

Sistema de Comunicação Utilizando Cabos OPGW para Monitoramento de Linhas de Transmissão

Brenda L. C. S. Aragão, Lucas O. de Figueiredo, Matheus A. Cavalcante, Helder A. Pereira

Resumo — Este artigo apresenta uma proposta para transporte de informações de monitoramento/medição, em tempo real, entre uma linha de transmissão e a central de supervisão de uma subestação. O artigo também analisa como prover a transmissão de dados obtidos através de sensores, por meio de fibras ópticas. O monitoramento remoto garante maior confiabilidade ao sistema pois abarca aspectos econômicos que podem estimular a implantação de novas tecnologias nas instalações das subestações de energia elétrica.

Palavras-chave — Cabos OPGW, Comunicação, Fibra óptica, Linhas de Transmissão, Monitoramento, Transmissão.

I. INTRODUÇÃO

SISTEMAS de transmissão e distribuição de energia elétrica têm apresentado um grande crescimento em vista do aumento dos núcleos populacionais e principalmente devido ao desenvolvimento dos setores que envolvem a indústria [1]. Considerando isto, as concessionárias de energia elétrica procuram manter a qualidade adequada, seguindo as regras de órgãos reguladores, no fornecimento de energia para seus clientes. O sistema de automação, supervisão e controle da subestação é uma ferramenta importante na manutenção de índices de qualidade satisfatórios [2].

O avanço da tecnologia permite que subestações sejam automatizadas, de modo a desenvolver sistemas de controle e supervisão em tempo real, associados ao monitoramento de parâmetros que caracterizam o funcionamento das linhas de transmissão (LT) e de dispositivos presentes nos sistemas elétricos. É interessante para as empresas de transmissão de energia elétrica coletar informações como: tensão, frequência e potência transmitida, além do estado de degradação dos isoladores e de chaves seccionadoras [3]. Assim, a importância do monitoramento das LTs está relacionada com fatores referentes à manutenção de sua integridade mecânica, diminuição de desligamentos intempestivos, maximização da sua capacidade de transmissão de energia, avaliação de parâmetros ligados à qualidade de energia e outros [4].

Este artigo apresenta uma proposta de desenvolvimento de um sistema de comunicação, utilizando cabos OPGW, para monitoramento de linhas de transmissão. Está organizado da seguinte forma: na Seção II, apresenta-se a estrutura dos cabos OPGW e uma breve descrição das fibras ópticas. Na Seção III, descreve-se o processo de transmissão de dados, apresentando alguns componentes e tecnologias de transmissão utilizadas

Brenda L. C. S. Aragão, Lucas O. de Figueiredo, Matheus A. Cavalcante e Helder A. Pereira, Grupo de Radiometria, Departamento de Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande — PB, Brasil, Email: helder.pereira@dee.ufcg.edu.br.

por sensores instalados nos sistemas elétricos para monitoramento. Por fim, na Seção IV, as considerações finais e trabalhos futuros são descritos.

II. CABOS OPGW

Para que as informações coletadas por sensores sejam recebidas na central de controle da subestação, deve haver um canal de comunicação. Cabos OPGW (*Optical Ground Wire*) representam uma das soluções existentes para transmissão de informações utilizando o meio óptico guiado. As fibras ópticas possuem as seguintes vantagens [5]: são imunes às interferências eletromagnéticas, às descargas atmosféricas, aos pulsos eletromagnéticos e à radiointerferência. Além disso, apresentam alta confiabilidade na transmissão de dados e na quantidade potencial de largura de banda disponível [6].

De acordo com a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), os cabos OPGW são cabos para-raios de cobertura, ou guarda, utilizados preferencialmente em linhas aéreas de transmissão de energia elétrica, construído de modo a abrigar em seu interior fibras ópticas [7]. O cabo OPGW é basicamente constituído por um núcleo dielétrico, um tubo para proteção mecânica do conjunto de fibras e uma armação do cabo formada por fios condutores. Essa armação normalmente é constituída por fios metálicos, do tipo aço aluminizado, liga de alumínio ou aço galvanizado [8]. As fibras ópticas podem ser acomodadas em um tubo de aço inoxidável com uma cobertura protetora de alumínio. Essa cobertura deve cobrir completamente a acomodação, sem deixar nenhuma área de aço que possa ter contato direto, ou indireto, com umidade, contaminações, protusões, entre outros [9]. A estrutura desses cabos pode ser vista na Figura 1.

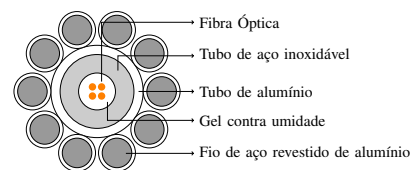


Figura 1. Estrutura de um cabo OPGW.

III. TRANSMISSÃO DE SINAIS DE MEDIÇÃO

Em relação ao monitoramento de dados, os sistemas de supervisão, proteção e controle tradicionalmente usam as mensagens do SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) para atender os requisitos de operação [10]. SCADA geralmente se refere a sistemas centralizados que monitoram

e controlam locais inteiros ou sistemas complexos de áreas grandes [11]. As mensagens são projetadas para a interface do SCADA proporcionando a coleta das informações de monitoramento e troca de dados em tempo real [10]. Dessa forma, as condições nas quais se encontram os dispositivos da rede elétrica podem ser verificadas e, por conseguinte, efetuar a manutenção apropriada.

O transporte de sinais nas fibras ópticas pode ser realizado através da tecnologia SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*). Essa tecnologia é utilizada para multiplexação TDM (*Time Division Multiplexing*). A rede de transmissão por fibras ópticas contidas no OPGW pode ser baseada na menor taxa de transmissão da hierarquia digital síncrona SDH, ou seja, 155,520 Mbps (STM-1) [12]. O processo de transporte de dados pode ser realizado através da integração de dados condicionados a protocolos comerciais de comunicação. Considerando que a captação de sinais de medição seja executado por intermédio de uma placa controladora, a informação precisa ser processada em protocolos padrões, tais como: DNP3 (*Distributed Network Protocol*), IEC 61850 (*Communication Networks and Systems for Power Utility Automation*) e Modbus [2].

Tendo a premissa do uso da placa controladora, para viabilizar a conversão da saída de sinais do microcontrolador para o meio óptico, é sugerido o uso de conversores de mídia *Ethernet* que realizam interface elétrica-óptico-elétrica do sinal para seguir pelo cabo OPGW até a central de monitoramento e diagnóstico. Alguns conversores de mídia implementam a tecnologia WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). Essa tecnologia consiste em compartilhar a mesma fibra com vários sinais ópticos de diferentes comprimentos de onda. Através disso, é possível aumentar a capacidade de tráfego do sistema óptico de acordo com a necessidade, trazendo a possibilidade de explorar a largura de banda, ou seja, explorar melhor o potencial da fibra óptica [13].

A proposta deste trabalho consiste na aplicação da seguinte metodologia: 1) realizar o processamento dos sinais elétricos na placa microcontroladora, advindos dos sensores situados em campo para monitoramento de tensão, frequência, esforço mecânico e valores de corrente em tempo real; 2) converter os sinais elétricos nos conversores de mídia para o domínio óptico e 3) transmitir os dados ópticos encapsulados por um protocolo de comunicação via cabo OPGW. Os sinais ópticos recebidos na central de comando da subestação serão convertidos para o domínio elétrico e analisados. O esquema da comunicação entre os componentes pode ser visualizado na Figura 2. O sistema proposto utiliza comprimento de onda de 1550 nm para transmissão dos dados, propagação em fibra óptica monomodo, protocolo de comunicação DNP3 e placa microcontrolada da Texas Instruments (TM4C1294NCPDT).

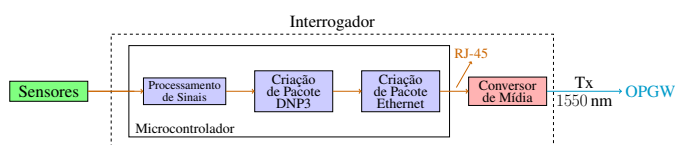


Figura 2. Diagrama de blocos do sistema de comunicação proposto.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

As fibras contidas em cabos OPGW permitem que medidas obtidas por sensores em linhas de transmissão sejam transmitidas de maneira eficiente. Neste artigo foi apresentado a estrutura desse tipo de cabo, incluindo as particularidades quanto ao uso confiável da fibra óptica para a transmissão de dados com perdas mínimas. A proposta de um sistema de comunicação foi apresentada, assim como, tecnologias mais usadas para o transporte de sinal através da fibra óptica.

Para trabalhos futuros, planeja-se desenvolver o tratamento dos dados através da implementação dos protocolos, realizar a conexão entre os dispositivos presentes no sistema de comunicação e suceder na realização de testes.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi conduzido com o apoio do grupo TBE (Transmissoras Brasileiras de Energia), através da Rede INESC Brasil, e dentro do programa de P&D regulado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) do Brasil e com o apoio institucional da Universidade Federal de Campina Grande.

REFERÊNCIAS

- [1] F. A. de Souza. “Detecção de Falhas em Sistema de Distribuição de Energia Elétrica Usando Dispositivos Programáveis”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia - UNESP, Setembro 2008. Dissertação de Mestrado.
- [2] Equipe de engenharia da Schweitzer Engineering Laboratories. “Automação de sistemas elétricos industriais, de transmissão e distribuição”. Technical report, O Setor Elétrico, Fevereiro 2010. Edição 49.
- [3] V. Prasher, V. Gupta, A. Kushwaha, A. Mishra e S. Chohan. “Indian experience in implementation of SCADA/EMS systems”. In *Power Tech, 2005 IEEE Russia*, pp. 1–7, Junho 2005.
- [4] J. A. Rossi, C. P. Saraiva, P. E. S. Faria, R. B. Romano, V. C. Junior., V. V. Neto, W. R. Heinrich, A. N. Valente e J. C. L. Freitas. “Sistema de Transmissão de Dados para Monitoramento de Linhas de Transmissão da Eletronorte”. Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento. ANEEL:0372-040/2003. Publicado no V Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (V CITENEL). Belém, PA. 2009.
- [5] C. A. Nascimento, A. de Melo, G. Souza, C. Andrade, J. B. Rosolem, F. Bassan, F. Pereira, R. Penze, C. Florida, A. Leonard, G. Simões, D. Dini e C. Hortêncio. “Monitoramento de subestações e linhas de transmissão.” Technical report, O Setor Elétrico, Janeiro 2014. Edição 96.
- [6] T. C. de Sousa. “Vantagens dos Serviços Utilizando Cabos OPGW em Linhas de Transmissão de Alta Tensão voltados para Sistemas de Telecomunicação”. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, vol. 4, no. 4, 2012.
- [7] ANATEL. “Norma para Certificação e Homologação de Cabos Pararaios com Fibras Ópticas para Linhas Aéreas de Transmissão (OPGW)”. Technical Report 348, ANATEL, 2003.
- [8] F. C. Borduchi, J. Durão e R. D. V. dos Santos. “Estudo do desempenho de cabos do tipo Optical Ground Wire quando submetidos aos ensaios de descargas atmosféricas e curto-circuito.”, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR.
- [9] “IEEE Standard for Testing and Performance for Optical Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines”. *IEEE Std 1138-2009 (Revision of IEEE Std 1138-1994)*, pp. 1–53, Novembro 2009.
- [10] G. Rocha, D. Dolezilek, F. Ayello, C. Oliveira e I. Schweitzer Engineering Laboratories. “Distribution Substation Monitoring System”. *proceedings of the 2nd Annual Protection, Automation and Control World Conference Dublin, Irlanda*, Junho 2011.
- [11] V. J. Tomio. “Utilização dos conceitos da manutenção autônoma aplicado no software supervisor SCADA”, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. SENAI SC. Joinville, SC.
- [12] H. B. Filho. “Redes SDH”. Technical report, Teleco: Inteligência em Telecomunicações and FITec: Inovações Tecnológicas., Julho 2009.
- [13] F. A. M. de Azevedo. “Planejamento de Redes Óticas WDM”. Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC). Barbacena, MG.