

CITENEL 2005

CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

**SISTEMA DE DETECÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM REDES DE
DISTRIBUIÇÃO RURAIS**

*Seixas, P.F., *Cortizo, P.C., **de Abreu, S. R., **Ragone, J.
***dos Santos, M.J.C., ***Baptista, D.P.

*DEPARTAMENTO DE ENG. ELETRÔNICA DA EEUFMG
**COMPANHIA FORÇA E LUZ CATAGUAZES LEOPOLDINA- CFLCL
***ATITEL Ltda – ATI Telecomunicações

Palavras-Chave

Sensor de Campo Elétrico
Sensor de Campo Magnético
Detecção de Falhas
Qualidade da Energia

RESUMO

Neste trabalho é apresentado um sistema de detecção e localização de faltas em redes de distribuição rurais. O sistema utiliza os sinais de sensores de campo elétrico e de campo magnético instalados próximos à rede para a análise das contingências. Estes sensores apresentam como vantagens o baixo custo e a simplicidade de instalação, uma vez que dispensam contato elétrico com a rede. O equipamento pode comunicar-se com o centro de operações da distribuição da concessionária via rádio, telefonia celular, telefonia via satélite, utilizando o protocolo de comunicação DNP3, largamente utilizado no setor de energia. O sistema permite a detecção de faltas fase-terra, fase-fase, trifásicas e alguns tipos de faltas de alta impedância.

INTRODUÇÃO

Na distribuição de energia elétrica em áreas rurais, é indispensável dispor-se de um sistema de localização de defeitos para garantir o rápido restabelecimento da energia para os consumidores após uma falta. Se a concessionária de energia não dispõe de tal sistema, o reparo exige que equipes de manutenção percorram a rede de distribuição à procura do ponto de ocorrência da falta. Como as redes de distribuição rurais são longas e ramificadas, o tempo gasto na sua localização pode ser muito elevado.

No sistema apresentado neste trabalho, diversos sensores são distribuídos em pontos estratégicos ao longo da rede de distribuição rural. Na ocorrência de uma falta, esta será

sinalizada ao centro de operações da concessionária, que enviará então uma equipe de manutenção diretamente ao ponto de ocorrência do defeito. Desta forma, reduz-se o tempo de interrupção do fornecimento de energia, reduz-se o custo da manutenção e aumenta-se a segurança da operação do sistema e dos clientes.

O detector de faltas propriamente dito é de baixo custo, não envolvendo medições de tensões e correntes na linha. A localização da falta baseia-se na análise de sinais de campo elétrico e campo magnético, dispensando qualquer contato com a rede elétrica. O equipamento pode comunicar-se com o centro de operações da distribuição da concessionária via rádio, telefonia celular, telefonia via satélite, com protocolo de comunicação DNP3, largamente utilizado no setor de energia.

A primeira etapa do projeto foi financiada pelo Sistema Cataguazes Leopoldina e executado pelo Departamento de Engenharia Eletrônica da UFMG e Departamento da CFLCL. Na etapa atual, participa também do projeto a Atitel Ltda, empresa com por cento nacional, especializada na área de Automação e Telecomunicações que em conjunto com pesquisadores da UFMG e CFLCL, estão projetando a versão industrial do detector de faltas. Esta etapa do projeto conta com recursos do Sistema Cataguazes Leopoldina, UFMG e FINEP.

O DETECTOR DE FALTAS

O diagrama em blocos do detector de faltas é mostrado na figura 1. O detector utiliza como instrumentos de medição, um sensor de campo elétrico e um sensor de campo magnético. Os sinais dos sensores são amplificados e filtrados e são então amostrados pelo micro-controlador, MSP 430, da Texas Instruments. O micro-controlador calcula recursivamente os valores eficazes destas grandezas e executa então as rotinas de detecção de faltas. O resultado da análise é transmitido para o módulo de comunicação utilizando o protocolo de comunicação Modbus e como meio físico uma interface RS-485 isolada. O detector de faltas pode ser alimentado diretamente por uma fonte de +5 V ou através de uma bateria recarregável de lítium-íon. Neste caso, um pequeno painel solar assegura a recarga da bateria. A figura 2 mostra o detector de faltas instalado em uma estrutura de madeira tipo N, a uma distância de 1 metro dos condutores.

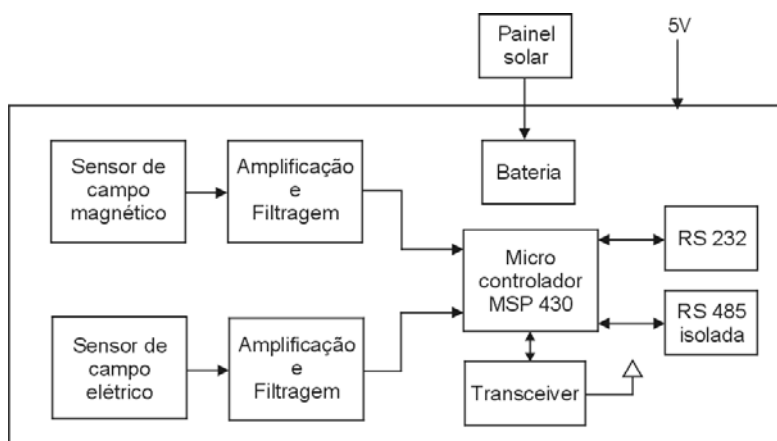


Figura 1 – Diagrama em blocos do detector de faltas

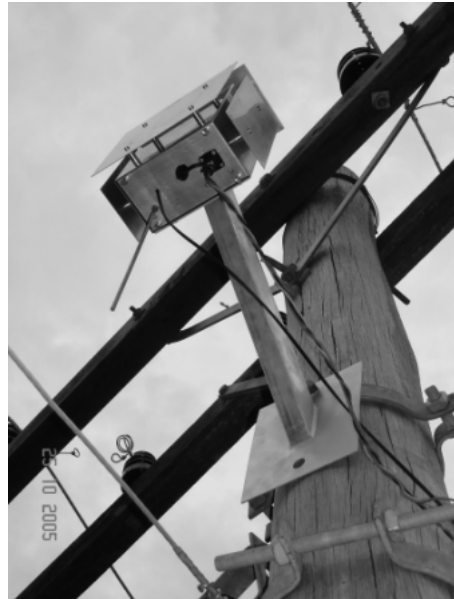


Figura 2 – Instalação do detector de faltas

Sensor de Campo Elétrico

O sensor de campo elétrico é utilizado para indicar a presença de tensões na rede de distribuição. A figura 3 mostra os sinais obtidos com este sensor, quando as tensões estão equilibradas e com o sistema desequilibrado pela ausência de uma ou duas fases. Estas curvas demonstram experimentalmente que com o sensor de campo elétrico é possível detectar os seguintes eventos na rede de distribuição:

- Rede desenergizada
- Rede energizada e normal
- Rede energizada com falta de uma fase
- Rede energizada com falta de duas fases

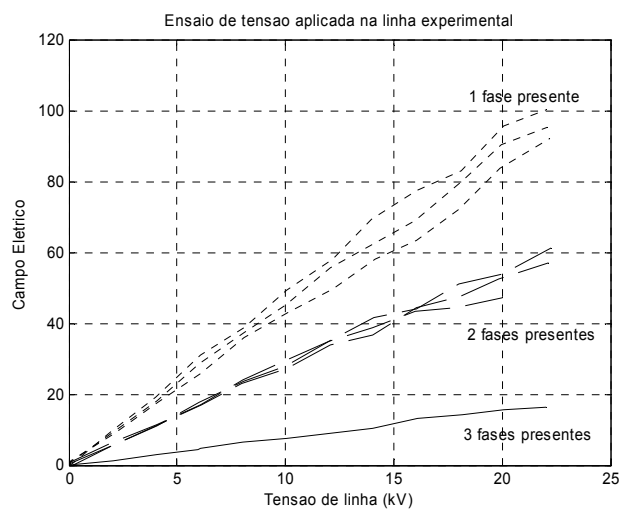


Figura 3 – Ensaios com o sensor de campo elétrico

Sensor de Campo magnético

As variações do campo magnético nas proximidades da rede de distribuição são utilizadas para a detecção de sobrecorrentes. Uma sobrecorrente é detectada não apenas pela ultrapassagem de um valor máximo de campo magnético, mas considerando-se também a taxa de variação de campo magnético. O valor máximo de campo magnético para efeito de detecção de sobrecorrente na rede é determinado automaticamente considerando-se os pontos de máximo de um perfil semanal de medição do campo magnético.

Detecção de Falhas

A figura 4.a. mostra um exemplo de distribuição dos sensores ao longo de uma linha de distribuição. Neste caso, não existe nenhuma ocorrência na rede de distribuição e todos os sensores indicam “rede normal”. Na figura 4.b, foi indicado por um “x” o ponto de ocorrência de um curto circuito franco, fase-neutro, fase-fase ou trifásico. Neste exemplo, supõe-se que apenas a proteção da subestação atuou, desenergizando toda a rede de distribuição. Todos os sensores no percurso da sobre-corrente indicam “rede ausente - detecção de sobre-corrente”. Os outros sensores indicam “rede ausente”. Na figura 4.c, o ponto de rompimento de uma das fases é indicado pela linha interrompida. Supõe-se que a fase rompida não estabeleceu um curto-circuito fase-terra franco, caracterizando uma falta de alta impedância. Neste caso, todos os sensores após a falta indicam “rede desequilibrada – falta de uma fase”. Como neste caso não houve sobrecorrente detectável todos os outros sensores indicam “rede normal”. É importante ressaltar que nas duas ocorrências apresentadas, o ponto de ocorrência da falta fica delimitado ao espaço entre dois sensores.

UNIDADE DE COMUNICAÇÃO

A unidade de comunicação tem por objetivo efetuar a varredura dos dados e alarmes da unidade sensor (faltas detectadas, falta de tensão, etc) e dos demais alarmes de infraestrutura (falta de C.A., porta do gabinete aberta, etc), reportando-as ao centro de operação da distribuição da concessionária através de diversas interfaces de comunicação. Estas interfaces de comunicação com o centro de operações são efetuadas através de protocolo DNP3 nível 2, protocolo de comunicações que se tornou padrão nas concessionárias de energia.

A unidade de comunicação pode ser integrada a outros periféricos, tais como:

- a) radios analógicos, através da interface V23 (modem V23) integrada;
- b) redes de telefonia celular (CDMA, GSM, TDMA, através de modem celular);
- c) redes de telefonia comutada (RPTC, através de modem para linha discada);
- d) redes via satélites (GLOBALSTAR, ORBICOMM);
- e) redes de telefonia celular de alta velocidade (CDMA 1xRTT, GSM GPRS);
- f) interfaces óticas (através de conversores óticos RS-232).

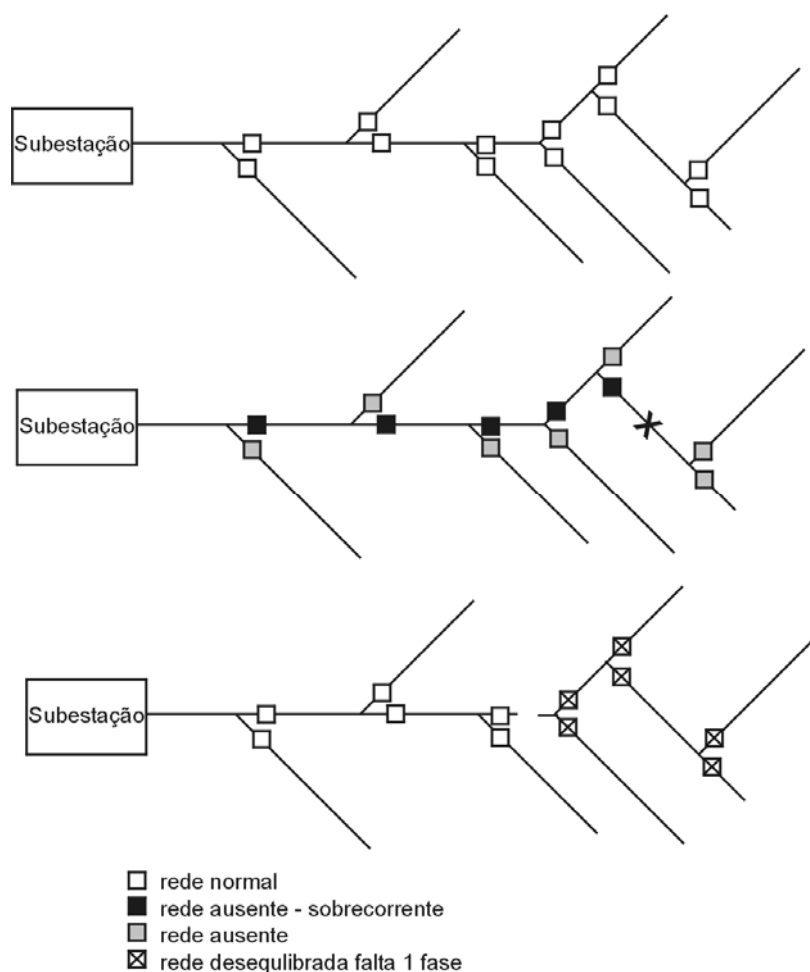


Figura 4 – Exemplos de disposição dos sensores e indicação das ocorrências

- a) rede normal
- b) rede com curto-circuito
- c) rede desequilibrada – rompimento de uma fase

Todas as formas de comunicação implementam o protocolo de comunicação DNP3 nível 2, com suporte à transferência de arquivo.

A unidade de comunicação possui as seguintes características:

1. Sistema de alimentação e backup

O sistema de alimentação permite a conexão de painéis solares ou conexão de rede C.A. 127/220V. Para o uso de painéis solares, a unidade de comunicação possui um elaborado algoritmo de controle para maximizar a eficiência dos painéis solares. O sistema de backup permite o funcionamento da unidade sensor e da unidade de comunicação por até 72 horas sem energia C.A. ou painel solar;

2. Integração do sensor:

A unidade sensor é conectada à unidade de comunicação através de cabo umbilical, que supre as funções de alimentação e comunicação. A comunicação é efetuada periodicamente pela unidade de comunicação, através de protocolo MODBUS RTU, utilizando uma UART com interface RS-485 isolada a 9600 bps. A alimentação do sensor a partir da unidade de comunicação permite que o sensor opere e possa ser

monitorado de forma contínua. As variáveis do protocolo MODBUS da unidade sensor são "traduzidas" em pontos do protocolo DNP3, permitindo que o centro de operações possa monitorar as variáveis e alarmes do sensor.

3. Características construtivas

Possui gabinete com proteção IP-55. Para manutenção, possui interface de usuário, com status de comunicação dos dispositivos (sensor, rádio, porta RS-232 remota) e porta de comunicação RS-232 local (para laptops ou outros equipamentos portáteis).

4. Sistemas de configuração

Os parâmetros de configuração da unidade sensor e da unidade de comunicação podem ser totalmente configuráveis a partir do centro de operações, ou através de aplicativo próprio de configuração, com interface Windows amigável"

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado o princípio de operação e características de um sistema de detecção de faltas desenvolvido pela UFMG, CFLCL e Atitel. Na primeira etapa do projeto foram construídos quatro protótipos que foram testados com sucesso na detecção de uma série de faltas fase-fase e fase-terra de alta impedância provocadas em uma rede de distribuição experimental da CFLCL. Na etapa atual do projeto, estão sendo construídas vinte unidades do sensor.

BIBLIOGRAFIA

Lenz, James E. "A Review of Magnetic Sensors". Proceedings of the IEEE, vol.78, N. 6, Junho, 1990.

Gerrard, J.R.; Gibson, J.R.; Jones, G.R.; Holt, L.; Simkin, D.; "Measurements of Power System Voltages Using Remote Electric Field Monitoring". IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib., Vol. 145, No. 3, Maio, 1998.

Senger, E.C.; Kaiser, W.; Santos, J.C.; Burt, P.M.S; Malagodi, C.V.S.; "Broken Conductors Protection System Using Carrier Communication". IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 15, No. 2, Abril, 2000.

Schroeder, M. A. O.; "Concepção de um Sistema para Extração de Energia Elétrica de Linhas de Transmissão através de Acoplamento Magnético", Dissertação de mestrado do PPGEE-UFMG,1996.

Rocha,F.F.; "Avaliação e projeto de uma fonte de energia para sistema de detecção de faltas em redes de distribuição rurais", Dissertação de mestrado do PPGEE-UFMG, 2005.