

MONITORAMENTO DE GRANDEZAS ELÉTRICAS E CONSUMO DE ENERGIA DE UMA INSTALAÇÃO DE TRATAMENTO DE MINÉRIO ATRAVÉS DE REDE MODBUS RTU A PARTIR DE RELÉS MULTIFUNÇÃO DIVERSOS¹

Utilizando o recurso da comunicação serial, presente na grande maioria dos relés multifunção microprocessados instalados em indústrias, como forma de aquisição de dados em rede para permitir o monitoramento de grandezas elétricas instantâneas e acumuladas de uma instalação de tratamento de minério a partir de um PLC Schneider Modicon Quantum

Henrique Monferrari Maria²

Resumo

Este trabalho tem por objetivo demonstrar como, a partir de um recurso de comunicação praticamente comum entre relés de proteção multifunção microprocessados atuais e obsoletos, foi possível desenvolver todo um sistema de medição e monitoramento de grandezas elétricas instantâneas e de consumo de energia em uma instalação industrial de tratamento de minério. Para tal, foram utilizados desenvolvimentos de software diversos, tais como do aplicativo no PLC Schneider Modicon Quantum a fim de gerenciar as transações em rede Modbus RTU, tratar os dados e disponibilizá-los ao sistema de supervisão iFix/IHM-Pro para exibição. Foram necessários, ainda, configuração, testes elétricos e comissionamento da rede Modbus RTU e dos relés. Finalmente, a comparação entre os dados obtidos através deste sistema implementado e aqueles disponibilizados por um sistema dedicado de medição de grandezas elétricas mostrou que os valores são praticamente idênticos, sendo ambas, portanto, fontes de informação redundantes o que é de grande valia para o cliente final.

Palavras-chave: Redes industriais; Relés multifunção microprocessados; Controladores lógicos programáveis; Sistemas de supervisão e controle.

ELECTRICAL MEASUREMENTS AND POWER CONSUMPTION MONITORING OF AN ORE TREATMENT PLANT THROUGH MODBUS RTU NETWORK OBTAINING DATA FROM MULTIPLE PROTECTION RELAYS

Abstract

This paper intends to show how a simple but efficient system conceived by a programmable logic controller, multiple vendor protection relays, a Modbus RTU network and a supervisory control system can monitor instant electrical measurements and power consumption satisfactorily. This system was implemented through software development, field tests and commissioning, and the final result was the system accuracy confirmation by comparing obtained data with the ones shown by a dedicated measuring system existent on the same industrial plant.

Key words: Fieldbuses; Protection relays; Programmable logic controllers; Supervisory control and data acquisition systems.

¹ *Contribuição técnica ao 12º Seminário de Automação de Processos, 1 a 3 de outubro de 2008, Vitória, ES*

² *Graduado em Engenharia Elétrica com certificação em Engenharia de Computação pela UFMG e atua como consultor de soluções em automação pela Schneider Electric*

1 INTRODUÇÃO

O monitoramento de grandezas elétricas, principalmente as relacionadas ao consumo de energia, é primordial para garantir baixos custos a qualquer instalação industrial. Um paradigma consolidado é o de que este tipo de monitoramento deve ser feito através de um sistema próprio dedicado. Veremos, ao longo deste trabalho, como um sistema funcionalmente similar a um dedicado pôde ser desenvolvido tomando-se como fontes de dados diversos relés multifunção microprocessados existentes (atuais ou obsoletos) em uma instalação industrial. Tais dados são aquisitados pelo PLC Schneider Modicon Quantum em comunicação com os relés via porta serial em rede Modbus RTU, rede esta montada única e exclusivamente para tal fim. Uma vez tratados, estes dados são disponibilizados ao sistema de supervisão existente (GE iFix com bibliotecas de software que implementam a filosofia operacional IHM-Pro) que os exibe em sinóticos ou janelas específicas. Este sistema foi totalmente desenvolvido, implementado e testado pelo autor deste artigo em 2001, então projetista de controle da IHM Engenharia e Sistemas de Automação, hoje consultor técnico de soluções em automação pela Schneider Electric Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foi necessária a instalação de uma rede de campo física para a aquisição de dados via PLC a partir dos relés multifunção microprocessados. Em seguida, tiveram início os testes de campo para o correto funcionamento elétrico e lógico da rede. Os relés foram, então, configurados um a um para que fossem capazes de se comunicar via protocolo serial de rede. A partir de então, passou-se à etapa dos desenvolvimentos de software, inicialmente, no PLC a fim de viabilizar as transações de rede entre os dispositivos e, por último, no sistema de supervisão e controle a fim de se exibir os dados elétricos ao operador da planta. Seguem-se, detalhadamente, as etapas deste processo de implementação e testes do sistema.

2.1 Instalação Física da Rede

A primeira medida a ser tomada para a elaboração do sistema de aquisição de dados foi a instalação da rede física. Dado o comprimento necessário da rede, superior a 15m, optou-se pela interface de rede RS485 usando conversor RS232/RS485 em rede a dois fios, já que a porta de comunicação do PLC utiliza interface RS232. Uma vez que a cablagem não existia fisicamente mas apenas seus dispositivos, PLC mestre e relés multifunção microprocessados, foi necessário o lançamento de cabos e interconexão elétrica ponto a ponto de cada um dos dispositivos de rede, serviço este executado pelo pessoal de manutenção elétrica da instalação de tratamento de minério. Procedeu-se com a passagem de cabo de rede Belden (2 condutores + blindagem) através de percurso que permitisse a interconexão de todos os dispositivos conforme figura abaixo.



Fonte: Schneider Electric

Figura 1 - Topologia da rede Modbus RTU em RS485 (2 fios) entre o PLC Schneider Modicon Quantum e os Relés Multifunção Microprocessados

2.2 Testes de Campo

Uma vez lançados os cabos de rede, verificou-se a continuidade da mesma com o uso de multímetro e, também, a impedância final do cabeamento em questão. Desta forma, certificou-se que os resistores de terminação instalados nas extremidades do tronco estavam eletricamente conectados, bem como todo o restante da cablagem. Outro ponto verificado, imprescindível ao bom funcionamento da rede, foi a polaridade de cada um dos dispositivos conectados. Os terminais positivos de todos os nós foram conectados em paralelo, assim como os terminais negativos também o foram.

2.3 Configuração dos Relés Multifunção

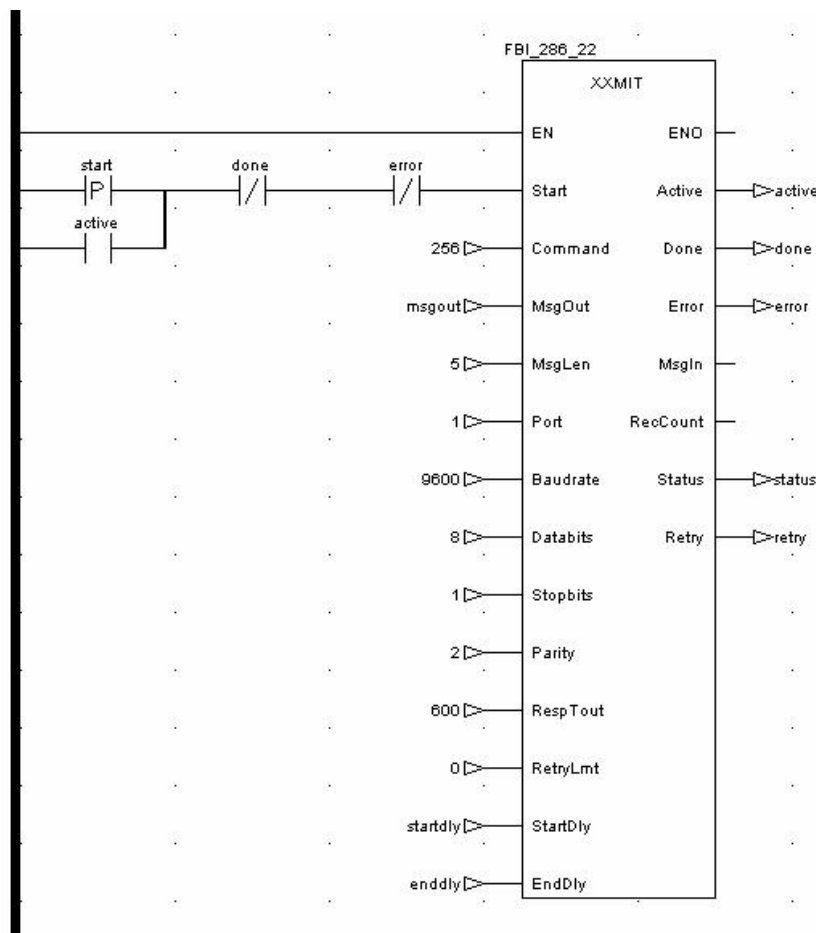
O correto funcionamento do sistema depende da concordância entre os parâmetros de comunicação de todos os dispositivos em rede. Desta forma, foi necessária a configuração, nó a nó, de cada um dos relés através de conexão com laptop ou via teclado frontal próprio, onde destacam-se os principais parâmetros:

- Velocidade de comunicação: 9600 bps
- Bits de dados: 8 (fixo para Modbus RTU)
- Bits de parada: 1
- Paridade: Par
- Número do nó (endereço de rede)

Além destes parâmetros, fez-se necessária, também, a configuração das áreas de memória de usuário, áreas tais que permitem ao integrador condensar vários parâmetros para a leitura em uma única transação de rede.

2.4 Testes Lógicos e Desenvolvimento de Software no Plc

A partir da certificação elétrica da rede, passou-se, então, ao desenvolvimento inicial de software para que fossem efetuadas as primeiras transações de rede entre o PLC mestre e os relés escravos. Foi utilizado o recurso do bloco XXMIT, pertencente à biblioteca Ladder IEC nativa do PLC Schneider Quantum, para gerenciamento de toda a comunicação entre os dispositivos. Através dos sinais de controle fornecidos pelo próprio bloco, implementou-se uma máquina de estados para o correto seqüenciamento das etapas de comunicação com cada um dos escravos.



Fonte: Schneider Electric

Figura 2 - O bloco de gestão de comunicações XXMIT, presente na biblioteca do PLC Schneider Quantum

De maneira resumida, antes se de iniciar uma transação de rede com determinado nó, fornece-se ao bloco o número deste nó, a quantidade de dados a serem lidos, os endereços de leitura no escravo e de escrita no mestre para, só então, disparar o processo de comunicação. A partir do resultado desta comunicação, parte-se para o tratamento dos dados recebidos e envio ao sistema de supervisão em caso de sucesso ou então os dados são descartados e passa-se ao próximo nó em caso de erro. Vale ressaltar que o parâmetro do bloco de comunicação responsável pelos atrasos entre comunicações foi empiricamente ajustado de maneira a se ter o menor valor possível sem que se comprometessem as transações de rede.

Boa parte do trabalho dispendido no desenvolvimento de software deste sistema se concentrou na pesquisa e estudo de mapas de memória e sistemas de comunicação de cada um dos relés multifunção existentes (proteções de linha e motor), a saber:

- Schneider Sepam 1000 S40 e M20
- GE Multilin 750
- Team-Arteche / Inepar PM250 e PL250
- Alstom MiCom P225, P127 e P141

Por definição do cliente final, as medições instantâneas a serem lidas de cada relé são as seguintes:

- Tensão de entrada
- Corrente elétrica
- Potência ativa
- Potência reativa
- Fator de potência
- Frequência

Além destas, foram definidas, também, as leituras das seguintes totalizações de energia:

- Energia ativa consumida
- Energia reativa consumida
- Energia ativa produzida
- Energia reativa produzida

As duas últimas são necessárias apenas em subestações onde há regeneração de energia por parte de inversores de frequência como, por exemplo, em subestações dedicadas a transportadores de correia de longa distância cujo percurso é, em sua maioria, composto por descidas. Neste tipo de situação, o acionamento do transportador opera na maior parte do tempo como gerador e, portanto, produz energia.

Em termos de prioridade nas transações de rede, obviamente as grandezas elétricas instantâneas detêm a maior parte das comunicações para que tais dados sejam exibidos o mais rapidamente possível pelo sistema de supervisão. Já os dados de totalização de energia, por sua vez, não precisam de constante atualização pois suas variações são menos bruscas e refletem o consumo (ou produção) energético até aquele instante.

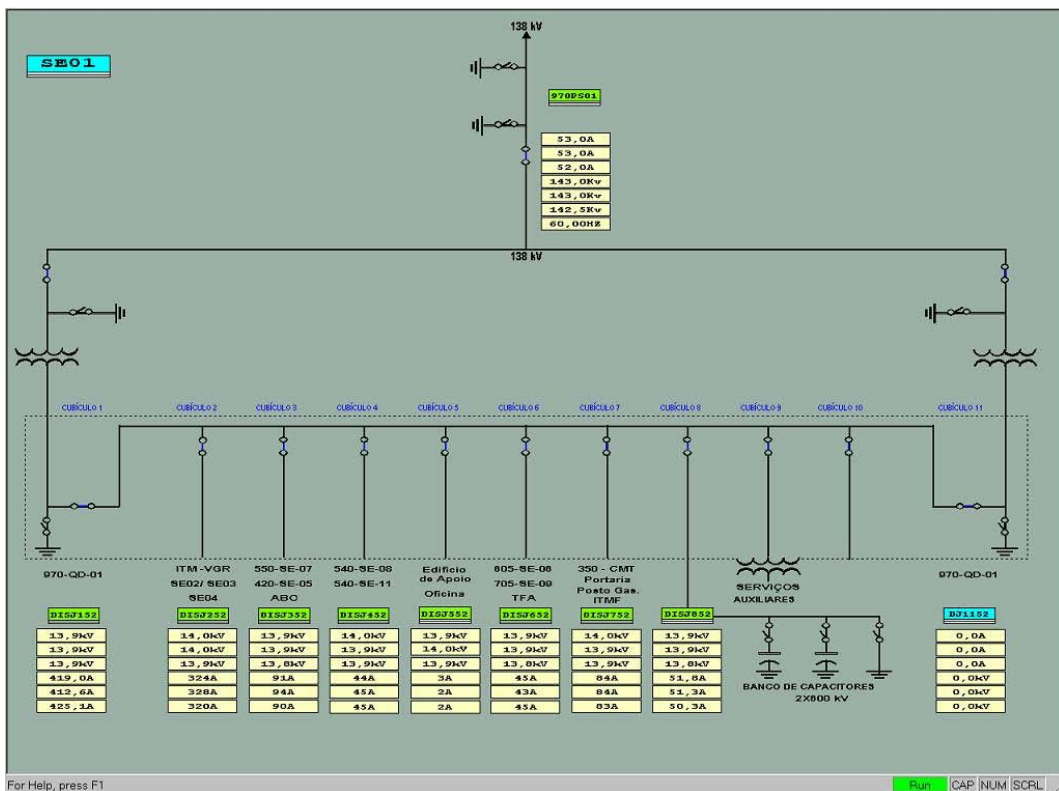
Dada a diversidade de fabricantes e filosofias dos relés multifunção microprocessados, foi necessário o desenvolvimento de seções de programa específicas para o tratamento dos dados recebidos. Alguns destes relés como, por exemplo, os Alstom MiCom P141, não possuíam áreas de memória configuráveis pelo usuário, sendo que as leituras via rede deveriam ser realizadas nos próprios endereços internos dos relés. A maioria, entretanto, permitia via comissionamento a concentração de todos os dados a serem lidos em área de memória única, evitando o uso de várias transações de rede para o mesmo nó escravo.

Outro dado interessante a ser mencionado foi o fato de que alguns dos relés, como os Inepar PL250, fornecem dados codificados. Tal característica demandou a implementação de rotina de decodificação dos dados, com isolamento de bits relevantes através de filtragem e rotacionamento e, também, conversão de valores brutos para valores em unidades de engenharia.

2.5 Desenvolvimento de Software ano Sistema de Supervisão

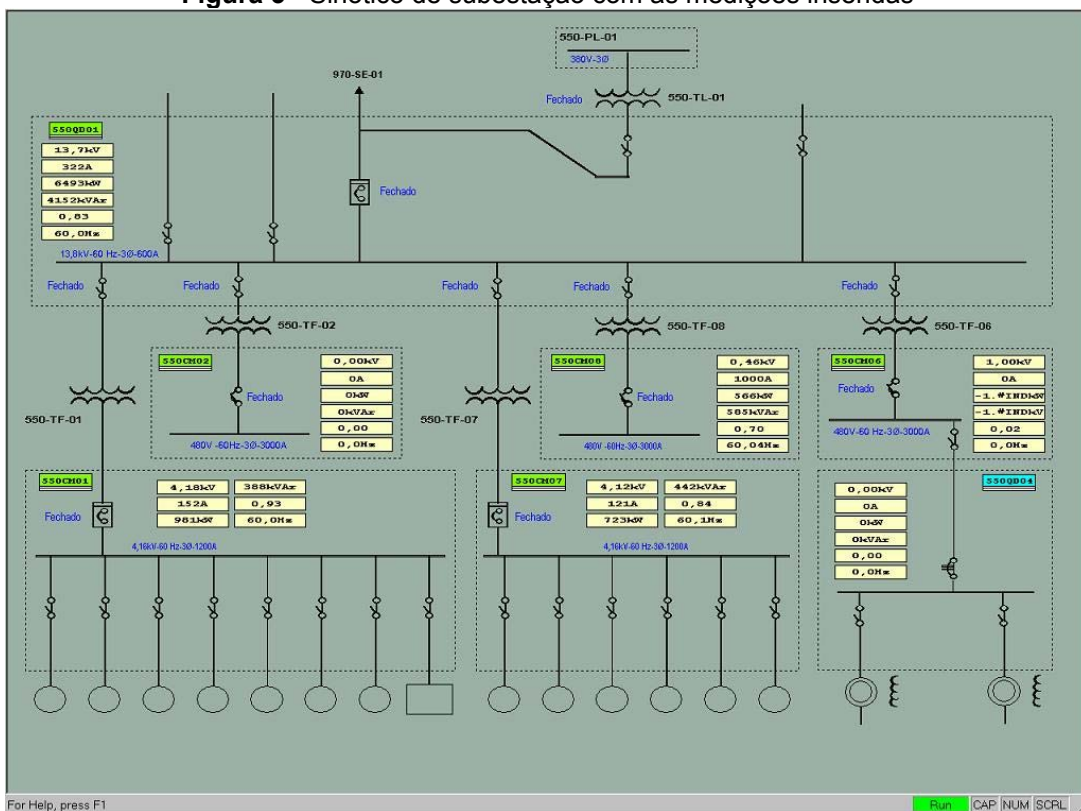
A etapa final da implementação do sistema se deu através de desenvolvimento de software nos aplicativos GE iFix e IHM-Pro para a correta exibição dos dados colhidos via rede. Uma vez que o sistema já possuía sinóticos referentes aos

diagramas unifilares das subestações, bastou cadastrar os novos totalizadores e analógicas em conformidade com o aplicativo do PLC incluí-los nestes sinóticos. As figuras a seguir foram obtidas a partir de alguns destes sinóticos.



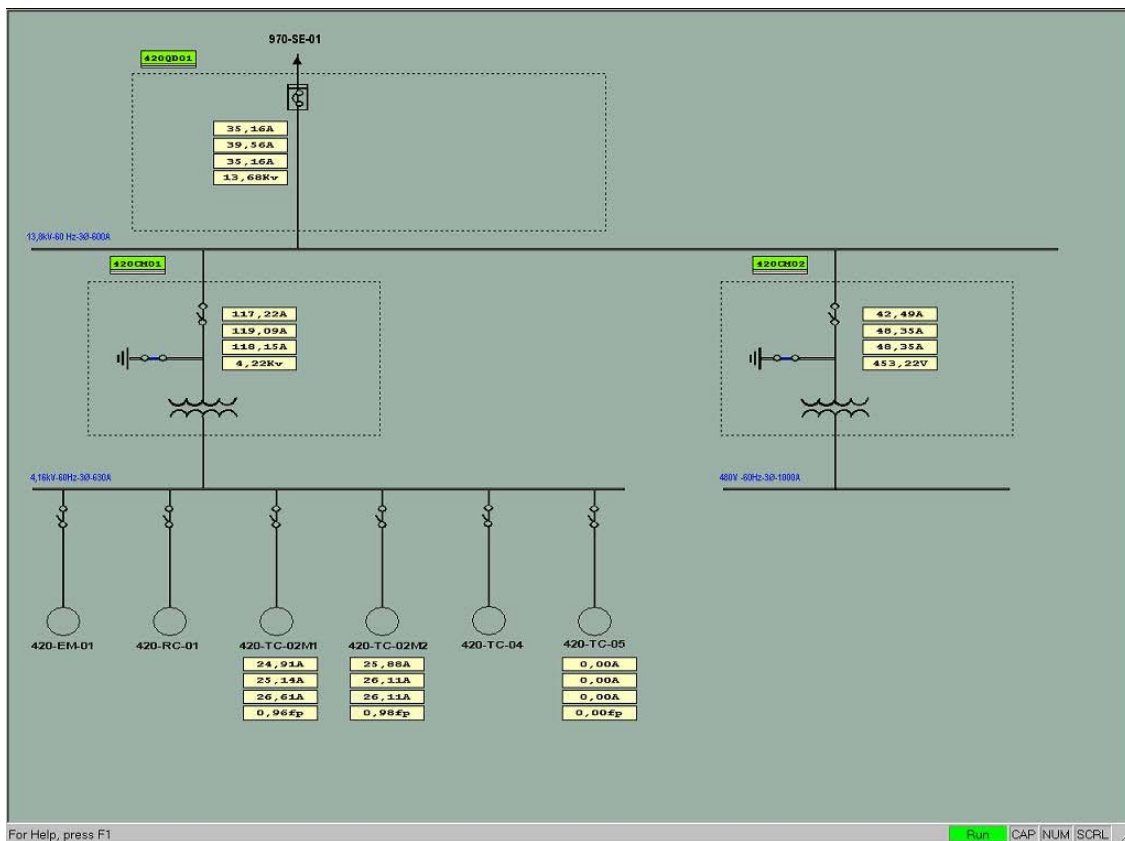
Fonte: IHM Engenharia

Figura 3 - Sinótico de subestação com as medições inseridas



Fonte: IHM Engenharia

Figura 4 - Sinótico de subestação com as medições inseridas



Fonte: IHM Engenharia

Figura 5 - Sinótico de subestação com as medições inseridas

3 RESULTADOS

A constatação da eficácia deste sistema foi feita pelo pessoal especializado em automação desta mineradora ao comparar os dados obtidos por este com os mesmos dados obtidos por um sistema dedicado de medição e monitoramento elétrico, adquirido por este mesmo cliente final. Desvios aleatórios foram observados nas medições instantâneas e naturalmente atribuídos aos diferentes instantes nas aquisições de dados entre ambos os sistemas, mas também tais valores não raramente coincidiam. Já as totalizações de consumo e produção de energia não apresentavam disparidades por se tratarem de valores integrados ao longo do tempo por ambos os sistemas e, portanto, menos sujeitos às variações instantâneas devido a amostragens em instantes diversos.

Uma terceira fonte de informação que ratifica ainda as duas citadas neste trabalho é a própria concessionária energética: ao se comparar os dados de consumo apresentados por esta com os dados de consumo do relé de proteção da entrada da subestação principal percebe-se consistência entre as fontes de informação.

4 DISCUSSÃO

Conforme já era de se esperar, as grandezas elétricas instantâneas exibidas por ambos os sistemas ocasionalmente coincidem, o que confirma a tese logo acima de que flutuações entre medições seriam esperadas a menos que ambos os sistemas funcionassem de maneira perfeitamente síncrona. Na verdade, tal disparidade é até salutar, uma vez que garante que ambas as fontes de dados são, na verdade, redundantes mas totalmente independentes entre si.

Por outro lado, fica constatado que os medidores em si, tanto os relés multifunção quanto os medidores do sistema dedicado, trabalham de forma similar, sendo a principal diferença entre estes dois sistemas a maneira de se adquirir e exibir os dados obtidos.

5 CONCLUSÃO

Pode-se perceber que, a partir de dados de consumo energético iguais, os relés de proteção (nossos medidores em questão) são todos confiáveis. Desta forma, o desenvolvimento e a implementação de um sistema relativamente simples, utilizando recursos de rede presentes naturalmente no PLC e nos relés, podem garantir ao usuário mais uma fonte confiável de informações elétricas sobre seu sistema. Naturalmente, a não-operabilidade de qualquer um dos sistemas em questão não afeta o monitoramento instantâneo das grandezas elétricas nem tampouco impede a totalização de consumo energético pelo cliente final, grande beneficiado desta redundância.

Agradecimentos

A Valdir Viana, Flávio Lima, Genilton Marques, João Carlos Gual, Mário Lopes da Fonseca, Sylvio Leal, Rogério Martins, Fernando Capelari, Carlos Loscalzo, Schneider Electric Brasil, IHM Engenharia e Sistemas de Automação.

BIBLIOGRAFIA

- 1 www.aveva-td.com (manuais e guias técnicos Alstom MiCom)
- 2 www.ge.com (manuais e guias técnicos GE Multilin)
- 3 www.merlingerin.com (manuais e guias técnicos Schneider Sepam)
- 4 www.modbus.org (site oficial do padrão Modbus)
- 5 www.teamarteche.com (manuais e guias técnicos Inepar / Team-Arteche)
- 6 www.telemecanique.com (manuais e guias técnicos Schneider Quantum)