

**SENDI 2004**

**XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**A Experiência da COELBA com a Automação de suas Subestações**

**F. J. R. Santana**

**Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA**

**fsantana@coelba.com.br**

**J. R. P. Palma**

**Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA**

**jpalma@coelba.com.br**

**J. A. F. A. Santos**

**Universidade Federal da Bahia – UFBA**

**alex\_caeel@yahoo.com.br**

**Palavras-Chave:**

**Automação, Digitalização, Integração, Protocolos, PROCOME.**

**Resumo:**

**Tendo em vista a experiência da COELBA com automação de subestações superiores a 69 KV, este artigo tem a finalidade de traçar os caminhos percorridos pela COELBA no processo de automação, bem como descrever as dificuldades encontradas e possíveis soluções na integração de seis COD's (Centro de Operação da Distribuição) e um COS (Centro de Operação do Sistema). Este artigo mostra de forma objetiva todo o processo de integração de uma subestação (SE) desde a criação do banco de dados, passando pelo carregamento da UTR (Unidade Terminal Remota) e do sistema. Será feita, também, uma breve exposição dos investimentos adotados pela COELBA.**

## 1. INTRODUÇÃO

A COELBA iniciou seu plano de Automação em 1998, quando foi definido um projeto bastante arrojado, tendo como objetivo principal automatizar todas as Subestações com tensão primária igual ou superior a 69 Kv. Este projeto começou com a automação de suas principais subestações pertencentes aos centros de controle de Salvador e Itabuna. O projeto inicial contemplava a implantação de 6 Centros de Operação e Distribuição – COD's, um Centro de Operação dos Sistema – COS e 242 Subestações Elétricas – SE's.

Em termos de centro de controle foi especificado um sistema de dispusesse de toda uma facilidade na operação das SE's em tempo real e que também possibilitasse uma ampla utilização dos dados gerados a partir das aquisições. Estas informações são disponibilizadas em uma base de dados relacional ORACLE, copiada a um outro servidor da rede corporativa, sendo sua utilização a mais democrática possível e, conseqüentemente, não comprometendo o desempenho do sistema em tempo real.

Dentro do plano de automação inicial, efetuar-se-ia a adaptação das SE's mantendo-se os equipamentos e proteções originais. Logo este projeto sofreu alterações com a implantação de algumas SE's com fornecimento fechado onde todos os relés eram digitais. Neste projeto o protocolo de comunicação entre a Unidade Central Local – UCL e os relés, era o PROCOME.

Tendo em vista que os principais fabricantes de equipamentos e relés não possuíam já desenvolvido o Protocolo PROCOME, a COELBA iniciou um estudo visando a adoção de um outro protocolo que abrangesse o maior número de fornecedores, bem como permitisse a COELBA o domínio tecnológico da integração dos equipamentos utilizando este protocolo. Sendo assim foi escolhido o protocolo DNP3 subset 2. Este plano possibilitou a COELBA um elevado salto de qualidade no controle e proteção de suas subestações

O desempenho econômico-financeiro da solução de digitalização das SE's possui como principal característica a igualdade entre a adaptação da instalação, onde é utilizado uma grande quantidade de cabos e relés auxiliares para a multiplicação de contatos e mantido as proteções analógicas, com a digitalização onde os investimento nesses acessórios foi convertido na troca das proteções. Ainda como ganho na troca das proteções analógicas por digitais, se está implantando um avançado Centro de Gestão da Proteção– CGP, que a partir de um centro único ter-se-á acesso a todas as informações de ajustes e oscilografia, ao passo que com o Sistema de Automação só era possível o conhecimento das proteções atuadas.

Atualmente, a COELBA está avançando decisivamente na automação da distribuição de energia e,

para tanto, está elaborando um plano diretor com objetivos bastantes amplos, visando não omitir aspectos importantes como por exemplo a relação entre os distintos sistemas de telecontrole, telemedição, GIS, DMS, etc.

Após cinco anos de experiência com automação, a COELBA está munida de todos os recursos necessários para atingir um elevado grau de qualidade em suas definições.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O projeto foi orientado por alguns requisitos básicos para ser concretizado: expansibilidade, confiabilidade, segurança e disponibilidade.

Inicialmente foram implantados dois COD's, sendo um em Salvador e outro em Itabuna (Vide fig. 1). Estes COD's comunicam-se através do COS (Vide fig. 2). Os COD's teriam responsabilidades sob monitoração, controle e manobra de alimentadores da SE. O COS atua sobre o sistema de transmissão e as subestações, abrangendo até o barramento de media tensão. Como um dos itens do projeto era a expansibilidade, ou seja, o sistema não teria restrições em seus padrões de hardware e software para ser modificado. Foram instaladas os COD's no interior (Vitória da Conquista, Feira de Santana, Juazeiro e Barreiras), que monitoram suas SE de cidades próximas vizinhas. Com isso, o COS irá controlar cerca de 240 SE. Este sistema pode ser expandido em níveis altíssimos.

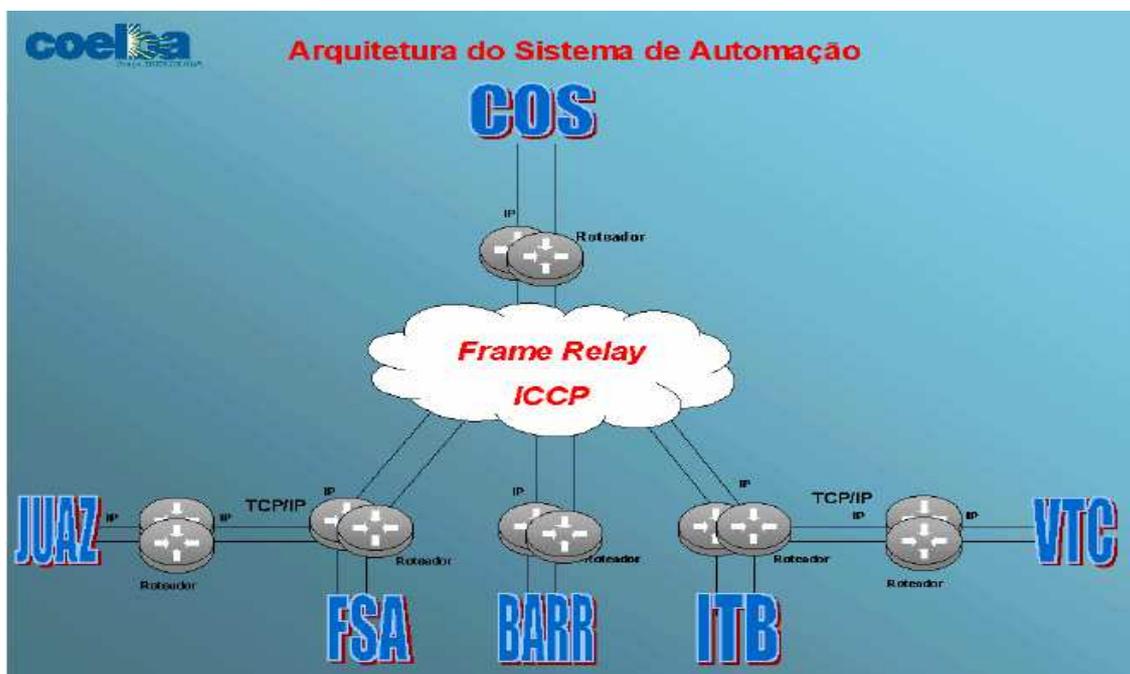


Fig. 1 – Arquitetura do Centro de Operações e Sistemas Distribuídos

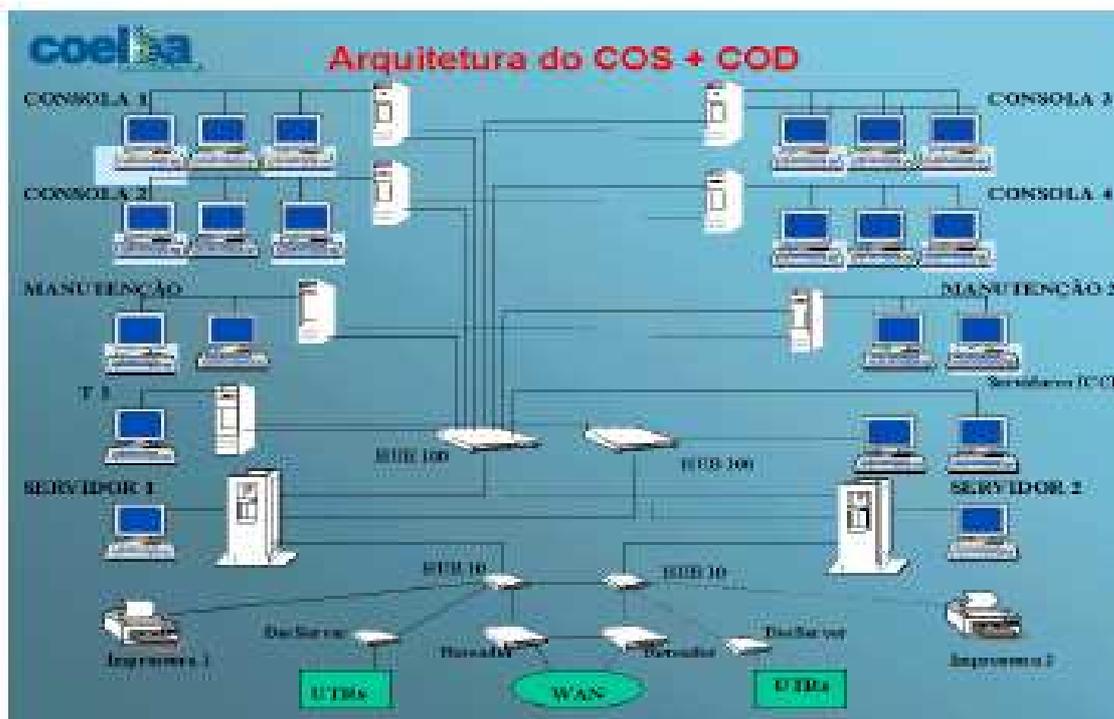


Fig. 2 – Arquitetura de Integração entre Centros de Operação de Automação

Na implantação do sistema de automação foi definido uma arquitetura de adaptação para as SE's, mantendo-se os relés eletromecânicos, multiplicando-se os contatos e instalando-se equipamentos (transdutores de medidas) que se comunicavam via protocolo com a UTR. Estes transdutores eram ligados ao um concentrador eletro-óptico e do mesmo para um conversor até a porta de comunicação da remota. Esta solução parecia instantaneamente viável, porém constatou-se uma grande quantidade de erros provenientes das inúmeras ligações físicas. Além disto, a UTR ficava restrita a um único fabricante, pois o PROCOME, protocolo de comunicação utilizado, fica também praticamente restrito ao fornecedor.

Com a necessidade de se melhorar a comunicação entre os IED's e a UTR, e também de diversificar os fabricantes, foi inserido um outro protocolo de comunicação: DNP3.0. Com este protocolo elevou-se o nível tecnológico das SE's, dando maior dinamismo às proteção e manobras das SE (Vide fig. 3). Também pôde-se aumentar o número de fornecedores (Vide fig. 4).

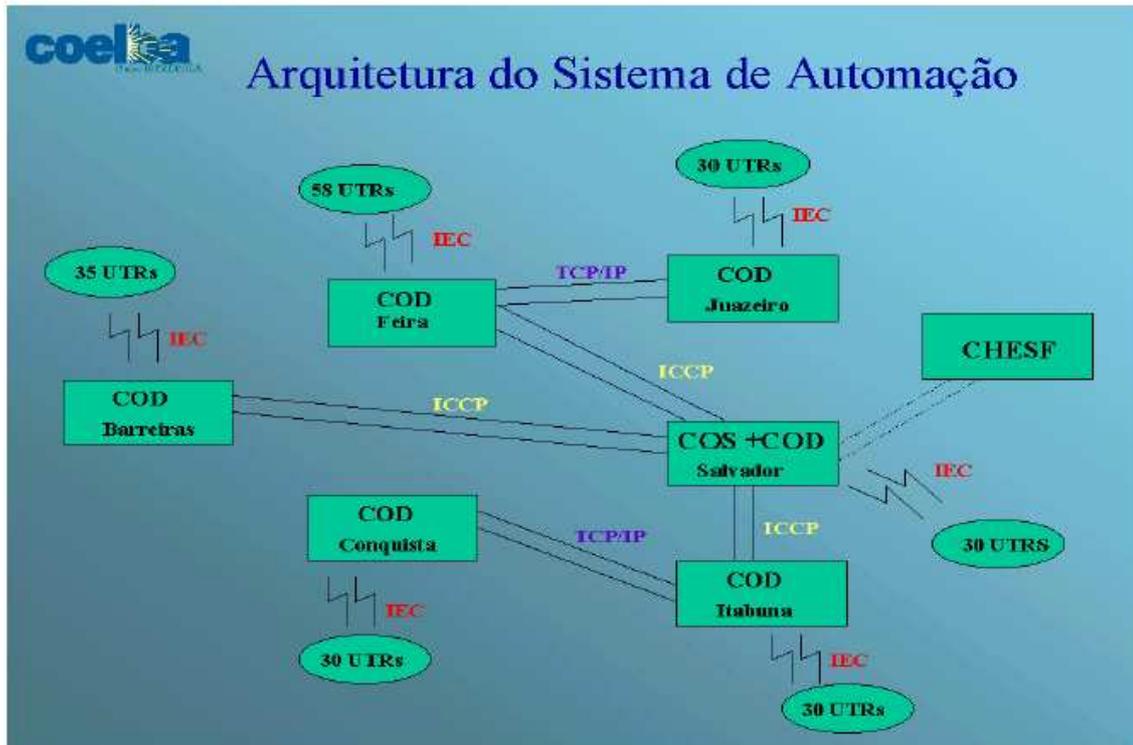


Fig. 3 – Subestações na região metropolitana de Salvador e Recôncavo

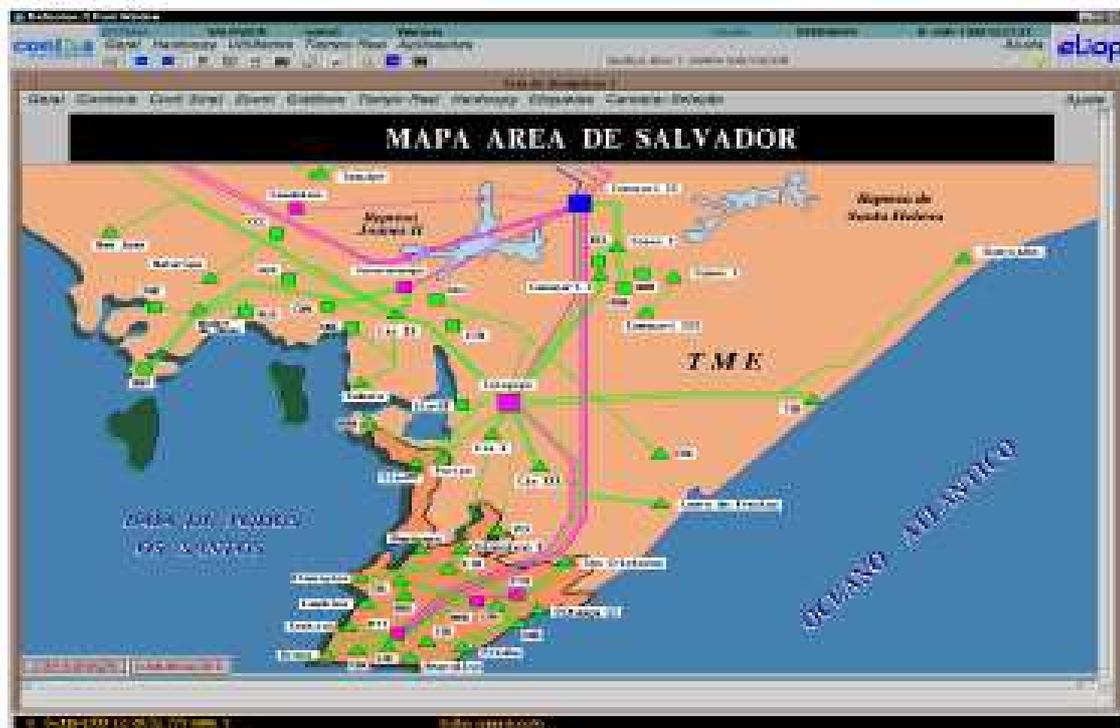


Fig. 4 – Arquitetura do Sistema de Automação

### ***Funcionalidades do Sistema***

Para que o sistema possuísse funcionalidades bem definidas, foi realizado um amplo trabalho de detalhamento das especificações, e, simultaneamente, foi elaborado um critério por meio de documentações que norteiam até hoje todas as implementações deste sistema. Os principais documentos são:

#### ***Especificação funcional***

Neste documento são registradas todas as funcionalidades requisitadas para se analisar diferentes propostas;

#### ***Especificação funcional de detalhe***

Em toda especificação funcional foi efetuado um detalhamento em conjunto com o fornecedor. Neste trabalho foram retirados todos os lapsos que foram evidentemente registrados, bem como pontuando todas as modificações no fornecimento;

#### ***Critérios de tela***

Descreve de forma clara os modelos a serem seguidos para confecção de telas de operação. Todos os equipamentos, medidas, etiquetas e demais informações operacionais devem ser apresentados seguindo um modelo de cores, códigos e símbolos preestabelecidos e que sejam suficientemente simples para os usuários da operação;

#### ***Critérios de códigos de elementos***

Define uma regra única para orientar o código de cada elemento da base de dados do sistema;

#### ***Critérios de alarmes***

Com o mesmo objetivo do critério de telas, foi padronizado para que de maneira bem estruturada e única fossem apresentados os distintos alarmes e seus respectivos níveis de prioridades;

#### ***Perfil IEC 870-5-101***

Proporciona à COELBA sua independência de qualquer fornecedor, pois garante perfeita conectividade entre diferentes sistemas e equipamentos, garantido a interoperabilidade entre UTR e COD.

### ***Base de Dados***

Todo trabalho inicia-se na elaboração de uma base de dados desenvolvida numa ferramenta chamada de COELBASE. Neste programa são relacionados todos os pontos físicos e lógicos dos equipamentos da SE, a partir de um diagrama unifilar de proteção.

O COELBASE, gera uma base de dados que é utilizado para carregamento da UTR e do sistema operacional supervisor (SHERPA). Esta mesma ferramenta fornece ainda duas listas importantes: uma de cabos, que indica todas as ligações físicas na UTR e ligações ópticas nos concentradores de fibras ópticas; e outra de pontos da SE, mostrando toda a relação de pontos, devidamente organizados em blocos e os endereços de cada ponto.

Mas para elaboração desta base de dados, precisa-se inicialmente garantir que os equipamentos instalados na SE necessariamente interagirão com o sistema. Para isto realizam-se testes de comunicação e operação junto com engenheiros do fabricante e com engenheiros da COELBA, ou seja, faz-se a integração de equipamentos.

### *Integração dos Equipamentos*

Para esta integração, envia-se ao fabricante um roteiro de testes com os seguintes itens a serem respeitados: a interface física de comunicação, como a fibra óptica; nível de enlace, protocolos de inicialização, leitura de pontos binários, conversões de coeficientes; realização de comandos; leitura de eventos e sincronizações (vide fig. 5). Para esta análise, utiliza-se o ASE2000, que é um analisador de protocolo poderoso, pois além da análise em hexadecimal, este nos fornece uma tradução destas informações. Uma vez atendidos estes quesitos, o equipamento está apto a fazer parte da configuração do sistema COELBA.

### *Protocolos*

Todo trabalho inicia-se na elaboração de uma base de dados desenvolvida numa ferramenta chamada de COELBASE. Neste programa são relacionados os protocolos utilizados no sistema de automação da COELBA, são basicamente o ICCP, IEC, DNP3 e PROCOME. O protocolo ICCP é estabelecido entre centros de operações, ou seja, entre COD's e COS. Já o IEC entre a UTR e o COD. Os protocolos PROCOME e DNP3.0, são os protocolos que governam as comunicações entre os IED's e a UTR. O DNP3.0 é o mais novo protocolo a ser inserido no sistema.

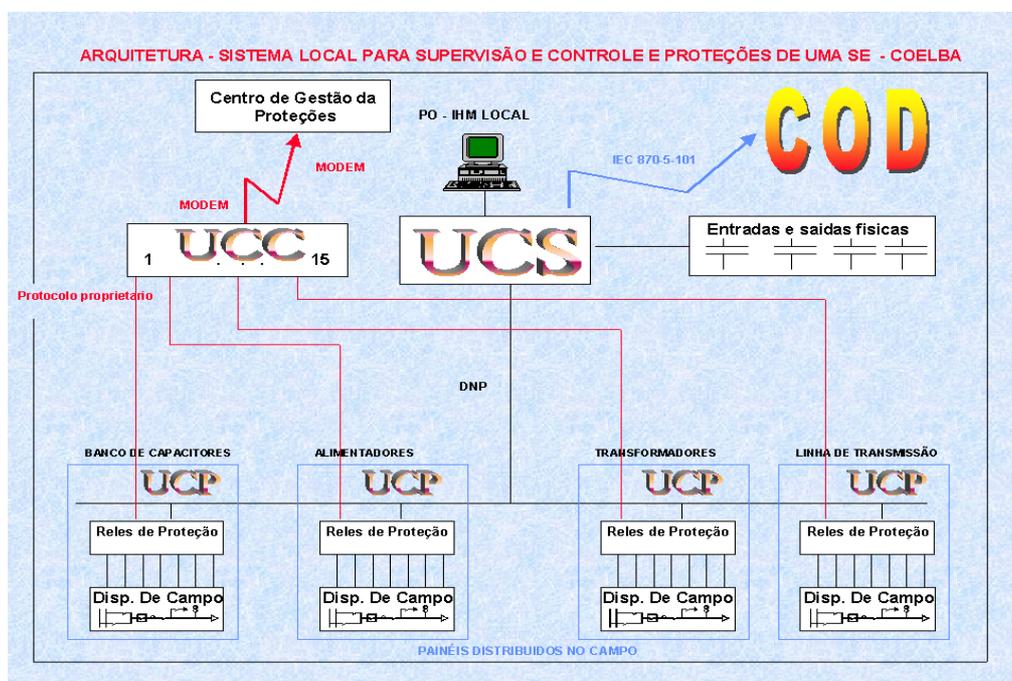


Fig. 5. Arquitetura de Integração entre IED e UTR.

Definidos todos equipamentos que serão instalados, de acordo com a necessidade da SE, são feitos os testes de aceitação do sistema. Para isto são mobilizados três profissionais, sendo um responsável pela base de dados e carregamento do sistema; outro para configurar as proteções e por fim um membro do centro de operações. Neste processo são testados todos os pontos de uma SE. Para isso é levado um computador similar ao do COD, com o sistema operacional UNIX, contendo os diagramas unifilares da SE, possuindo os dados necessários para operação do sistema elétrico. Estes diagramas são divididos em telas de medidas, alarmes, telas de nível de tensão primário e secundário e por fim uma tela resumo. Todas estas telas são dispostas de modo de facilitar a visualização e navegação do operador.

### **3. CONCLUSÕES**

Os surgimentos de problemas são inerentes ao sistema e as falhas humanas. Os principais problemas que acontecem em um teste de aceitação são de: adaptação, configuração dos relês, fibra óptica, comunicação, falta de pontos relacionados na base de dados, excesso de pontos na base de dados. Com relação à adaptação, temos problemas nas ligações físicas (cabearamento) dos equipamentos na UTR; outro problema é a configuração dos relês como velocidade, endereço do equipamento, stop bit, paridade; prosseguindo, temos erros devido à fibra óptica, onde são invertidos os TX's e RX's, curvas muito acentuadas nas fibras e ainda estrangulamento das fibras por braçadeiras; outro problema comum é o excesso ou falta de pontos da SE na base de dados, sendo este o erro que se gasta mais tempo para corrigir, pois estes pontos devem ser inseridos (ou removidos) uma a uma no campo e depois atualizados no COELBASE. Na maioria das vezes são erros pequenos, porém quando somados interferem de forma significativa no tempo de entrega da SE.

Após a automatização das primeiras SE, foram padronizadas certas rotinas para que outras pessoas conhecessem o processo e pudessem executá-lo. Para isto foi criada uma documentação numa forma clara e objetiva, detalhando os passos seguidos por engenheiros e técnicos para criação do sistema. Este documento proporciona um maior dinamismo na implantação de uma SE nova, pois os erros são reduzidos devido a experiências já vivenciadas.

Com a utilização do protocolo DNP3.0, foi possível para a COELBA, entrar em um amplo processo de digitalização das SE's, substituindo todas as proteções eletromecânicas por relês digitais. Isso possibilitou a implantação de um sistema de gestão das proteções. Este sistema fornece um avançado monitoramento dos relês de proteção, onde colhemos informações de oscilografia, medidas e ainda configuração dos mesmos a distância.

Muitos foram os investimentos envolvidos na aquisição desta nova tecnologia e muito tem-se a investir. Para termos uma idéia destes custos, desde 1998 até maio de 2002, foram aplicados cerca de 76 milhões de reais para automação das SE e remotas de poste. Ainda será investido, neste ano de 2002, mais de *9 milhões de reais* no processo de automatização. Como se vê, os custos não são baixos e faz-se necessário analisar a viabilização econômica deste investimento, priorizando os locais mais necessários e de melhor adaptação para a digitalização da SE. Uma das soluções que está sendo estudada pela COELBA para redução dos custos de uma SE é a interligação de varias SE de pequeno porte numa mesma UTR. Isto traria uma significativa redução nas despesas, já que cada UTR custa cerca de R\$ 90.000,00 para COELBA.

Neste processo de automação, não podemos esquecer de um item importante: o treinamento do pessoal. Para isto fazemos uso da documentação, textos didáticos e treinamento prático dos equipamentos de uma SE automatizadas. A COELBA vem investindo muito na capacitação de sua equipe técnica não só no campo de equipamentos da SE, mas também com o sistema UNIX, ORACLE (SQL), e também cursos de idiomas.

Atualmente, a automação da COELBA não se restringe apenas às SE. Há dois anos, os Centros de Operações, controlam as linhas de distribuição urbanas. Foram instaladas chaves telecomandadas (Remotas de Poste) em pontos estratégicos de Salvador, Itabuna, Ilhéus e Feira de Santana. Hoje existem mais de 60 Remotas de Poste instaladas nas cidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Especificação Técnica do Sistema Integrado de Gestão de Energia da COELBA*, relatório técnico do acervo interno da COELBA.

*Especificação Funcional de Detalhe para o Sistema de Gestão de Energia da COELBA*, relatório técnico do acervo interno da COELBA.

Grupo de Automação e Digitalização de Usinas e Subestações, *Análise da aplicação de Tecnologia Digital a Controle de Processos de Usinas e Subestações* (1991), XV SNPTEE- Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica.

Internacional Standard CEI/IEC 870-5-101, *Protocolos de Transmissão - Padrões de Acompanhamento de Comandos Básicos de Telecontrole*, primeira edição (1995).

Jardini, José A. *Sistemas Digitais para Automação da Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica*, sem editora.

N. Carlos R., M. Paulo A. e P. & Fernando P. D. *Aspectos a considerar na evolução dos centros de supervisão e controle – II SIMPASE-Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos Brasileiros*.

*Plano Diretor de Automação COELBA – Dezembro de 1996*, relatório técnico do acervo interno da COELBA.

Soares, L. F. G & Colcher, G. L. S. (1995). *Redes de Computadores – Das LANs, MANs e WANs às Redes ATM*. Editora Campus, 2ª Edição, Rio de Janeiro – RJ.