



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

(21) PI 1102491-7 A2



* B R P I 1 1 0 2 4 9 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 20/05/2011
(43) Data da Publicação: 25/06/2013
(RPI 2216)

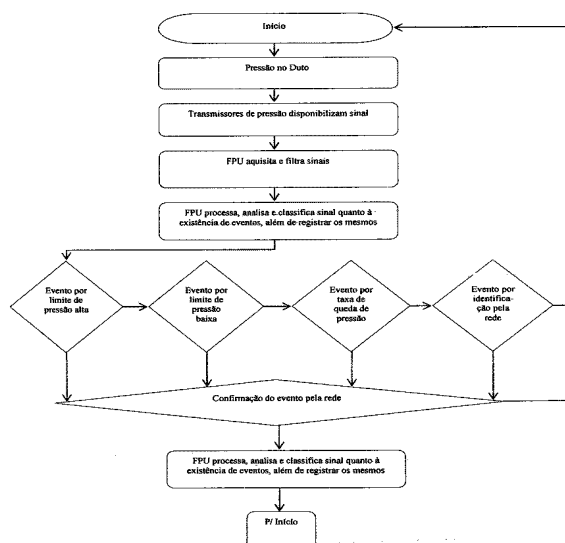
(51) Int.Cl.:
F17D 5/06

(54) Título: SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS

(73) Titular(es): ASEL-TECH TECNOLOGIA E AUTOMACAO LTDA

(72) Inventor(es): JULIO ROBERTO ALONSO

(57) Resumo: SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS O invento diz respeito a um sistema de monitoramento e detecção de quebra de linha de dutos que monitora continuamente o comportamento da linha de dutos e possibilitando a identificação imediata de qualquer problema ou falha permitindo o correto bloqueio da linha e evitando desastres, cujo sistema apresenta recursos baseados em algoritmos de inteligência artificial para evitar bloqueios indevidos e os consequentes problemas operacionais. O invento apresenta uma arquitetura independente e distribuída, que são compostas por sensores sônicos, Unidade de processamento de campo; Data logger; Unidade central de monitoramento; software; e, válvula de bloqueio, e no caso da arquitetura distribuída o invento também inclui antenas GPS.



SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS

Campo da invenção

O invento em questão diz respeito a um sistema de
5 monitoramento e detecção de quebra de linha de dutos que monitora
continuamente o comportamento da linha de dutos e possibilitando a
identificação imediata de qualquer problema ou falha permitindo o
correto bloqueio da linha e evitando desastres, cujo sistema
apresenta recursos baseados em algoritmos de inteligência artificial
10 para evitar bloqueios indevidos e os consequentes problemas
operacionais.

Fundamentos da invenção

A literatura de patente revela vários documentos que
apresentam soluções para bloqueio de linhas de dutos com rupturas
15 ou seccionados. No entanto, as soluções propostas apresentam
falhas reais e shutdowns indevidos. A exemplo disto podemos citar
os documentos GB1374797, RU2135887, JP53056714 e
GB1438237.

Neste sentido, o invento ora proposto eleva a detecção de
20 quebra de linha para um patamar mais alto, oferecendo recursos não
disponíveis nos equipamentos encontrados no mercado atual.

Abaixo são relacionadas às vantagens do invento levando em

consideração os produtos e documentos encontrados no estado da técnica:

- Os sistemas revelados apresentam algoritmos de decisão que são baseados em taxa de queda de pressão e limites estáticos, enquanto que o invento ora reivindicado apresenta algoritmos de decisão e análise completa do sinal com reconhecimento de padrões baseado em inteligência artificial (ANN) para inibição de shutdowns, ou seja, fechamentos de válvulas indevidos;
- A configuração de parâmetros do invento pode ser local ou remota;
- A avaliação de taxa de queda de pressão é combinada com capacidade de distinguir entre acréscimos repentinos de demanda e falhas reais (Redes Neurais – ANN);
- O Datalogger do invento apresenta log de eventos e sinais em alta resolução;
- A utilização de computadores de vazão e instrumentação auxiliar com integração opcional para complementação das ferramentas de decisão;
- Apresenta taxa de aquisição de 100Hz em quanto os encontrados no mercado apresentam somente 1Hz;
- Performance operacional compreende alta confiabilidade e baixíssima ocorrência de shutdowns indevidos, garantida por

sofisticadas e poderosas técnicas de processamento;

- Apresenta duplo sensoriamento para monitoramento de secção de dutos, permitindo que a monitoração das duas secções do duto (à montante e a jusante) mesmo com a válvula bloqueada;

5 - Apresenta redundância de sensores à montante e à jusante da válvula;

- Permite a Identificação de origem do evento/localização com uma característica adicional dependente a configuração do sistema;

- Permite integração ao SCADA da planta;

10 - O sistema ~~permite desabilitar alarmes a partir da sala de controle;~~

- ~~- Permite a operação da válvula de bloqueio de forma local ou remota;~~

15 - O invento apresenta uma saída gráfica para o operador enquanto que os sistemas atuais trabalham sozinhos e às cegas, cujo gráfico permite ao operador observar o que acontece no duto a partir de gráficos dos sinais aquisitados;

- Os sistemas convencionais não disponibilizam a opção de se interligarem, enquanto que o invento permite interligar vários em rede

20 tornando as informações mais confiáveis e melhorando a diferenciação de eventos com operação normal;

- O sistema apresenta baixo consumo de energia possibilitando

o uso de painel solar para alimentação de energia.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A figura 1 ilustra o fluxograma de funcionamento do sistema de monitoramento e detecção de quebra de linha de dutos.

5 A figura 2 ilustra um layout de instalação do sistema.

A figura 3 ilustra a arquitetura independente do invento.

A figura 4 ilustra a arquitetura distribuída do invento.

A figura 5 ilustra o Sensor sônico.

A figura 6 ilustra o Invólucro a prova de explosão.

10 A figura 7 ilustra a Rede Neural artificial de 3 camadas.

A figura 8 ilustra o Modelo de unidade de processamento da Rede Neural Artificial.

A figura 9 ilustra o Sinal de Ruído x Sinal de Evento.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

15

O invento detecta e identifica eventos em segundos, evitando ações incorretas que podem criar situações indesejáveis como bloqueio de linha baseado em informações pobres ou parciais.

A tecnologia do invento combina a Inteligência artificial (Redes
20 Neurais) com a metodologia de detecção acústica, resultando em um sistema de proteção e detecção de quebra de linha, único.

O invento é composto por sensores sônicos, Unidade de processamento de campo; Data logger; Unidade central de

monitoramento; software e válvula de bloqueio. No caso da arquitetura distribuída o invento também inclui antenas GPS para sincronização dos relógios internos.

a) Teoria de operação

5 O invento permite a identificação rápida e precisa de mudanças de pressão repentinas no duto o que pode ser usado para identificar os eventos, tais como vazamentos, alterações no consumo e etc.

O invento é baseado na detecção do transitório de pressão criado quando uma mudança repentina na pressão ocorre. Os
10 transientes de pressão propagam como ondas subsônicas pelo duto, em ambos os sentidos. As paredes do duto funcionam como um guia para as ondas de pressão, o que lhes permitem viajar longas distâncias até alcançar os sensores acústicos instalados na linha.

O invento analisa os componentes da parte baixa do espectro
15 de frequências. Tais ondas subsônicas podem se propagar por vários quilômetros no fluido, à velocidade do som, antes de perder a sua energia.

A velocidade de propagação depende das características do fluido, como densidade, viscosidade e etc.

20 Quando a onda sonora atinge os sensores acústicos, as informações são transmitidas para a eletrônica do invento, que é responsável pelo processamento e identificação em tempo real dos

eventos. A FPU emprega várias técnicas para processamento de sinais e reconhecimento, incluindo a Rede Neural Artificial.

Se uma condição de quebra de linha é identificada, o comando de fechar a válvula é enviado através de uma saída digital dedicada.

- 5 O sistema possui entradas digitais utilizadas para monitorar o status (aberta/fechada) da válvula o que possibilita também seu registro.

b) Arquitetura do sistema

Existem duas principais arquiteturas disponíveis para o invento, a arquitetura independente e a arquitetura distribuída.

10 Na arquitetura independente, conforme figura 3, todas as decisões são tomadas localmente e em caso de um verdadeiro evento de quebra de linha, uma saída digital é ativada fechando a válvula de bloqueio automaticamente.

Na arquitetura distribuída, conforme figura 4, todas as funcionalidades da arquitetura independente são mantidas e os recursos para comunicação de dados em tempo real para a Estação Central de Monitoramento são adicionados. Os dados dos pontos monitorados ficam então disponíveis na sala de controle o que permite identificar a origem do evento. Com o recurso da comunicação a opção de bloqueio de pontos adicionais também se
20 faz disponível.

c) Componentes do invento

Os sensores sônicos são responsáveis pela aquisição dos sinais que propagam pelo fluido no interior do duto. O sinal de saída, um loop 4-20 mA de corrente, é conectado a uma entrada analógica da FPU e sua alimentação é fornecida pela própria FPU. Na figura 5
5 pode se observar o sensor sônico sem o seu invólucro.

Sempre que possível, pares de sensores são utilizados, observando-se a distância mínima de 60 metros entre eles. A instalação de sensores redundantes facilita a identificação e a
10 filtragem de possíveis interferências. Além disso, propicia a sua utilização como filtro de fase, identificando a origem dos eventos.

Os sensores são montados em invólucros que proporcionam proteção mecânica adequada como visto na figura 6. A conexão com o processo é feita através de flanges de 2".

15 Field Processing Unit – FPU

A FPU (Field Processing Unit) é responsável pela aquisição e o processamento dos sinais provenientes dos sensores. Os sinais dos sensores são monitorados de forma contínua pela FPU que executa processamentos complexos para identificar os sinais característicos
20 da quebra de linha e descartar todas as outras interferências operacionais.

A conexão entre os sensores acústicos e as unidades remotas,

feita através de um loop 4 a 20mA. Por seu baixo consumo, a FPU 420 pode ser alimentada por painéis solares.

Na arquitetura distribuída são utilizadas antenas GPS para sincronização dos clocks de todas as unidades. Esta sincronia não é
5 dependente do sistema de comunicação utilizado.

A FPU possui ainda uma porta de diagnóstico que é utilizada para testes, calibração, manutenção e etc. No painel frontal existem LEDs que informam sobre status internos como operação da CPU e comunicação além do display LCD e botões que possibilitam a
10 visualização de variações de processo, calibração manutenção e etc.

Internamente à FPU, o sinal de corrente é convertido em tensão e filtrado para remoção de ruídos e frequências fora da banda desejada.

A FPU 420 possui entradas analógicas para os sinais de
15 sensores o que é uma entrada para a rede neural artificial, o que ajuda a detectar e identificar os eventos de pressão.

Na Arquitetura distribuída as informações dos eventos são enviadas para a estação central de monitoramento via rede de comunicação.

20 Um dos principais algoritmos utilizados no processamento dos sinais é o de rede neural. Este algoritmo se baseia na operação de redes neurais biológicas, em outras palavras, uma emulação de um

sistema neural biológico.

A idéia original provém da estrutura cerebral, ou mais especificamente, os neurônios do cérebro.

Uma rede neural artificial é um método de resolução de problemas
5 similar ao comportamento do cérebro humano de aprendizado.
Técnicas computacionais inspiradas em redes neurais de organismos inteligentes são capazes de gerar conhecimento através de experiências.

Cada neurônio ou unidade de processamento é capaz de
10 enviar e receber informação e está conectado a todos os outros neurônios. Eles ainda podem conter uma memória local. Essa estrutura trabalha similarmente ao neurônio do cérebro onde todas as entradas são somadas e se obtém uma resposta dependendo do resultado desta soma.

15 A rede neural pode ser constituída de uma ou mais camadas. Na figura 7 pode-se observar um exemplo de uma rede com três camadas.

A camada inferior é a chamada camada de entrada por onde a informação é inserida na rede. A intermediária é chamada de
20 camada escondida, onde as informações são processadas por meios de cálculos e encaminhadas para a camada superior chamada camada de saída que tem como principal função externar os

resultados obtidos.

A capacidade de aprendizagem aumenta com o número de camadas.

A figura 8 mostra um exemplo de uma unidade de processamento de uma rede neural artificial.

As entradas correspondem a um vetor n dimensional $\mathbf{x} = [x_1; x_2; \dots; x_n]$. Para cada entrada x_i , será atribuído um peso w_i que simula os transmissores neurais encontrados nas conexões sinápticas.

10 A soma ponderada das entradas x_i considerando seus respectivos pesos w_i é chamada saída linear u . Esta saída deve ser inserida em uma função de ativação f que fornece a resposta do neurônio $y = f(u)$. Podem existir vários tipos de funções de ativação, e na maioria das vezes são funções não lineares.

15 O par $x_i w_i$ se relaciona por meio da função Φ (comumente, mas não necessariamente soma ou produto) para resultar na ativação do neurônio. Existe também um valor de threshold, também conhecido como bias que é geralmente utilizado para representar polarização. A saída é nula para valores abaixo deste threshold. O
20 threshold e os pesos são determinados na etapa de treinamento.

Os sinais acústicos gerados por eventos operacionais são diferenciados dos sinais de ruído para evitar a geração de shutdowns

indevidos.

Os sinais capturados pelos sensores acústicos passam por vários filtros analógicos e digitais e então a rede neural assegura uma distinção precisa.

- 5 No gráfico da figura 9 pode se observar o sinal de um evento real (representado em amarelo) para fins de comparações. Como se pode ver o sinal fica totalmente inserido no meio de outros sinais (ruídos espúrios, ruídos de linha e etc); no entanto o processador é capaz de detectar este evento depois das filtragens.

10 **Data logger integrado**

- Uma ferramenta bastante importante para o ajuste do invento é o datalogger integrado, que permite a gravação de sinais em tempo real. Além disso, esta ferramenta tem capacidade para gravar por longos períodos com as altas taxas de aquisição e grande resolução
- 15 temporal. Com isso é possível registrar em detalhes o comportamento operacional do duto e treinar as redes neurais com dados reais do duto.

Unidade central de monitoramento

- A unidade central de monitoramento é baseada num
- 20 computador tipo PC, e é responsável por gerenciar a comunicação dos dados entre todas as FPU's e a Interface Homem Máquina (IHM). Um software dedicado perfaz tanto as funções de gerenciamento das

comunicações como a de IHM, apresentando as informações ao usuário, de forma amigável.

O driver contido no software, além de responsável pela interface com as FPU's, pode ser considerado como uma unidade de rede, permitindo que as informações estejam disponíveis para outros aplicativos como um servidor OPC.

Como opção é possível monitorar a rede de forma redundante, com dois drivers operando de forma simultânea.

Para comunicação entre o driver e os processadores locais (FPU) é utilizado o protocolo Mod-bus RTU, podendo o link de dados ser serial ou Ethernet.

Software do sistema

O software do sistema de detecção é apresentado através do fluxograma representado pela figura 1, onde:

- 15 - A Pressão existente no duto é captada pelos sensores e transmitida pelos Transmissores de pressão através de sinais para a unidade de processamento de campo FPU, que adquire e filtra os sinais e em seguida processa, analisa e classifica quanto à existência de eventos, além de registrar os mesmos. O evento pode
20 ser por limite de pressão alta, por limite de pressão baixa, por taxa de queda de pressão ou por identificação pela rede.

O evento ou eventos são confirmados pela rede neural e a FPU comanda o fechamento automático da válvula de bloqueio.

d) Tempo de detecção

O tempo necessário para a detecção de um evento e a
5 consequente ação do invento depende de alguns fatores e condições. A maior influencia é dada pela propagação de frente de onda como descrito abaixo:

Tempo de propagação de frente de onda: é o tempo necessário para que o sinal acústico se propague da origem do
10 evento (ponto de ruptura) até o sensor. Este tempo é dependente da distância entre a origem do evento e a posição do sensor, além da velocidade de propagação do som no fluido transportado. Quanto mais longe estiver o sensor da origem do evento mais tempo levará a propagação. A velocidade de propagação da frente de onda depende
15 de propriedades do fluido, condições de pressão e temperatura, etc.

REIVINDICAÇÕES

1 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, caracterizado por combinar a Inteligência artificial (Redes Neurais) com a metodologia de detecção acústica, apresentando arquitetura independente e distribuída, que são compostas por sensores sônicos, Unidade de processamento de campo; Data logger; Unidade central de monitoramento; software; e, válvula de bloqueio, e no caso da arquitetura distribuída o invento também inclui antenas GPS, possuindo entradas digitais utilizadas para monitorar o status (aberta/fechada) da válvula o que possibilita também seu registro, cujo sistema capta a pressão existente no duto através dos sensores e transmite pelos Transmissores de pressão através de sinais para a Unidade de Processamento de Campo - FPU, que aquisita e filtra os sinais e em seguida processa, analisa e classifica quanto à existência de eventos, além de registrar os mesmos, sendo que o evento pode ser por limite de pressão alta, por limite de pressão baixa, por taxa de queda de pressão ou por identificação pela rede, este evento ou eventos são confirmados pela rede neural e a FPU comanda o fechamento automático da válvula de bloqueio.

2 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelas decisões serem tomadas localmente e em caso de um verdadeiro evento de quebra de linha, uma saída digital é ativada fechando a válvula de bloqueio automaticamente, para a arquitetura independente.

5 **3 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela arquitetura distribuída apresentar todas as funcionalidades da arquitetura independente e os recursos para comunicação de dados em tempo real para a Estação Central de Monitoramento serem adicionados, sendo que os dados dos pontos monitorados ficam disponíveis na sala de controle o que permite identificar a origem do evento; com o recurso da comunicação a opção de bloqueio de pontos adicionais também se faz disponível.

15 **4 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo sinal de saída, um loop 4-20 mA de corrente, ser conectado à uma entrada analógica da FPU e sua alimentação é fornecida pela própria FPU.

20 **5 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelos pares de sensores serem utilizados, observando-se a distância mínima de 60 metros entre eles.

6 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelos sensores serem montados em invólucros que proporcionam proteção mecânica adequada.

5 **7 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelos sinais dos sensores serem monitorados de forma contínua pela FPU que executa processamentos complexos para identificar os sinais característicos da quebra de linha e descartar
10 todas as outras interferências operacionais.

8 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela conexão entre os sensores acústicos e as unidades remotas, serem feitas através de um loop 4 a 20mA.

15 **9 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela FPU poder ser alimentada por painéis solares.

10 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1,
20 caracterizado antenas GPS sincronizar os clocks de todas as unidades.

11 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela FPU possuir ainda uma porta de diagnóstico que é utilizada para testes, calibração e manutenção.

5 **12 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela FPU possuir painel frontal com LEDs, display LCD e botões que possibilitam a visualização de variações de processo, calibração e manutenção.

10 **13 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo sinal de corrente é convertido em tensão e filtrado para remoção de ruídos e frequências fora da banda desejada.

14 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela FPU possuir entradas analógicas para os sinais de sensores o que é uma entrada para a rede neural artificial.

15 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela arquitetura distribuída as informações dos eventos são enviadas para a estação central de monitoramento via rede de comunicação.

16 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo processamento dos sinais serem feitos por meio de um algoritmo que se baseia na operação de redes neurais biológicas, onde as entradas correspondem a um vetor n dimensional $x = [x_1; x_2; \dots; x_n]$; para cada entrada x_i , será atribuído um peso w_i que simula os transmissores neurais encontrados nas conexões sinápticas; a soma ponderada das entradas x_i considerando seus respectivos pesos w_i é chamada saída linear u ; esta saída deve ser inserida em uma função de ativação f que fornece a resposta do neurônio $y = f(u)$; o par $x_i w_i$ se relaciona por meio da função Φ (comumente, mas não necessariamente soma ou produto) para resultar na ativação do neurônio; existe também um valor de threshold utilizado para representar polarização; a saída é nula para valores abaixo deste threshold; o threshold e os pesos são determinados na etapa de treinamento; os sinais acústicos gerados por eventos operacionais são diferenciados dos sinais de ruído para evitar a geração de shutdowns indevidos; os sinais capturados pelos sensores acústicos passam por vários filtros analógicos e digitais e então a rede neural assegura uma distinção precisa.

17 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por utilizar um Data logger integrado que permite a gravação de sinais em tempo real, com as altas taxas de aquisição e grande resolução temporal.

18 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela unidade central de monitoramento ser baseada num computador tipo PC, e é responsável por gerenciar a comunicação de dados entre todas as FPU's e a Interface Homem Máquina (IHM).

19 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um software dedicado que perfaz tanto as funções de gerenciamento das comunicações como a de IHM, apresentando as informações ao usuário, de forma amigável.

20 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo driver contido no software ser responsável pela interface com as FPU's e pode ser considerado como uma unidade de rede, permitindo que as informações estejam disponíveis para outros aplicativos como um servidor OPC.

21 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado por permitir o monitoramento da rede de forma redundante, com dois drivers operando de forma simultânea.

22 - SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS, de acordo com a reivindicação 1, 5 caracterizado pela comunicação entre o driver e os processadores locais (FPU) utilizar o protocolo Mod-bus RTU, podendo o link de dados ser serial ou Ethernet.

Figura 1

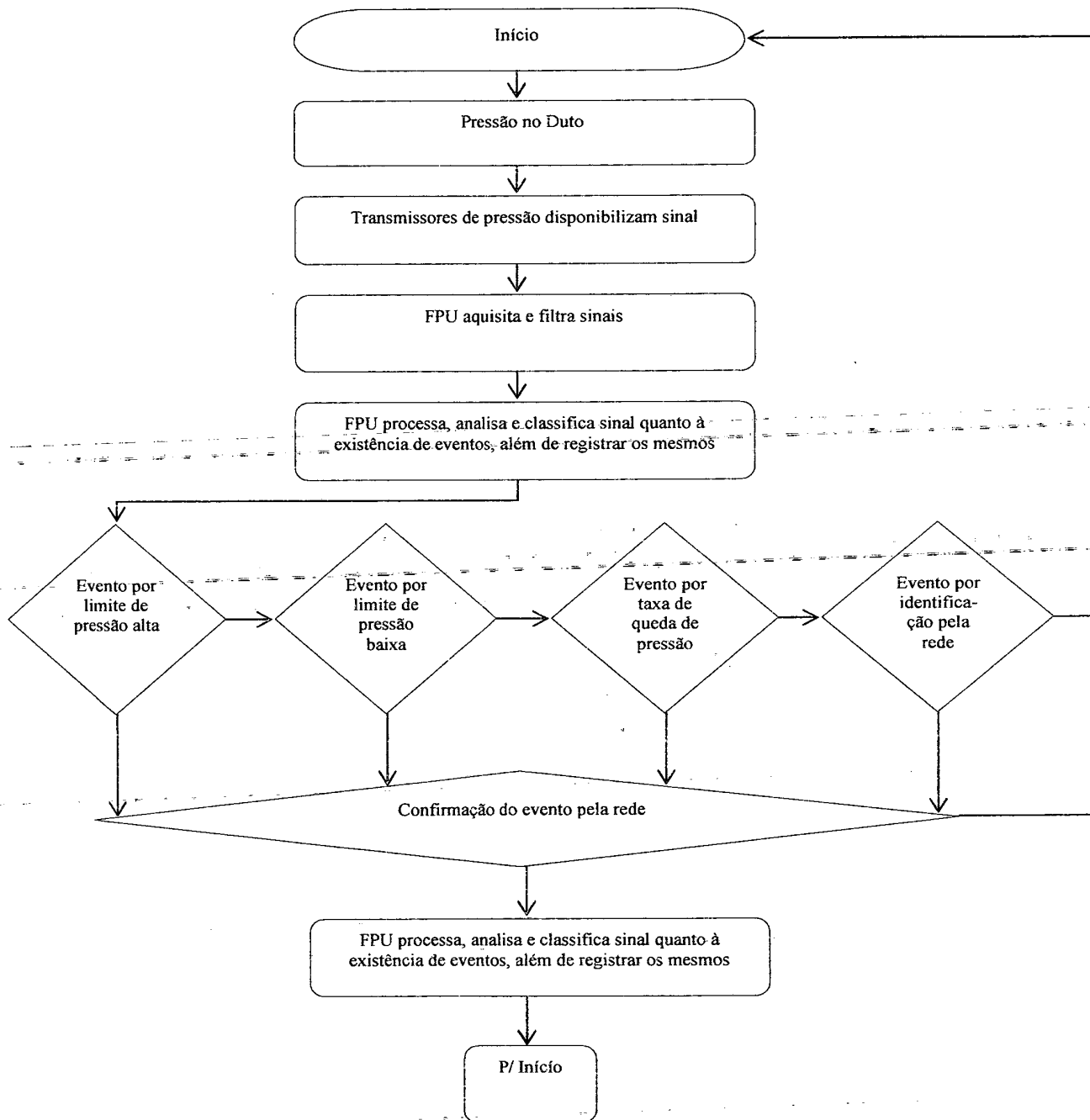


Figura 2

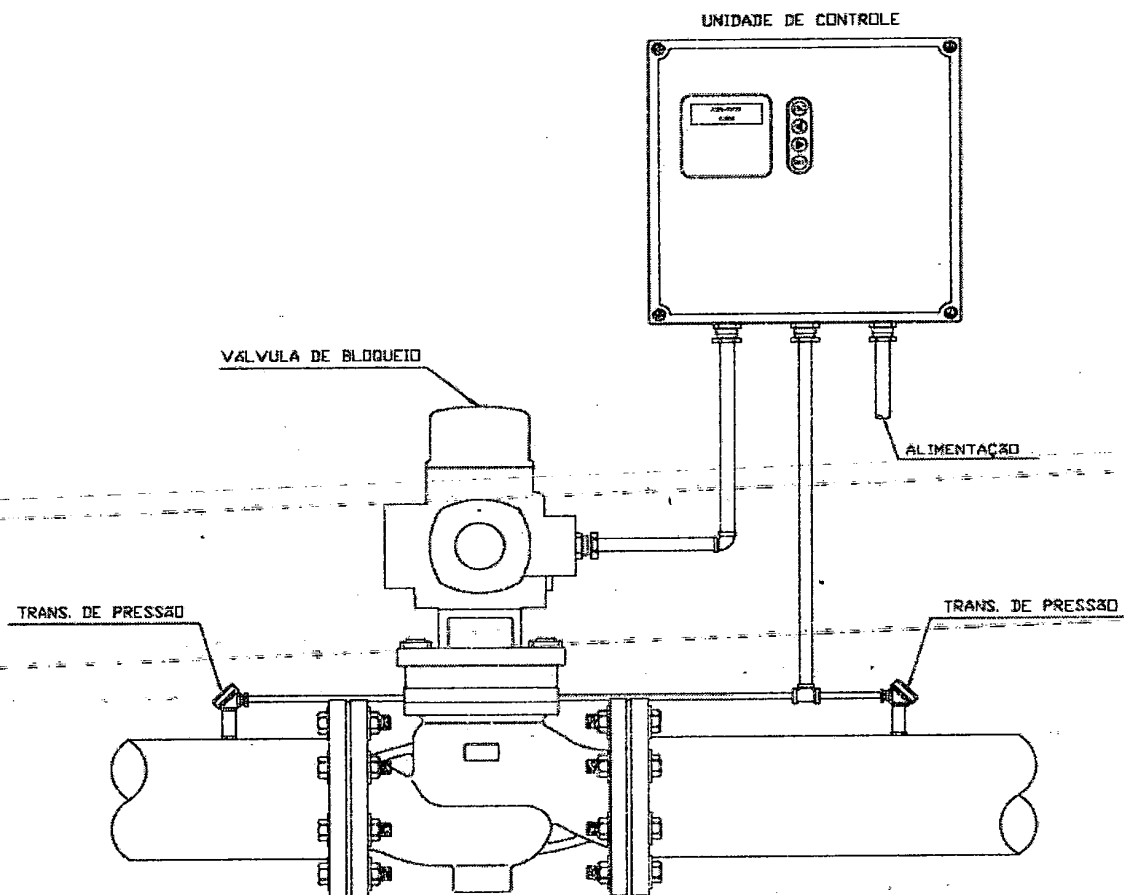


Figura 3

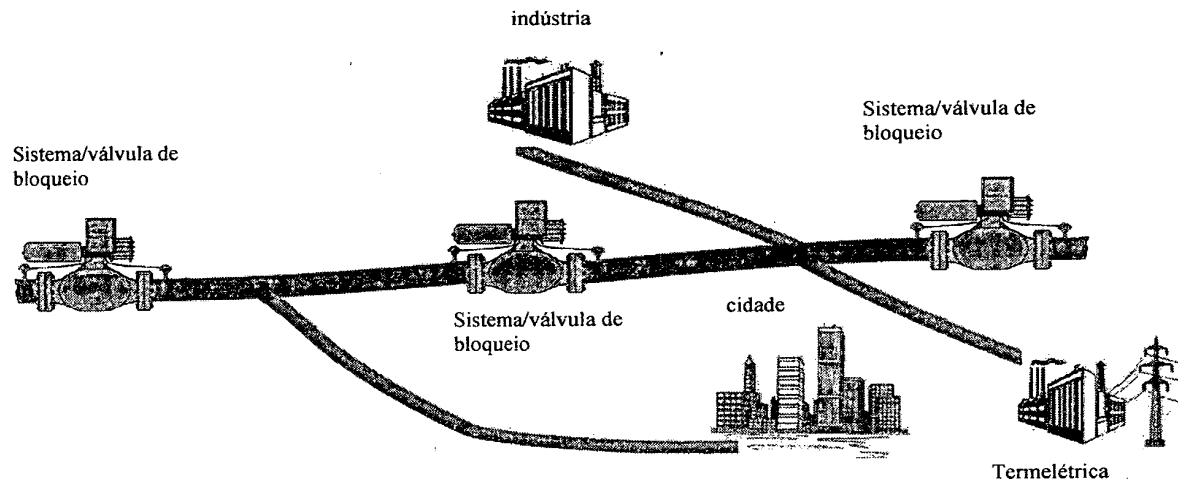


Figura 4

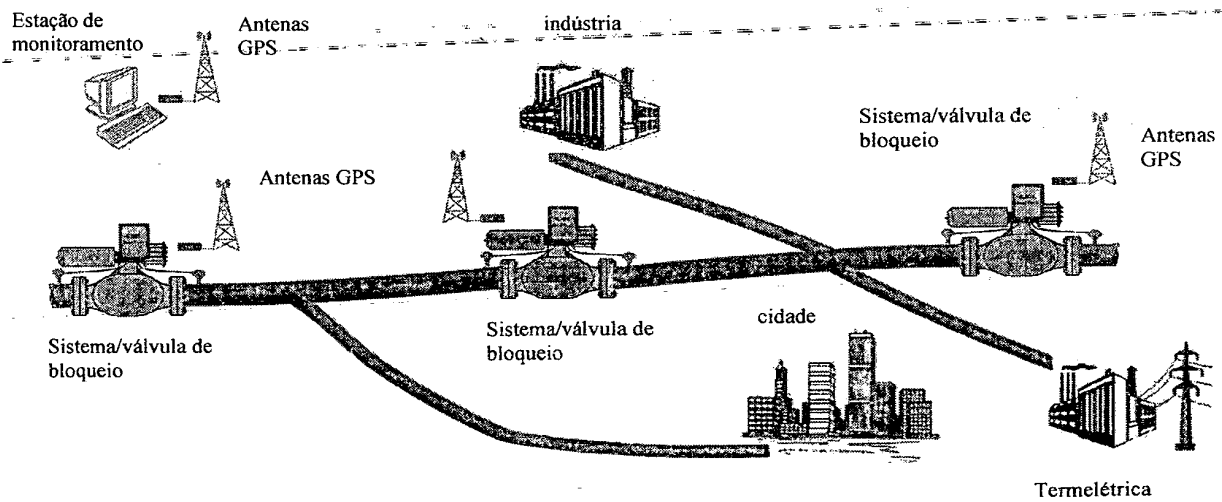


Figura 5

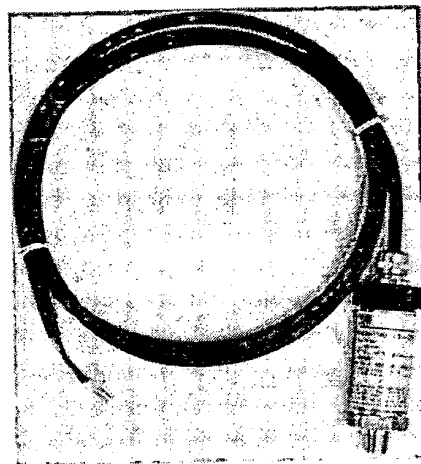


Figura 6

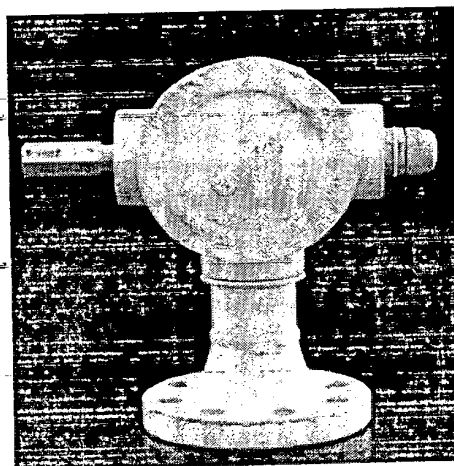


Figura 7

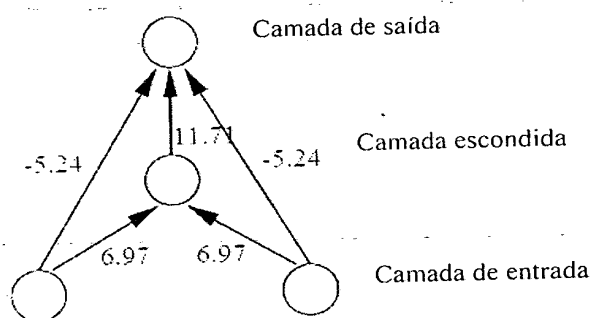


Figura 8

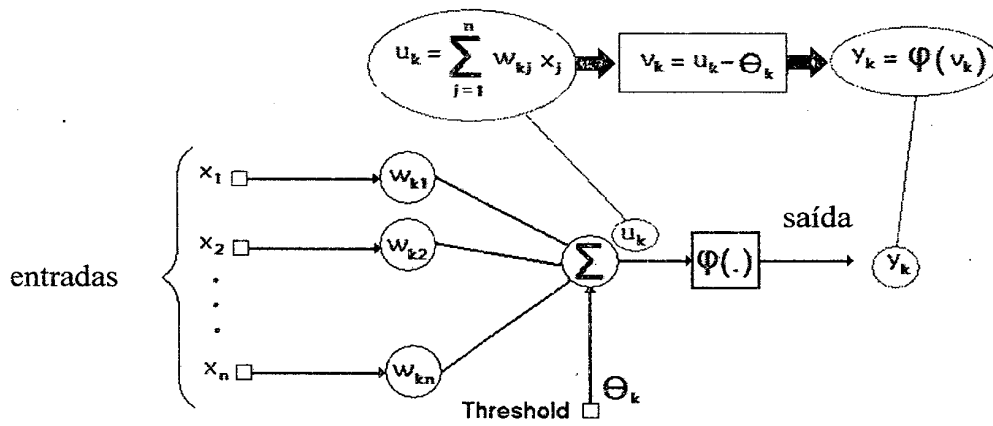
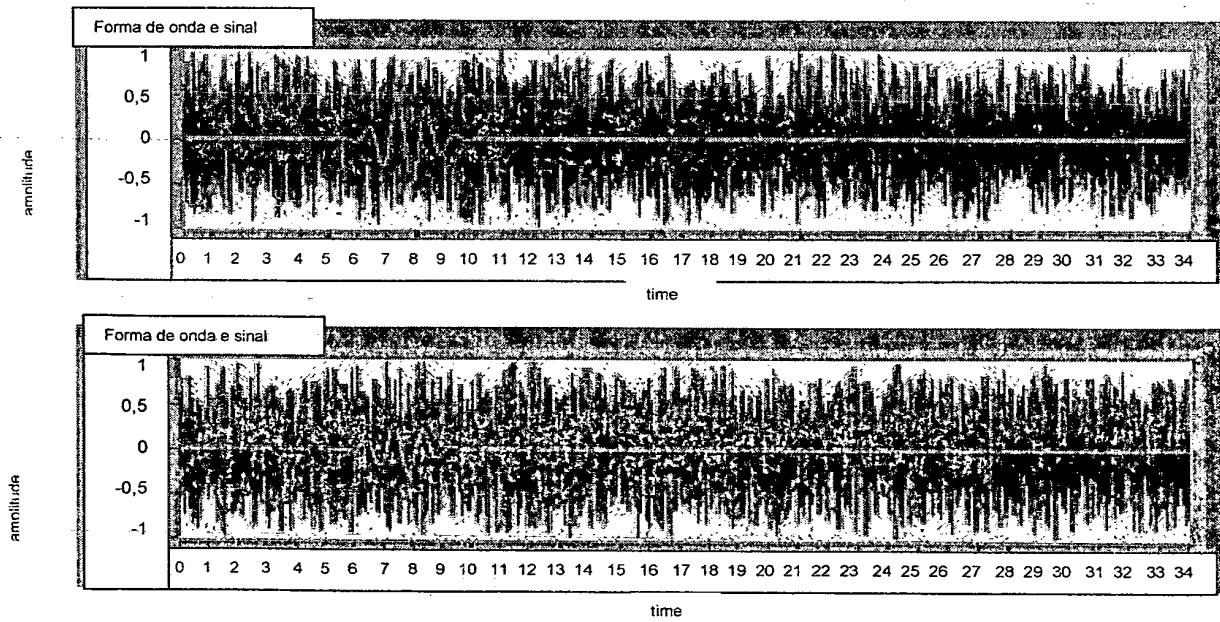


Figura 9



RESUMO

SISTEMA DE MONITORAMENTO E DETECÇÃO DE QUEBRA DE LINHA DE DUTOS

O invento diz respeito a um sistema de monitoramento e
5 detecção de quebra de linha de dutos que monitora continuamente o
comportamento da linha de dutos e possibilitando a identificação
imediate de qualquer problema ou falha permitindo o correto bloqueio
da linha e evitando desastres, cujo sistema apresenta recursos
baseados em algoritmos de inteligência artificial para evitar bloqueios
10 indevidos e os consequentes problemas operacionais. O invento
apresenta uma arquitetura independente e distribuída, que são
compostas por sensores sônicos, Unidade de processamento de
campo; Data logger; Unidade central de monitoramento; software; e,
válvula de bloqueio, e no caso da arquitetura distribuída o invento
15 também inclui antenas GPS.