



Republi-
ca Federativa do Brasil
do Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0206220-8 A**

(22) Data de Depósito: 11/10/2002
(43) Data de Publicação: **10/08/2004**
(RPI 1753)



(51) Int. Cl.⁷:
E21B 47/00



Titulo: SISTEMA PARA MEDIÇÃO E ANÁLISE DE ESFORÇOS EM POÇOS PROFUNDOS

Inventor(es): Universidade Federal de Pernambuco

Inventor(es): Mauro Rodrigues dos Santos

(57) Resumo: "SISTEMA PARA MEDIÇÃO E ANÁLISE DE ESFORÇOS EM POÇOS PROFUNDOS". O dispositivo converte os esforços em sinais, que são modulados e amplificados a fim de evitar o ruído, o que permite obter o verdadeiro valor dos esforços. Segue-se a demodulação e a conversão analógica/digital do sinal, que é enviado a um microprocessador para análise. Os sinais são provenientes de mais de um estágio sensor, aqui chamados de canais. Os sinais são processados em um software próprio que os analisa no tempo e em suas diferenças de amplitude.



“SISTEMA PARA MEDIÇÃO E ANÁLISE DE ESFORÇOS EM POÇOS PROFUNDOS”

O Sistema descrito a seguir referem-se a medição, tratamento e análise física e matemática dos esforços encontrados em poços profundos, representando-os em medidas de esforços, ou straims.

Os esforços, transformados em sinais pelos sensores, são modulados a fim de evitar o ruído, para só então serem digitalizados e enviados a um microprocessador para análises matemáticas.

Atualmente as técnicas utilizadas para medir a deformação sofrida por algum elemento são baseadas na variação da resistência elétrica que os materiais sofrem quando suas geometrias são modificadas. É sabido que a resistência elétrica de um determinado material é função de sua resistividade, do seu comprimento, bem como de sua espessura de maneira que a modificação de alguma destas características implicará em uma mudança na resistência elétrica do mesmo.

Para captar deformações são usados transdutores que convertem a deformação em níveis de tensão. Estes transdutores, chamados de Strain gages, são resistores variáveis que são postos em contato, colados e devidamente protegidos nas estruturas em estudo, e estas quando sofrerem a deformação esticarão ou comprimirão os strain gages fornecendo os primeiros níveis de sinal.

Tais sinais devem ser coletados pelo estágio sensor, que está baseado em uma determinada configuração escolhida dos strain gages, por exemplo, em ponte de Wheatstone, onde estes sinais também podem ser modulados por uma excitação com tensão C.A. visando evitar ruídos uma vez que em geral os níveis destes sinais de tensão são muito pequenos.

As técnicas utilizadas para medição de esforços mecânicos, baseados na utilização de strain gages, têm suscitado o interesse de muitos



e sido descritos em muitos trabalhos.

Podemos citar, por exemplo, a medição de nível de stress de uma tubulação de água com a utilização de strain gage que é descrita pela patente US A. **5,517,851** que se refere a tubulações de água em sua forma de vapor superaquecido em usinas termoelétricos e nucleares de energia.

A patente US A **6,147,312** diz respeito a um método de melhora da sensibilidade de um sistema de medição com 2 strain gages em ponte com a utilização de resistores fixos fora equalizando a ponte. Já na patente US **5,777,235** utiliza-se de um amplificador diferencial para tratar o sinal de um único strain gage. No que se refere ao controle do drift de temperatura do strain gage a patente US **5,534,773** descreve um método para minimizá-lo através da modelagem de uma fonte de tensão sensível à temperatura.

As patentes descritas acima descrevem algumas das técnicas utilizadas pelo sistema que foi desenvolvido e que está sendo descrito neste documento, mas apresentam alguns inconvenientes quando se trata da medida de esforços em estruturas de grande comprimento onde seja necessária uma análise simultânea de diversos pontos diferentes ao longo dessas estruturas.

Também são limitadas no que diz respeito à aquisição e análise dos dados provenientes dos sensores instalados nessas estruturas, pois os equipamentos atuais não se utilizam de ferramentas computacionais para este fim, se limitando apenas à análise através de circuitos dedicados.

A presente invenção tem como objetivo solucionar estes inconvenientes apresentando para isto um circuito de aquisição de dados de múltiplos canais de entrada modulados através de uma portadora de maneira a minimizar a influência de ruídos, bem como de um software desenvolvido para colher os dados dos diversos canais em tempo real



apresentando os gráficos referentes ao comportamento dos esforços nos diversos pontos de amostragem de maneira contínua no decorrer do tempo.

Este software também proporciona o armazenamento dos dados bem como sua análise com grande flexibilidade em comparação a circuitos dedicados.

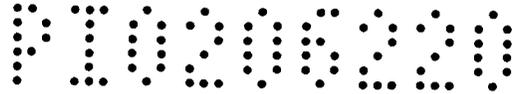
O equipamento teve por objetivo a obtenção de sinais que estão no nível do ruído e, após separá-los destes ruídos, converter tais sinais em níveis de tensão amplificados para tratamento matemático que converte tais sinais em unidades de esforço. O aparelho descrito a seguir recebe informações de diversos canais, sendo as características de todos idênticas, nos limitaremos a descrever um deles.

Tais sinais, devem ser coletados pelo estágio sensor, e modulados a fim de minimizar os efeitos dos ruídos. Como os sinais da saída dos sensores estão situados na faixa de microvolts, torna-se necessário um amplificador para reduzirmos ainda mais o ruído. Estes sinais modulados são então transmitidos através do meio ruidoso.

O próximo estágio do circuito, conseqüentemente, deverá ser um demodulador, uma vez que o sinal de interesse propaga-se através da portadora.

O estágio demodulador separa o sinal de interesse da portadora e o entrega para o próximo estágio que se encarregará da amplificação final. Ainda em níveis analógicos, através de uma conexão com micro, os sinais são captados por uma placa conversora analógica/digital. Enfim, o software, desenvolvido com a finalidade de coleta de dados, se encarrega de processar os dados para fins de análise e observação do usuário.

Os sinais provenientes dos sensores chegam para processamento separados em canais e são armazenados em uma linha



temporal, sendo calculadas a diferença de tensão média e máxima de cada canal. Utilizando constantes de calibração chegamos aos valores em diversas unidades de esforços.

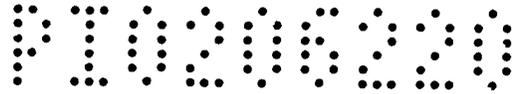
O estágio sensor (1) do equipamento, melhor detalhado no diagrama de blocos em anexo, onde podemos ver os sensores, os quais poderiam estar a grandes distâncias ou profundidades e em ambiente ruidoso devido às características do projeto. Como exemplo de estágio sensor poderíamos considerar uma ponte de Wheatstone completa com quatro straingages, onde dois deles seriam os sensores de formação (8) e dois deles os compensadores de dilatação (9), estando estes segundo perpendiculares a deformação a ser medida e, portanto, se deformando apenas com a dilatação térmica da peça.

Um modulador (2) e seu respectivo oscilador sintonizado (3), o qual deslocará em frequência o sinal dos sensores, reduzindo, assim os efeitos de ruídos do meio. Podemos ainda utilizar modulação FM, onde o sinal de informação estaria em frequência, reduzindo ainda mais os efeitos de ruído sem, no entanto, alterar as características do projeto.

Após modulado, o sinal é levado até o amplificador de entrada (4), dificultando ainda mais os efeitos de ruído (Canal Ruidoso) (A), sendo então transmitidos pelo canal. Vale salientar que, dependendo das condições do canal poderiam ser utilizadas técnicas de codificação do sinal, sempre com o intuito de minimizar interferências ruidosas.

O demodulador (5) retorna o sinal à sua frequência original.

O amplificador de saída (6) que alimenta a placa conversora A/D do microcomputador (7) que armazenará e processará os dados coletados dos diversos canais.



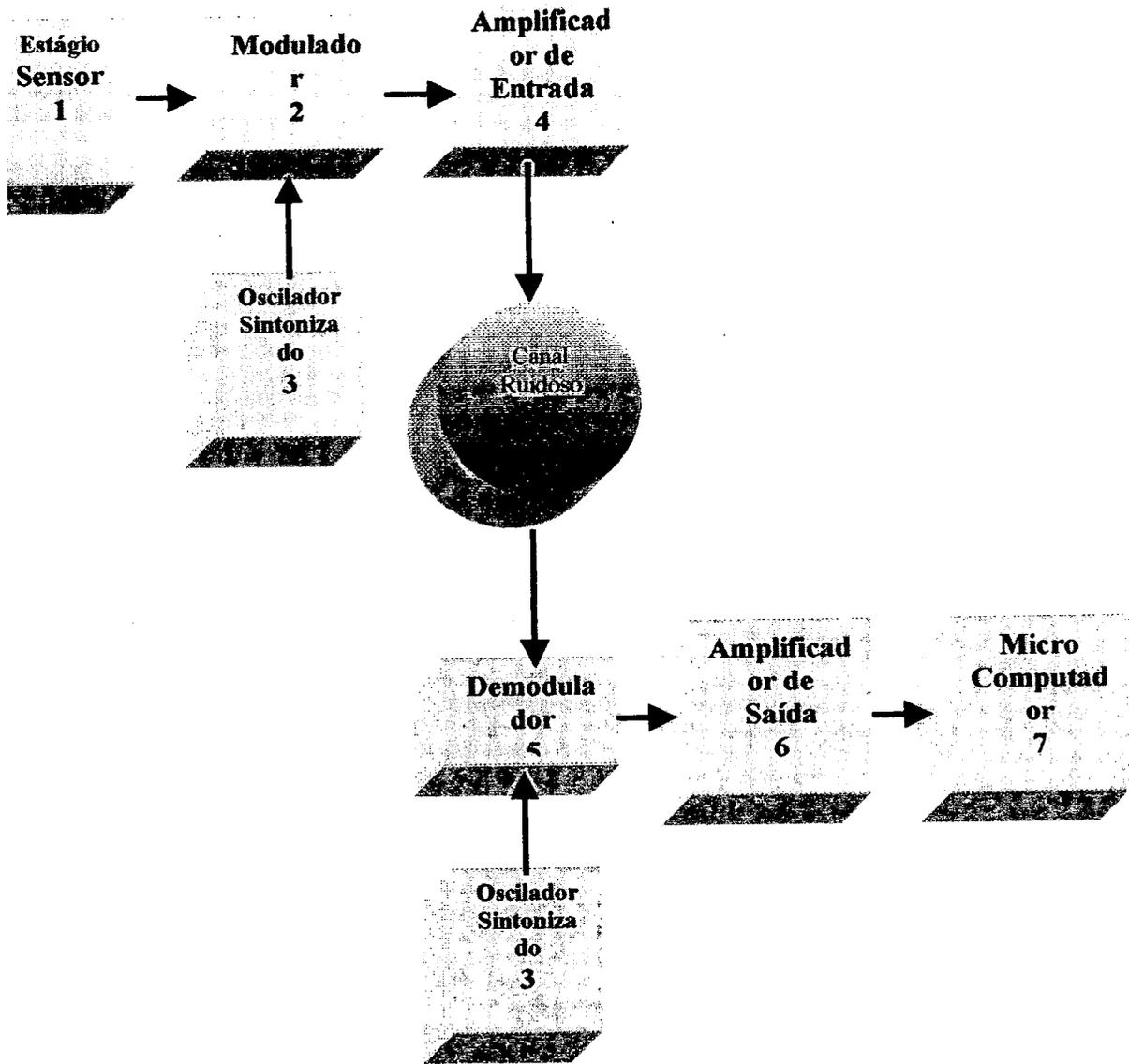
REIVINDICAÇÕES

1. “Sistema para medição e análise de esforços em poços profundos” caracterizado pelo fato de possuir múltiplos canais de entrada, o que possibilita a análise de estruturas de grande comprimento simultaneamente, utilizando para isto o Strain Gage, em determinada configuração, como elemento sensor.

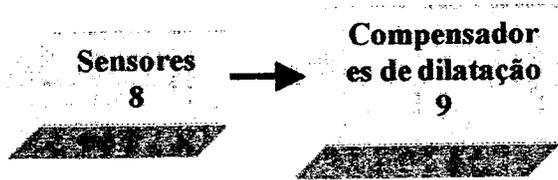
2. Sistema de acordo com a reivindicação 1 possuindo um software destinado à coleta e análise dos dados, provenientes do circuito de aquisição, que flexibiliza a manipulação dos dados, pois gera em tempo real os gráficos do comportamento dos diversos canais simultaneamente e armazena-os na memória de um PC, em vez de um circuito dedicado, possibilitando não só o cálculo computacional de diversos parâmetros como a utilização das facilidades de comunicação oferecidas pelos sistemas computacionais atuais.

3. Elemento sensor de acordo com a reivindicação 1 formado por uma ponte de Wheatstone alimentada por corrente alternada e constituída de quatro Strain Gage possibilitando uma otimização na relação sinal-ruído.

DESENHOS



Estágio Sensor



“SISTEMA PARA MEDIÇÃO E ANÁLISE DE ESFORÇOS EM POÇOS PROFUNDOS” O dispositivo converte os esforços em sinais, que são modulados e amplificados a fim de evitar o ruído, o que permite obter o verdadeiro valor dos esforços. Segue-se a demodulação e a conversão analógica/digital do sinal, que é enviado a um microprocessador para análise.

Os sinais são provenientes de mais de um estágio sensor, aqui chamados de canais. Os sinais são processados em um software próprio que os analisa no tempo e em suas diferenças de amplitude.