

Supervisão da Rede Óptica utilizada em Sistemas de Proteção e Controle

Carlos E. S. Oliveira, CTEEP
M. Sanches, C. Oliveira, G. Sancho, F. Smolka, FITec

Resumo -O presente artigo descreve o projeto de pesquisa entre a FITec e a CTEEP que visa a construção de um protótipo de sistema de supervisão de redes ópticas utilizadas para Proteção e Controle de redes energia da CTEEP. O projeto consiste no desenvolvimento de um hardware capaz de monitorar a potência óptica em fibra através da amostragem do sinal, com um “splitter” óptico. Com a amostra obtida, são efetuados cálculos para estimar a potência real em fibra e configurar limites de alarme para indicar eventuais degrado e falha da fibra, conectores, componentes ópticos e componentes ativos, permitindo a programação de manutenção preventiva do sistema de proteção e controle.

Palavras-chave: Fibra Óptica, Supervisão, Controle

I. INTRODUÇÃO

Os sistemas de automação, proteção e controle de redes de transmissão e distribuição de energia elétrica usam cada vez mais redes de fibras ópticas, parte integrante de um meio comunicação óptica. Estas redes, constituídas de elementos passivos (fibras, conectores, emendas etc,) e de elementos ativos (fontes ópticas, lasers, detetores, eletrônica) apresentam degradação das suas características ao longo do tempo. Esta variação pode ser por causas intrínsecas aos componentes como por razões de instalação e operação de um dado “link” óptico.

A CTEEP utiliza relés Siemens 7S52, interligados por fibra óptica para controle das linhas e subestações de alta tensão. Em operação normal, estes relés não apresentam qualquer indicação de degrado da fibra e de outros componentes, indicando apenas falhas de link com consequente perda de sinal óptico e falha de comunicação, quando algum evento ocorre. Isso causa um problema de qualidade na linha de controle, pois requer intervenção imediata para correção do problema, sem tempo de programar ciclos de manutenção preventiva e preditiva.

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema que garanta o desempenho confiável da rede através do monitoramento do seu “envelhecimento” assim como de eventos (ex, quebra fibras, troca de conectores, emendas ópticas,

manejo no cabo etc) que podem prejudicar a comunicação efetiva. Com a supervisão de parâmetros diretamente relacionados à integridade da rede física será possível agir de maneira preditiva, antecipando a manutenção da rede antes que um problema venha a ocorrer, assim como monitorando em tempo real o seu funcionamento. Esta possibilidade de prever onde irá ocorrer uma falha, permite que a manutenção seja feita no ponto ótimo o que a torna mais econômica. Por outro lado o sistema fica mais confiável, pois os defeitos serão detectados antes que eles venham a causar uma parada na rede.

No mercado exterior existem sistemas que desempenham tarefas equivalentes mas estão incorporados em equipamentos que possuem muito mais recursos, como análise de taxas de erro, disponibilidade de tráfego, OTDR com chaves ópticas incorporados e uma série de outras funcionalidades que encarecem de sobremaneira o produto além de tornar mais complexo o processo de monitoramento. Por outro lado, o objetivo aqui é desenvolver uma solução mais específica para a análise da potência sendo trafegada no link e através desta inferir sobre o comportamento do sistema e a sua condição de disponibilidade atual e futura.

II. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do projeto é monitorar a potência óptica em dois pontos de uma mesma fibra: Saída da Central (TX) e Entrada na Central (RX) e em ambas as direções do link (duas fibras), como mostram as fig.2.1 e 2.2. Cada dispositivo de monitoramento deverá portanto dispor de duas entradas ópticas com capacidade de monitorar os sinais em níveis de potência a ser estabelecido em medições preliminares em campo.

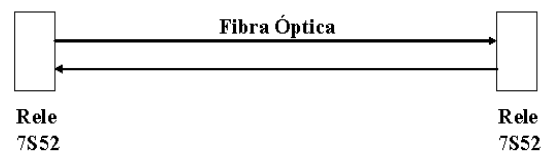


Fig 2.1 – Link óptico não monitorado

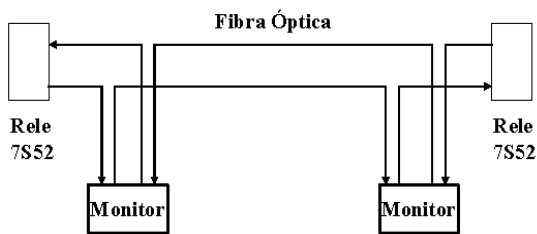


Fig 2.2 – Link óptico com monitor de degrado

A potência óptica presente em fibra é fornecida pelo sistema de supervisão (Relés 7S52 ou outro dispositivo similar) instalado no próprio link óptico de controle. O sistema de monitoramento não interfere de maneira destrutiva no sinal óptico introduzindo sinais próprios em linha, limitando-se apenas a colher e analisar uma amostra do sinal presente no link.

O processamento de dados deverá ser capaz de indicar os níveis de sinal presente em cada lado do link, e alertar o operador em casos de degrado (envelhecimento ou falha) da fibra óptica, emendas, conectores, elementos ativos etc, e falha de link em níveis suficientes de potência, dentro da margem operacional do equipamento de transmissão que garanta um determinado “tempo de espera” para programação e efetivação de manutenção preventiva.

Cabe ainda observar que este projeto de pesquisa tem como objetivo principal a demonstração de viabilidade de um protótipo de sistema de monitoramento de linhas óptica, que aumente a confiabilidade total do sistema de supervisão e controle de linhas de energia. Isso significa que a arquitetura geral deste sistema de monitoramento, assim como as especificações de requisitos e, conseqüentemente o produto final, pode necessitar de uma revisão visando a geração de um produto mais flexível, que se adapte à cultura técnica da CTEEP e que atenda necessidade produtivas em maior escala, no menor custo possível.

III. ESTUDOS PRELIMINARES

A fase de estudo preliminar de sistema consistiu, entre outros fatores, no levantamento de dados de campo como valores de potência óptica disponíveis nas fibras selecionadas para o projeto, atenuação total da fibra no segmento, potência óptica na recepção do sinal, identificação de níveis de alarmes, níveis de operação esperados (potência óptica) para alarme de degrado e falha, condições de instalação, etc. além do canais de comunicação disponíveis.

A CTEEP selecionou como objetivo inicial do projeto, um link de aproximadamente 80km de fibra em um cabo de fibras OPGW, operando na janela de 1550 nm, entre a SE Oste (Sorocaba) e SE Embu (Embu Guaçu). Medidas preliminares indicaram níveis de sinal em torno de -6dBm (TX) e -26dBm (RX), indicando a faixa de operação dos respectivos leitores ópticos a serem desenvolvidos.

As especificações técnicas do link óptico, neste caso operando com relés Siemens 7S52, indicam o limite de atenuação do link deve ser de 29dB para garantia de comunicação entre os dispositivos de controle da rede de energia. Além deste limite, o relé pode enviar um alarme de perda de link, com conseqüente perda da função de supervisão e controle da rede até a recuperação da fibra.

Os limites de alarme de degrado e falha devem portanto atuar ANTES do limite de atuação dos relés, fornecendo uma quantidade significativa de tempo para programação das atividades de manutenção, sem a perda da funcionalidade de supervisão da linha de energia sob controle.

IV. ARQUITETURA DE SISTEMA

A estrutura de hardware consiste basicamente de medidores de sinal óptico com foto diodos e “splitter” ópticos, conversor A/D para leitura proporcional do sinal e microprocessador (PIC) para processamento de sinal e transmissão de dados ao centro de supervisão. O diagrama em bloco simplificado é mostrado na fig.4.1.

O sistema possui também varias interfaces adicionais de supervisão e controle que permitem a flexibilização do produto para aplicação em campo. Serão disponibilizadas interfaces para alarme externo (4 contatos secos), interfaces de supervisão local (RS232), remota (Ethernet) e interface de comunicação remota com outros dispositivos (RS232) via modem DT34 (conforme solicitado pela CTEEP).

O sistema integra também leds de visualização de alarme, buzzer (campainha) e pulsante para cancelamento de alarme e desligamento da campainha, e deverá ser capaz de gerar e transmitir alarmes até a central de controle da CTEEP através de canais dedicados (voz + modem DT34) e/ou rede LAN interna. Um software de interface usuário (front-end) disponibilizado em um ou mais pontos da rede permite a visualização continua do estado do link óptico.

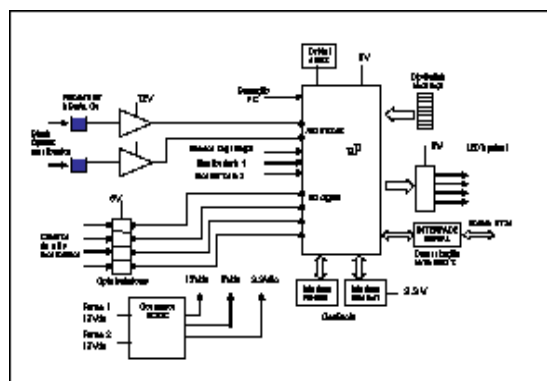


Fig 4.1 – Esquema básico do hardware do sistema

V. ARQUITETURA DE SOFTWARE

Em linhas gerais, a estrutura do software pode ser dividida em básico e aplicação. O software básico é constituído pelo Sistema Operacional e pela camada de acesso ao hardware da plataforma de Supervisão, incluindo “drivers” de controle de dispositivos, indicadores luminosos e sonoros e interfaces de comunicação.

A parte do software que corresponde à aplicação, é, essencialmente, a interface com o operador para visualização de alarmes, configuração do equipamento, geração de relatórios com acesso local e remoto.

O Software de Gerência do Monitor de Sistema Óptico (“front-end”) deve ser instalado em PC com Sistema Operacional Windows XP ou Windows 2000. No caso de conexão local com o dispositivo para programação de parâmetros de configuração, o PC deve possuir uma interface RS-232. Caso a conexão seja somente para monitoramento, esta pode ser feita através de Interface Ethernet, seja acesso local ou remoto. A Fig 5.1 ilustra a estrutura geral do software.

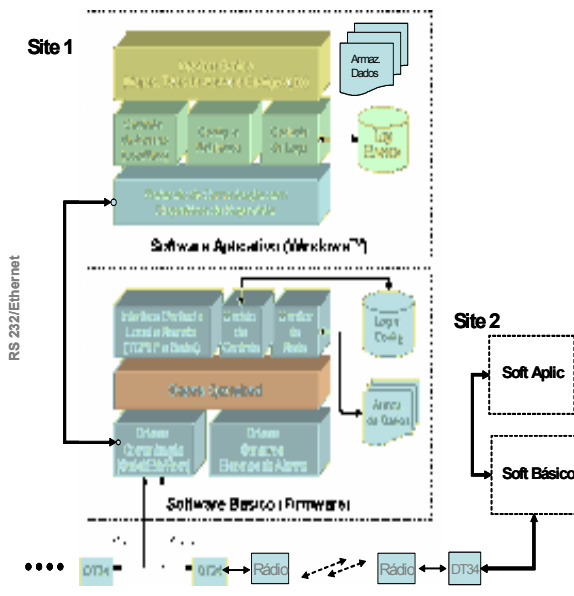


Fig 5.1 – Arquitetura de Software

A título ilustrativo a fig 5.2 mostra a tela principal do front-end, com alarmes, logs e visualização de alarmes e estados de link e conexões. Vale a pena frisar que na tela abaixo estão contidas as informações em tempo real de potência e outros alarmes de AMBAS as estações.



Fig 5.2 – Tela principal de alarmes do “front-end”

VI. TOPOLOGIAS DE REDE SUPORTADAS

O sistema inicialmente consiste de dois monitores com “link” de comunicação bidirecional entre eles. Este sistema poderá em futuro ser expandido em mais monitores com comunicação entre os mesmos numa topologia tipo barramento. Esta configuração poderá ser eventualmente fechada em anel com um link entre os módulos extremos da cadeia.

O sistema de supervisão da rede óptica pode operar em modo anel ou barramento. A Fig 6.1, ilustra o modo de funcionamento em cada topologia visualizando as possibilidades de supervisão local e remota.

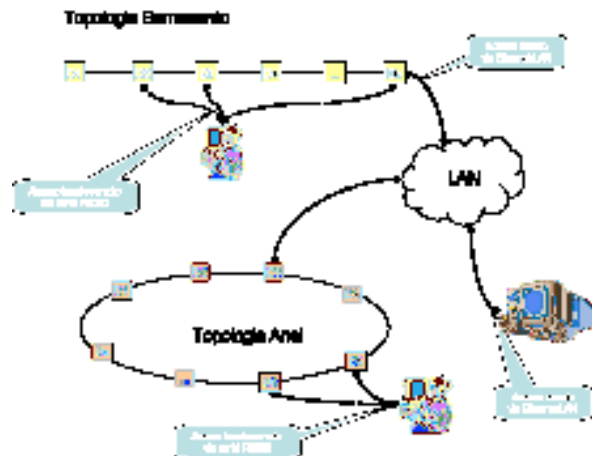


Fig 6.1 – Topologia de Rede

VII. RESULTADOS DE MEDIDAS

Durante a fase de testes e calibração dos dispositivos de sensoriamento de nível de sinal óptico, foram feitas algumas medidas em laboratório para garantir a linearidade das medidas dentro de um intervalo que permita a definição de níveis de degrado e falha,

observando os limites iniciais das medidas feitas nos estudos preliminares.

Considerando a transmissão de sinal no início (TX) da linha com valores próximos de -6 dBm e -26dBm no final do segmento de 80km, os circuitos de leitura e conversão digital (A/D) permitem a operação linear do dispositivo nos intervalos mostrados nas tabelas 7.1 e 7.2.

Potência Entrada para TX [dBm]	Potência Entrada para TX [uW]	Tensão de Saída do Ampl.
-3	501,187	4,11
-4	398,107	3,28
-5	316,228	2,63
-6	251,189	2,08
-7	199,526	1,65
-8	158,489	1,31
-9	125,893	1,04
-10	100,000	0,84
-11	79,433	0,67
-12	63,096	0,54
-13	50,119	0,43
-14	39,811	0,34
-15	31,623	0,27

Tabela 7.1 – Intervalos de medida para sinais de TX

Potência Entrada para RX [dBm]	Potência Entrada para RX [uW]	Tensão de Saída do Ampl.
-24	3,981	4,01
-25	3,162	3,21
-26	2,512	2,60
-27	1,995	2,04
-28	1,585	1,68
-29	1,259	1,36
-30	1,000	1,10

-31	0,794	0,88
-32	0,631	0,72
-33	0,501	0,61
-34	0,398	0,49
-35	0,316	0,38

Tabela 7.2 – Intervalos de medida para sinais de RX

VIII. CONCLUSÃO

O sistema descrito aqui foi instalado nas subestações Oeste e Embu para efeitos de testes iniciais. Notou-se que a inserção do equipamento de modo algum perturbou o funcionamento do relés. No entanto, medida de margem de operação do sistema de relés indicou que existe da ordem de 6 dB em um sentido e da ordem de 3 dB em outro. As razões para tal diferença ainda não foram determinadas mas indicam de sobremaneira a importância de um sistema de monitoramento, pois na fase de implantação do cabo OPGW espera-se que as margens eram aproximadamente iguais e se deterioram em algum ponto ao longo do tempo.

IX. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração de João Pozzuto (FITEC), Miguel Perdigueiro (FITEC), Francisco Smolka (FITEC) e principalmente a toda equipe da CTEEP (Carlos Eduardo) nas atividades de suporte em campo, instalação e configuração de sistema em Sorocaba e Embu Guaçu.

X. REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL/CTEEP: 0068-020/2006 (TL) – Supervisão da Rede Óptica utilizada em Sistemas de Proteção e Controle
- [2] Projeto Básico de Hardware - CTEEP
- [3] RQS-06011-GOP-V01-R01- Documento_de_Requisitos_Final
- [4] SAD-06001-GOP-V01-R01- Superv.RedesÓptica_Final