

Melhoria na eficiência da Leitura de Extensômetros Elétricos através da Transmissão em Frequência Modulada

Humberto de Sousa Silva e José Carlos Morilla

*Unisanta – Universidade Santa Cecília – Departamento de Pós-Graduação
Programa de Mestrado em Engenharia Mecânica
Rua Oswaldo Cruz- Santos-SP, Brasil
E-mail: morilla@unisanta.br
Received June, 2014, revised October, 2014*

Resumo: O presente trabalho objetiva, utilizando a modulação em frequência, a transmissão via cabo de cobre de sinais elétricos provenientes das leituras obtidas em extensômetros elétricos. Esse sistema permite a eliminação das interferências ocasionadas pela alteração de temperatura e outras características que influenciam diretamente na resistividade do condutor utilizado para envio da leitura até a central de processamento mais próxima. Utilizando um oscilador controlado por tensão, que irá incluir o sinal de voltagem de saída da Ponte de *Wheatstone* em uma frequência de portadora-base, e um amplificador para transmissão do sinal, o sistema consegue recuperar o nível de tensão modulado em qualquer ponto onde o condutor de cobre esteja passando, através de um sistema de demodulação largamente conhecido e utilizado para comunicação em fio pela radiodifusão em FM.

Palavras chave: extensômetro, frequência, modulada, resistividade, transmissão.

Improvement in the efficiency of Reading Gages Electronic Transmission by Frequency Modulated

Abstract: This work aims, using frequency modulation, transmission via copper cable electrical signals from the readings of strain gages. This system allows the elimination of interference caused by changes in temperature and other characteristics that directly influence the resistivity of the conductor used for sending the reading to the nearest processing center. Using a voltage controller oscillator, that signal will include the output voltage of the Wheatstone bridge on a base carrier frequency, and an amplifier for signal transmission, the system can retrieve the modulated voltage level at any point where the copper conductor is passing through a widely known and used for communication in the wireless broadcasting system in FM demodulation.

Keywords: extensometer, frequency modulation, resistivity, transmission.

1. Introdução

Um dos atuais problemas na aquisição e monitoramento de sinais provenientes dos extensômetros é a

existência de longos cabos entre o sensor e o sistema de aquisição (FARUOLO, 2005). Citando um exemplo corriqueiro da indústria, ao se realizar a medição da deformação de uma tubulação provocada pela alteração da temperatura do gás ou líquido em seu interior, é comum que o sistema de tratamento desse sinal encon-

tre-se há dezenas de metros de distância, o que causará um provável erro de medição, já que os cabos que levam o sinal de resistência proveniente do extensômetro irão sofrer com alterações de temperatura e interferências oriundas de outros campos, como os de motores. Uma das soluções sugeridas é a instalação de um sistema de monitoramento sem fio que permita a aquisição e microprocessamento do sinal para ser enviado em um canal de comunicação padronizado. Um receptor devidamente posicionado no sistema de tratamento dos dados seria responsável pela extração do sinal da resistência e envio para esse sistema (ATAÍDE, 2012). Apesar de resolver o problema, esse tipo de solução tem elevado custo, já que a transmissão de dados sem fio exige algumas regulamentações e mapeamento da área a fim de se verificar frequências que podem ser utilizadas sem causar interferências a outros sistemas. Outro motivo que pode tornar oneroso o projeto é o sistema de alimentação remoto que, dependendo do formato (baterias, energia solar ou envio de alimentação via dois fios), pode encarecer o projeto a ponto desse não ser mais viável. Nesse trabalho, é proposta a modulação em frequência do sinal proveniente do extensor antes do envio pelos cabos do sinal.

2. Materiais e Métodos

Todo circuito FM é formado, basicamente, por um amplificador para transmissão do sinal modulado e um VCO (oscilador controlado por tensão), conforme a Figura 1 (TAVARES, 2013).

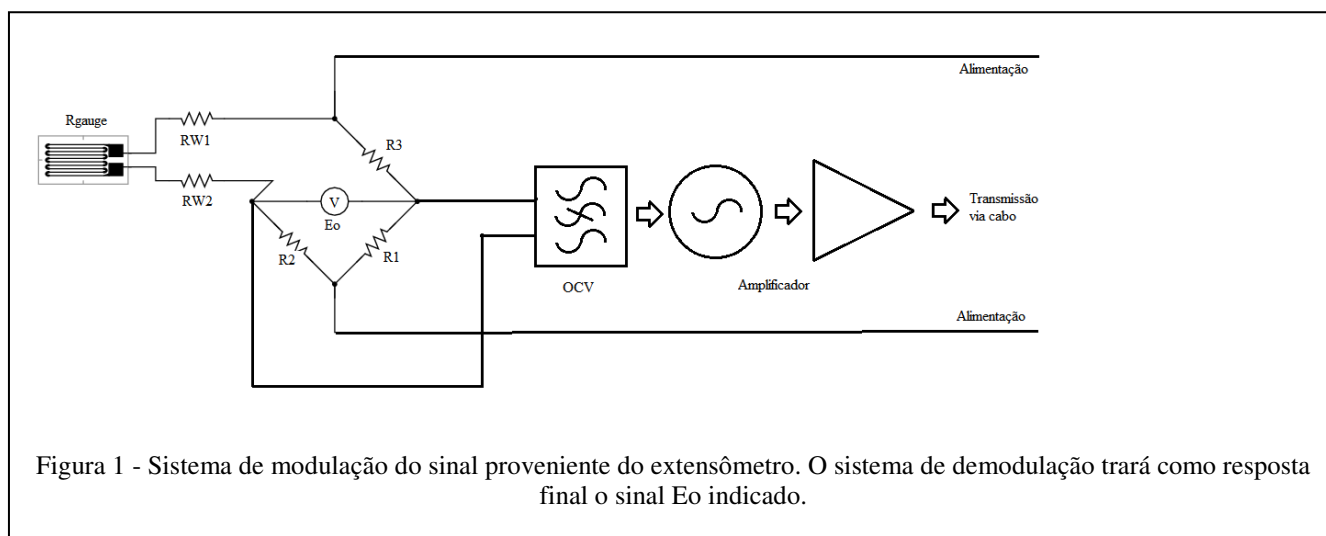
O extensômetro fica ligado à entrada do VCO. Com isso, qualquer alteração de resistência existente nos terminais do extensômetro será imediatamente convertida em frequência e transmitida pelos dois cabos de sinal.

A partir desse momento, o sinal está imune à quaisquer interferências padrões. No nó onde haverá a recepção do sinal, um circuito demodulador irá recuperar através da portadora o sinal de saída da Ponte da Wheatstone, tratando-a após isso da forma que o sistema desejar.

3. Discussão e Resultados

Com o sinal sendo demodulado próximo ao sistema de tratamento das informações, a princípio visualizam-se as seguintes vantagens na utilização desse sistema:

- Como a informação é transmitida em uma portadora, variando a sua frequência conforme a amplitude adquirida do extensômetro, qualquer interferência que altere a resistência dos cabos que levam o sinal não será percebida na demodulação, já que essas atingem a amplitude do sinal, e não sua frequência.
- Uma modulação em frequência pode ser bidirecional, o que permite a existência de sistemas que permitam a calibração da Ponte de Wheatstone, bastando para isso um circuito dedicado a esse tipo de controle.
- O controle de ruídos que atinge a frequência da portadora naturalmente pode ser facilmente eliminado aumentando-se a largura de banda do sinal modulado (SOARES, 2004).
- Apesar da regulamentação existente na área da radiodifusão, essa não atinge o projeto, já que toda a transmissão é feita por um par de cabo, eliminando-se prejudiciais efeitos que ocorreriam nas emissoras de rádios e VHF caso o sinal fosse transmitido sem fio.



- O consumo de energia pode ser regulado no lado receptor da informação, já que o sistema é alimentado por essa ponta. Além da economia de energia, isso permite que a medição seja adquirida somente quando desejado, já que para boa parte das aplicações não é necessário manter um sistema *online* de medição.

Como desvantagem cita-se o efeito de captura, no qual o receptor irá ignorar o sinal com mais baixa amplitude, caso dois sinais com mesma frequência atinjam o cabo. Esse problema pode ser resolvido através de uma medição com um frequencímetro ou analisador de espectro, que irá denunciar qualquer transmissão dupla de sinal.

O sistema proposto funciona com todos os modelos construtivos de extensômetros, servindo para qualquer aplicação ao qual se propõe.

Extensômetros uniaxiais, biaxiais, rosetas de três e quatro malhas de medição e até mesmo uma cadeia são previstos para funcionar nesse sistema, bastando para isso apenas a replicação do sistema de modulação desses sinais em diferentes frequências. Assim como no ar, um mesmo cabo poderá carregar as várias frequências compostas da medição.

Para eliminar interferências externas, o cabo será formado de um par trançado. Outra forma de proteção seria através da utilização de um cabo com malha externa protetora.

Como a modulação FM contempla ajuste fino do sinal, essa característica é utilizada como vantagem, de modo a permitir que qualquer valor de resistência do extensômetro seja compatível com o sistema ao qual se propõe esse trabalho.

A existência de vários extensômetros em uma planta industrial poderia ocasionar a passagem de diversos pares de cabos, onerando o projeto.

Esse problema pode ser otimizada utilizando-se a capacidade do sistema de modulação em frequência citada no parágrafo anterior, ou seja, a passagem de apenas um par de cabos que contemplasse todos os extensômetros instalados na área. Apesar da exigência de um demodulador de frequências mais robusto, isso não oneraria o projeto de forma proporcional, já que a captura dos sinais provenientes dos extensômetros poderia ser feita de forma demultiplexada.

Para sensoriar a quebra dos cabos que levarão o sinal até o receptor, um detector de frequências pode ser inserido nesse circuito, indicando possíveis problemas. Por se tratar de um par de cabos, um ohmímetro ou multímetro que meça resistências em ohms pode facilmente diagnosticar o ponto onde estão havendo problemas de corte do sinal.

4. Conclusão

O projeto traz consigo uma melhoria para o sistema de medição à distância dos sinais emitidos por sistemas de extensômetros elétricos, ao propor uma solução que contempla um modulador e um demodulador de frequências, permitindo a eliminação de interferências causadas por alterações na resistividade do cabo que carrega esse sinal até sistemas onde haverá o tratamento do mesmo.

Para trabalhos futuros, prevê-se a utilização de, ao invés quatro fios - dois para alimentação e dois para envio do sinal - um sistema onde a alimentação e os dados trafeguem sobre o mesmo sinal, aumentando consequentemente o custo-benefício do projeto. O estudo de outras técnicas de modulação também podem vir a melhorar o sistema, como por exemplo a conversão dos níveis de tensão provenientes da Ponte de Wheatstone em degraus de tensão e posterior binário, para que problemas menos naturais, mas que podem vir a ocorrer, não interfiram no sistema de medição.

5. Referências Bibliográficas

- ATAÍDE, Rodrigo Williams Rodrigues. "Projeto e implementação de um nodo sensor para aquisição de sinais de extensômetros em redes de sensores sem fio aplicado ao monitoramento de deformações em estruturas." (2012).
- FARUOLO, Luciano Bruno, and José Luiz Fernandes. "A medição de massa em movimento utilizando extensômetros." (2005).
- TAVARES, João Manuel, and João Nuno Matos. "Osciladores para Rádio Frequência de Elevada Estabilidade." *Electrónica e Telecomunicações 2.2* (2013): 169-173.
- SOARES, João Renato Aguiar. "Interferência eletromagnética na faixa de telefonia móvel celular." (2004).
- BAPTISTA, R., DA SILVA FILHO, J. I. MORILLA, J. C. Proposal of Automatic Control three-way Valve through algorithms of Paraconsistent Annotated logic, *Science and Technology*, ISSN: 2317-1316, Vol 2, No 2,p.p.69-73, 2013.
- FERNANDES, C. L. M., MARIO C. M., DA SILVA FILHO, J. I. Study for inclusion of Paraconsistent Annotated logic in specific Standards for use in Programmable Controllers, *Science and Technology*, ISSN: 2317-1316, Vol 1, No 2,p.p.49-53, 2012.