Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

MONTAGEM DE UM SISTEMA DE SUPERVISÃO E MONITORAMENTO DE SUBESTAÇÕES SUBTERRÂNEAS[1]

Gabriel Calvaitis Santana[2], Maria Luiza Fabrício De Oliveira[3], Paulo Sérgio Sausen[4], Maurício De Campos[5].

[1] Pesquisa Institucional desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias (DCEeng), pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC)
[2] Bolsista PIBITI/UNIJUÍ, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí - gabriel_csantana@hotmail.com
[3] Bolsista PIBITI/CNPQ, aluna do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí - marialuizafabricio@gmail.com
[4] Professor do curso de Ciência da Computação. DCEEng, Unijuí - sausen@unijui.edu.br
[5] Professor do curso de Engenharia Elétrica. DCEEng, Unijuí, Orientador, campos@unijui.edu.br

1.Introdução

A implantação de redes subterrâneas apresenta benefícios tanto para a concessionaria de energia, como para a população. Estas redes apresentam-se como uma vantajosa alternativa para aplicação em grandes centros urbanos. Nestes locais, a exigência pela qualidade, confiabilidade e segurança no fornecimento de energia é considerável, visto que abrangem grandes concentrações de cargas.

A evolução das redes de sensores sem fio, aliada aos avanços de dispositivos e técnicas de comunicação, permitem o desenvolvimento de sistemas de monitoramento remoto e de automação cada vez mais complexos. A incorporação destas tecnologias na concepção de novos dispositivos permitiu o progresso do conceito de sensores inteligentes (smart sensors). Estes sensores não somente coletam os dados, como também realizam processamento local, aprimorando todo o sistema de transmissão e armazenamento. As redes de sensores inteligentes consideram maior precisão no acompanhamento do sistema monitorado, o que permite, por exemplo, detecção de falhas, aumentando sua confiabilidade (SALVADORI Et. Al. 2009).

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar a montagem de um sistema de monitoramento, diagnóstico e supervisão de subestações de energia elétrica subterrâneas, em que grandezas serão monitoradas pelo sistema. O sistema é instalado na região central de Porto Alegre, sendo alimentado por tensões primarias de 13.8 KV e tensões secundarias de 127/220 V, sendo composto por transformadores de 500 kVA.

Existem duas formas comumente utilizadas na conexão de sistemas de distribuição subterrâneos: radial e network. Para o desenvolvimento do projeto, foi escolhido o sistema network, também conhecido sistema reticulado. Ele atua na distribuição em baixa tensão, possuindo um conjunto de transformadores, onde os secundários são ligados em paralelo. Essa topologia permite o fornecimento de eletricidade mesmo que um ou mais transformadores saíram de serviço, desde que a potência total dos que estejam em funcionamento, seja igual ou superior à demanda exigida pelas cargas (Gouvêa, et al. 2005).

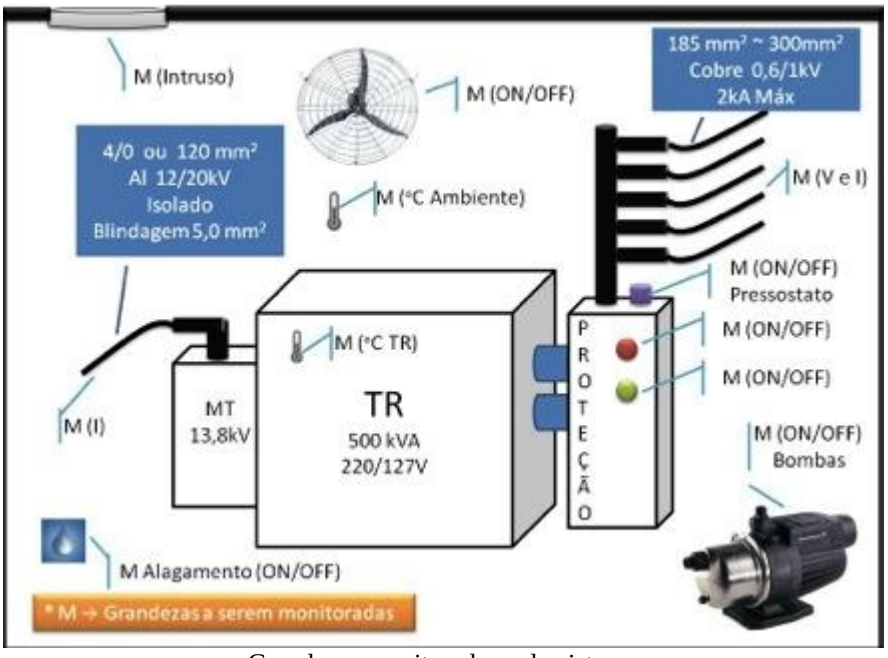
2.Metodologia

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

O sistema desenvolvido é constituído de três módulos principais: Módulo de Primário (MP), Módulo Principal (MPP) e Módulo de Secundário (MS). Cada módulo é composto por um conjunto de Sensores Inteligentes (MSIs), destinados a realizar aquisições dos dados envolvidos na operação da subestação. Além destes, um sistema com dinâmicas mais rápidas realiza a aquisição e processamento das grandezas elétricas do transformador. Neste caso, complementam este sistema Bobinas de Rogovski e sensores de tensão. Esta rede permite também que seja realizada a configuração remota dos parâmetros operacionais do relé de proteção, não necessitando intervenção física na subestação (WUTTIG, 2013).

A comunicação entre os módulos acontece de duas formas. Uma através de uma rede PLC (Power Line Communication) e outra através de uma rede CAN (Controller Area Network). A transmissão de dados através da tecnologia PLC consiste em usar a rede elétrica existente para enviar dados da subestação subterrânea até a central de comando. A rede CAN proporciona trocas de informações de forma segura e rápida, a comunicação é feita por intermédio de um barramento de dois fios, conhecidos como CAN High e CAN Low, onde os sinais elétricos são transmitidos. Ainda, é possível utilizar para conexão externa comunicação 3G, rádio Ethernet e Fibra Ótica, uma vez que o sistema foi desenvolvido para atender a todas estas formas de comunicação.

A figura 1 apresenta as grandezas monitoradas pelo sistema. Os dados analógicos monitorados são a corrente no primário, corrente e tensão no secundário e a temperatura da carcaça do transformador, além da temperatura ambiente. As outras grandezas são do tipo digital, como o estado das bombas, ventiladores e indicativos luminosos do transformador. O sistema deve estar preparado também para monitorar o alagamento da subestação e a entrada de intrusos (SALVADORI Et. Al. 2009).



Grandezas monitoradas pelo sistema

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

Para o monitoramento das grandezas mencionadas anteriormente, foram construídas placas de circuito impresso. Estas foram projetadas no GAIC (Grupo de Automação Industrial e Controle). Sua construção ocorreu através da empresa Micropress Circuitos Impressos para garantir melhor confiabilidade e qualidade do material. A soldagem SMD dos componentes foi realizada pela empresa Fricke Soldas/Balmer, pois é um trabalho que exige muita precisão.

Na montagem do sistema, foram utilizados cabos de diferentes especificações, visando seu uso em diferentes utilidades. Já as caixas utilizadas no Módulo Principal são fornecidas pela empresa Cemar Legrand, desenvolvidas para quadros de Comando com tampa opaca e IP67. As caixas utilizadas no Módulo Secundário têm dimensões 190x140x70 mm possuindo proteção contra alagamento, ou seja, não permitem alagamento caso sejam submersas. Elas condicionam e protegem o circuito e proporcionam maior segurança à instalação elétrica.

O sistema é composto por três caixas deste tipo. Para utilização delas, foi necessário realizar um conjunto de furos para a passagem dos cabos, que foram isolados por um prensa cabo IP68. Os prensa cabos também são fornecidos pela empresa Cemar Legrand, sendo do tipo Nylon Passo Gás.

Para determinar se existe água dentro da subestação foi necessário implementar ao sistema um sensor de alagamento. O modelo escolhido é da fabricante ICOS Sensores, modelo LA36M-40. Ele é específico para fluxo e nível de líquidos.

As subestações subterrâneas são normalmente aquecidas pelos equipamentos elétricos em funcionamento e protegidas das adversidades climáticas. Com o objetivo de determinar se a entrada para o local está aberta ou fechada, foi escolhido um sensor de fotocélula da empresa Emporio Albacora, com especificações 10VCC/10A.

Cada módulo foi segmentado e constituído por partes. Primeiramente todos os cabos foram cortados, as caixas furadas e as placas foram instaladas e conectadas devidamente. Então os cabos foram conectados e posicionados conforme necessário. Após todos os módulos se encontrarem completos, foram levados a plataforma de testes para verificação do seu funcionamento.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

3.Resultados e Discussão

Na figura 2, está demonstrado o sistema integrando um conjunto de sensores inteligentes e sistemas de comunicação montado em laboratório para testes finais. Nele pode-se observar os três módulos, o sensor de intruso e o de alagamento. Quando a sistema está montado é possível verificar seu funcionamento. Foi necessário ainda, configurar os modens substituindo seu firmware e realizando a sua programação para realizar a comunicação.

Para verificar se a montagem está de acordo com o planejado, primeiramente, com o auxílio de um microscópio eletrônico e uma lente de aumento, verifica-se se existe erro no processo de soldagem e caso exista, é necessário corrigi-lo. Se não possui erros, a placa segue para a plataforma de testes e se desempenhar seu correto funcionamento é colocada no devido módulo. Esse sistema é complexo e necessita de certo tempo para ser montado.

Após testado em laboratório, ocorre a instalação no sistema network/reticulado da CEEE-D (Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica) na região metropolitana de Porto Alegre. Esse sistema será instalado em 160 subestações ao total e permitirá a supervisão completa de todas elas, não existindo a necessidade de intervenção humana para verificar seu funcionamento. Caso ocorra algum evento, o sistema apresenta um alarme permitindo o imediato deslocamento de uma equipe para realizar reparos, trocar componentes ou prevenir um alagamento total da mesma. Os dados podem ser acompanhados e visualizados em tempo real em um sistema Web, como também em sistemas Android e IOS.

A figura 3 mostra os resultados obtidos através do sistema Web, em que os valores são medidos em tempo real da subestação física em operação.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: VI Seminário de Inovação e Tecnologia

ANALÓGICAS | DIGITAIS

Subestação	Data e Hora	Tensão Secundário			Corrente Primário			Corrente Secundário			Temperatura		Pressostato
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	Ambiente	Transformador	
119/5	20/06/2016 14:30:46	129.73	130.70	130.03	7.88	7.51	8.59	558.81	493.13	499.63	13.81	20.45	0.97
87/17	30/06/2016 16:33:51	128.91	129.47	129.34	6.99	7.86	6.63	386.12	397.98	418.85	19.32	32.70	1.01
34/3A	30/06/2016 16:33:43	126.27	126.99	127.28	10.46	10.87	10.55	592.99	605.12	576.60	13.38	32.20	1.04
87/9	30/06/2016 16:33:43	127.75	128.37	128.29	11.11	11.52	10.68	649.84	607.36	620.00	24.27	37.65	1.02
55/5	30/06/2016 16:32:52	127.16	128.04	127.94	3.94	3.61	4.39	270.72	212.59	226.23	20.31	28.73	1.06
48/5	30/06/2016 16:33:47	125.16	125.89	125.91	2.42	2.40	2.37	113.85	132.80	116.32	26.75	33.69	1.03
121/9	30/06/2016 16:33:54	128.48	129.00	128.89	8.51	8.50	7.93	486.10	510.96	477.08	19.82	33.19	1.00
114/5	30/06/2016 16:33:50	128.28	129.07	128.93	9.67	10.03	9.43	553.48	588.36	563.87	15.85	28.73	1.03
97/5	30/06/2016 16:33:45	128.56	129.10	129.12	8.33	7.77	7.75	512.83	500.47	469.21	22.29	33.69	1.02
96/13	30/06/2016 16:33:52	128.01	128.81	128.50	7.66	7.41	7.46	437.12	447.56	469.62	14.86	25.27	1.05
87/13	30/06/2016 16:33:51	127.88	129.98	129.07	7.20	7.00	6.91	439.04	415.19	414.09	19.32	28.24	1.03
101/9	30/06/2016 16:33:55	128.75	129.65	129.31	5.47	5.54	5.78	369.96	321.21	349.37	15.36	27.74	1.03

Sistema Web

4.Conclusão

Este trabalho apresentou a montagem um sistema desenvolvido para monitorar uma subestação subterrânea de distribuição de energia elétrica. Os avanços nos sistemas eletrônicos de comunicação e processamento, além do alto grau de integração presente, permitiu o desenvolvimento de um sistema de alto desempenho para estas aplicações.
O sistema ainda permite a sua aplicação em sistemas inteligentes e principalmente em aplicações de detecção de faltas no sistema subterrâneo reticulado. É importante ressaltar que o sistema está em funcionamento e que seus resultados são positivamente satisfatórios.

5.Palavras-chave

Power Line Communication, Automação de Subestações, Monitoramento.

6.Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro de fomento P&D ANEEL, CNPq, bem como a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC).

7.Referências bibliográficas

GOUVÊA, Marcos Roberto, Erminio Cesar BELVEDERE, J. J OLIVEIRA, P. E MASCIGRANDE, e A. P e COSTA, R.F BRUNHETORO. Desenvolvimento de Padrões para Redes Subterrâneas Híbridas. 2005.

Salvadori, F.; Campos, M. de; Sausen, P. S.;Camargo, R. F. de; Gehrke, C.; Rech, C.; Spohn, M. A. and Oliveira, A. C. Monitoring in Industrial Systems Using Wireless Sensor Network With Dynamic Power Management". IEEE Transactions on Instrumentation and Measureament, Vol. 58, No. 9, pp. 3104- 3111.

Wuttig, R.; Giacomini, G.; Campos M. "Desenvolvimento De Um Sistema Para A Automação De Subestações De Energia Elétrica Subterrânea" In: Salão Do Conhecimento, 2013. Ijuí. Anais. Ijuí, 2013.