depois de um período de tempo pré determinado (por exemplo, depois que um contador de fora da faixa alcança zero). Alternativamente, o RT 30 tipicamente comandará a etiqueta 14 a entrar no modo de repouso profundo depois que o modo de interrogação está completo.

00243 Depois que uma etiqueta 14 foi especificamente identificada (adquirida) e munida, por exemplo, com um ID temporário, o RT 30 interroga a etiqueta 14 enviando sinais de comando que solicitam certos dados (por exemplo, os conteúdos das localizações selecionadas na memória). Esses dados podem incluir as leituras mais recentes de pressão e temperatura, a posição da roda da etiqueta do pneumático, o número do veículo, o número serial da etiqueta, os valores limites da pressão do pneumático, os valores limites da temperatura do pneumático, dados definidos pelo usuário e coeficientes de calibragem para o sensor que podem ser usados para resolver a equação $y = mx + b$, onde m = ganho e b = valor de deslocamento (os dados de calibragem são usados para ajustar os dados brutos do sensor). Esses dados são

recebidos pelo RT 30, transferidos para o RP 32 e fornecidos para o computador de suporte de campo 48 e/ou o servidor remoto 50.

00244 Em uma modalidade, a etiqueta 14 e o leitor/transceptor (RT) 30 executam suas funções de recepção/transmissão de acordo com um protocolo específico de comando/resposta. A ferramenta básica para a comunicação entre um RT 30 e uma etiqueta 14 consiste da leitura e/ou escrita para e da memória da etiqueta 16. Uma estrutura de dados pré definida dita as localizações estratégicas dentro da memória da etiqueta para acesso a informação específica, tais como temperatura, pressão e coeficientes de calibragem. A memória da etiqueta 16 também armazena o código do software que define a operação funcional da etiqueta 14.

00245 Depois que o RT 30A obteve de forma bem sucedida todos os dados de etiqueta solicitados, ele geralmente emite um sinal de comando colocando a etiqueta 14 no modo de repouso profundo. Em uma modalidade, o modo de repouso profundo é projetado para durar por aproximadamente 30 segundos. Essa duração de tempo garante que a etiqueta do pneumático fique fora da visão do RT 30 quando a etiqueta 14 acorda novamente, assim evitando uma leitura dupla errônea da mesma etiqueta de pneumático. É para ser verificado, entretanto, que em vários ambientes, um modo de repouso profundo mais longo ou mais curto pode ser desejável. Além do mais, uma leitura dupla errônea da mesma etiqueta de pneumático pode ser eliminada pela correlação dos dados de uma etiqueta de pneumático específica com o número serial da etiqueta de pneumático. Entretanto, a colocação da etiqueta 14 para dormir por aproximadamente 30 segundos é uma maneira simples de evitar uma leitura dupla da mesma etiqueta 14. Depois que a etiqueta inicial 14 é colocada no modo de repouso profundo, o sistema então lerá a próxima etiqueta 14, que pode ser um pneumático no mesmo veículo 12.

00246 Uma modalidade dos modos de repouso é mostrada na FIG. 14. A etiqueta 14 está no modo de repouso profundo por um período de tempo predeterminado (por exemplo, aproximadamente 600 ms). A etiqueta 14 então acorda para o modo de repouso lúcido por uns poucos milissegundos para determinar se é o momento para entrar no modo de busca e, se não é o momento, a etiqueta 14 retoma o modo de repouso profundo. Em algum ponto, a etiqueta 14 entra no modo de busca (acionando o relógio de baixa velocidade). O tempo em que a etiqueta 14 permanece no modo de busca é dependente de várias variáveis, incluindo se os sensores devem ser lidos e se uma transmissão recebida é provavelmente um FLP. Se um FLP possível é detectado, ele é lido e validado no modo de interrogação (fazendo funcionar o relógio de alta velocidade). A duração do tempo em que a etiqueta 14 fica no modo de interrogação é também dependente de várias variáveis. Para relatar as leituras de sensor armazenadas por último, a etiqueta 14 pode somente precisar estar LIGADA por aproximadamente 100 ms. Em comparação, carregar os dados de histórico da etiqueta pode requerer que a etiqueta 14 fique LIGADA por aproximadamente 20 segundos. A duração dos diferentes modos é uma característica programável da etiqueta 14. Os tempos acima são meramente exemplos ilustrativos da duração dos vários modos. Esses tempos podem ser mais longos ou mais curtos dependendo da aplicação específica.

00247 Com referência novamente à FIG. 17, o processo do modo de busca será descrito em mais detalhes. A etiqueta 14 primeiro executa um processo de restauração abreviado limpando os indicadores internos, inicializando os registradores internos e/ou contadores, e inicializando as funções do hardware externo para seu estado DESLIGADO. A etiqueta 14 então determina se é o momento para ler os sensores e, se é, lê e armazena os dados do sensor. A etiqueta então

LIGA o receptor de ASK 224 e habilita a função de busca pré discriminação (i.e., ela começa a procurar as transmissões prováveis de serem pacotes de ligação para frente). Em uma modalidade, a etiqueta 14 procura pacotes de ligação para frente por um intervalo de tempo fixo, tipicamente 25 ms. Durante esse tempo, a etiqueta 14 está procurando uma transmissão tendo um certo número de transições indicativas de um FLP (tipicamente 71 transições durante 25 ms). Se um FLP provável é detectado, a etiqueta 14 entra no modo de interrogação. Entretanto, se a pré discriminação não indica a presença de um FLP provável, a etiqueta 14 determina se é o momento para executar uma transmissão autônoma (AT) e, se não é, retorna de volta para o modo de repouso profundo por um período de tempo programável (tipicamente 600 ms). A duração dos modos diferentes é uma característica programável da etiqueta 14 que pode ser ajustada dependendo da aplicação específica. A etiqueta 14 eventualmente acordará novamente para o modo de busca e novamente executará a pré discriminação. Esse processo repete até que a etiqueta 14 detecta um FLP provável, em cujo momento a etiqueta entra no modo de interrogação. Novamente, os períodos de acordar, a duração dos modos de repouso e os intervalos (tal como medição do sensor e transmissão autônoma) são todos programáveis pelo usuário.

00248 Os dados de uma etiqueta 14 podem ser acessados via o computador de suporte de campo 48, que inclui um teclado para entrada de dados por um usuário e um monitor para saída de dados para um usuário. O monitor proporciona dados da etiqueta para o usuário, tal como a pressão dos pneumáticos, a temperatura dos pneumáticos, coeficientes de calibragem, histórico de pressão e temperatura, número de identificação da etiqueta, o local do pneumático, etc. Esses dados podem ser carregados para e arquivados no computador de suporte de campo 48. Periodicamente, novos arquivos de dados podem

ser criados e os dados da etiqueta arquivados podem ser carregados para o servidor remoto 50. O servidor remoto 50 também proporciona uma interface na Web para o sistema para proporcionar a um usuário remoto os dados do pneumático e para permitir que o usuário correlacione uma etiqueta específica com um pneumático específico do veículo, para atribuir uma localização de pneumático para uma etiqueta específica, ou para inserir outros dados definidos pelo usuário, tal como profundidade da tira, tipo de veículo, etc.

00249 Embora a modalidade ilustrada na FIG. 12 mostre o computador de suporte de campo 48 em comunicação com o processador do leitor 32 via modems 42,46, esses componentes (i.e., o FSC 48 e o RP 32) podem ser uma unidade única ou, alternativamente, separados por uma grande distância. A disposição dos componentes é conduzida pela implementação na qual esses componentes serão usados ao invés de por quaisquer exigências do sistema. Várias opções podem ser proporcionadas, como indicado pela FIG. 15, que é um outro resumo dos vários componentes utilizáveis com o ETMS.

00250 Além disso, como mencionado acima, o RP 32, o computador de suporte de campo 48 e o servidor remoto 50 podem ser dois ou mais computadores separados, um computador dividido em máquinas virtuais diferentes ou uma máquina virtual, agindo como dois dos componentes, que é conectada em um segundo computador agindo como o terceiro componente. Além do mais, os dados podem ser transmitidos entre esses componentes usando um protocolo de solicitação/resposta (onde, por exemplo, o servidor remoto solicita dados do RP 32) ou usando um protocolo de entrada (onde, por exemplo, o RP 32 periodicamente transmite dados para o servidor remoto 50 sem tais dados serem solicitados pelo servidor remoto 50).

00251 As FIGs. 23-33 ilustram tomadas de tela das telas do navegador da Web mostrando como um usuário pode acessar os dados do

pneumático e configurar certos parâmetros da etiqueta. A FIG. 23 mostra uma tela de estado identificando uma etiqueta específica, a data e hora e o estado corrente da etiqueta: Normal, Alerta ou Alarme. Alerta é o primeiro nível de fora de tolerância, alarme é gravemente fora de tolerância. A FIG. 24 mostra a temperatura armazenada, pressão medida e leituras de pressão a frio calculadas no tempo indicado para duas etiquetas na frente de um veículo.

00252 O uso da palavra "corrente" aqui indica a temperatura ou pressão a quente corrente (medida) de um pneumático, em oposição à pressão ou temperatura (a frio) ambiente de um pneumático. A FIG. 25 mostra dados de histórico, incluindo dados da temperatura corrente (Temperatura), dados da Pressão de enchimento a Frio calculada (Enchimento a frio) e dados de pressão de medida padrão corrente (Medida padrão) através de um certo período de tempo, para uma etiqueta específica (SN 16776728) na Parte Frontal Esquerda (LF) do veículo "Temp. do Veículo". A FIG. 26 mostra uma exibição gráfica dos dados da etiqueta, incluindo dados da Pressão de enchimento a Frio e dados da temperatura corrente através de um certo período de tempo.

00253 A FIG. 27 mostra a informação da etiqueta para um veículo específico, incluindo o Nome do veículo, Fabricante, Modelo, Situação (em linha ou fora de linha) e Estado (se qualquer um dos pneumáticos de veículo associados está em uma condição de alarme). A FIG. 28 mostra a informação da etiqueta associada com um pneumático específico. Essa tela permite que um usuário edite certos dados de etiqueta, tais como o Nome (incluindo o número da marca do pneumático, número serial do pneumático e número serial da etiqueta), Fabricante, Modelo, Posição do pneumático no veículo, Tamanho do pneumático, Situação e Estado.

00254 A FIG. 29 mostra um resumo do usuário que identifica o usuário das etiquetas do pneumático (incluindo a localização do usuá-

rio, nome, número de telefone, etc.) e informação de conexão tal como a última conexão, número de tentativas de conexão falhas, número máximo de tentativas de conexão permitidas e se a conta está desativada. Esses parâmetros podem ser editados pelos usuários tendo uma senha apropriada. A FIG. 30 mostra como o usuário pode contatar o fabricante da etiqueta com questões sobre o sistema via e-mail.

00255 A FIG. 31 mostra como um usuário autorizado pode editar dados do veículo, por exemplo, para indicar uma etiqueta específica para um pneumático específico em um veículo específico, identificar o fabricante do pneumático e número do modelo, atribuir um Número de Identificação do Veículo (VIN) para um veículo específico, etc. A FIG. 32 mostra uma outra tela que permite que um usuário autorizado edite dados do pneumático para, por exemplo, entrar com um número serial do pneumático, marca do pneumático, limite de pressão, localização do pneumático, as horas em que o pneumático ficou no veículo e o número total de horas em que o pneumático foi usado. Essa tela também permite ao usuário atribuir uma etiqueta específica para o pneumático sendo editado. A FIG. 33 permite que usuários autorizados criem (programem) uma nova etiqueta inserindo o número serial da etiqueta e os limites de alarme de temperatura e pressão.

00256 A FIG. 34 ilustra um resumo do protocolo de recepção/transmissão de acordo com uma modalidade da invenção. Os comandos de RT mais típicos referem-se a leitura de dados de ou escrita de dados em uma etiqueta (bloco 300). Características opcionais incluem identificar uma etiqueta individual (bloco 302) pelo ID temporário, ID funcional e/ou ID de etiqueta único e terminar a comunicação com uma etiqueta (bloco 304) comandando a etiqueta 14 para entrar no modo de repouso profundo depois que o modo de interrogação está completo. O modo de interrogação está completo quando: (1) o RT 30 comanda a etiqueta para entrar no modo de repouso profundo, (2) o

contador de alta velocidade expira ou (3) o contador de fora de faixa expira.

00257 A FIG. 35 mostra a regulação dos FLPs 310 e RLPs 312. Como ilustrado, esses pacotes são intercalados em um modo semidúplex. O RT 30 transmite um FLP 310 e depois aguarda um período de tempo definido por um RLP responsivo 312 antes de enviar o próximo FLP 310. Esse período de tempo definido é mais longo do que a duração do RLP. Em uma modalidade, a duração do FLP é 7,33 ms, o período de tempo entre os FLPs é 2,7 ms, e a duração do RLP é 1,3 ms, como mostrado na FIG. 37A. O RT 30 continuamente transmitirá e ouvirá nesse modo. Com referência à FIG. 35, existem quatro especificações de tempo. T1 e T2 referem-se a FLPs de um RT e T3 e T4 referem-se a um RLP de uma etiqueta 14.

00258 O tempo T1 representa o tempo de silêncio da ligação para frente entre um FLP e o próximo FLP (i.e., o tempo quando o RT 30 não está transmitindo). Durante esse tempo, o RT 30 está aguardando por uma resposta do RLP de uma etiqueta 14 ou está em um modo ocioso. Em uma modalidade, esse período é de 2,7 ms. A duração do tempo T1 é programável.

00259 O tempo T2 representa a duração de um pacote de ligação para frente do RT 30. O período de tempo T2 é controlado pelo RT 30. Em uma modalidade, esse período é de 15,8 ms. A duração do tempo T2 é programável.

00260 O tempo T3 representa o tempo ocioso entre o fim de um RLP e o próximo FLP (i.e., ele representa o tempo entre o fim de uma resposta da etiqueta e o início da próxima transmissão do RT). Em uma modalidade, esse período é de 0,7 ms. A duração do tempo T3 é programável.

00261 O tempo T4 representa a duração de uma resposta do RLP de uma etiqueta 14. O período de tempo T4 é controlado pela etiqueta

14. Em uma modalidade, esse período é de 1,33 ms. A duração do tempo T4 é programável.

00262 No modo de operação normal, o protocolo sem fio para o ETMS usa uma arquitetura de comando/resposta. O RT 30 transmite Pacotes de Ligação para Frente (FLPs) em intervalos periódicos e atende os Pacotes de Ligação de Retorno (RLPs) de uma etiqueta do pneumático 14 em tempos especificados entre os FLPs. O RT 30 não pode contar com as etiquetas 14 estando em localizações conhecidas ou estando presentes (dentro da faixa) em tempos específicos. No caso do leitor de porta fixa, as etiquetas 14 geralmente não estão dentro da faixa do RT 30. Dependendo do local de trabalho e da localização do leitor de porta fixa, uma etiqueta pode somente estar dentro da faixa de um RT 30 de 2 vezes por hora a uma vez ao dia ou menos. O tempo no qual a etiqueta pode estar dentro da faixa de um RT 30 pode ser tão pequeno quanto uns poucos segundos ou tão longo quanto várias horas. Por causa dessas incertezas, a etiqueta 14 deve acordar freqüentemente e permanecer ligada tempo suficiente de modo que ela não perca os comandos do FLP do RT 30.

00263 No modo de busca, a etiqueta 14 usa um relógio de baixa velocidade (por exemplo, 37 KHz) e busca transmissões prováveis de serem FLPs. A etiqueta 14 geralmente executa a operação do modo de busca milhares de vezes a cada hora. Por essa razão, o modo de busca é o maior consumidor da energia da bateria da etiqueta. Durante o modo de busca, a etiqueta 14 executa a pré discriminação (i.e., ela busca uma transmissão tendo um certo número de transições indicativas de um FLP). Com a detecção de uma transmissão indicativa de um FLP, a etiqueta entra no modo de interrogação, inicia um relógio de alta velocidade (por exemplo, 4 MHz), verifica a presença de um FLP válido e responde para ele.

00264 Em uma modalidade, os dados do FLP e RLP são codifica-

dos por Manchester, significando que existem transições em cada bit de dados. Tal codificação ajuda ao receptor de etiqueta a estabelecer um relógio da forma de onda. Além disso, tal codificação permite que a etiqueta 14 detecte um certo número de transições através de um intervalo especificado para determinar se uma transmissão é provavelmente um FLP (i.e., executa pré discriminação). Um diagrama da codificação por Manchester pode ser observado na FIG. 36.

00265 Um FLP é definido como um pacote do RT 30 para a etiqueta 14, e tem um preâmbulo curto, como mostrado na FIG. 37A. Em uma modalidade, o preâmbulo inclui seis bits de 0 lógico e termina com um 1 lógico. A transição na forma de onda de um lógico 0 para 1 sinaliza para a etiqueta 14 que os bits que seguem são dados. Os FLPs são transmitidos em 7,5 Kbps. Em uma modalidade, o formato de um FLP é como segue:

preâmbulo = 7 bits (0,93 ms)

dados = 32 bits (4,27 ms)

Verificação de Redundância Cíclica (CRC) = 16 bits (2,13 ms)

posfácio = 72 bits (8,47 ms)

tempo total para transmitir o FLP = 15,8 ms

00266 A CRC é um método de verificação dos dados no FLP. Outros métodos incluem o uso de bits de paridade, uma soma de verificação, etc. FLPs com CRCs corretas são pacotes válidos. O conteúdo de dados de um FLP válido especifica se a etiqueta necessita responder. Um RLP é definido como uma transmissão da etiqueta 14 para o RT 30. O RLP tem um formato similar ao FLP; entretanto, RLPs são transmitidos em uma taxa mais rápida do que os FLPs. Em uma modalidade, os RLPs são transmitidos em 60 Kbps, 8 vezes mais rápido do que os FLPs. O formato de um RLP é como segue:

preâmbulo = 32 bits (533 μ s)

dados 32 bits (533 μ s)

CRC 16 bits (267 μ s)

tempo total para transmitir um RLP = 1,33 ms

00267 A regulação dos FLPs e RLPs é mostrada no diagrama de regulação da FIG. 37A-B. Em uma modalidade, a etiqueta 14 deve fazer preparações antes de enviar um RLP. Por exemplo, o Circuito com bloqueio de fase (PLL) no transmissor 232 pode demorar tanto quanto 7 ms para bloquear no canal de ligação de retorno especificado. Sem um posfácio de FLP, o tempo entre o fim da CRC de um FLP, quando a etiqueta sabe que ela deve responder, e o começo do RLP é somente 1 ms, como mostrado na FIG. 37B. Isso não é tempo suficiente para permitir que o PLL bloqueie no canal de ligação de retorno. Uma opção seria LIGAR o PLL a qualquer hora em que FLPs válidos estão presentes, mesmo se a etiqueta não precisasse responder. Uma outra opção seria estender o tempo desligado entre o FLP e o RLP; entretanto, o receptor de etiqueta 224 então teria que permanecer LIGADO muito mais durante os períodos de acordar para garantir que um FLP fosse detectado. Isso aumentaria o uso da bateria e diminuiria a duração da etiqueta 14.

00268 Portanto, uma opção melhor é adicionar um posfácio na transmissão do FLP, como mostrado na FIG. 37A. A etiqueta 14 pode então ler a porção dos dados do FLP, e se uma resposta é requerida, LIGAR o PLL, depois verificar a CRC e continuar se ela é válida. De outra forma, a etiqueta 14 pode DESLIGAR o PLL se ela determina que a CRC é inválida. A leitura dos dados antes da verificação da CRC permite que o PLL se estabeleça enquanto o restante do FLP (CRC e posfácio) está sendo recebido e lido. Pelo fato de que a etiqueta 14 somente habilita o PLL depois de examinar uma porção do FLP, a duração do tempo em que o PLL da etiqueta fica LIGADO é minimizada. Portanto, a intercalação do pacote nesse modo preserva a energia da

bateria da etiqueta minimizando a duração do tempo em que o PLL está LIGADO quando nenhum FLP válido que requer uma resposta está presente (o que poderia ser um período de tempo longo no caso de um leitor de porta fixa).

00269 Assim, em uma modalidade, o FLP inclui um posfácio que proporciona uma maneira para minimizar o consumo da bateria. O diagrama de regulação da FIG. 37A mostra a regulação de um FLP (incluindo um preâmbulo e um posfácio) e um RLP. O posfácio tem o mesmo formato que o preâmbulo do FLP, com a exceção que o posfácio é compreendido de 72 bits ao invés de 7. Como o preâmbulo, o posfácio é um fluxo de zeros que termina com um um (i.e., ele inclui 71 zeros e termina com um um). A transição do zero lógico para o um lógico significa o fim do FLP. A maior duração de tempo entre o FLP e o RLP (devido ao posfácio do FLP) permite que a etiqueta 14 repleta de tempo obtenha um bloqueio do PLL no canal de ligação de retorno. Isso significa que a etiqueta 14 somente LIGARÁ o PLL depois que ela foi especificamente comandada para fazer isso pelo FLP. Isso reduz a duração de tempo em que o PLL está LIGADO, dessa maneira economizando a energia da bateria quando a etiqueta 14 está na presença dos FLPs. O posfácio também conserva a energia da bateria minimizando a quantidade de tempo em que o receptor 224 está LIGADO quando não na presença de FLPs válidos.

00270 A etiqueta 14 deve LIGAR o receptor 224 de tempos em tempos para buscar FLPs válidos. De modo a detectar a provável presença de um FLP, o receptor 224 deve permanecer LIGADO por aproximadamente 25 ms para determinar se a transmissão inclui pelo menos 71 transições. Um FLP terá pelo menos 71 transições através desse intervalo porque os dados são codificados em Manchester (i.e., existe uma transição em cada bit de dados). Se a mesma regulação entre pacotes fosse usada sem um posfácio, o receptor 224 necessita-

ria ser energizado por aproximadamente 50 ms. Portanto, o uso de um posfácio reduz a energia usada pelo receptor da etiqueta 224 por 50%. A FIG. 37C mostra três etiquetas com vários tempos para acordar e como elas devem todas detectar a presença de um FLP. Quando a etiqueta 14 detecta a provável presença de um FLP, ela passa para o modo de interrogação e deixa o receptor 224 LIGADO de modo a ler a transmissão e verificar se é um FLP válido de um RT 30.

00271 O protocolo de comunicação acima preserva a energia da bateria porque as etiquetas 14 somente habilitam o PLL quando especificamente comandadas a fazer isso por um FLP válido e porque o uso de um posfácio encurta o tempo mínimo requerido para que uma etiqueta LIGUE o receptor 224 e busque FLPs.

00272 A FIG. 38 é um fluxograma ilustrando as funções da programação em hardware da etiqueta do pneumático e sua relação uma com a outra, de acordo com uma modalidade da invenção. O fluxo de processamento da programação em hardware da etiqueta normal inclui o despertar iniciado pelo hardware do repouso profundo para o repouso lúcido, inicialização, processamento do sensor, busca, transmissão autônoma, interrogação e processamento dos FLPs válidos, e retorno para o repouso profundo. Essas funções são usadas durante o processamento normal. Cada uma dessas funções será discutida em mais detalhes abaixo.

00273 O repouso profundo é uma função do hardware do microprocessador. Certos registradores são ajustados para configurar o cronômetro atento (WDT) para um tempo de repouso predeterminado. Durante o modo do repouso profundo, o microprocessador não está funcionando e todos os relógios são parados. Assim, somente uma quantidade mínima de energia é consumida no modo de repouso profundo. Quando o WDT entra em espera, o microprocessador é iniciado no seu modo de relógio de baixa velocidade. Esse acordar inicial do

repouso é citado como o Repouso Lúcido. As FIGs. 39-46 são fluxogramas detalhados ilustrando cada uma das funções mostradas na FIG. 38.

00274 A FIG. 39 é um fluxograma ilustrando o processo do Repouso Lúcido, de acordo com uma modalidade da invenção. A etiqueta 14 entra no Repouso Lúcido diretamente do Repouso Profundo (bloco 480). No bloco 482, a etiqueta 14 determina a fonte do sinal de restauração. Se a etiqueta 14 determina que a fonte foi uma força na restauração (POR) ou uma restauração de WDT inesperada, a etiqueta 14 prossegue para a Inicialização (bloco 484). De outra forma, se a fonte foi uma restauração esperada do cronômetro atento (WDT), então o software da etiqueta prossegue para o bloco 486. Lá, a etiqueta 14 determina se o registrador de Repouso Profundo contém tudo zero. Se ele contém, a etiqueta 14 prossegue para a Inicialização (bloco 484). De outra forma, se ele não contém tudo zero, a etiqueta decrementa o registrador de Repouso Profundo (bloco 488) e retorna para o modo de repouso profundo (bloco 490).

00275 A FIG. 40 é um fluxograma ilustrando o processo de Inicialização, de acordo com uma modalidade da invenção. O processo de Inicialização é iniciado a partir do processo de Repouso Lúcido devido ao final da condição de repouso (bloco 500), devido a uma restauração inesperada do WDT, ou devido a uma condição de falha encontrada durante o laço de processamento da Interrogação (bloco 502), ou devido a força na restauração (POR) (bloco 504). Se o processo de Inicialização foi iniciado de um final normal do processo de repouso (bloco 500), a etiqueta prossegue para o bloco 522. Uma POR (bloco 504) normalmente ocorre uma vez quando as baterias são instaladas na etiqueta 14. Se o processo de Inicialização foi iniciado a partir de uma POR, toda a memória é limpa, o que inclui os bytes de saúde e estado, e os ponteiros do arquivo de dados do histórico são restaurados (bloco

506). Se a Inicialização foi iniciada devido a uma condição de falha (bloco 502), a etiqueta ajusta os bits de erro do Estado de Saúde apropriados no bloco 508. A etiqueta 14 então lê os valores de configuração da sua EEPROM (bloco 510). Se os bytes do cabeçalho da EEPROM não são válidos (bloco 512), a etiqueta prossegue para o bloco 518. Se eles são válidos, a etiqueta prossegue para o bloco 514 onde ela inicializa usando os valores da EEPROM. No bloco 516, a etiqueta executa uma verificação de sanidade. Se a verificação de sanidade está OK, a etiqueta prossegue para o bloco 522. De outra forma, se os valores carregados da EEPROM falham o processo de verificação de sanidade, a etiqueta ajusta os bits de erro do Estado de Saúde apropriados (bloco 518) e usa os valores padrões para configurar a etiqueta (bloco 520). Depois que os valores de configuração são carregados, todos os cronômetros e modos são inicializados (bloco 522). A etiqueta 14 então continua com o Processamento do Sensor.

00276 As FIGs. 41A e 41B ilustram um fluxograma mostrando o Processamento do Sensor, de acordo com uma modalidade da invenção. A etiqueta 14 primeiro verifica para ver se a leitura do sensor está habilitada (bloco 600). Se ela não está, a etiqueta 14 prossegue para a função de Busca (bloco 618). De outra forma, a etiqueta 14 decide se é o momento para ler os sensores determinando se o registrador do sensor (contador) iguala zero (bloco 602). Se não iguala, a etiqueta 14 decrementa o registrador do sensor (bloco 604) e vai para a função de Busca (bloco 618). De outra forma, a etiqueta 14 recarrega o registrador do sensor, LIGA a energia do sensor, ajusta a entrada do conversor de analógico para digital (A/D) para o sensor de temperatura e inicia um retardo para o sensor estabilizar (bloco 606). Depois do retardo (bloco 608), a etiqueta 14 lê o valor da temperatura da entrada do A/D e então ajusta a entrada do A/D para o sensor de pressão (bloco 610). Enquanto o sensor de pressão está estabilizando, a etiqueta 14 execu-

ta qualquer filtragem de sinal que seja necessária e armazena os dados da temperatura na memória (bloco 612). A etiqueta 14 então lê o valor de pressão da entrada do A/D e DESLIGA o circuito do sensor (bloco 614). A etiqueta 14 executa qualquer filtragem de sinal exigida nos dados de pressão e armazena os dados de pressão na memória (bloco 616).

00277 Na FIG. 41B, a etiqueta 14 verifica para ver se o arquivamento dos dados do histórico está habilitado (bloco 618). Se está, a etiqueta 14 decide se é o momento para salvar os dados do histórico determinando se o registrador do arquivo iguala zero (bloco 620). Se ele não iguala, a etiqueta 14 decrementa o registrador do arquivo (bloco 622). De outra forma, a etiqueta 14 recarrega o registrador de arquivo, e salva as leituras de temperatura e pressão no arquivo da EEPROM de dados de histórico (bloco 624). A etiqueta 14 então verifica para ver se a função de alarme está habilitada (bloco 626). Se ela não está, a etiqueta 14 vai para a função de Busca (bloco 632). De outra forma, a etiqueta 14 verifica os valores de temperatura e pressão para ver se eles estão dentro de limites pré estabelecidos (bloco 628). Se eles estão, a etiqueta 14 vai para a função de Busca (bloco 632). De outra forma, a etiqueta 14 ajusta o indicador de alarme (bloco 630), que habilita o modo de alarme de Transmissão Autônoma e depois vai para a função de Busca (bloco 632).

00278 A FIG. 42 é um fluxograma ilustrando a função de Busca, de acordo com uma modalidade da invenção. A etiqueta 14 LIGA o receptor 224 por um intervalo fixo, tipicamente 25 ms (bloco 650). A etiqueta 14 então determina se a transmissão de dados recebida incluía mais do que um número específico de transições através do intervalo fixo, tipicamente 71 (bloco 652). Se incluía, então a transmissão dos dados recebida é um pacote de ligação para frente (FLP) possível e a etiqueta 14 prossegue para a função de Interrogação (bloco 656). De

outra forma, a etiqueta 14 DESLIGA o receptor 224 (bloco 654) e prossegue para a função de Transmissão Autônoma (AT) (bloco 658).

00279 A FIG. 43 é um fluxograma ilustrando a função de Interrogação, de acordo com uma modalidade da invenção. No modo de Interrogação, a etiqueta 14 habilita o relógio de alta velocidade do microprocessador (bloco 700). A função de Interrogação é um processo de primeiro plano onde a etiqueta 14 executa várias tarefas, de modo interativo em um laço, até que o cronômetro de interrogação expira. Nesse momento, a etiqueta 14 entra no modo de repouso. Alternativamente, um comando de FLP pode instruir a etiqueta 14 a entrar no modo de repouso profundo depois que uma interrogação está completa. Essas tarefas incluem restaurar o cronômetro atento (WDT) (bloco 702), procurar condições de falha chamando o processo de Verificação de Sanidade (bloco 704), verificar FLPs válidos (bloco 706), responder aos comandos de FLP e enviar pacotes de ligação de retorno (RLPs).

00280 Em uma modalidade, o cronômetro de interrogação (contador) é carregado com um de dois valores. O valor de Alta Velocidade especifica durante quanto tempo buscar o primeiro FLP válido (bloco 700). O valor de Escuta Fora de Faixa especifica durante quanto tempo continuar a buscar por FLPs depois que pelo menos um FLP válido foi recebido (bloco 708). Se um FLP válido é recebido, a etiqueta 14 verifica para ver se o FLP é planejado para essa etiqueta específica (bloco 710). Em uma modalidade, a etiqueta 14 verifica para ver se o FLP é um comando ou uma solicitação de SAR (bloco 712). Depois a etiqueta 14 chama o processo de SAR apropriado (bloco 714) ou processo de Comando (bloco 716). Esses processos, por sua vez, tipicamente chamam o processo de RLP (bloco 718). As funções que suportam o laço de interrogação são funções de segundo plano e incluem a rotina do Serviço de Interrupção, a rotina de Processamento do FLP, a

rotina de Processamento do RLP, a rotina de interface da EEPROM, a rotina de Verificação da Sanidade, a rotina de Processamento do Comando e a rotina de Processamento de SAR. A rotina do Serviço de Interrupção é conduzida pelo evento, enquanto as outras rotinas são chamadas quando necessário. O processo de Interrogação é terminado quando o cronômetro de interrogação expira (bloco 720), em cujo momento a etiqueta entra no modo de repouso profundo (bloco 722).

00281 A FIG. 44 é um fluxograma ilustrando a rotina do Serviço de Interrupção, de acordo com uma modalidade da invenção. A rotina do Serviço de Interrupção responde aos eventos interno e externo (bloco 750) como uma função do modo de operação da etiqueta 14. No bloco 751, a etiqueta 14 determina a fonte do evento. No bloco 752, a etiqueta determina se o evento foi devido às transições de dados do receptor. Se uma interrupção foi gerada pelas transições de dados do receptor, a rotina do Serviço de Interrupção chama a rotina de Processamento do FLP (bloco 754) onde a detecção real dos FLPs válidos é executada. De outra forma, a etiqueta 14 determina se o primeiro cronômetro interno (cronômetro 0) expirou (bloco 756). Se afirmativo, as interrupções do cronômetro zero interno iniciam ações tal como buscas por FLPs, transmissão de RLPs, etc. (bloco 758). De outra forma, a etiqueta determina se o segundo cronômetro interno (cronômetro 1) expirou (bloco 760). Se afirmativo, a etiqueta termina o laço de interrogação (bloco 762). De outra forma, a interrupção ocorreu sem uma fonte esperada, o que indica uma condição de falha. Portanto, a etiqueta 14 ajusta um bit de erro na palavra do Estado de Saúde (bloco 764).

00282 A FIG. 45A ilustra o formato de um Pacote de Ligação para Frente (FLP), de acordo com uma modalidade da invenção. Cada FLP inclui um preâmbulo, dados, uma CRC e um posfácio. FLPs são processados no modo de Interrogação pela rotina de Processamento do

Pacote. FLPs são lidos pela execução de uma série de eventos incluindo pré discriminação, medição da taxa de bits, detecção de dados, deslocamento de dados e validação do pacote.

00283 A rotina de Processamento do Pacote lida com o protocolo de bit serial relacionado com FLPs e RLPs. Quando o receptor 224 detecta transições de dados, uma interrupção é disparada, o que por sua vez, faz com que a rotina de Processamento do Pacote seja chamada. A etiqueta 14 deve discriminar entre o ruído do receptor e uma transmissão que poderia ser um FLP válido. Se ruído excessivo do receptor está presente, então o processo de pré discriminação terminará buscando FLPs até que o laço de Interrogação possa completar um ciclo completo e habilitar novamente o processo de busca (i.e., habilitar novamente as interrupções de transição).

00284 A FIG. 45B ilustra o fluxograma da pré discriminação de Processamento do Pacote, de acordo com uma modalidade da invenção. No bloco 800, a etiqueta 14 entra a partir da rotina do Serviço de Interrupção. A etiqueta 14 então determina se o indicador de Preâmbulo Obtido está ajustado (bloco 802). Esse indicador indica se a etiqueta 14 encontrou uma seqüência de preâmbulo válida (por exemplo, 71 transições durante 25 ms). Se esse indicador está ajustado, a etiqueta 14 prossegue para o bloco 804 e começa o processo dos dados de deslocamento. De outra forma, a etiqueta determina se o intervalo de tempo da transição do bit foi muito longo (bloco 806) (i.e., ele leva muito tempo entre as transições). Se o intervalo não foi muito longo, a etiqueta 14 prossegue para o bloco 808. Se ele foi muito longo, a etiqueta 14 determina, no bloco 810, se a última transição foi da polaridade apropriada para o término do preâmbulo (por exemplo, um lógico). Se não foi a polaridade apropriada, a etiqueta 14 reinicializa a rotina de pré discriminação e sai para o processo dos Dados de Deslocamento (bloco 816). De outra forma, se foi a polaridade apropriada, a etiqueta

14 determina se transições de preâmbulo suficientes foram detectadas (bloco 812). Se afirmativo, a etiqueta ajusta o indicador Preâmbulo Obtido, calcula o limite do intervalo de tempo (para detecção dos dados), inicializa o contador de laço para contar os bits de dados do FLP e depois sai para o processo dos Dados de Deslocamento (bloco 814). Se não, a etiqueta prossegue para o bloco 816.

00285 No bloco 808, a etiqueta 14 determina se o intervalo de tempo de transição do bit foi muito curto (i.e., as transições foram muito próximas). Se o intervalo foi muito curto, a etiqueta 14 prossegue para o bloco 816. Se não foi muito curto, a etiqueta determina se existem muitos bits de preâmbulo (bloco 818). Se existiram, a etiqueta termina a busca por FLPs e desativa as interrupções de transição (bloco 820). De outra forma, a etiqueta sai para o processo dos Dados de Deslocamento (bloco 822).

00286 A FIG. 45C ilustra o processo dos dados de deslocamento de Processamento do Pacote, de acordo com uma modalidade da invenção. A etiqueta 14 entra no processo dos dados de deslocamento no bloco 830. Ela então determina se o intervalo de tempo da transição do bit está acima de um limite (bloco 832). Se não está, a etiqueta sai e aguarda a próxima transição (bloco 834). De outra forma, a etiqueta 14 muda no primeiro bit de dados da ligação para frente (bloco 836). A seguir, a etiqueta 14 determina se o bit de dados corrente é um dos bits do canal de ligação de retorno (bloco 838). Se é, o bit é deslocado para o registrador do canal de ligação de retorno (bloco 840) e então a etiqueta 14 sai do serviço de interrupção de transição (bloco 842). De outra forma, um bit é deslocado para o registrador da ligação para frente (bloco 844). A etiqueta então determina se o deslocamento está completo (bloco 846). Se não está, a etiqueta 14 sai do serviço de interrupção de transição (bloco 842). Se o deslocamento está completo, a etiqueta prossegue para o bloco 848 onde a etiqueta

14 determina se os bits de detecção de erro (por exemplo, bits de paridade, uma soma de verificação ou uma CRC) estão OK. Se eles não estão OK, a etiqueta 14 termina a rotina de Processamento do Pacote e aguarda um outro FLP (bloco 850). De outra forma, a etiqueta 14 ajusta o indicador de Pacote OK, desativa as interrupções de transição e sai do serviço de interrupção de transição (bloco 852).

00287 A FIG. 46 ilustra a rotina de Comando (i.e., a parte da resposta do modo de interrogação), de acordo com uma modalidade da invenção. Essa rotina processa comandos de FLP válidos que são recebidos de um RT 30. A rotina do Comando também resolve comandos de macro longa que atravessam mais do que um único intervalo de tempo do Pacote de Ligação para Frente. Comandos de macro longa são iniciados por um primeiro comando e os resultados (por exemplo, os dados) são recuperados por um segundo comando.

00288 Especificamente, a rotina de Comando é chamada do processo de Interrogação no bloco 900. A etiqueta 14 verifica para ver se o comando do FLP é válido (bloco 902). Se ele não é, a etiqueta 14 ajusta o bit de erro do comando na palavra do Estado de Saúde (bloco 904) e ignora o pacote (bloco 906). De outra forma, a etiqueta 14 verifica para ver se o comando é um comando de macro longa (bloco 908). Se ele é, a etiqueta 14 começa a execução da macro longa, e armazena o resultado na RAM da etiqueta (bloco 910). Em uma modalidade, a etiqueta 14 constrói um pacote da ligação de retorno (RLP) incluindo o número serial da etiqueta (bloco 912). Se o comando não era uma macro longa, a etiqueta 14 constrói um RLP incluindo dados responsivos ao comando (bloco 914). Em qualquer caso, a etiqueta 14 então transmite o RLP resultante no tempo requerido (bloco 916).

00289 A FIG. 47 é um fluxograma da rotina da EEPROM, de acordo com uma modalidade da invenção. A etiqueta 14 arquiva os dados de histórico e armazena os dados do fabricante e definidos pelo usuá-

rio, constantes de configuração e outros dados (que são raramente acessados e requeridos para serem mantidos com segurança) em uma memória não volátil. Essa rotina inclui leitura da EEPROM, escrita da EEPROM, arquivo do histórico e transferência de configuração. Especificamente, a etiqueta 14 primeiro determina se o ponteiro inicial da EEPROM iguala o ponteiro final da EEPROM (bloco 950). Se ele não iguala, a etiqueta prossegue para o bloco 958. De outra forma, se ele iguala, a etiqueta prossegue para o bloco 952 e determina se uma condição de perda de informação (ou estouro) é permitida. Se não é, a etiqueta ajusta o bit de erro de perda de informação (bloco 954) e prossegue para o processo de chamada (bloco 962). De outra forma, o ponteiro final da EEPROM é incrementado por um e o ponteiro final da EEPROM é circulado e o bit de perda de informação é ajustado, se necessário (bloco 956). No bloco 958, a etiqueta 14 transfere os dados na sua RAM para a EEPROM e armazena esses dados começando na localização do ponteiro inicial da EEPROM. A seguir, a etiqueta 14, no bloco 960, incrementa o ponteiro inicial da EEPROM para o fim dos dados da RAM (i.e., para a primeira localização de memória disponível depois dos dados da RAM) e circula o ponteiro, se necessário. A etiqueta 14 então retorna para o processo de chamada (bloco 962).

00290 É entendido que o processo acima de periodicamente acordar, tirar medições do sensor, comunicar tais medições para um dispositivo externo, etc. pode ser usado em modalidades diferentes de uma etiqueta de pneumático. Por exemplo, o processo descrito pode ser usado para medir outros parâmetros do veículo, tais como carga(s) do veículo/eixo, revoluções pneumáticas (milhagem), emissões da exaustão, pressão do óleo, carga da bateria, níveis do refrigerante, desgaste do freio, nível do fluido de transmissão, nível de fluido de direção hidráulica, nível do fluido do freio, nível do fluido da embreagem, nível do fluido de limpeza do pára-brisas, estado dos faróis dianteiros e

faróis traseiros, etc. Esses parâmetros podem ser monitorados da mesma forma que os parâmetros de pneumático pelo uso de uma etiqueta que se comunica com um dispositivo remoto via um protocolo sem fio. Uma tal etiqueta poderia usar a rotina de repouso/acordar descrita aqui para conservar a duração da bateria. Essas e outras modalidades estão dentro do escopo da invenção descrita.

00291 Em uma modalidade, um novo sistema de gerenciamento de pneumático eletrônico foi descrito que inclui uma etiqueta de pneumático 14 montada no interior de um pneumático 10, a etiqueta tendo um pequeno microcontrolador 84 para medir parâmetros do pneumático, filtrar dados brutos do sensor, armazenar dados e relatar os parâmetros do pneumático para um RT remoto 30. A etiqueta 14 periodicamente acorda para buscar FLPs prováveis. Se um é detectado, a etiqueta também acorda, verifica se a transmissão é um FLP válido, e se é, responde para o comando do FLP. Quando a etiqueta 14 recebe um comando válido de um RT, ela envia dados responsivos através de um ou mais RLPs. Tipicamente, o RT 30 primeiro interroga a etiqueta 14 por seu número serial usando, por exemplo, o processo de SAR. Depois que o número serial da etiqueta é verificado, um ID temporário é geralmente designado para a etiqueta 14. O RT 30 então solicita dados, tal como parâmetros do pneumático, armazenados na memória da etiqueta 16. A etiqueta 14 então transmite RLPs responsivos para o RT 30. Com a conclusão do modo de interrogação, a etiqueta 14 retorna o modo de repouso profundo.

00292 Os benefícios do uso desse novo sistema de etiqueta de pneumático incluem: (1) minimizar a força requerida para ler os sensores do pneumático e para se comunicar com um leitor/transceptor (RT) 30 remoto, (2) filtrar de modo digital os dados do sensor, (3) arquivar os dados do sensor e (4) programar a etiqueta para adaptar-se a vários ambientes. Uma antena única é também proporcionada o que me-

lhora a transmissão através de ambas as paredes laterais do pneumático, possibilita a montagem oposta no pneumático e torna mais fácil interrogar uma etiqueta do pneumático por um RT 30.

00293 Portanto, a etiqueta 14 proporciona acesso de leitura e escrita à sua memória interna através de pacotes de ligação para frente recebidos de um RT remoto 30 quando a etiqueta 14 está dentro da faixa de RF do RT 30. Além disso, a etiqueta 14 tem um modo de Transmissão Autônoma (AT) por meio do qual os pacotes da ligação de retorno são automaticamente transmitidos em resposta às configurações pré programadas (por exemplo, o decorrer de um intervalo periódico ou uma condição de alarme). Condições de alarme incluem alta ou baixa pressão do pneumático e/ou alta temperatura. Um sinal de alarme é gerado sempre que um dos parâmetros, tais como pressão ou temperatura, está fora dos limites predeterminados. Esse sinal de alarme é transmitido periodicamente. O período da transmissão pode ser variado pelo usuário. Os dados da AT não são transmitidos quando a etiqueta 14 está dentro da faixa de um RT 30 porque de outra forma outras etiquetas encontrariam interferência quando (1) buscando pacotes de ligação para frente válidos e (2) transmitindo seus próprios dados de AT. Dessa maneira, a etiqueta 14 armazena dados de pressão e temperatura periodicamente, e se uma condição fora dos limites é detectada, um sinal de alarme será transmitido no próximo intervalo da AT.

00294 Embora modalidades particulares da invenção tenham sido mostradas e descritas em detalhes, será óbvio para esses peritos na técnica que mudanças e modificações da presente invenção, nas suas várias modalidades, podem ser feitas sem se afastar do espírito e escopo da invenção. Outros elementos, etapas, métodos e técnicas que são insatisfatoriamente diferentes desses descritos aqui também estão dentro do escopo da invenção. Assim, o escopo da invenção não deve

ser limitado pelas modalidades particulares descritas aqui, mas deve ser definido pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para medir um parâmetro de um dispositivo em um primeiro local, o dispositivo sendo uma etiqueta de pneumático disposta dentro de um pneumático de veículo, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

um sensor para medir o parâmetro de dispositivo e gerar um sinal de dados representando o parâmetro medido;

um microprocessador acoplado ao sensor para ativar o sensor em um primeiro intervalo periódico para medir o parâmetro de dispositivo;

uma memória no microprocessador para armazenar o sinal de dados gerado representando o parâmetro medido;

um transmissor acoplado ao microprocessador; e

um receptor acoplado ao microprocessador, sendo que o microprocessador acorda de forma periódica e parcial para determinar, em um segundo intervalo periódico, se uma transmissão recebida é um sinal de interrogação válido e, em caso positivo, acorda totalmente e responde ao sinal de interrogação válido, via o transmissor, pelo menos por meio da transmissão do último parâmetro medido armazenado.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sistema adicionalmente compreendendo:

uma placa de circuito impresso (PCB) disposta dentro do pneumático do veículo, a PCB incluindo primeiros terminais de antena, o sensor, o microprocessador, a memória, e o transmissor;

uma antena localizada a partir da PCB e incluindo segundos terminais de antena, os primeiros e segundos terminais de antena sendo configurados para conectar eletricamente com cada outro para deste modo conectar eletricamente a antena ao transmissor; e

um material ligante para encapsular a PCB, o sensor, o

microprocessador, a memória, o transmissor e a antena.

3. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a antena é uma antena monopólo.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a antena é uma antena dipólo.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a antena é presa a PCB de tal modo que a antena está em um plano paralelo a e levemente espaçada do plano da placa de circuito impresso.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a antena é integral com a PCB.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a antena é presa a PCB de tal modo que a antena está em um plano normal ao plano da placa de circuito impresso.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a antena é espaçada da PCB.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático adicionalmente inclui:

um entalhe de pneumático para prender a etiqueta de pneumático a uma parede interna do pneumático do veículo, o entalhe de pneumático tendo uma base para aderir a parede interna do pneumático do veículo, anda mesa se estendendo acima da base do entalhe de pneumático; a mesa do entalhe de pneumático sendo construída para prender de forma segura a etiqueta do pneumático ao entalhe do pneumático e para ajudar a isolar a etiqueta do pneumático de vibração e tensões de pneumático.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de compreender:

um material ligante encapsulando a etiqueta de pneumático, o material ligante tendo uma periferia;

uma perna se estendendo para dentro em torno da periferia do material ligante e formando um recesso; e

um ombro se estendendo para fora a partir de uma periferia da mesa do entalhe do pneumático e sendo recebido no recesso do material ligante, o ombro incluindo uma borda geralmente horizontal para se recostar à perna do material ligante para prender de forma segura a etiqueta de pneumático encapsulada ao entalhe de pneumático.

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de compreender:

um recesso côncavo arqueado abaixo do ombro de entalhe de pneumático, o recesso côncavo arqueado permitindo que ar seja removido a partir de baixo do entalhe de pneumático quando afixando o entalhe de pneumático ao pneumático.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de compreender:

um orifício no material ligante para possibilitar que ar dentro do pneumático alcance o sensor de pressão; e

um filtro hidrofóbico associado com o orifício para evitar que fluido alcance o sensor de pressão.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a frequência de operação para o sistema está na banda de frequência ISM.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de compreender um transceptor/leitor (RT) no segundo local para receber dados de sensor a partir do dispositivo e transmitir sinais de comando para o dispositivo, o RT incluindo uma memória para armazenar os dados de sensor recebidos.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **CARAC-**

TERIZADO pelo fato de que o RT é um leitor portátil.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é um leitor de porta fixa.

17. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é um leitor de observação.

18. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é um leitor de veículo a bordo.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo é montado dentro de um pneumático de veículo e mede parâmetros incluindo temperatura e pressão.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo é uma etiqueta de pneumático que inclui:

um modo de repouso profundo no qual nenhum relógio está sendo executado mas um oscilador R/C interno está incrementando um contador de repouso profundo que provê sinais de acordar periódicos em intervalos predeterminados;

um modo de repouso lúcido onde o microprocessador acordar parcialmente, inicia um relógio de baixa velocidade, e determina se é o momento de entrar em um modo de busca;

um modo de busca que continua usando o relógio de baixa velocidade, lê dados do sensor, se é o momento para tal leitura, e examina a transmissão recebida para determinar se a transmissão é um sinal de interrogação possível; e

um modo de interrogação que é entrado quando a transmissão recebida é um sinal de interrogação possível, e que inicia um relógio de alta velocidade, examina o sinal de interrogação para ver se o mesmo é válido, e responde ao sinal de interrogação válido.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, **CARAC-**

TERIZADO pelo fato de que o microprocessador, no modo de busca, determina se é o momento para ler os dados de sensor pelo exame de um contador de sensor.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador, no modo de busca, determina se é o momento para realizar uma transmissão autônoma (AT).

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador, no modo de interrogação, determina se o sinal de interrogação é válido pelo exame de uma parte do sinal de interrogação e, se a parte do sinal de interrogação parece ser um sinal de interrogação válido, lê o restante do sinal de interrogação para verificar que o sinal de interrogação é válido, e então responde ao mesmo.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador em uma terceira base periódica transmite de forma autônoma um sinal de alarme para pelo menos um transceptor/leitor remoto (RT) no segundo local somente quando o último parâmetro medido armazenado fica fora de um limite predeterminado.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo é uma etiqueta de pneumático disposta dentro de um pneumático de veículo, o sistema adicionalmente compreendendo:

um transceptor/leitor (RT) remoto a partir da etiqueta de pneumático, o RT transmitindo pacotes de ligação para frente para o receptor de etiqueta; e

um processador de leitor (RP) remoto a partir da etiqueta de pneumático, o RP recebendo pacotes de ligação de retorno a partir do RT e identificando a etiqueta de pneumático de transmissão a partir

dos dados nos pacotes de ligação de retorno.

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é capaz de interrogar a etiqueta de pneumático para obter dados incluindo pelo menos temperatura e pressão.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é capaz de interrogar a etiqueta de pneumático para obter dados incluindo número de rotações de pneumático de veículo.

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RP identifica a etiqueta de pneumático de transmissão na base de um número de identificação funcional que é transmitido pela etiqueta de pneumático.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RP identifica a etiqueta de pneumático de transmissão na base de um número serial de etiqueta de pneumático único que é transmitido pela etiqueta de pneumático.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RP identifica a etiqueta de pneumático de transmissão usando uma rotina de aproximação sucessiva (SAR).

31. Sistema, de acordo com a reivindicação 30, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a SAR inclui comparar um valor de comparador mascarado tendo um certo número de bits para o número serial da etiqueta.

32. Sistema, de acordo com a reivindicação 31, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a SAR adicionalmente inclui incrementar seqüencialmente um valor de máscara por um para revelar um outro bit do valor de comprador mascarado.

33. Sistema, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a SAR adicionalmente inclui comparar o

valor de comparador mascarado modificado com o número serial da etiqueta até que haja uma correspondência.

34. Sistema, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o transmissor de etiqueta de pneumático e o RT operam na banda de frequência ISM.

35. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo é uma etiqueta de pneumático, o sistema adicionalmente compreendendo:

um transceptor/receptor remoto (RT) no segundo local para receber sinais de dados a partir do transmissor de etiqueta de pneumático e transmitir sinais de comando para o receptor de etiqueta de pneumático; e

um circuito de hopping de frequência para fazer com que o RT transmita cada sinal de comando em uma frequência diferente do sinal de comando anterior para evitar interferência com outros dispositivos operando na mesma largura de banda.

36. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de incluir um computador remoto em um terceiro local para receber dados do segundo local via um canal de comunicação.

37. Sistema, de acordo com a reivindicação 36, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o canal de comunicação é selecionado do grupo consistindo de uma ligação de fio, ligação sem fio, ligação RF, ligação a cabo, ligação por microonda, ligação por satélite, ligação por LAN, ligação por Internet, e ligação por Ethernet.

38. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de incluir um entalhe de pneumático montado no interior de um veículo de pneumático, onde a etiqueta de pneumático é encapsulada em um epóxi e presa ao entalhe do pneumático.

39. Sistema, de acordo com a reivindicação 38, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o entalhe de pneumático é disposto em um costado do pneumático do veículo.

40. Sistema para medir um parâmetro de pneumático de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui:

- o sensor para medir um ou mais parâmetros de pneumático;

- o microprocessador acoplado ao sensor para ativar o sensor em um primeiro intervalo periódico;

- a memória no microprocessador para armazenar o um ou mais parâmetros de pneumático;

- a transmissor acoplado ao microprocessador; e

- o receptor acoplado ao microprocessador,

- sendo que o microprocessador acorda de forma periódica e parcialmente para um modo de busca, determinando, em um segundo intervalo periódico, se uma transmissão é provavelmente um sinal de interrogação e, caso seja, adicionalmente acorda para um modo de interrogação, determinando se a transmissão é um sinal de interrogação válido e, caso seja, responde ao sinal de interrogação válido, via o transmissor, pelo menos por meio da transmissão do último sinal de dados armazenado representando o parâmetro medido.

41. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de compreender:

- um transmissor/leitor (RT) no local remoto para receber sinais de dados a partir de e transmitir sinais de comando para a etiqueta de pneumático;

- um processador leitor (RP) para interpretar os sinais de dados; e

- um computador para comunicar com o RP e habilitar um

usuário a acessar dados da etiqueta de pneumático.

42. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o computador é um computador remoto para armazenar os parâmetros de pneumático.

43. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o computador é um computador de suporte de campo que possibilita um usuário interagir com o RT e o RP.

44. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RP e o RT estão ambos no local remoto.

45. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RP e o RT estão em diferentes locais remotos.

46. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é um leitor de veículo a bordo.

47. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um RT é provido em cada lado de um veículo, cada unidade RT comunicando com uma ou mais etiquetas de pneumático no mesmo lado do veículo no qual a unidade RT está localizada.

48. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é um leitor de observação.

49. Sistema, de acordo com a reivindicação 48, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o leitor de observação primariamente escuta por transmissões a partir da etiqueta de pneumático.

50. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é um leitor portátil.

51. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT é um leitor de porta fixa.

52. Sistema, de acordo com a reivindicação 51, **CARAC-**

TERIZADO adicionalmente pelo fato de compreender:

uma base de dados remota do leitor de porta fixa; e

um dispositivo de transmissão de dados associado com o leitor de porta fixa para transmitir os parâmetros de pneumático armazenados mais recentes à base de dados.

53. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático é uma unidade auto-energizada.

54. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT interroga a etiqueta de pneumático pelos parâmetros de pneumático armazenados mais recentemente.

55. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processador de leitor identifica a etiqueta de pneumático de transmissão usando uma rotina de aproximação sucessiva (SAR).

56. Sistema, de acordo com a reivindicação 55, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a SAR inclui identificar uma etiqueta de pneumático por um número serial.

57. Sistema, de acordo com a reivindicação 56, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a SAR utiliza um algoritmo de resposta e comando que compara um valor de comparador mascarado tendo um certo número de bits ao número serial da etiqueta.

58. Sistema, de acordo com a reivindicação 57, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que a SAR adicionalmente inclui incrementar seqüencialmente um valor de máscara por um para revelar um outro bit do valor de comprador mascarado até que o valor de comprador mascarado se iguale ao número serial da etiqueta.

59. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que uma ligação de comunicação entre o RT e o computador que permite a um usuário transmitir

dados de etiqueta armazenados no RT para o computador.

60. Sistema, de acordo com a reivindicação 59, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a ligação de comunicação é selecionada do grupo consistindo de uma ligação de fio, uma ligação sem fio, uma ligação RF, uma ligação a cabo, uma ligação por microonda, uma ligação por satélite, uma ligação óptica, uma ligação por LAN, um ligação por Internet, uma ligação por Ethernet, e uma ligação serial RS-232.

61. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o computador é um computador pessoal (PC) executando software apropriado para manter uma base de dados de dados de etiqueta.

62. Sistema, de acordo com a reivindicação 61, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a base de dados inclui um arquivo de dados de histórico de etiqueta.

63. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT transmite um comando para a etiqueta de pneumático e então aguarda um período predeterminado de tempo para uma resposta.

64. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o RT inclui uma pluralidade de canais de ligação para frente em cada para enviar sinais de comando para o RT;

o transmissor de etiqueta inclui uma pluralidade de canais de ligação de retorno em cada para transmitir sinais de dados para o RT; e

a etiqueta usa cada canal de ligação de retorno seqüencialmente para responder a cada sinal de comando a partir do RT.

65. Sistema, de acordo com a reivindicação 64, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

os canais de ligação para frente utilizam modulação de

chaveamento por deslocamento de amplitude (ASK);

os canais de ligação de retorno utilizam modulação de chaveamento por deslocamento de frequência (FSK).

66. Sistema, de acordo com a reivindicação 64, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

a taxa de dados dos sinais de comando é de cerca de 7,5 Kbps; e

a taxa de dados dos sinais de dados é de cerca de 60 Kbps.

67. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o RT transmite um sinal de comando para a etiqueta de pneumático atribuindo um número de ID temporário para a etiqueta de pneumático.

68. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui um modo de transmissão autônoma que, em intervalos preestabelecidos, faz com que a etiqueta de pneumático acorde e transmita as últimas medidas de sensor armazenadas para o RT, e então retorne para um modo de repouso profundo, tudo sem ativação externa.

69. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui uma função de alarme que, em intervalos preestabelecidos, acorda a etiqueta de pneumático, examina os últimos parâmetros de pneumático armazenados, determina se uma condição de alarme existe, e caso uma condição de alarme exista, transmite um sinal de alarme para o RT, tudo sem ativação externa.

70. Sistema, de acordo com a reivindicação 69, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático termina a transmissão de sinal de alarme mediante a recepção de uma confirmação do RT.

71. Sistema, de acordo com a reivindicação 69, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático rearma a função de alarme quando a transmissão do sinal de alarme é terminada.

72. Sistema, de acordo com a reivindicação 69, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a condição de alarme é determinada pela comparação dos parâmetros armazenados mais recentemente com valores de limite armazenados.

73. Sistema, de acordo com a reivindicação 69, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sinal de alarme é transmitido se um dos parâmetros de pneumático estiver fora dos valores de limite armazenados.

74. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático adicionalmente compreende uma função de etiqueta de kill que permite que um comando do RT apague todos dados armazenados na memória da etiqueta de tal modo que a etiqueta de pneumático não responderá a qualquer comando externo.

75. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta adicionalmente inclui um primeiro oscilador interno de baixa potência para gerar um primeiro sinal de relógio.

76. Sistema, de acordo com a reivindicação 75, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro sinal de relógio de baixa potência é usado para incrementar um registrador de repouso determinando quando deixar o modo de repouso profundo.

77. Sistema, de acordo com a reivindicação 75, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro sinal de relógio de baixa potência é usado para operar a etiqueta no modo de busca.

78. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta adicionalmente inclui um se-

gundo oscilador interno para gerar um segundo sinal de relógio.

79. Sistema, de acordo com a reivindicação 78, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o segundo sinal de relógio é usado para operar a etiqueta no modo de interrogação.

80. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui uma função de histórico de pneumático que somente transfere dados de histórico de pneumático não previamente transferidos para o RT.

81. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui uma função de histórico de pneumático que transfere todos os dados de histórico de pneumático armazenados na etiqueta de pneumático para o RT.

82. Sistema, de acordo com a reivindicação 41, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o RT envia sinais de comando para a etiqueta de pneumático instruindo a etiqueta de pneumático para transmitir o conteúdo dos locais de memória selecionados na memória da etiqueta para o RT; e

o RT envia sinais de comando instruindo a etiqueta de pneumático a entrar em um modo de repouso profundo após os conteúdos da memória selecionada terem sido transmitidos para o RT.

83. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático adicionalmente compreende uma função de apagar que apaga todos dados de nível de usuário armazenados e retorna a etiqueta de pneumático aos padrões de nível de fabricante.

84. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui uma função de coleta de dados autônoma que, em intervalos preestabelecidos, acorda a etiqueta de pneumático, faz medidas de sensor, arma-

zena as medidas de sensor e retorna a um modo de repouso profundo, tudo sem qualquer ativação externa.

85. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os parâmetros de pneumático incluem um ou mais dados de histórico de pneumático, número serial único, temperatura de pneumático e pressão de pneumático incluindo dados de temperatura de pneumático e pressão de pneumático armazenados durante um período predeterminado de tempo.

86. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui uma função de escrita que permite que um usuário grave dados dentro da memória da etiqueta de pneumático, incluindo a posição da roda da etiqueta do pneumático, o número do veículo, os valores de pressão de pneumático limite, os valores de temperatura de pneumático limite, dados definidos pelo usuário, e coeficientes de calibração para o sensor.

87. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os sinais de dados recebidos da etiqueta de pneumático incluem dados de histórico de etiqueta.

88. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático inclui proteção de senha para impedir que usuários não autorizados acessem a etiqueta de pneumático.

89. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os parâmetros dos pneumáticos medidos incluem uma ou mais pressões de pneumáticos e em que a etiqueta do pneumático compreende uma função de desligamento que possibilita a etiqueta a reconhecer quando a pressão do pneumático medido está dentro de uma pressão limite pre-selecionada e, quando a pressão está dentro do limite pre-selecionado, para interromper armaze-

namento e transmissão de dados da etiqueta para conservar energia.

90. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os depósitos de etiquetas de pneumáticos incluindo um ou mais tipos de pneumáticos, posição de pneumáticos sobre um veículo, veículo ID, pneumático ID, e número de revoluções de pneumáticos.

91. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda inclui uma conexão em direção ao espectro de extensão incluindo pelo menos 50 canais.

92. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta inclui modos diferentes de operação, incluindo um modo de descanso, para conservar a potência.

93. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta inclui velocidades de relógios diferentes para execução de funções diferentes para conservar a potência.

94. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda inclui um entalhe pneumático montado sobre o lado interno de um pneumático de veículo, em que a etiqueta de pneumático está encapsulada em um epoxi e anexada a um entalhe de pneumático.

95. Sistema, de acordo com a reivindicação 94, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o entalhe pneumático está disposto sobre uma parede lateral do pneumático de veículo.

96. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sinal de interrogação válido inclui um postamble constituído de um fluxo de zeros lógicos.

97. Sistema, de acordo com a reivindicação 40, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sinal de interrogação válido inclui um postamble iniciando com uma corrente de zeros lógicos e finalizando

com um lógico.

98. Sistema, de acordo com a reivindicação 97, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a transição de zero lógico para um lógico significa a finalização do sinal de interrogação válido.

99. Sistema, de acordo com a reivindicação 97, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o postamble aumenta a quantidade de tempo entre o sinal de interrogação e uma resposta da etiqueta de pneumático, permitindo a etiqueta de pneumático tempo suficiente para estabilizar sua transmissão sobre um canal de conexão de retorno apropriado.

100. Etiqueta de pneumático, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende:

- um sensor para medição de pelo menos um parâmetro de pneumático;

- um microprocessador para levar a etiqueta de pneumático a entrar em um modo de repouso profundo em que um número mínimo de componentes elétricos são energizados para conservar a potência da bateria;

- o microprocessador, periodicamente, habilitando somente os componentes elétricos necessários para entrar no modo de repouso lúcido, inicializa um relógio de velocidade baixa, e determina se é tempo para entrar em modo de busca;

- um receptor acoplado ao microprocessador;

- o microprocessador, periodicamente, habilitando somente os componentes elétricos necessários para entrar em um modo de busca, utiliza o relógio de velocidade baixa, dados de leitura do sensor, se é tempo para tal leitura, determina se uma transmissão recebida pelo receptor é semelhante a um sinal de interrogação de um leitor/transceptor (RT) e, se for então, habilita todos os componentes elétricos necessários requeridos para entrar no em um modo de interro-

gação e inicializar um relógio de velocidade rápida.

101. Etiqueta, de acordo com a reivindicação 100, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador, no modo de busca, determina se é tempo para executar uma transmissão autônoma (AT).

102. Etiqueta, de acordo com a reivindicação 100, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador, no modo de interrogação, determina se a transmissão é um sinal de interrogação válido e, se for então, responde.

103. Etiqueta, de acordo com a reivindicação 102, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador determina se a transmissão é um sinal de interrogação válido pelo exame de uma porção da transmissão e, se a porção da transmissão aparece para ser um sinal de interrogação válido, lendo o resto da transmissão para verificar que a transmissão é um sinal de interrogação válido.

104. Etiqueta, de acordo com a reivindicação 103, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador responde à sinal de interrogação válido para transmissão dos últimos dados de sensor armazenados.

105. Etiqueta, de acordo com a reivindicação 100, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que a etiqueta de pneumático permanece no modo de busca procurando por sinais de interrogação semelhantes para um primeiro período predeterminado de tempo e então retorna ao modo de repouso profundo para um segundo período de tempo predeterminado.

106. Etiqueta, de acordo com a reivindicação 100, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador inclui dois osciladores internos para produção do relógio de velocidade baixa para operação da etiqueta de pneumático no modo de repouso lúcido e o modo de busca, e o relógio de velocidade alto para operação da eti-

queta de pneumático no modo de interrogação.

107. Sistema de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador compara o parâmetro medido com um ou mais limites de parâmetro e gera um sinal de alarme se o parâmetro medido estiver fora de um ou mais limites do parâmetro; e em que o transmissor acoplado ao microprocessador transmite o sinal de alarme sobre um segundo intervalo periódico para um leitor/transceptor (RT) remoto sem ativação externa.

108. Sistema, de acordo com a reivindicação 107, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador parcialmente estimula, obtém (sobre a primeiro intervalo periódico) medidas de sensor, armazena as medidas do sensor, checa para condições de alarme, e retorna para o modo de repouso profundo, todos sem qualquer ativação externa.

109. Sistema, de acordo com a reivindicação 107, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dispositivo é uma etiqueta de pneumático disposto no lado interno de um pneumático de veículo, e ainda compreende:

um placa de circuito impresso (PCB) disposto dentro do pneumático de veículo, o PCB incluindo primeiros terminais de antena, o sensor, o microprocessador, a memória, e o transmissor;

uma antena disposta no pneumático do veículo e incluindo segundos terminais de antena, os primeiro e segundo terminais de antena sendo configurados para conectar eletricamente com cada outro para desse modo conectar eletricamente a antena ao transmissor da antena estando espaçado do PCB; e

material ligante para encapsulamento do PCB, o sensor, o microprocessador, a memória, o transmissor, e a antena.

110. Sistema de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que realiza a administração eletrônica do

pneumático, sendo que o transmissor para transmite sinais de dados utilizando modulação de chave de deslocamento de frequência (FSK), os sinais de dados representando os parâmetros de pneumáticos medidos;

sendo que sistema compreende ainda um leitor/ transceptor (RT) localizado remotamente para enviar sinais de interrogação para a etiqueta de pneumático e para receber sinais de dados da etiqueta de pneumático, sendo que o leitor/ transceptor RT transmite sinais de interrogação utilizando modulação por chaveamento de amplitude (ASK).

111. Sistema, de acordo com a reivindicação 110, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador ativa o transmissor de etiqueta sobre um segundo intervalo periódico e envia sinais de dados representando os parâmetros pneumáticos medidos para um leitor selecionado do grupo consistindo de um leitor de fiscalização, um leitor de porta fixa, um leitor de painel de veículo, e um leitor portátil.

112. Sistema, de acordo com a reivindicação 110, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que:

os sinais de interrogação ASK são transmitidos para a etiqueta de pneumático a uma primeira taxa em Kbps; e

os dados de interrogação FSK são transmitidos da etiqueta de pneumático para a RT a uma segunda taxa maior do que a primeira taxa em Kbps.

113. Sistema, de acordo com a reivindicação 112, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que:

a primeira taxa é aproximadamente 7,5 Kbps; e

a segunda taxa é aproximadamente 60 Kbps.

114. Sistema de acordo com a reivindicação 1, **CARAC-
TERIZADO** pelo fato de que o sensor forma uma parte da etiqueta do pneumático e mede pelo menos um parâmetro de pneumático sobre

um primeiro intervalo periódico;

sendo que o microprocessador é disposto na etiqueta do pneumático, realizando a comunicação entre a etiqueta de pneumático e uma fonte remota;

um transmissor/receptor forma uma parte da etiqueta do pneumático para comunicação com a fonte remota e transmissão de pelo menos o último parâmetro de pneumático armazenado para a fonte remota sob controle do microprocessador;

o microprocessador fazendo o sensor medir pelo menos um parâmetro de pneumático independentemente de fazer o transmissor/receptor se comunicar com a fonte remota.

115. Sistema de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

o sensor mede o parâmetro de um veículo e gera um sinal de dado representando o parâmetro medido; e

o microprocessador acoplado ao sensor ativa o sensor sobre um primeiro intervalo periódico para medir o parâmetro do veículo.

116. Sistema, de acordo com a reivindicação 115, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o sensor, o microprocessador, a memória, o transmissor, e o receptor são alojados em uma etiqueta disposta sobre um veículo, a etiqueta comunicando com um dispositivo remoto através de um protocolo sem fio.

117. Sistema, de acordo com a reivindicação 116, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador determina se o sinal de interrogação é pretendido para esta etiqueta particula.

118. Sistema, de acordo com a reivindicação 115, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os parâmetros de veículo incluem carga(s) veículo/eixo, revoluções pneumáticas, emissões de exaustão, pressão de óleo, carga de bateria, níveis de refrigerante, força de freio,

nível de fluido de transmissão, nível de fluido de direção hidráulica, nível de fluido de freio, nível de fluido de embreagem, nível de fluido de limpeza de para-brisa, e histórico de luz dianteira e luz traseira.

119. Método para monitorar eletricamente parâmetros pneumáticos com uma etiqueta de pneumático, o método **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

levar a etiqueta do pneumático a entrar em modo de repouso profundo para conservar energia; e

estimular automaticamente e periodicamente a etiqueta de pneumático para um modo de busca, medindo e armazenando os parâmetros de pneumáticos sobre um primeiro intervalo periódico, executando pré-discriminação sobre um segundo intervalo periódico para determinar se a transmissão é semelhantemente um pacote de conexão direcionado para um leitor/transceptora (RT) remota e, se não for então, retornando ao modo de repouso profundo.

120. Método, de acordo com a reivindicação 119, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda compreende:

estimulando a um modo de repouso lúcido para ligar um relógio de velocidade baixa e amostra de um contador de modo de busca; e

estimulando a um modo de busca se o contador de modo de busca equaliza zero.

121. Método, de acordo com a reivindicação 119, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda inclui:

estimular automaticamente a etiqueta de pneumático para um modo de interrogação para determinar se a transmissão é um pacote de conexão direcionado válido e, se for, então responder ao pacote de conexão direcionado válido; e

retornar a etiqueta de pneumático para o modo de repouso profundo quando o modo de interrogação é completo.

122. Método, de acordo com a reivindicação 119, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que ainda inclui:

anexar a etiqueta do pneumático a um entalhe do pneumático;

anexar o entalhe do pneumático a uma parede interna de um pneumático possuindo rebordos de pneumático, o pneumático possuindo primeiras tiras de metal associadas com pelo menos um rebordo de pneumático; e

posicionamento do entalhe do pneumático sobre a parede do pneumático interna suficientemente longe de pelo menos um dos rebordos e a tira do pneumático para otimizar a transmissão de etiqueta de pneumático de sinais RF através do pneumático e a quantidade de esforço transferido para a etiqueta do pneumático do pneumático.

123. Método, de acordo com a reivindicação 122, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que ainda inclui posicionamento do entalhe do pneumático em aproximadamente metade do caminho de pelo menos um dos rebordos para inicialização da tira.

124. Método, de acordo com a reivindicação 122, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que as primeiras tiras de metal são de forma circunferencial dispostas em pelo menos uma das tiras de pneumático.

125. Método, de acordo com a reivindicação 124, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que segundas tiras de metal estão dispostas no pneumático que radialmente se estende de um dos rebordos de pneumáticos sobre um lado do pneumático para um segundo dos rebordos sobre uma lateral oposta do pneumático, e onde o espaçamento das segundas tiras de metal é mais extensa no centro da tira do pneumático que no rebordo do pneumático.

126. Método, de acordo com a reivindicação 125, **CA-
RACTERIZADO** pelo fato de que ainda inclui posicionamento de enta-

lhe de pneumático sobre a parede interna do pneumático de modo a otimizar transmissão de etiqueta de pneumático de sinais RF através das primeira e segunda tiras de metal.

127. Método de acordo com a reivindicação 119, compreendendo ainda as etapas de:

armazenar a temperatura de enchimento a frio de um pneumático de veículo;

medir a pressão e a temperatura de inflação a quente do pneumático de veículo durante a operação do pneumático;

calcular uma pressão a frio equivalente do pneumático utilizando a equação de gás ideal:

$$PV = nRT \text{ onde:}$$

P = pressão exercida pelo gás no pneumático (uma variável);

V = volume da câmara contendo o gás (essencialmente uma constante);

n = número de moles de gás contidos dentro do pneumático (uma constante);

R = uma constante específica do gás contido dentro do pneumático;

T = temperatura do gás contida dentro do pneumático (uma variável); e

$$T1/P1 = T2/P2 \text{ onde:}$$

$P1$ = pressão no tempo $t1$ (pressão de referência do enchimento a frio);

$P2$ = pressão no tempo $t2$ (pressão quente corrente);

$T1$ = temperatura no tempo $t1$ (temperatura de referência de enchimento a frio);

$T2$ = temperatura no tempo $t2$ (temperatura de corrente quente); e

CARACTERIZADO pelo fato de compreender ainda a etapa de comparar a pressão a frio equivalente calculada com uma pressão de inflação de enchimento a frio objetivada especificada pelo fabricante do pneumático para determinar se o pneumático está exatamente inflado durante operação.

128. Método de acordo com a reivindicação 119, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda as etapas de:

medir a pressão (P2) e a temperatura (T2) quente corrente; e

determinar uma pressão a frio equivalente a um pneumático utilizando P2 e T2.

129. Método, de acordo com a reivindicação 128, **CARACTERIZADO** pelo fato de utilizar leis de gases combinados de Boyle e Charles para calcular a pressão a frio equivalente do pneumático de P2 e T2.

130. Método, de acordo com a reivindicação 128, **CARACTERIZADO** pelo fato de utilizar dados da pressão de altitude para calcular uma pressão de pneumático a frio com base na elevação da área onde a etiqueta de pneumático é utilizada.

131. Método, de acordo com a reivindicação 128, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o pneumático contém um líquido sendo que é realizada uma etapa de corrigir P2 para calcular a pressão de vapor no pneumático.

132. Método, de acordo com a reivindicação 131, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender as etapas de determinar a pressão parcial do líquido, e subtrair a pressão parcial da P2.

133. Método, de acordo com a reivindicação 131, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o líquido é água.

134. Método, de acordo com a reivindicação 131, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o líquido é um fluido de categoria

comercial.

135. Interrogador, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um microprocessador programado para:
receber as leituras da pressão de calor corrente (P2)
e a temperatura de calor corrente (T2) de uma etiqueta; e
determinar uma pressão a frio equivalente de um
pneumático utilizando P2 e T2.

136. Interrogador, de acordo com a reivindicação 135, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador é programado para utilizar as leis de gases combinados de Boyle e Charles para calcular a pressão a frio equivalente do pneumático de P2 e T2.

137. Interrogador, de acordo com a reivindicação 135, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador é programado para utilizar os dados da pressão de altitude para calcular uma pressão a frio do pneumático com base na elevação da área onde a etiqueta do pneumático é usada.

138. Interrogador, de acordo com a reivindicação 135, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o pneumático contém um líquido e o microprocessador é programado para corrigir P2 para calcular a pressão de vapor no pneumático.

139. Interrogador, de acordo com a reivindicação 138, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o microprocessador é programado para determinar a pressão parcial do líquido, e para subtrair a pressão parcial de P2.

140. Interrogador, de acordo com a reivindicação 138, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o líquido é água.

141. Interrogador, de acordo com a reivindicação 138, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o líquido é um fluido de categoria comercial.

Fig. 1A

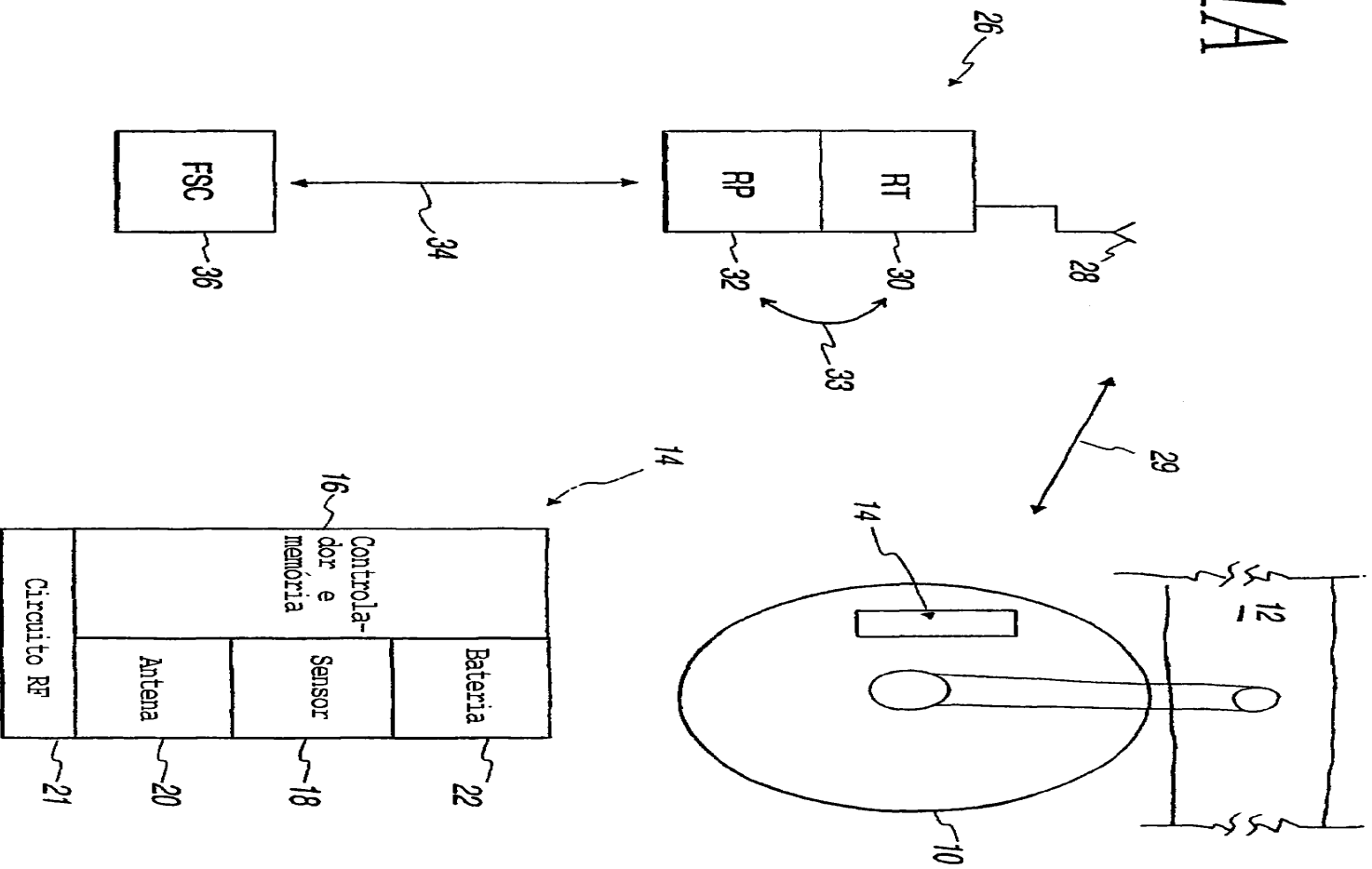
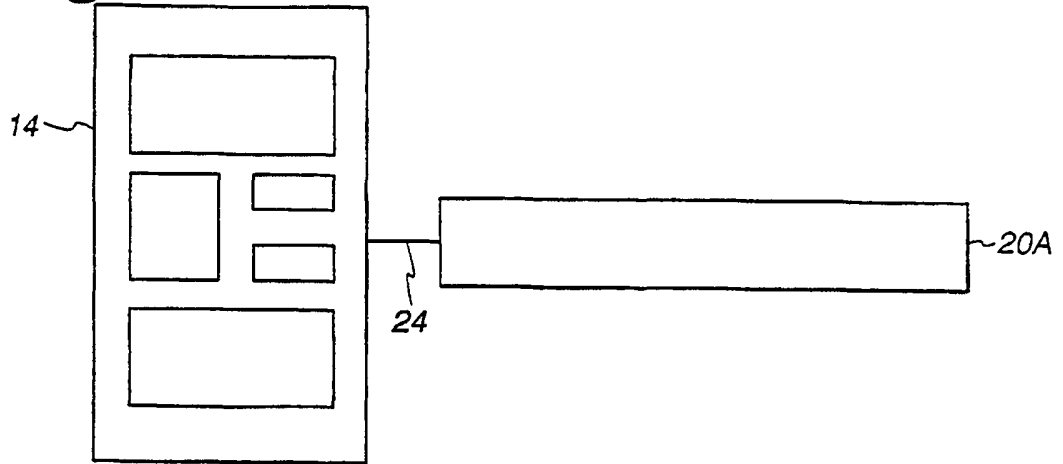
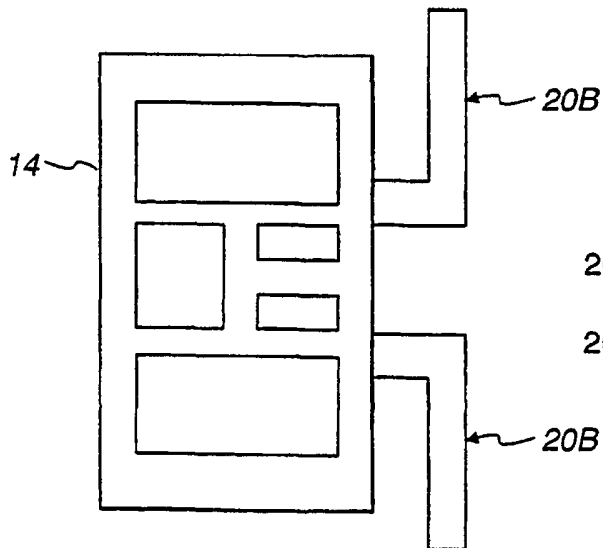
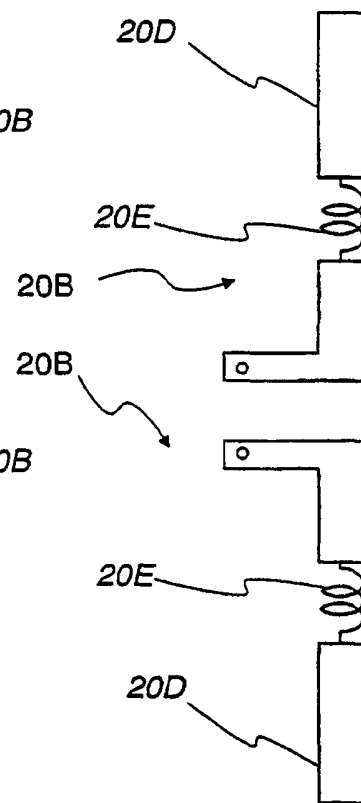


Fig 1B*Fig 1C**Fig 1D*

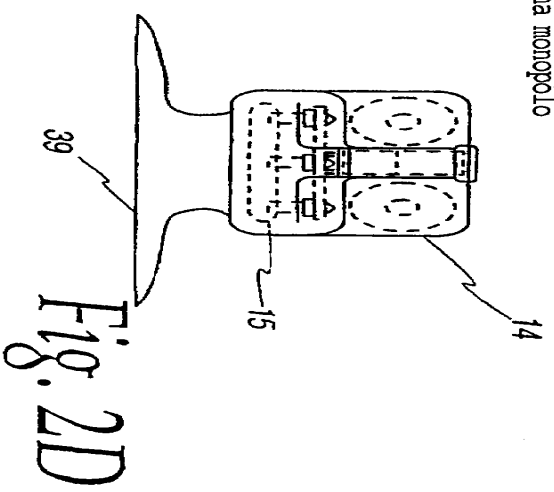
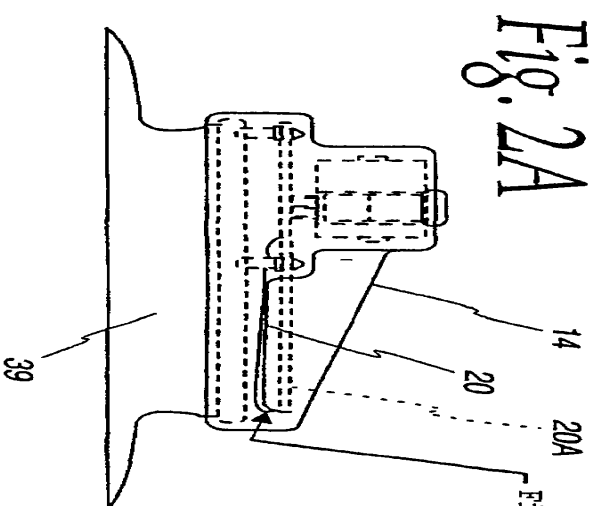
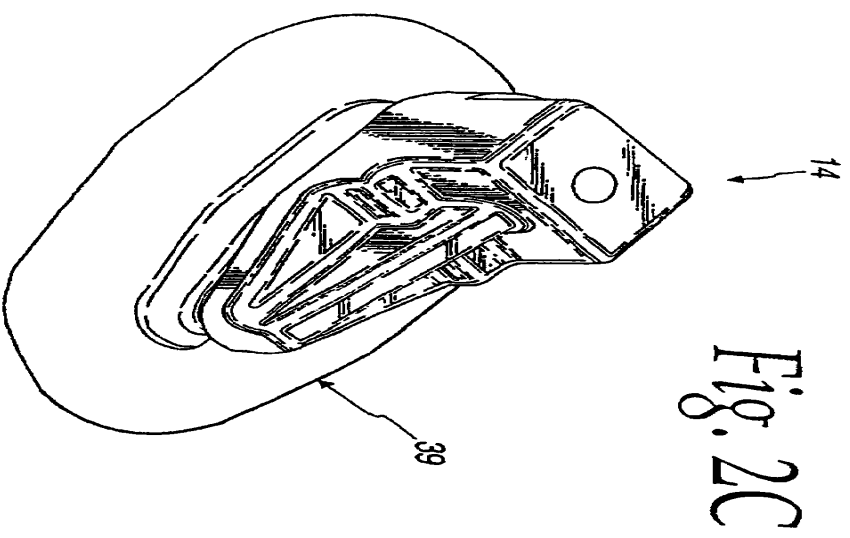
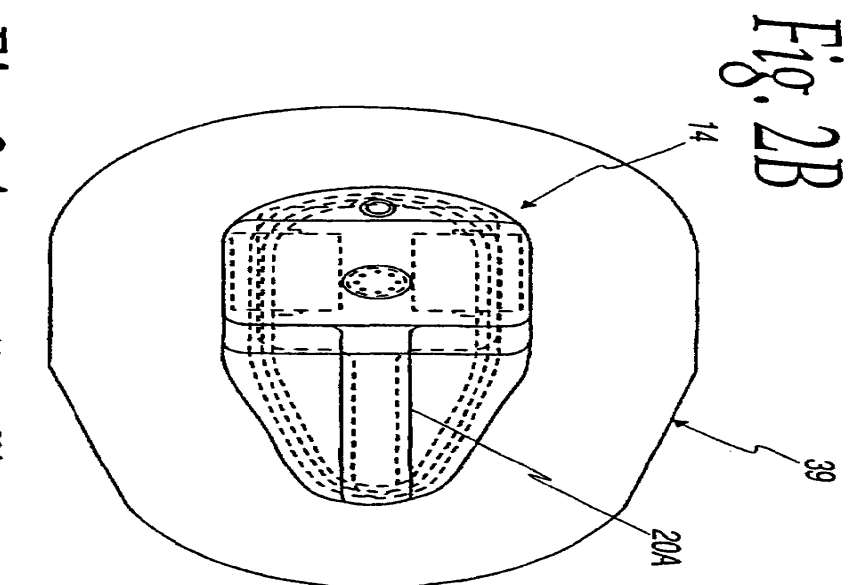


Fig. 3B

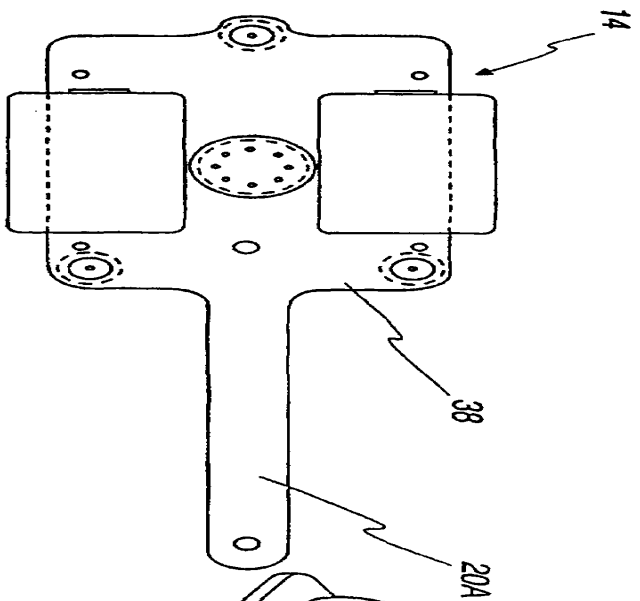


Fig. 3C

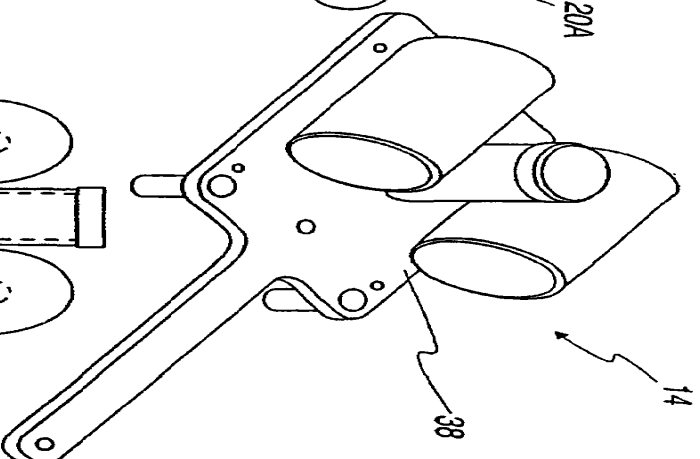


Fig. 3A

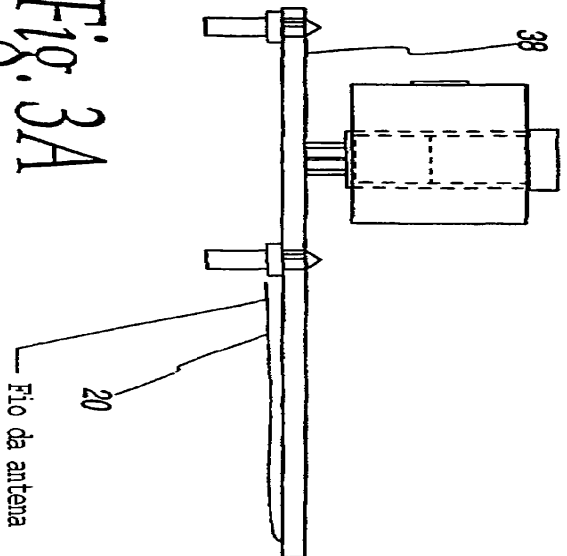


Fig. 3D

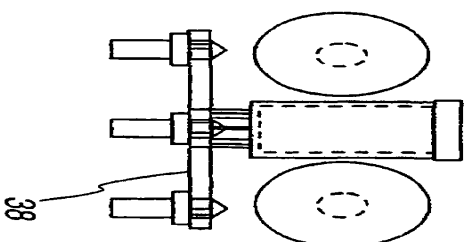


Fig. 4B

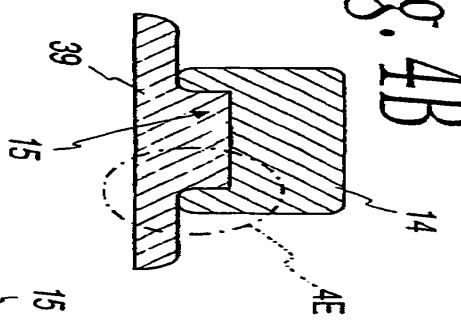


Fig. 4A

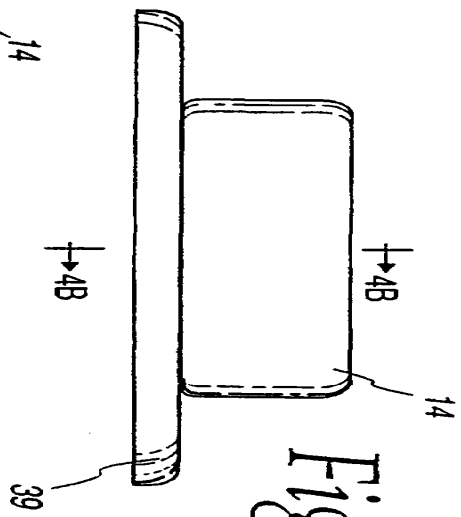


Fig. 4E

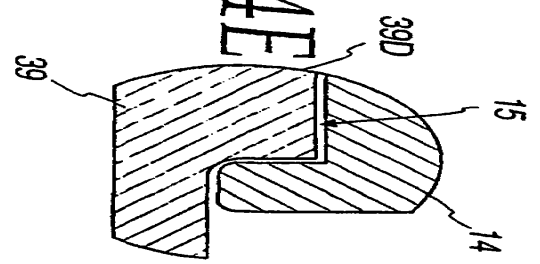


Fig. 4C

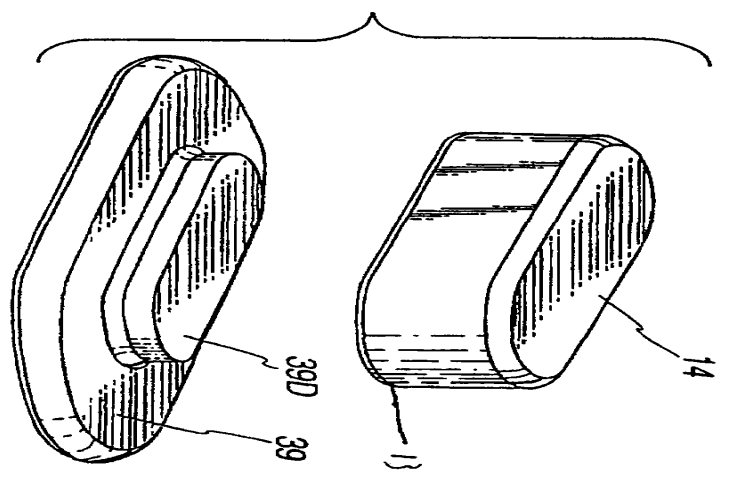


Fig. 4D

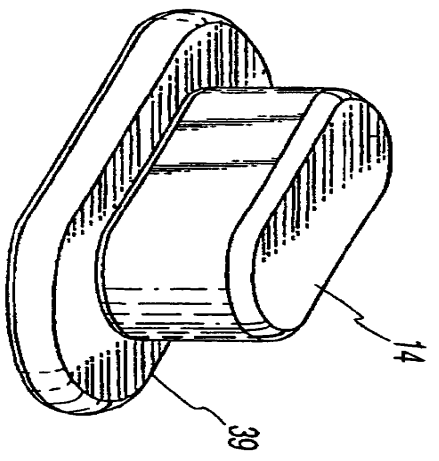


Fig. 5B

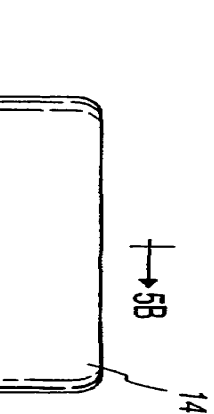
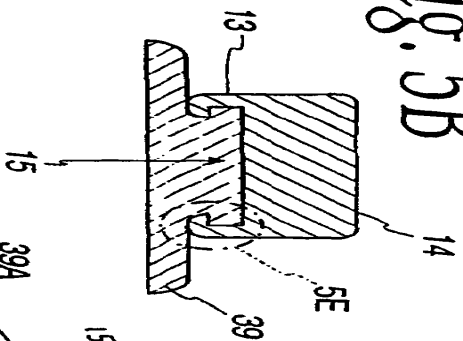


Fig. 5A

Fig. 5E

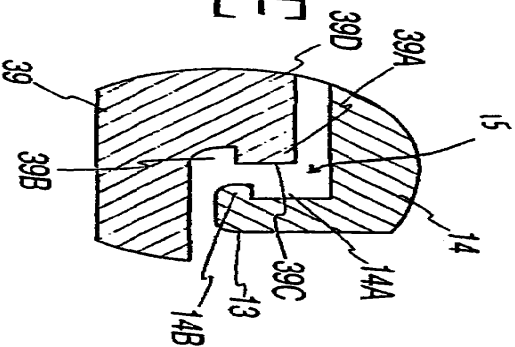


Fig. 5C

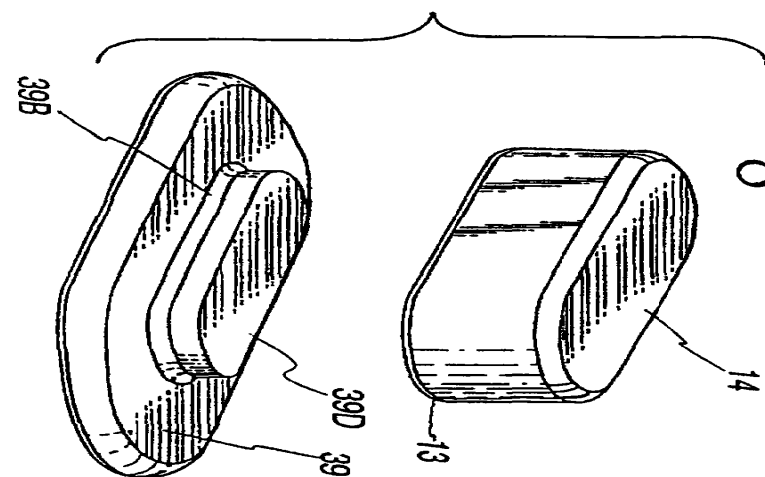


Fig. 5D

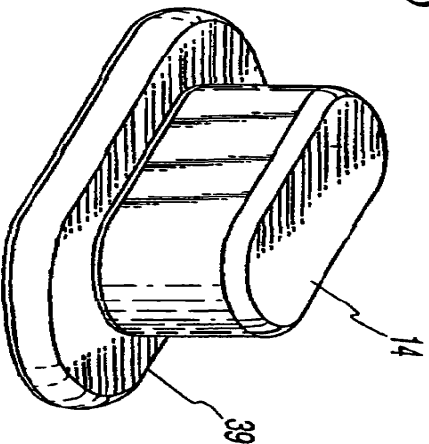


Fig. 6A

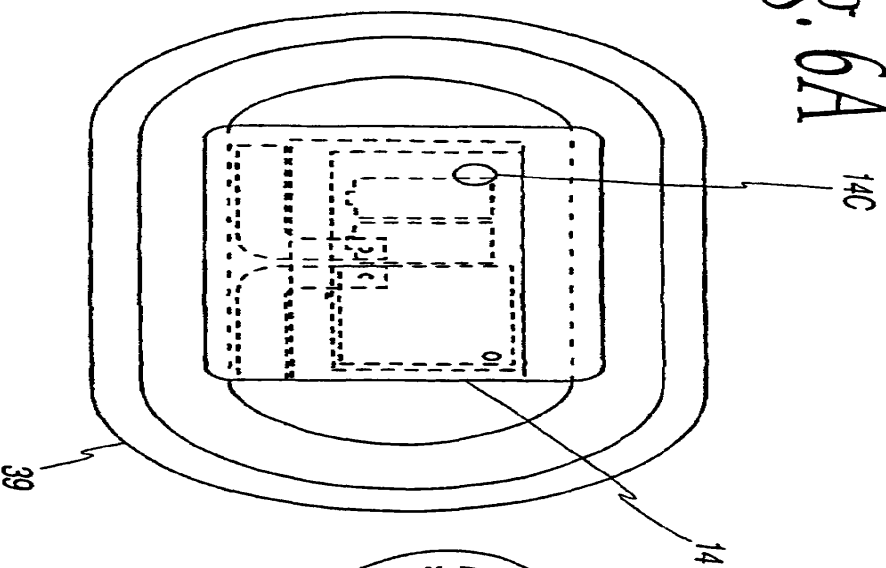


Fig. 6C

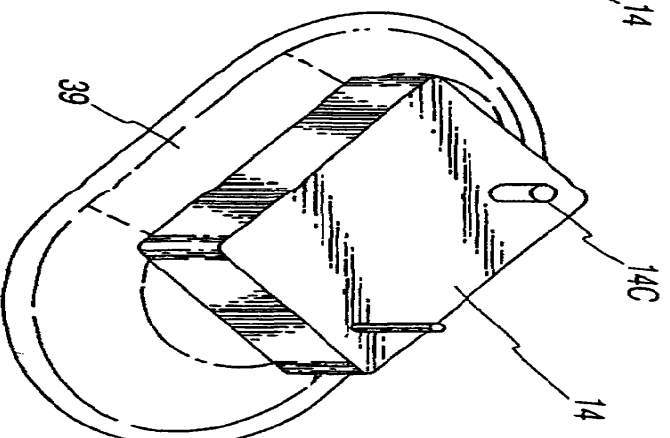


Fig. 6B

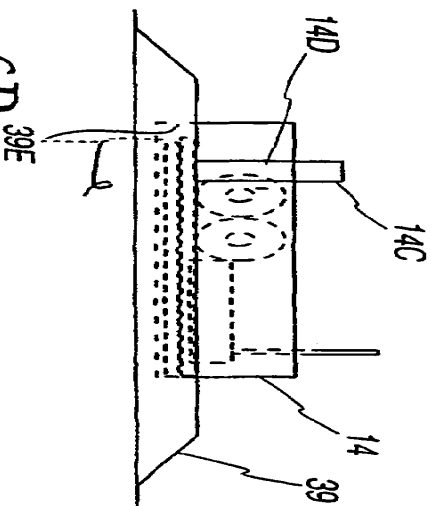


Fig. 6D

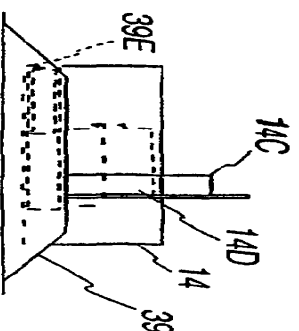
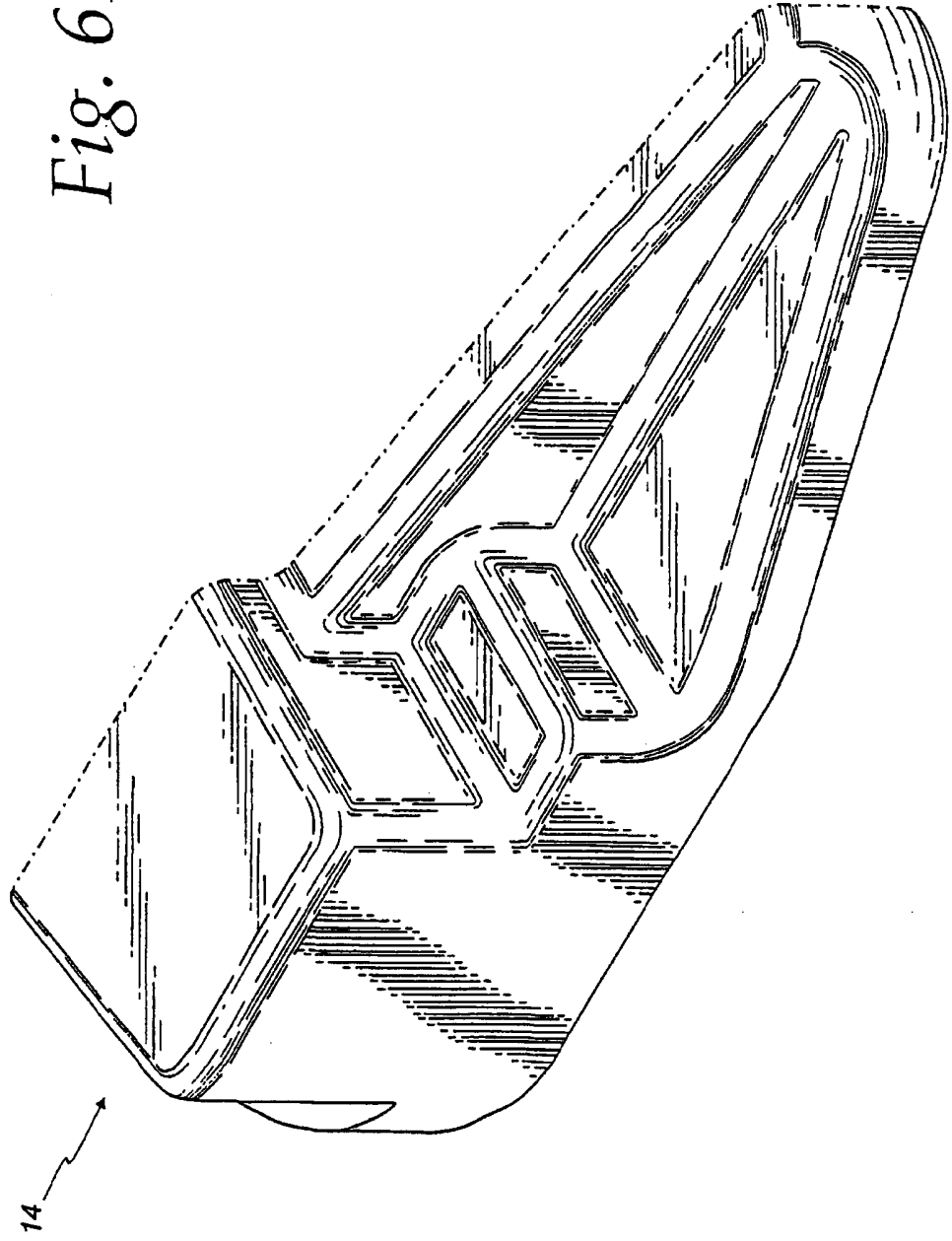


Fig. 6E



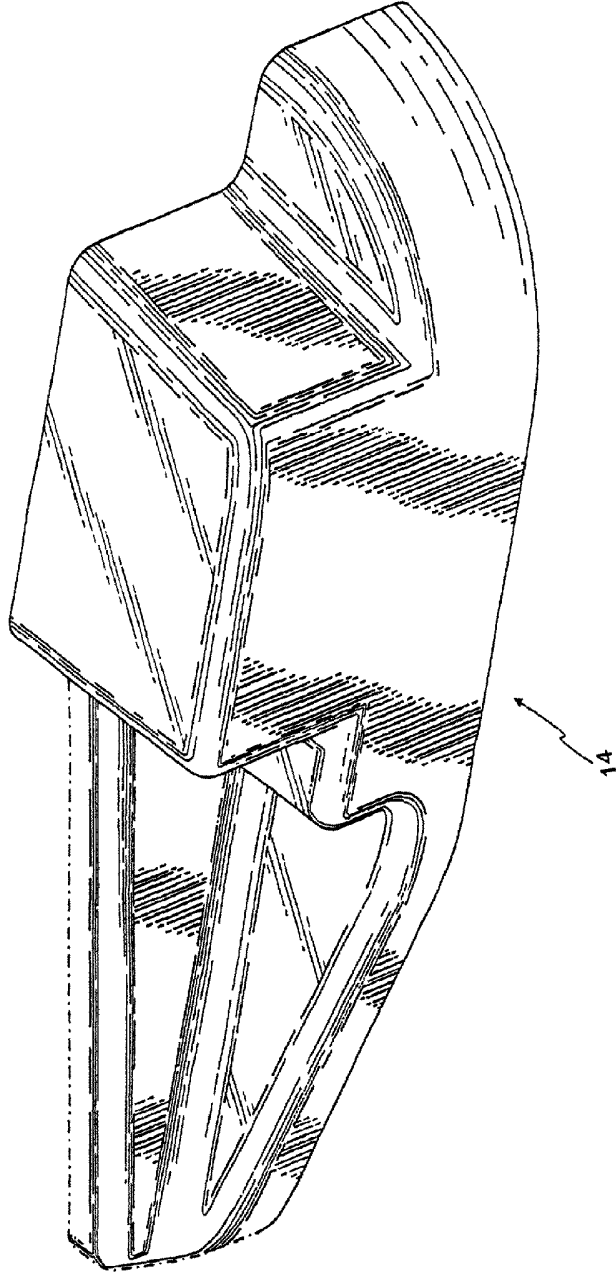


Fig. 6F

Fig. 7A

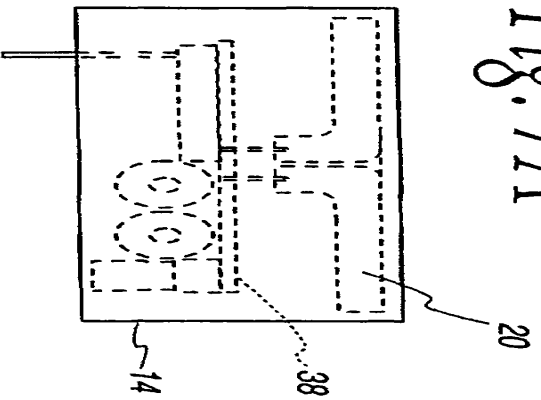
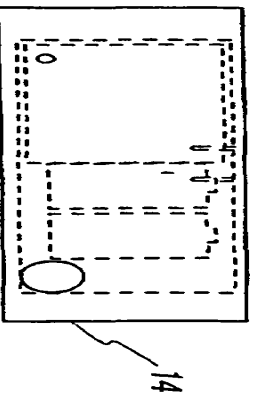


Fig. 7B



14B

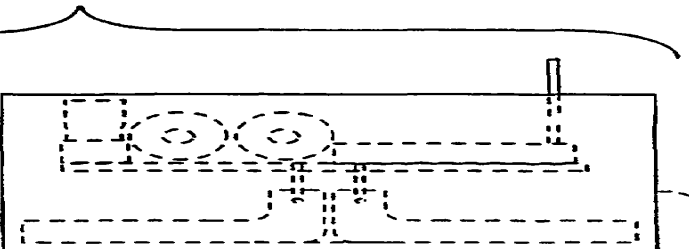


Fig. 7D

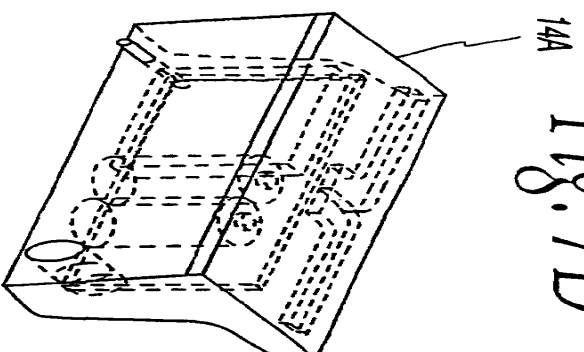
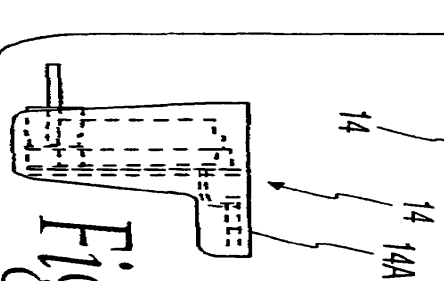


Fig. 7C



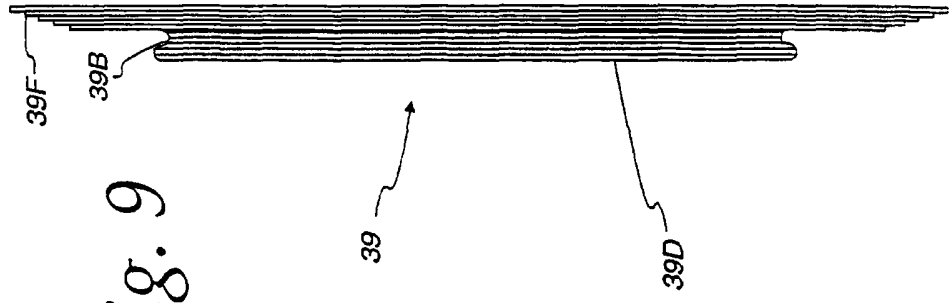


Fig. 9

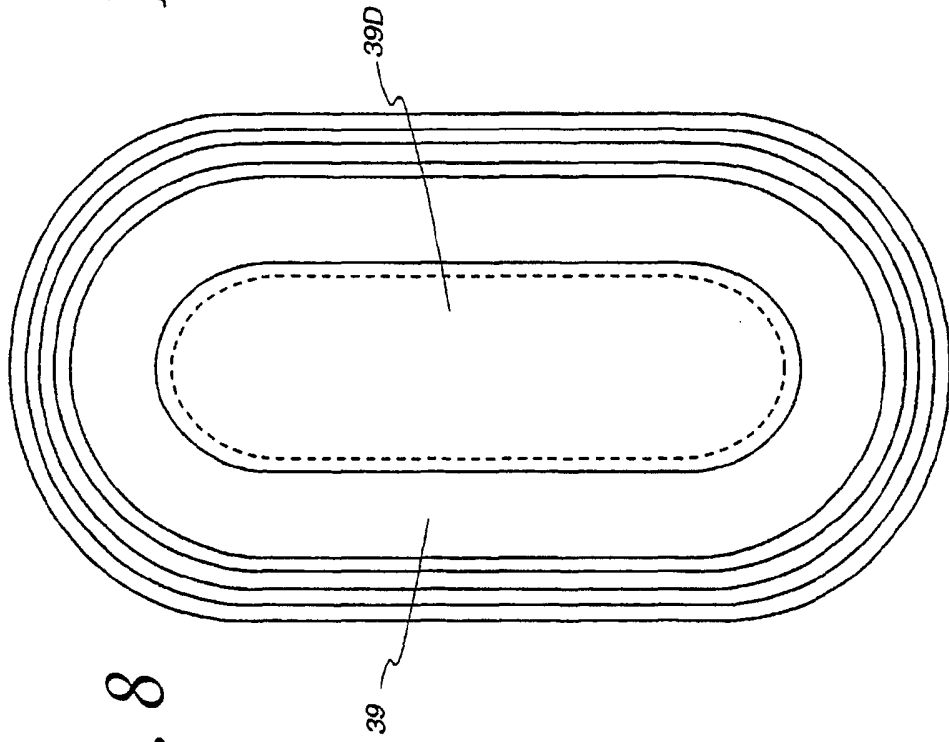


Fig. 8

Fig. 10B

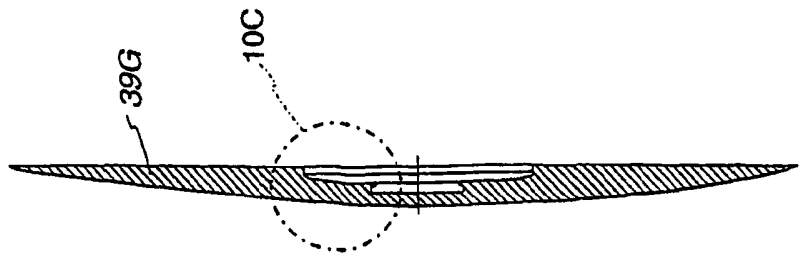


Fig. 10C

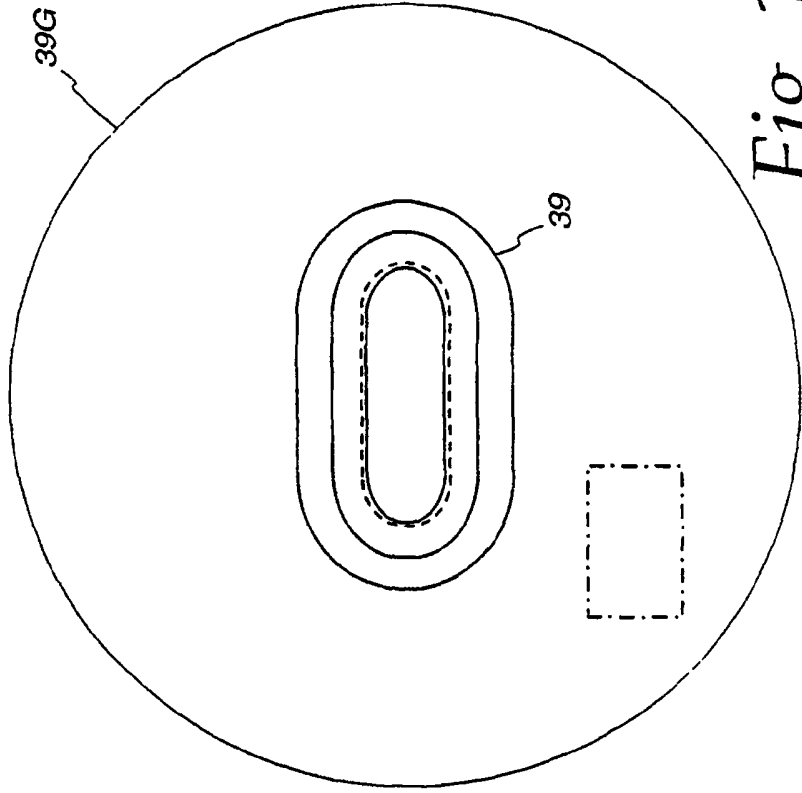
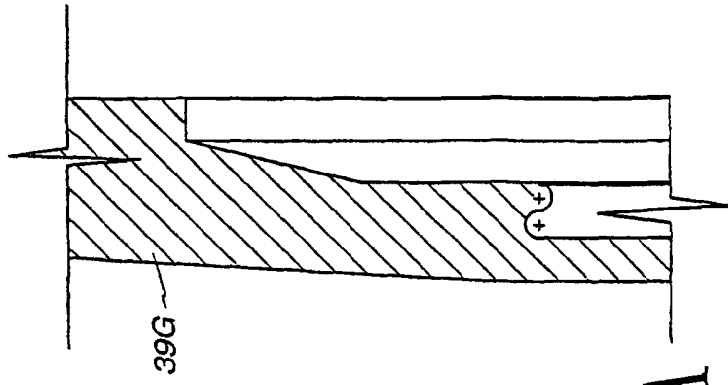


Fig. 10A

Fig. 11A

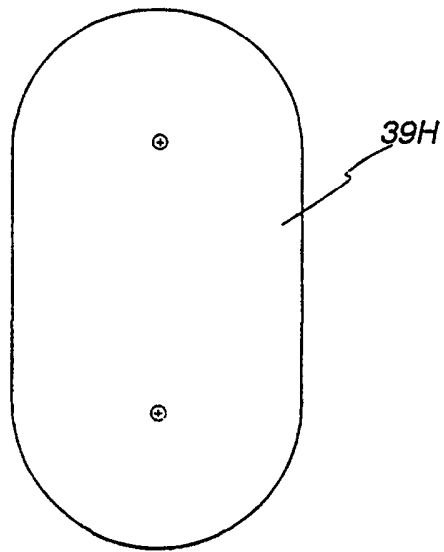


Fig. 11B

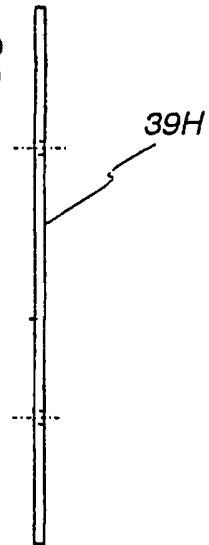
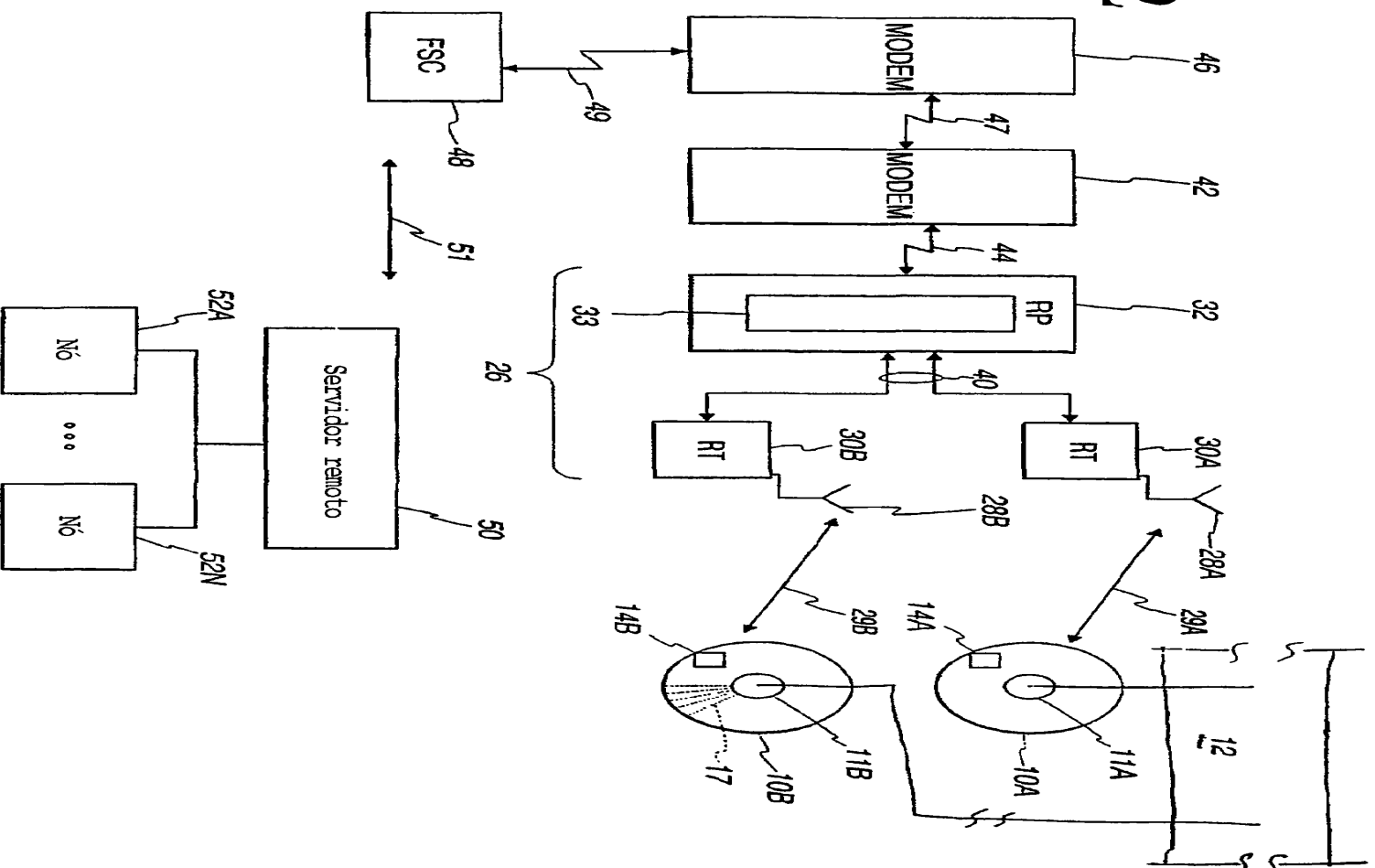


Fig. 12



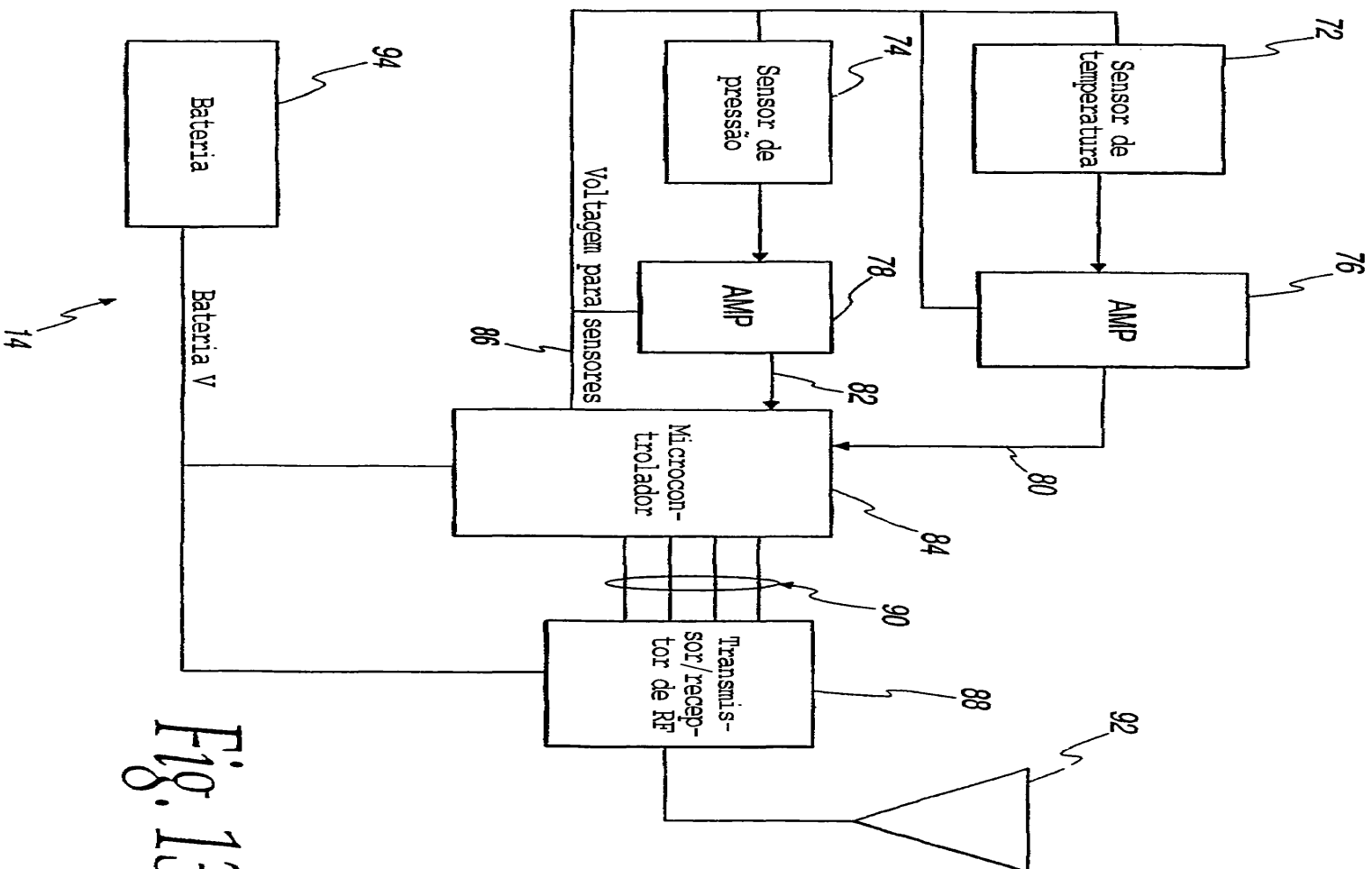
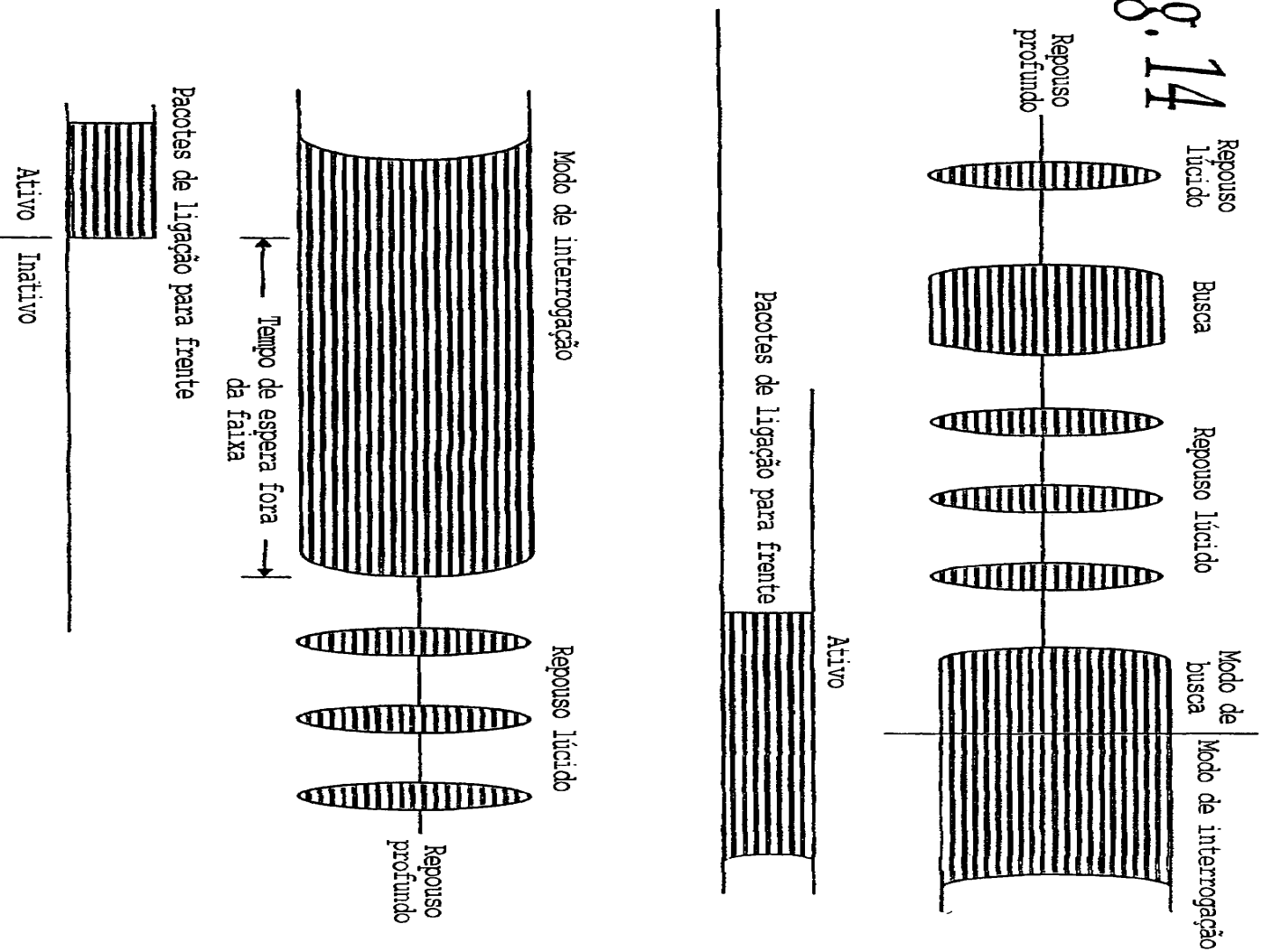


Fig. 13

Fig. 14



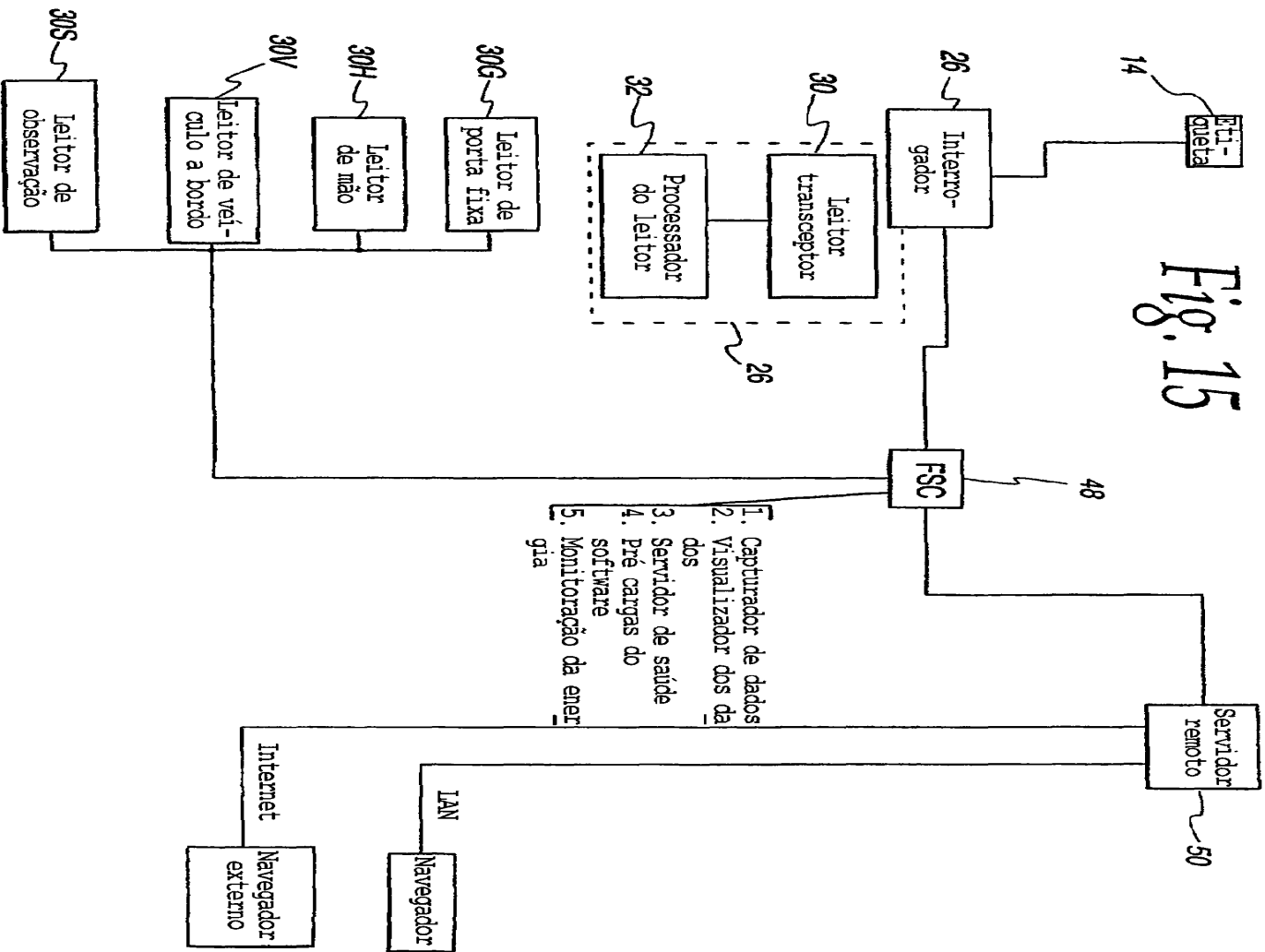


Fig. 16

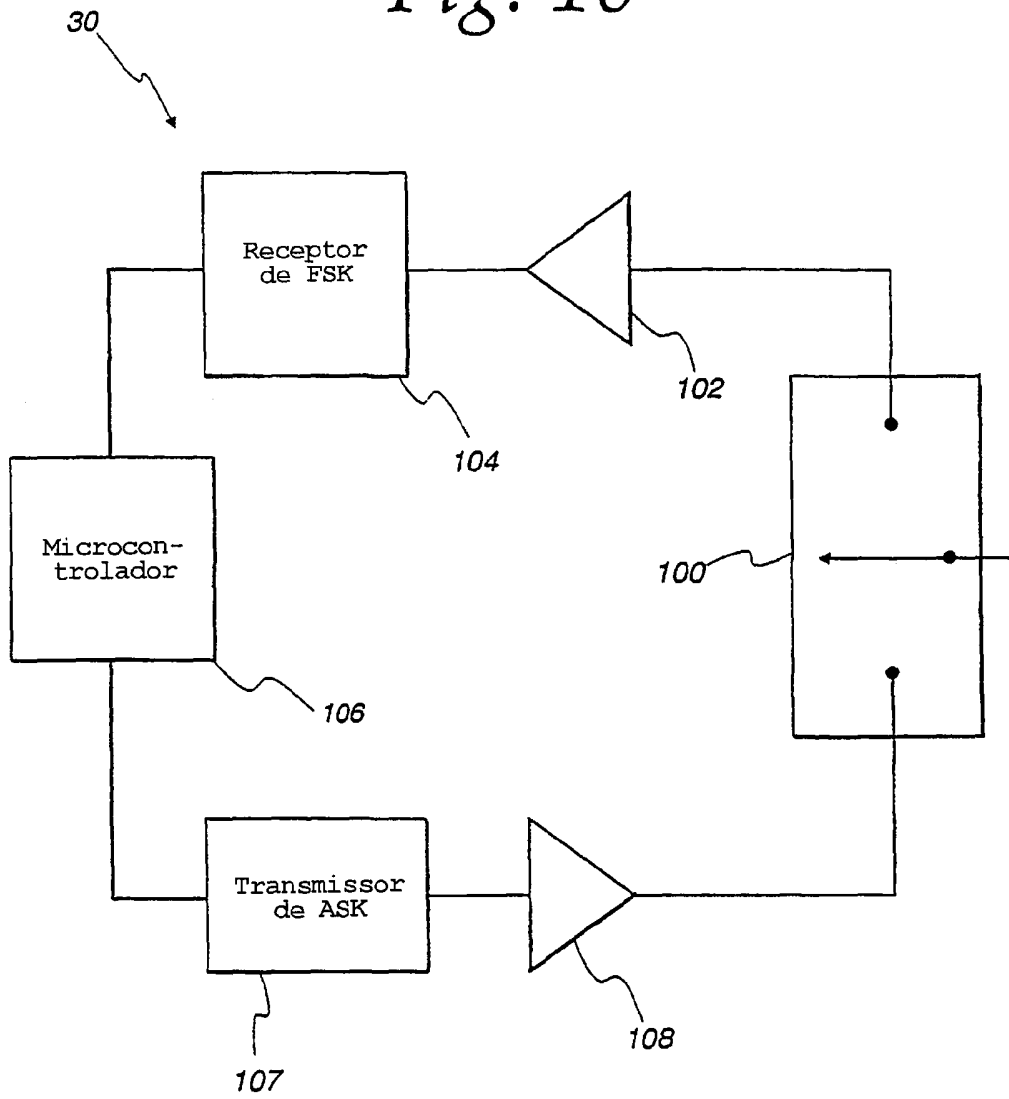


Fig. 17

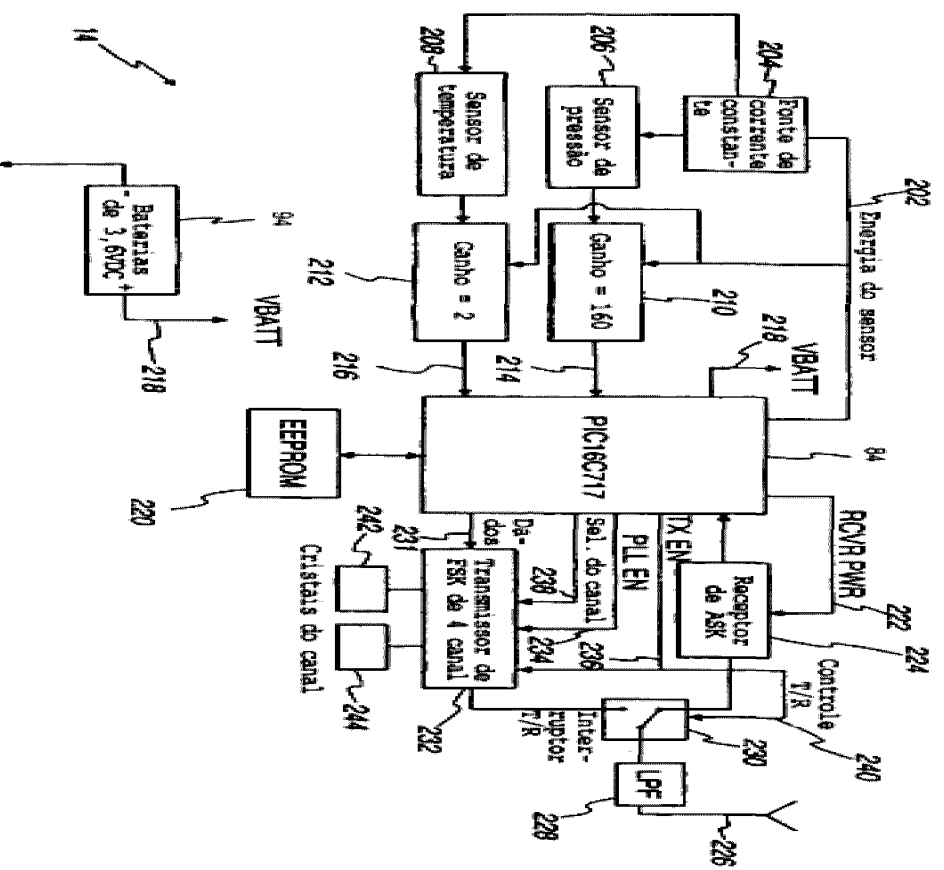


Fig. 20

Pressões de inflação a frio calculadas

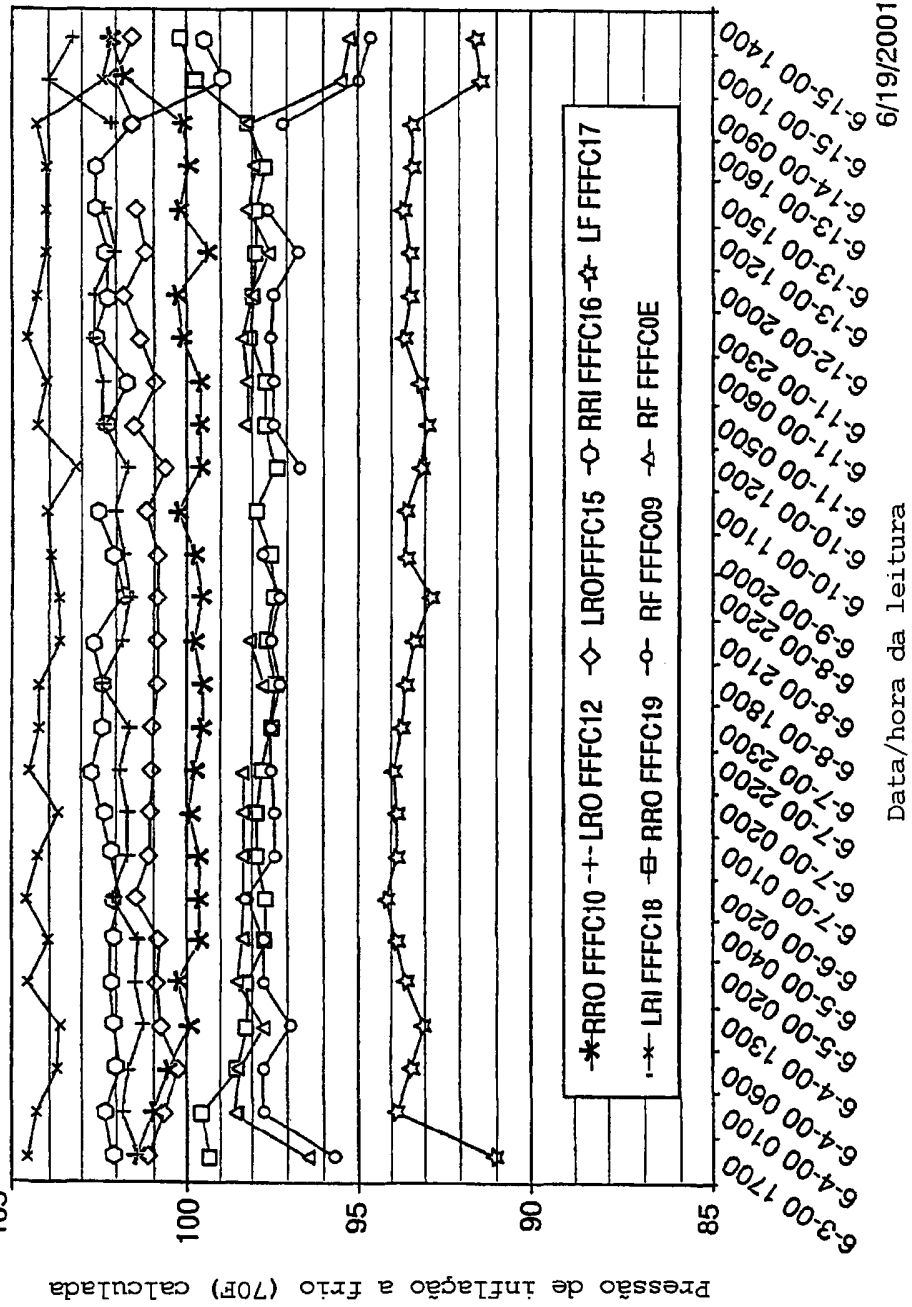
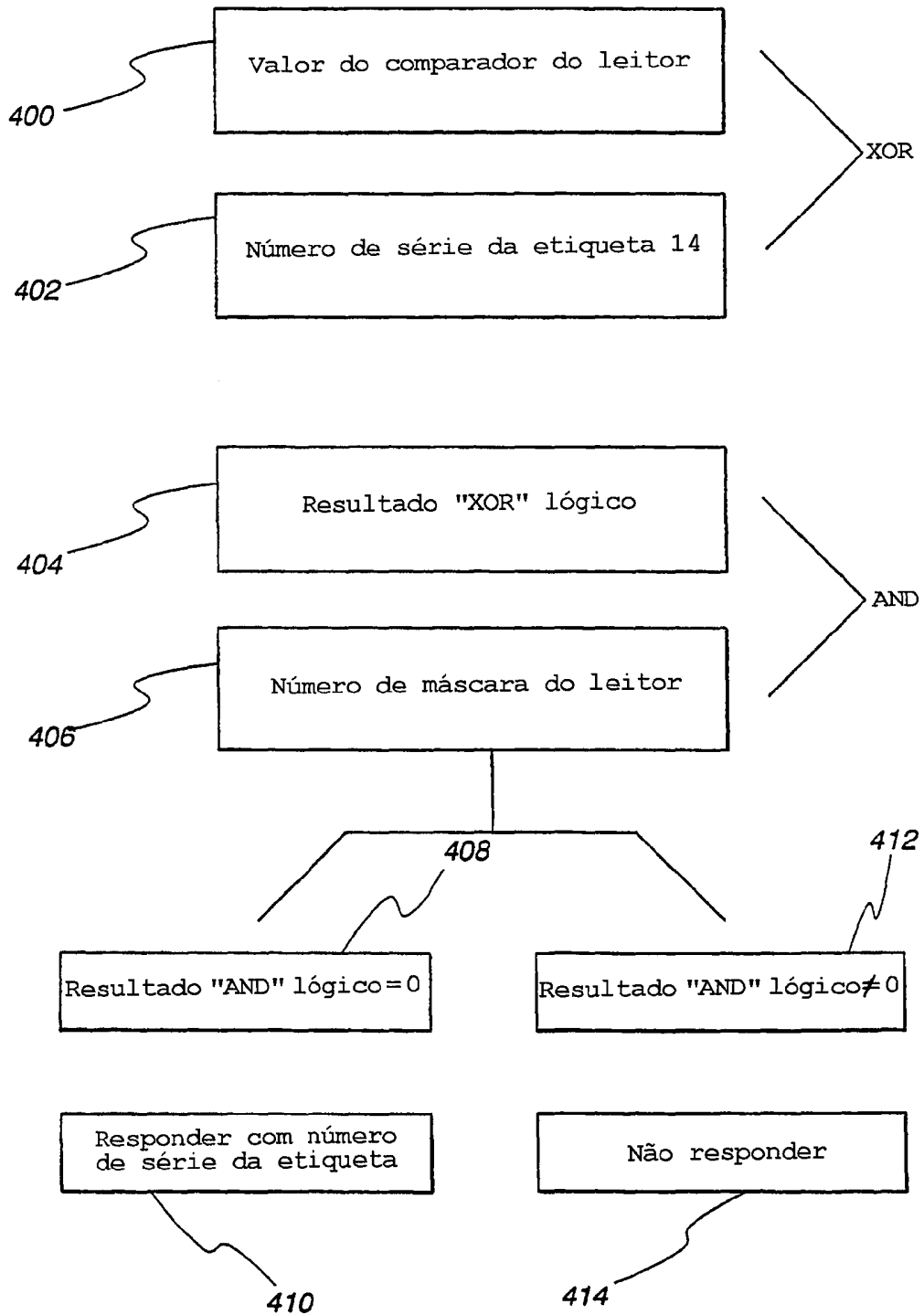


Fig. 21

Lógica da etiqueta para
processo de comando da SAR



Lógica do leitor para aquisição da etiqueta da SAR

Fig. 22

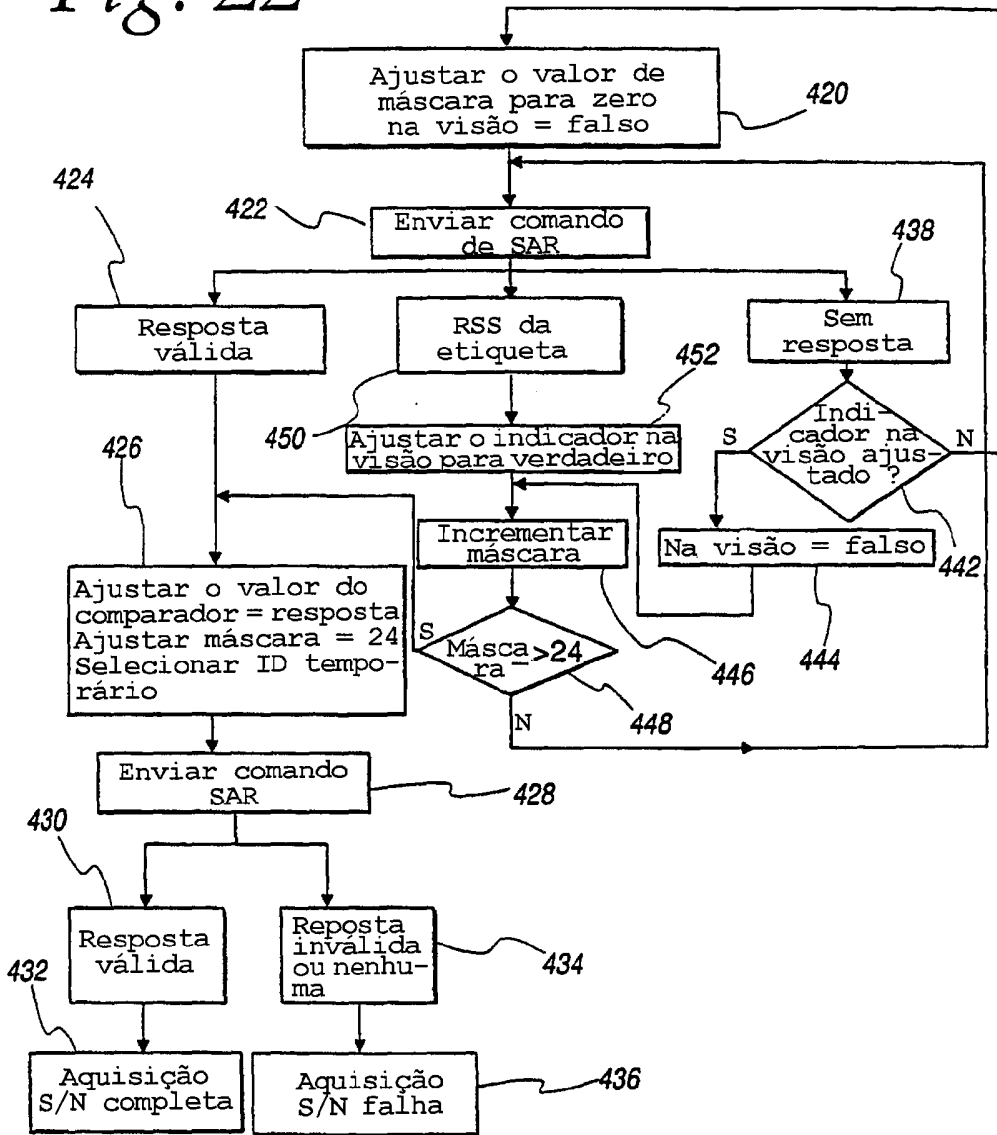


Fig. 23

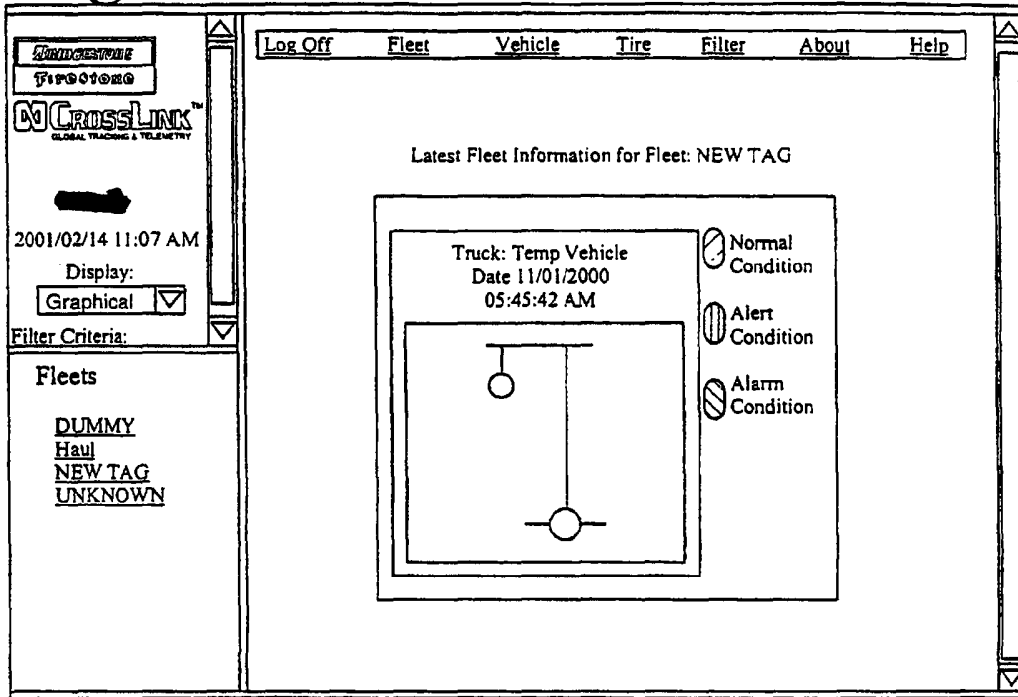


Fig. 24

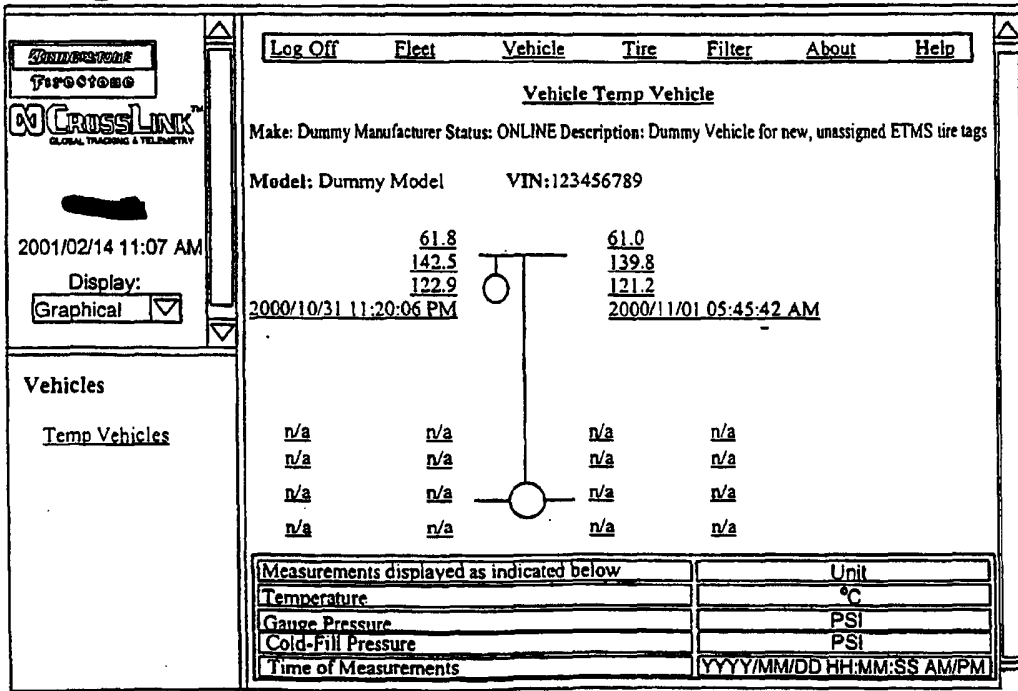


Fig. 25

Site Name: 2001/02/14 11:12 AM

Display: TABLE

Filter Criteria:

Tires: fffe00, fffe01, fffe04, fffe05, fffe06, fffe07, fffe09, fffe0a, fffe15, fffe17, fffe1a, fffe1b, TempTire1

Log Off Fleet Vehicle Tire Filter About Help

Tire TempTire2
 Vehicle: Temp Vehicle
 Manufacturer: Dummy Manufacturer Model: Dummy Model
 Tire Position: LF Target Fill: n/a

	Date	Tag SN	Temperature	Cold Fill	Gauge	Obs Type
1	10/31/2000 11:20:06 PM	16776728	61.875	122.948654	142.5333	1
2	10/31/2000 06:48:42 PM	16776728	53.28125	122.367874	137.88486	1
3	10/31/2000 03:35:11 PM	16776728	51.71875	122.4223	137.2208	1
4	10/31/2000 02:48:54 PM	16776728	50.9375	122.14975	136.55673	1
5	10/31/2000 11:06:00 AM	16776728	47.8125	121.651474	134.56454	1
6	10/29/2000 01:20:49 PM	16776728	53.28125	122.367874	137.88486	1
7	10/29/2000 11:44:50 AM	16776728	53.28125	122.367874	137.88486	1
8	10/29/2000 09:45:42 AM	16776728	57.96875	122.79523	140.5411	1
9	10/29/2000 08:56:58 AM	16776728	57.1875	122.528534	139.87704	1
10	10/29/2000 08:54:22 AM	16776728	57.1875	121.93959	139.21298	1
11	10/29/2000 06:54:29 AM	16776728	59.53125	122.74007	141.20517	1
12	10/29/2000 06:52:24 AM	16776728	59.53125	122.15529	140.5411	1
13	10/29/2000 05:29:21 AM	16776728	60.3125	122.420975	141.20517	1

Fig. 26

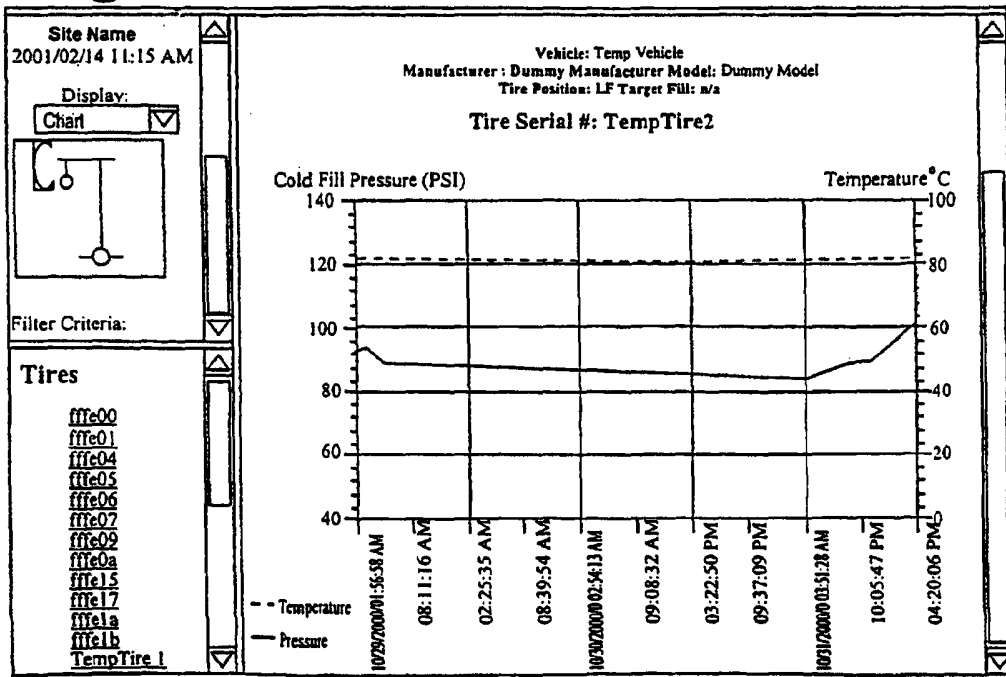


Fig. 27

About Help

Fleet Vehicle Tire Date

Name: Temp Vehicle
 ETMS Dummy Test Vehicle

Manufacturer: UNKNOWN
 Dummy Manufacturer

Model: Model UNKNOWN
 Dummy Model

Status: ONLINE
 OFFLINE

State: All
 Alarm

Cancel Apply

Fig. 28

About Help

Fleet Vehicle Tire Date

Name: fffe00-ffe00-16776704
 fffe01-ffe01-16776705
 (Brand Number-Tire Serial Number-Tag Serial Number)

Manufacturer: Dummy Manufacturer
 UNKNOWN

Model: All
 Dummy Model Number

Position: All
 UNKNOWN

Size: All
 DummyX40

Status: All
 ONLINE

State: All
 Alarm

Cancel Apply

Fig. 29

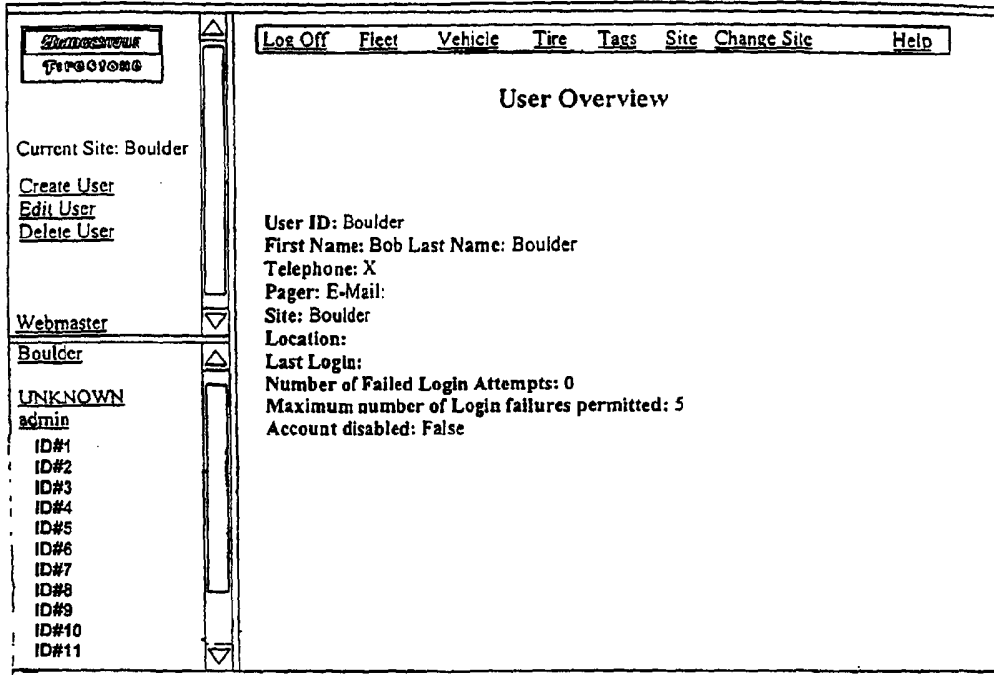


Fig. 30

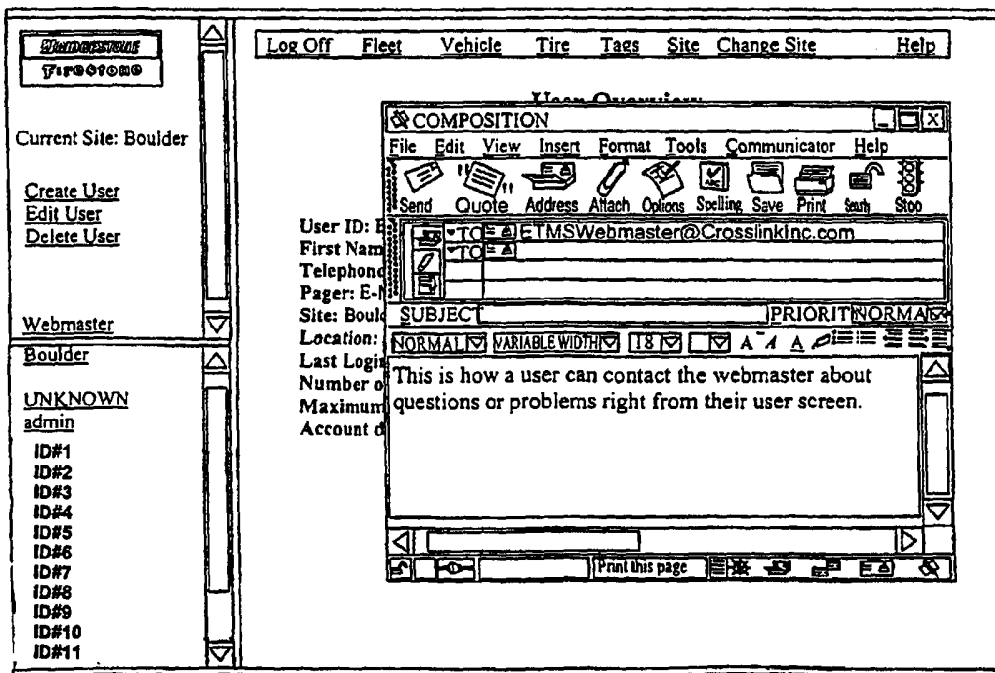


Fig. 31

The 'Edit Vehicle' interface features a left sidebar with a 'Firestone' logo, 'Current Site: Boulder', and 'Actions' (Save, Cancel). The main area is titled 'Edit Vehicle' and includes a 'Vehicle:' input field, a 'Mfg Name and Model' dropdown menu (currently showing 'UNKNOWN MODEL UNKNOWN'), and a section for tire management. This section has 'Available Tires' and 'Tires Assigned to Vehicle' columns, with a list of tire IDs (-S9N001045, -S9N000442, -S9N000443, -S9N000444, -S8L001345) and navigation arrows. Below this is a 'General Info:' section with fields for 'VIN:', 'Description:', 'Service Start DTS: -1', 'Curr Obs DTS: -1', and 'Inception DTS: -1'.

Fig. 32

The 'Edit Tire' interface has a top navigation bar with 'Log Off', 'Users', 'Fleet', 'Vehicles', 'Tires', 'Tags', 'Site', and 'Help'. The left sidebar is identical to Fig. 31. The main area is titled 'Edit Tire' and contains fields for 'Tire Serial Number:' (S9N001045), 'Tire Brand:', 'Tire Target Fill Pressure:', 'Tire Position:0' (RF), 'Hours On Vehicle:', and 'Hours Total:'. It also includes a 'Tire Mfg Name and Model' section with 'Available Tags' and 'Tags Assigned to Tire' (16775702) and navigation arrows. A 'General Info:' section is located at the bottom.

Fig. 33

The screenshot shows a web application window titled "Create a New Tag". At the top, there is a navigation menu with links: Log Off, Users, Fleet, Vehicles, Tires, Tags, Site, and Help. On the left side, there is a sidebar containing the Bridgestone logo, the text "Current Site: Boulder", and an "Actions" section with "Save" and "Cancel" buttons. The main content area contains the following form fields:

- Tag Serial Number: [input field]
- Tag Temperature Bias: [input field]
- Tag Temperature Scale: [input field]
- Tag Pressure Bias: [input field]
- Tag Pressure Scale: [input field]

Fig. 34

Resumo do protocolo

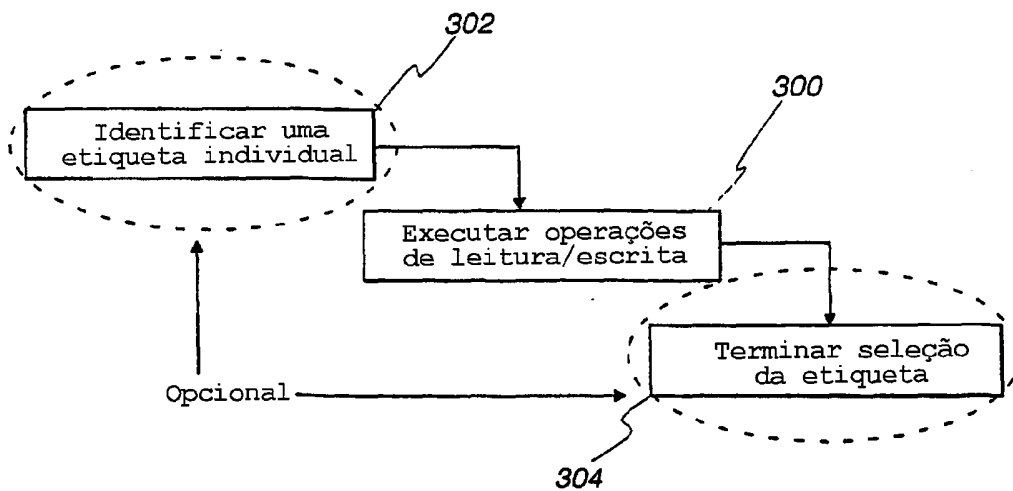


Fig. 35

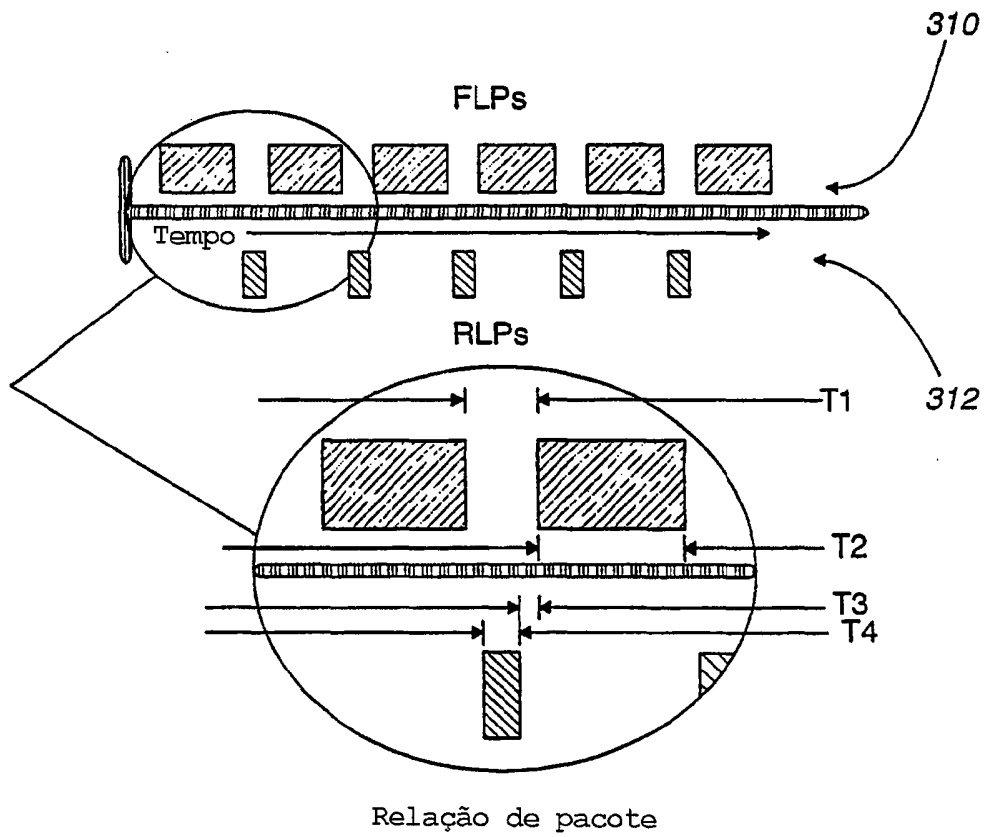
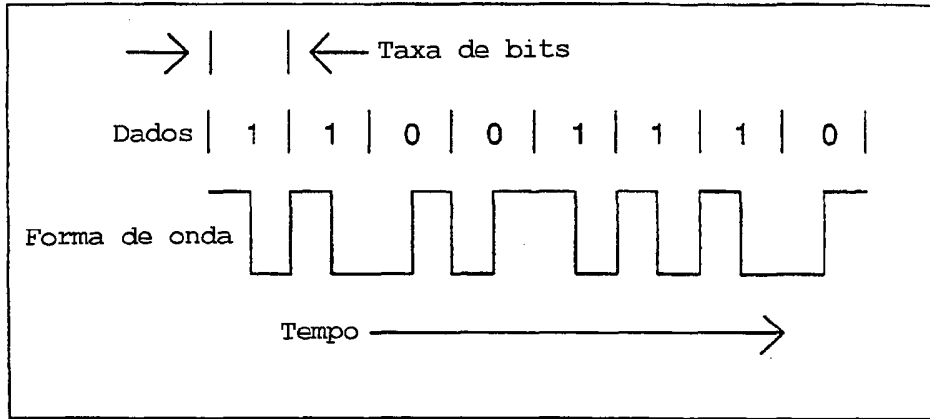


Fig. 36



Codificação em Manchester

Fig. 37B

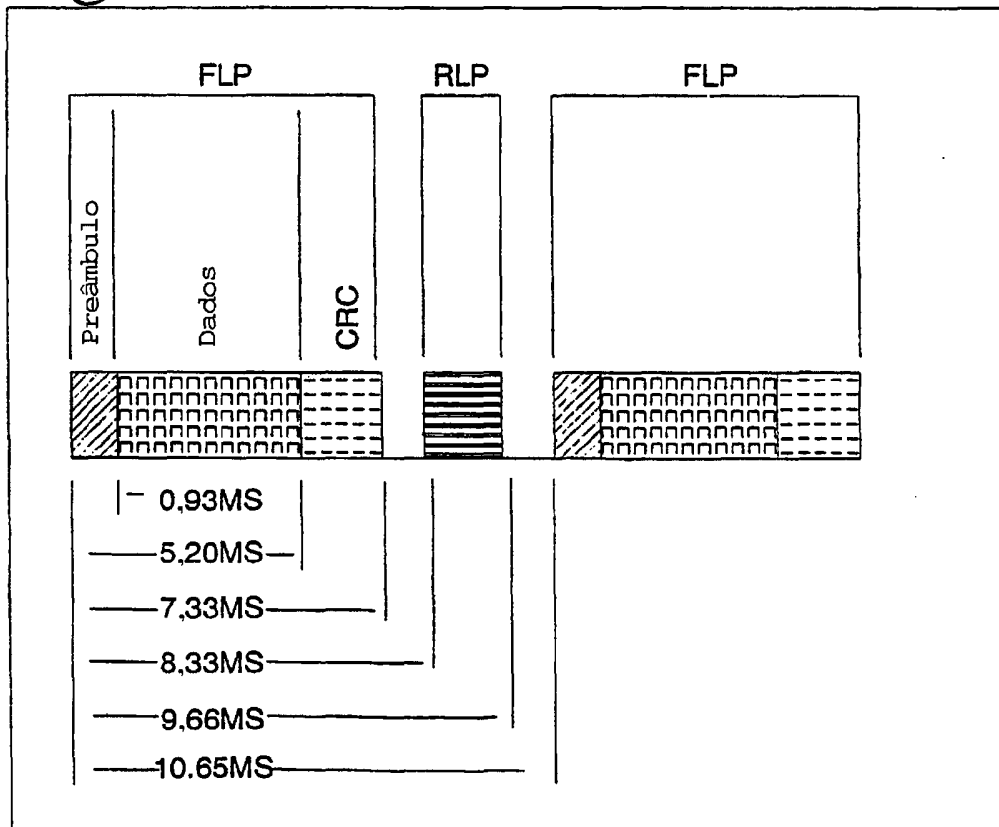


Diagrama de regulação com o preâmbulo & CRC

Fig. 37A

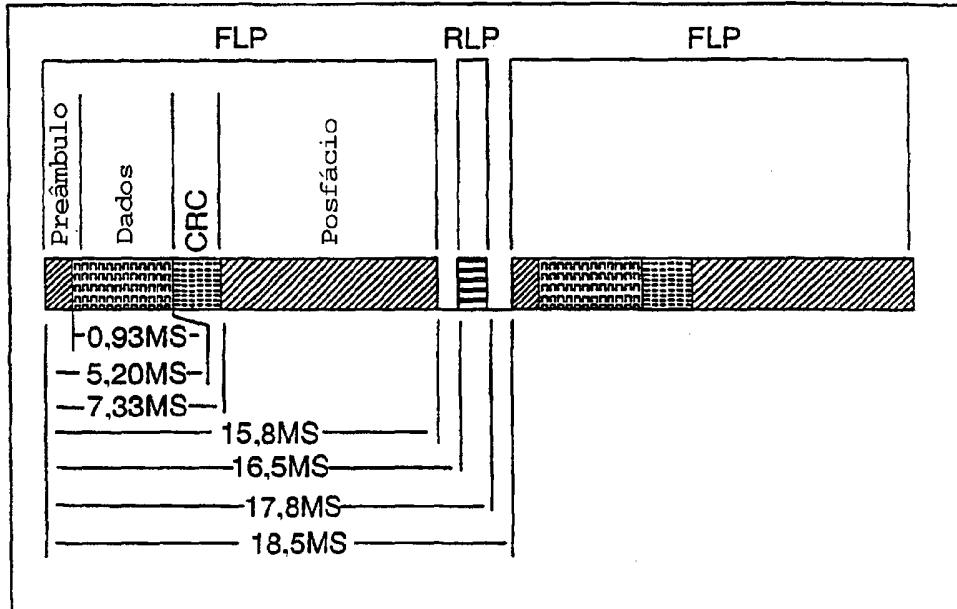
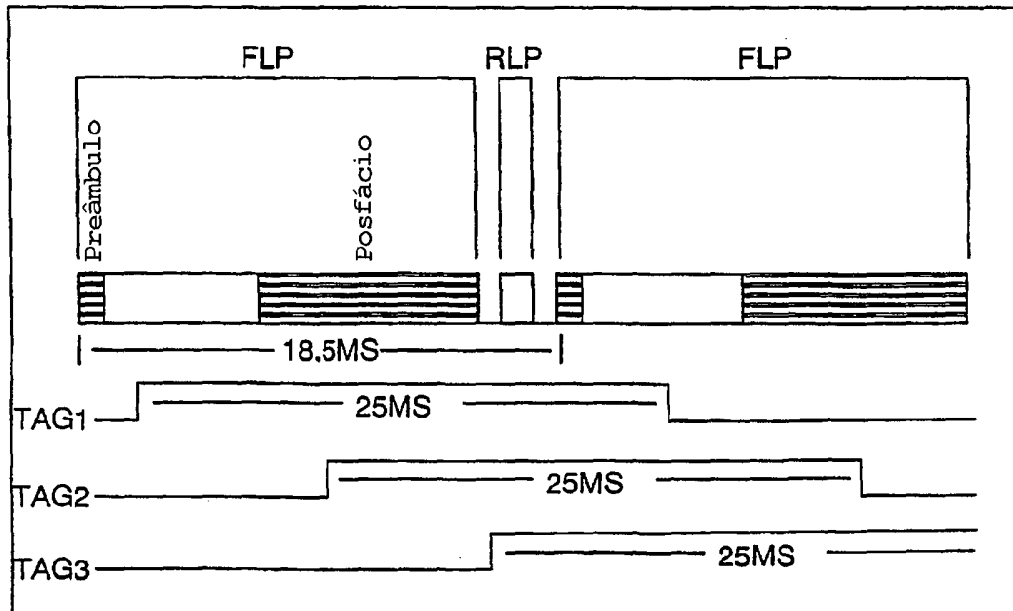


Diagrama de regulação com o preâmbulo, CRC, posfácio

Fig. 37C



Despertar do receptor da etiqueta

Fig. 38

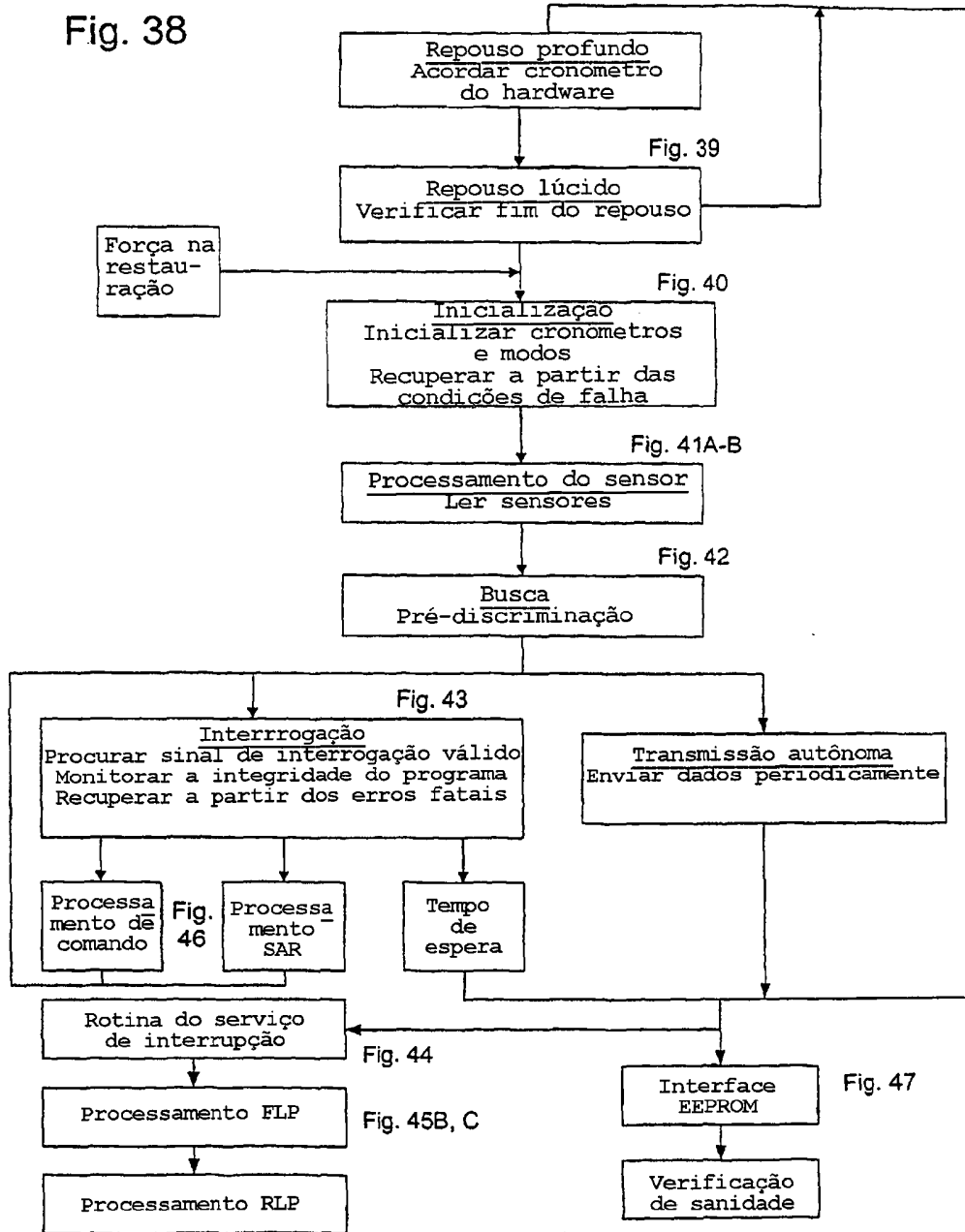


Fig. 39

REPOUSO LÚCIDO

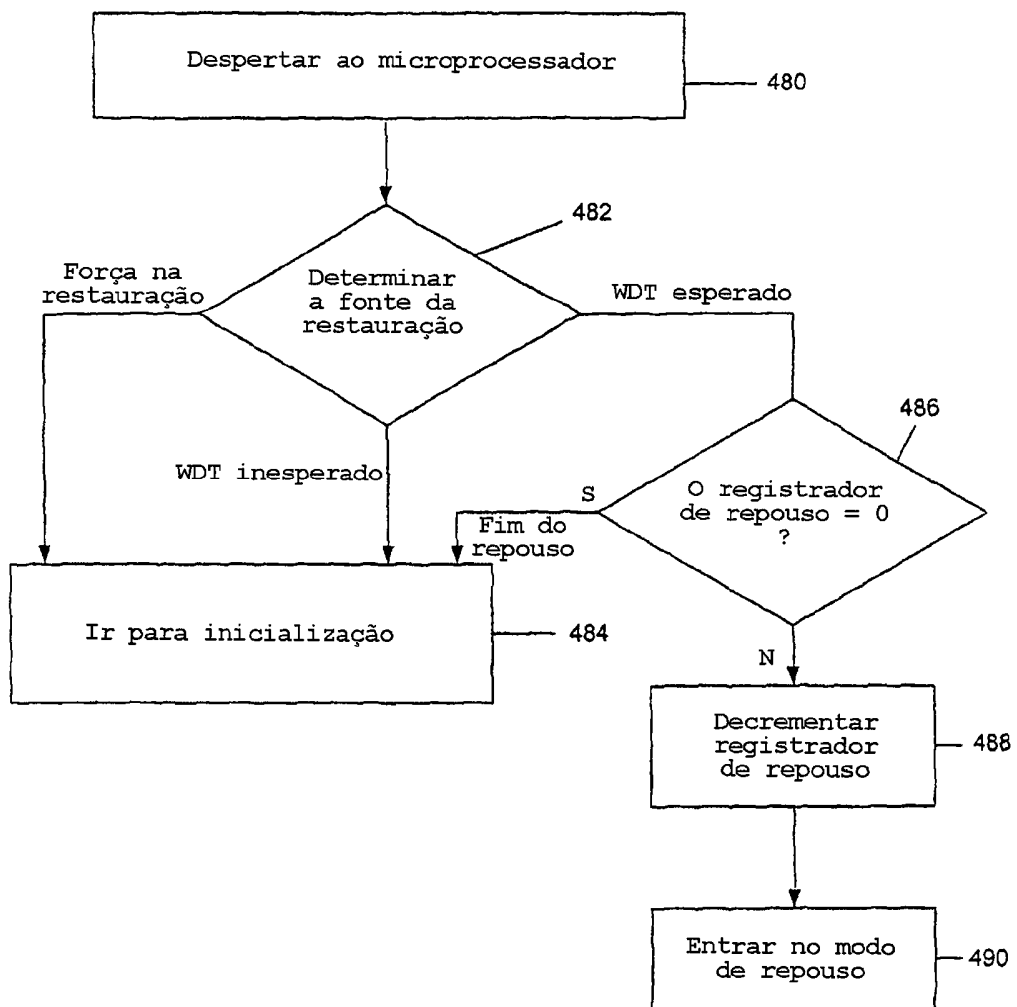


Fig. 40

INICIALIZAÇÃO

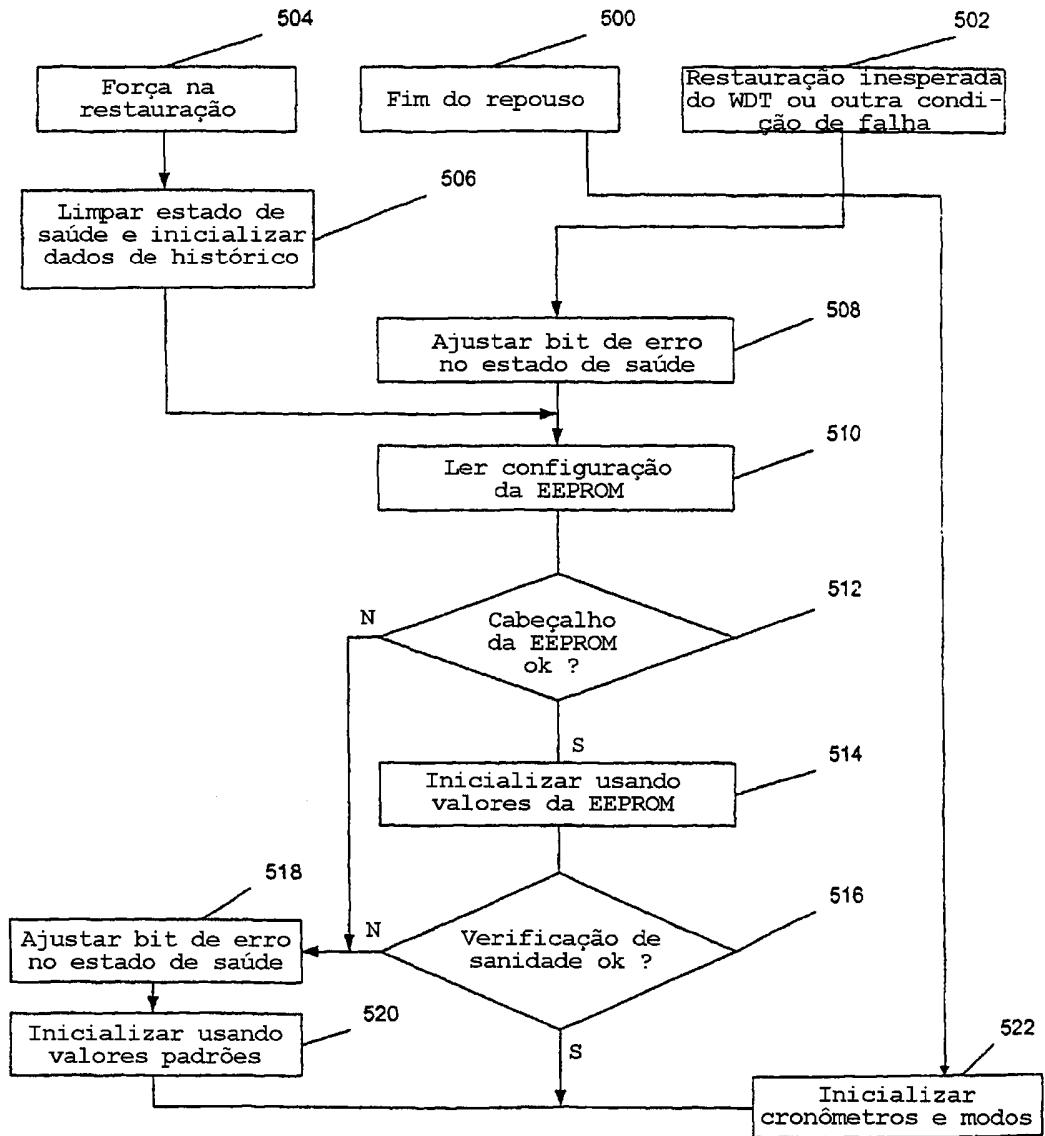


Fig. 41A

PROCESSAMENTO DO SENSOR

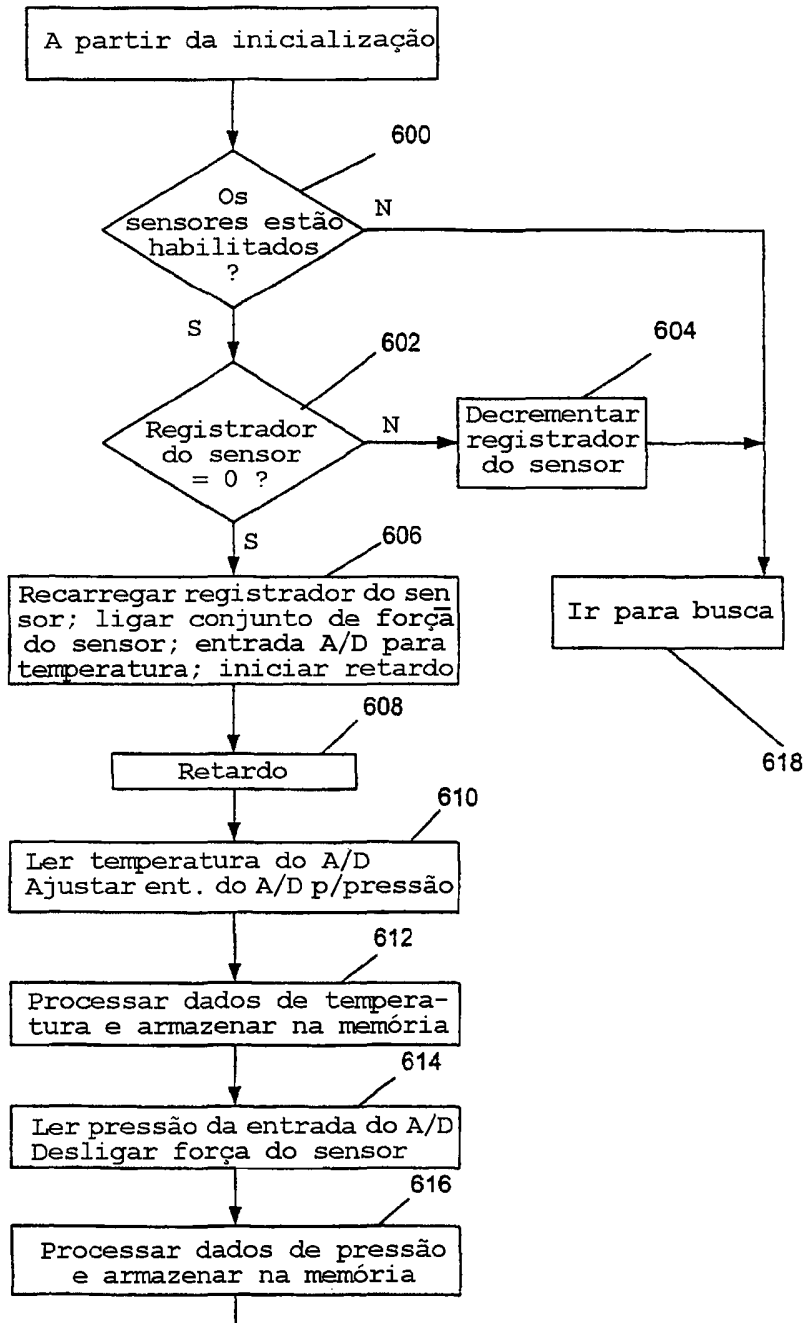


Fig. 41B

PROCESSAMENTO DO SENSOR

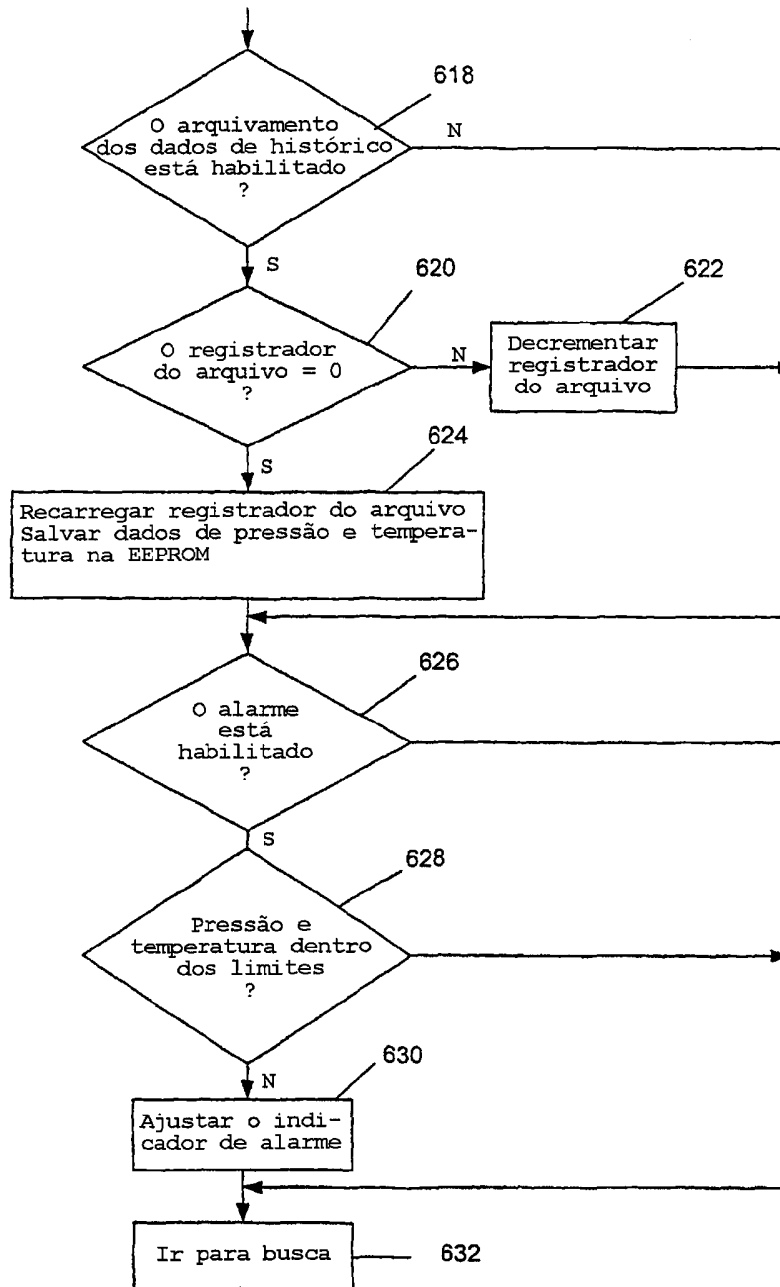


Fig. 42

BUSCA

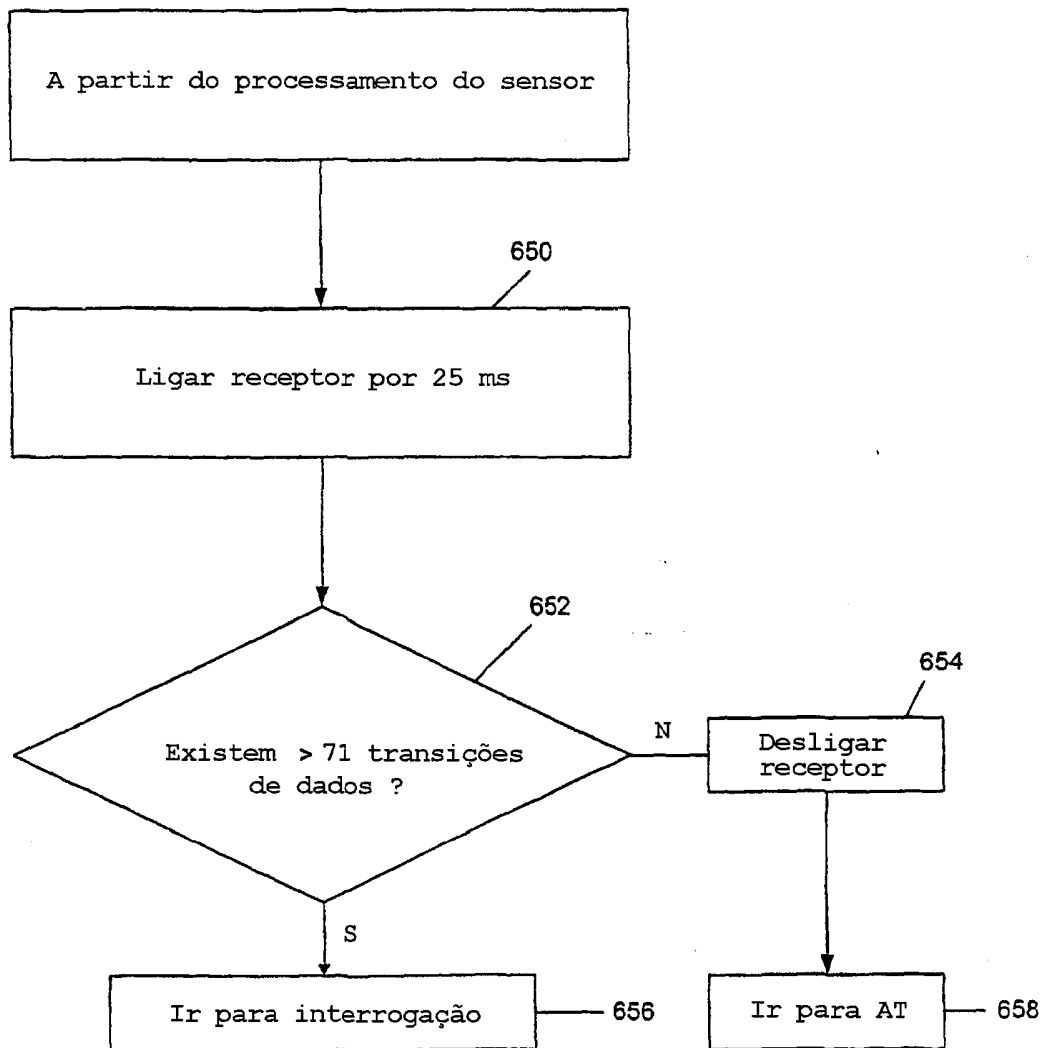


Fig. 43

INTERROGAÇÃO

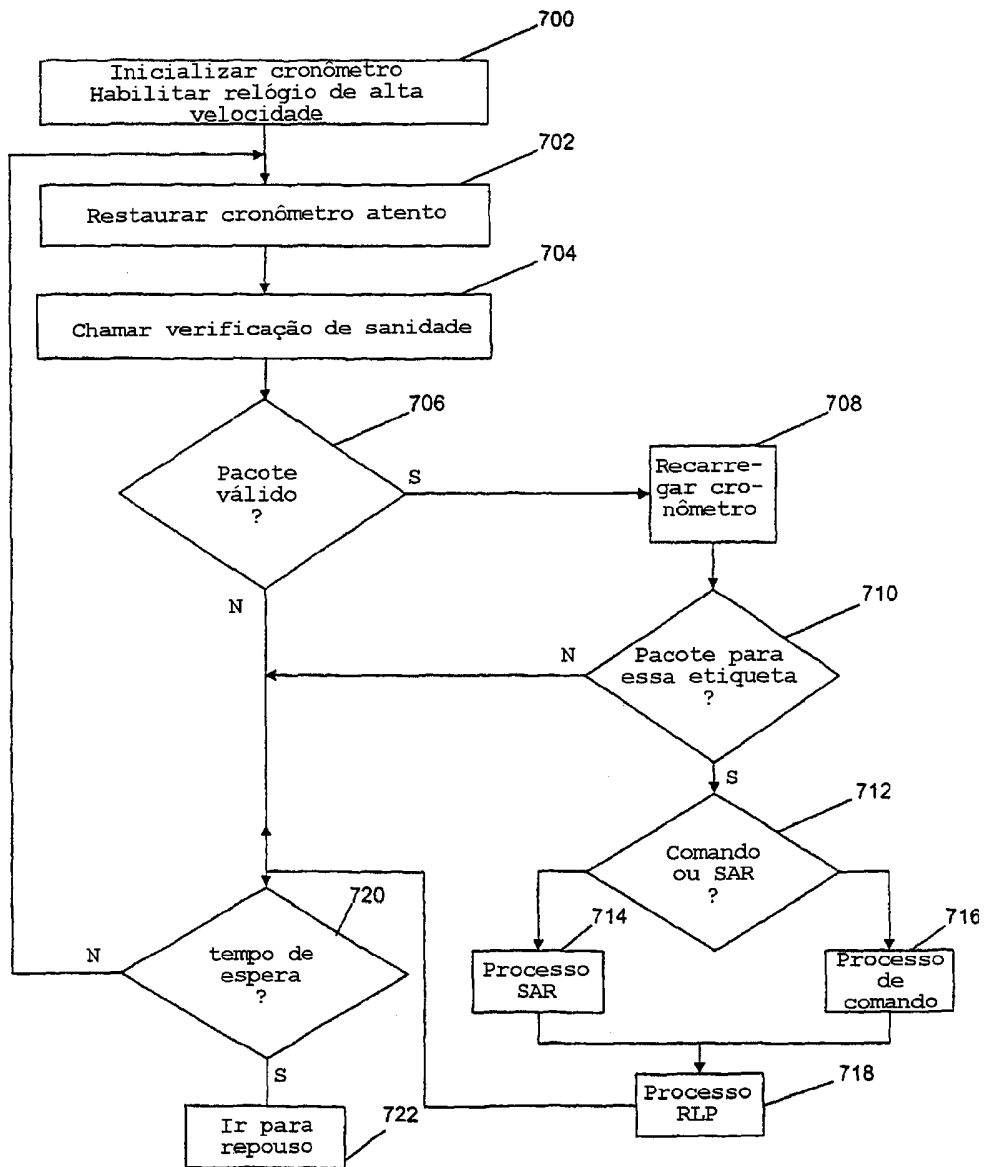


Fig. 44

SERVIÇO DE INTERRUPTÃO

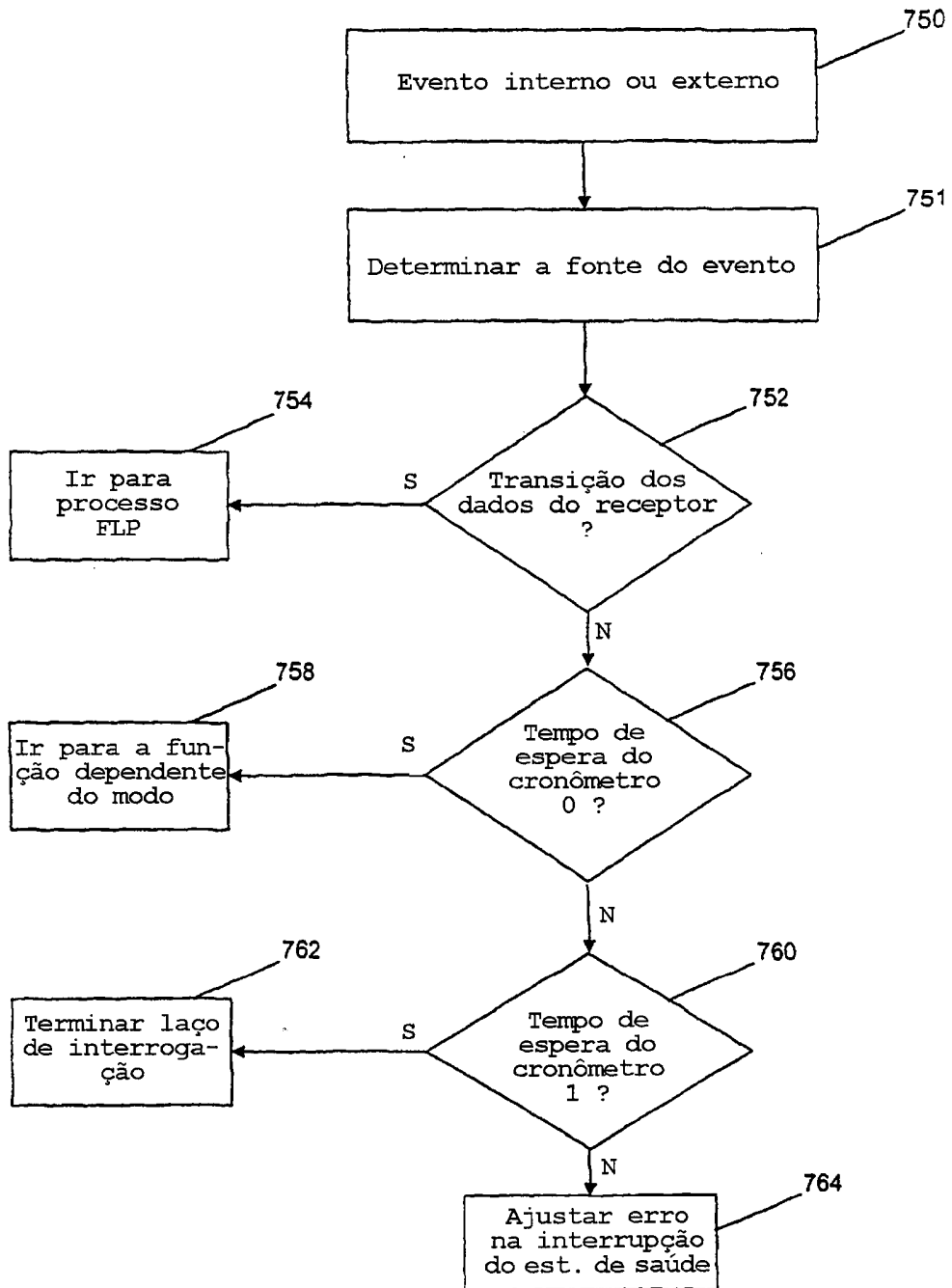


Fig. 45A

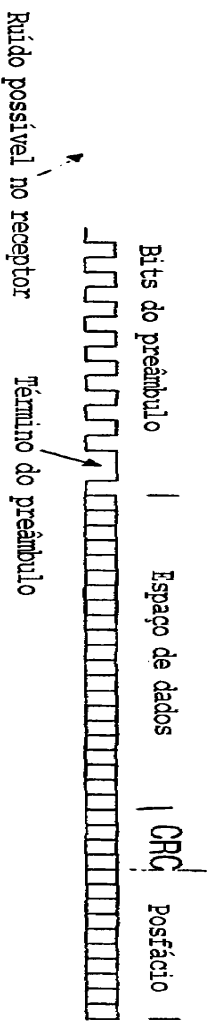


Fig. 45B

PROCESSAMENTO DO PACOTE
(PRÉ DISCRIMINAÇÃO)

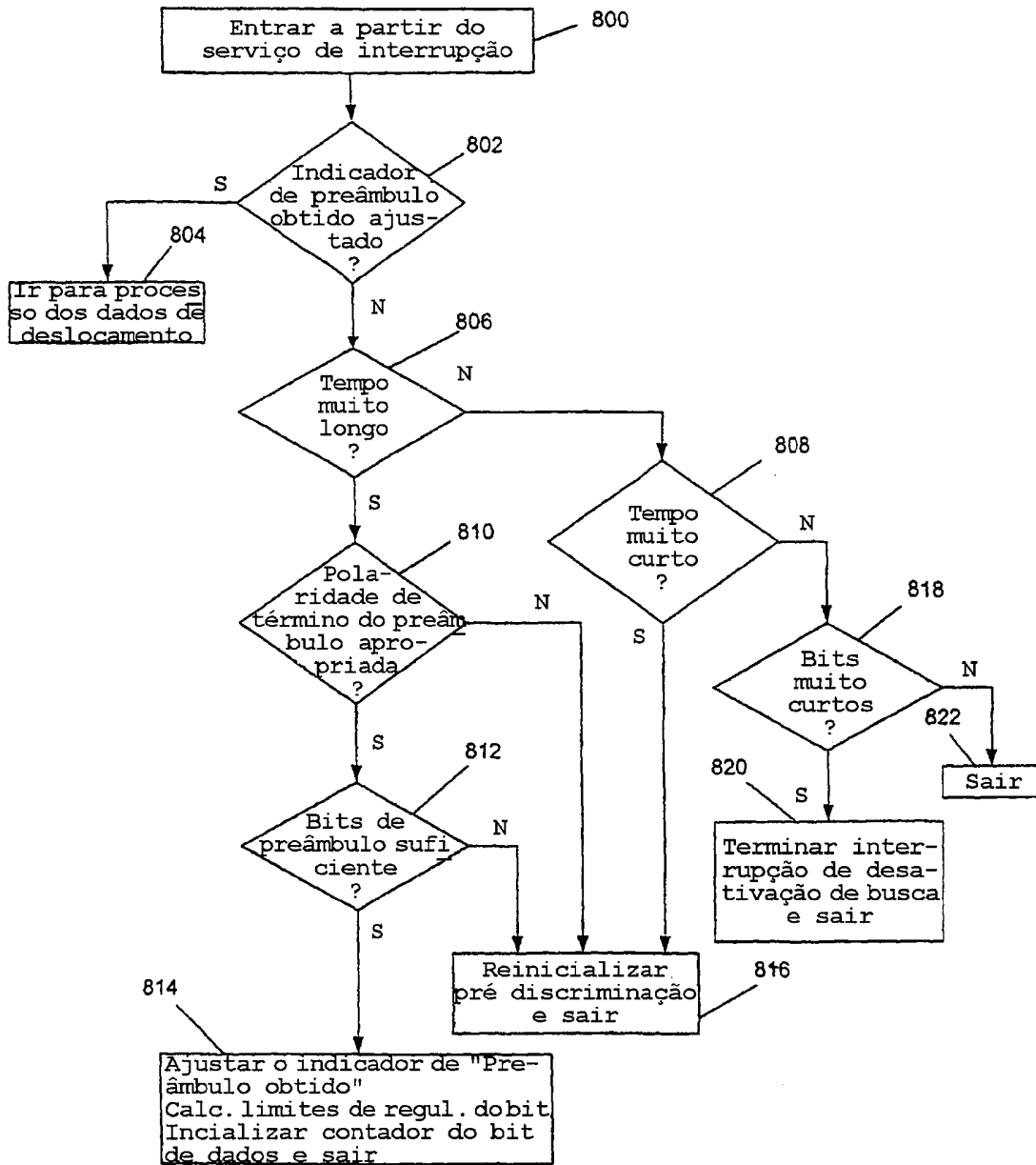


Fig. 45C

PROCESSAMENTO DO PACOTE (PROCESSO DOS DADOS DE DESLOCAMENTO)

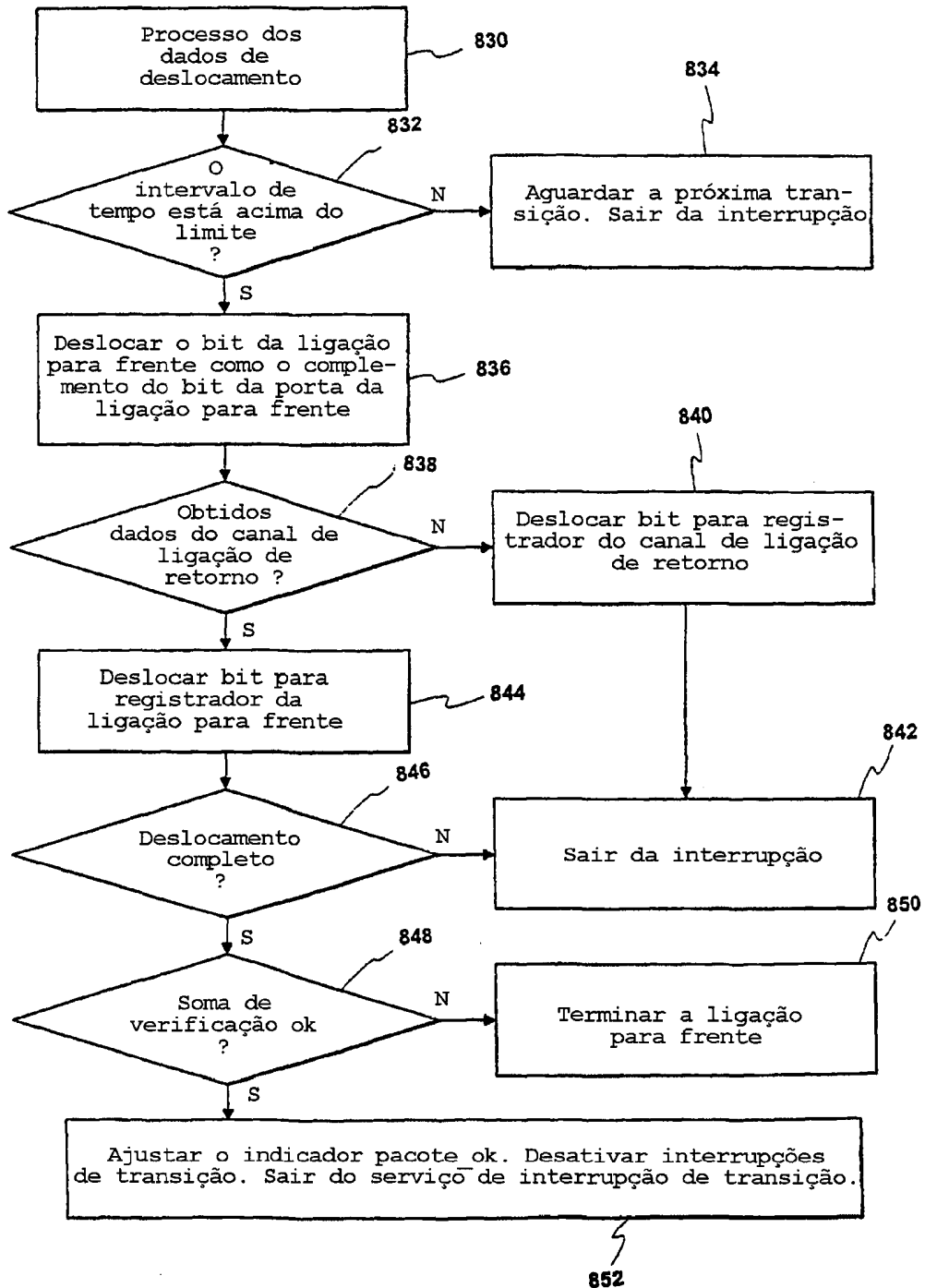


Fig. 46

ROTINA DE COMANDO

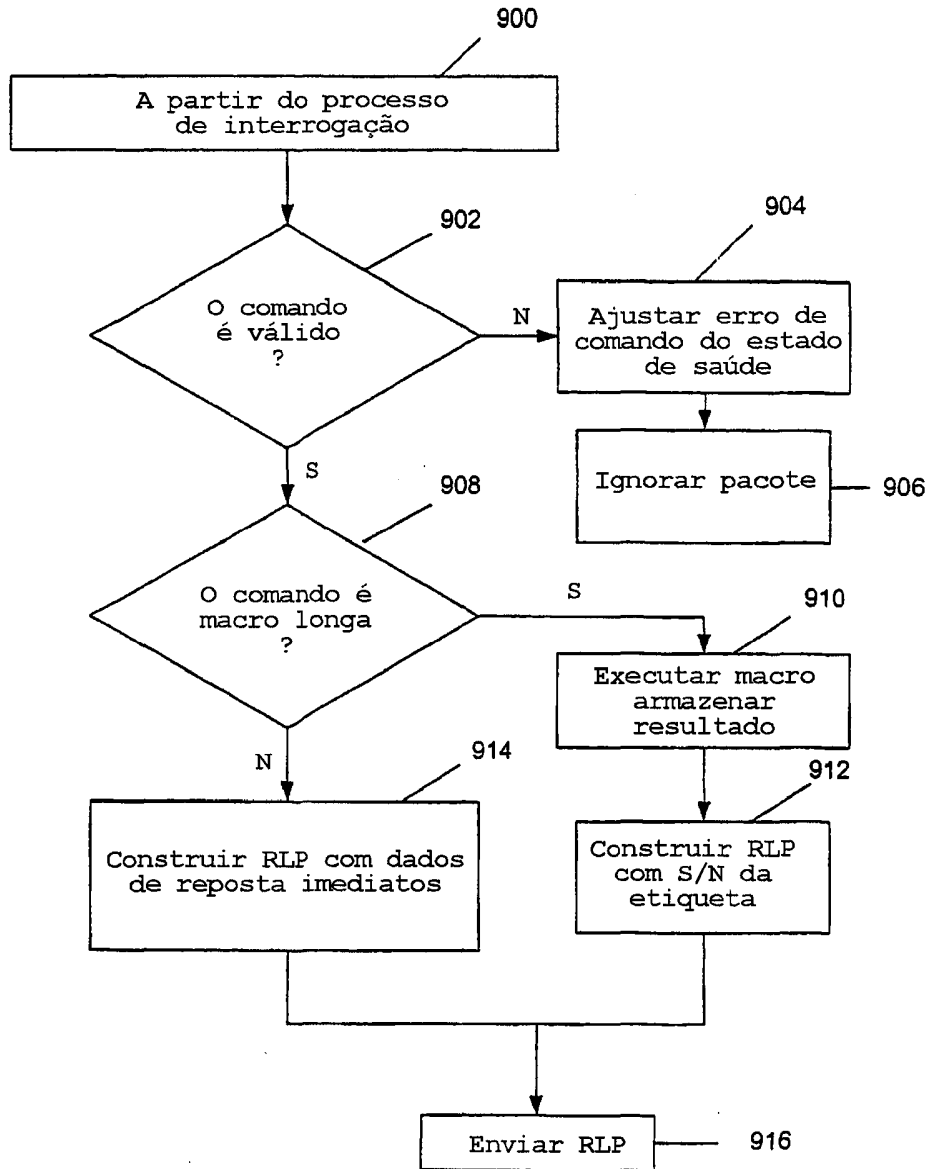
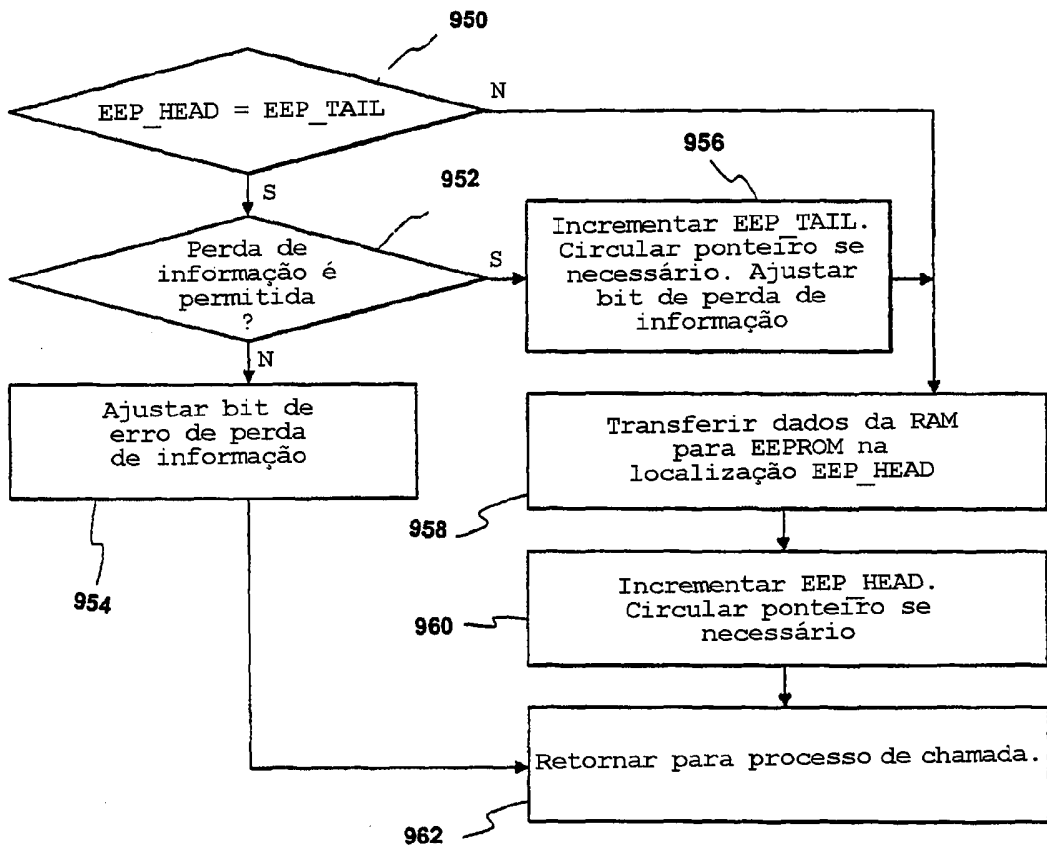


Fig. 47

INTERFACE DA EEPROM

RESUMO

Pedido de Invenção: **"SISTEMA PARA MEDIR PELO MENOS UM PARÂMETRO DE PNEUMÁTICO, MÉTODO PARA MONITORAR ELETRICAMENTE PARÂMETROS PNEUMÁTICOS E INTERROGADOR"**.

Um sistema de manutenção de pneumático eletrônico é proporcionado para medir um parâmetro de um dispositivo em uma primeira localização. O sistema inclui um sensor para medir o parâmetro do dispositivo e gerar um sinal de dados representando o parâmetro medido. O sistema também inclui um microprocessador acoplado no sensor para ativar o sensor em um primeiro intervalo periódico para medir o parâmetro do dispositivo. O microprocessador inclui uma memória para armazenar o sinal de dados gerado representando o parâmetro medido. Um transmissor e um receptor são acoplados no microprocessador. O microprocessador periodicamente acorda parcialmente para determinar, em um segundo intervalo periódico, se uma transmissão recebida é um sinal de interrogação válido e, se é, acorda totalmente e responde para o sinal de interrogação válido, via o transmissor, pelo menos transmitindo o último parâmetro medido armazenado. Em uma modalidade, o dispositivo é uma etiqueta de pneumático montada dentro de um pneumático que mede dados do pneumático e transmite esses dados para uma fonte remota em resposta a uma solicitação de interrogação, uma condição de alerta, ou automaticamente periodicamente.