

XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

SSC DA REDE DE 15KV – EXPERIÊNCIA DA ESCELSA

ADELSON VIVALDI
CÉLIO FLORES SIQUEIRA
ELIAS FREIRE DE AZEREDO
GERALDO DIMAS BAZELATTO
JORGE NEGRI NETO
JOSÉ MÁRIO BARBOSA REIS
VALDEMIR DE SOUZA
WEDER TÓTOLA NUNES
ESCELSA – ESPÍRITO SANTO CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

Palavras-chave: automação, operação, distribuição, supervisão

Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000

1 - INTRODUÇÃO

A importância do produto energia elétrica dentro da vida das pessoas associada à necessidade contínua de melhoria da performance empresarial tem conduzido à automação dos processos referentes à operação do sistema elétrico. Dentro dessa premissa, o emprego de tecnologia de ponta e modernização dos processos operacionais consiste num fato real e inevitável.

Segundo esse enfoque, a ESCELSA vem dotando suas subestações e redes de 15kV de Sistema de Supervisão e Controle (SSC). O processo referente às subestações encontra-se em fase de conclusão, contemplando atualmente 52 subestações. No que tange às redes de 15kV, temos hoje 41 chaves seccionadoras automatizadas, produto da implementação do projeto piloto, objeto deste trabalho.

Assim, neste trabalho, pretende-se apresentar todas as etapas referentes ao projeto de automação das redes de 15kV da região atendida pela subestação Bento Ferreira, desde sua concepção até sua operacionalização, enfocando, também, os custos envolvidos e os benefícios já auferidos e esperados.

2 - SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE DA ESCELSA

O Centro de Operação (CO) é o responsável pela supervisão e controle de todas as subestações, usinas e redes de 15kV da região da Grande Vitória do Sistema Elétrico da ESCELSA. No ano de 2000 este Centro de Operação faz a supervisão e controle de 52 SE's distribuídas em 2 PA's e 2 COD/PA's, além de 41 chaves da rede de 15kV da área de abrangência da SE Bento Ferreira, na Grande Vitória.

Ressalta-se que no CO estão integrados o COS E COD-GV, trabalhando de forma totalmente integrada e compartilhando a mesma base de dados, o mesmo software supervisor e o mesmo ambiente de rede e recursos/aplicativos.

O Sistema de Supervisão e Controle dos PA's (Postos de Atendimento de Subestações) utiliza como software supervisor o SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia) desenvolvido pelo CEPEL (Centro de Pesquisas Elétricas da Eletrobrás). Cada PA ou COD / PA dispõe de dois postos de trabalho (estações de operação duais utilizando PC's Pentium ligados em rede ETHERNET – TCP/IP).

O SAGE disponibiliza, aos operadores de cada PA ou COD-PA, telas contendo os diagramas unifilares das subestações supervisionadas, telas de alarmes e eventos, arquivos de SOE (Seqüência de Eventos) para análise de atuação de proteção, log de alarmes, medição operacional de corrente, tensão, potência ativa e reativa, fator de potência e energia obedecendo a critérios para cada bay (trafo, linha ou alimentador). Além disso, são disponibilizados os telecomandos dos disjuntores, chaves de abertura em carga, comutadores de tapes de transformadores e reguladores de tensão, bloqueios de religamento automático e/ou relés de neutro para manobras, etc.

O software supervisor é o FOXSCADA (da FOXBORO AUSTRÁLIA) e está funcionando integrado ao SAGE dos PA's, visto que os dados das subestações são aquisitados pelos PA's e transferidos para o COS e o COD-GV.

As UTR's são do tipo C50, fabricadas pela FOXBORO, admitindo a implementação de diversas lógicas locais que possibilitam ao SSC tornar mais flexível e segura a operação do sistema.

Todas as subestações da ESCELSA dotadas de SSC, independentemente de seu porte e/ou importância elétrica, são configuradas previamente no SAGE, e o fluxo dos dados aquisitados sempre flui para o COS/COD-GV no seguinte sentido:

SUBESTAÇÃO → PA ou COD-PA → CO

UTR → SAGE → FOXSCADA.

Uma grande vantagem obtida com a arquitetura empregada é, sem dúvida, a possibilidade de contar sempre com uma espécie de COS ou COD alternativo, na ocorrência embora improvável, mas potencialmente crítica da perda do Centro de Operação (COS e COD-GV).

O sistema SCADA (SUPERVISORY CONTROL AND DATA AQUISITION) da ESCELSA, cujo projeto foi denominado com a sigla SSCT, foi concebido obedecendo aos atuais padrões internacionais para sistemas deste tipo.

Como o SSCT como um todo, foi concebido dentro da filosofia de sistemas abertos, ele permite a interligação e a comunicação de dados com outros sistemas concebidos dentro de tal filosofia, tais como Unidades Terminais Remotas e Sistemas de Corporativos de Processamento de Dados de diversos fornecedores.

A arquitetura do sistema é basicamente uma rede Ethernet dual de cabos de par trançado, com troncos principais operando na velocidade de 100 Mbits/s, e ramos secundários de 10 Mbits/s, utilizando chaveadores de pacotes de dados (switches), roteadores (routers) e servidores de terminais (terminal servers) para o gerenciamento eficaz da comunicação entre os computadores e as subredes dos Postos de Atendimento (PA's) e UTR's.

A comunicação de dados entre os PA's e o CO é realizada através de canais de comunicação do sistema de fibras óticas da ESCELSA, com enlaces síncronos operando na velocidade de 64 kbps e padrão de interface serial V.11.

Tanto para comunicação de dados entre os PA's e o CO e entre a rede de 15 kV e o CO, é utilizado o protocolo DNP 3.0, padrão internacional e largamente utilizado em sistemas deste tipo. Este protocolo tem características especiais de segurança para utilização em sistemas SCADA, tais como verificação de erros e execução de seqüências de controle (abertura e fechamento de equipamentos).

Apresenta-se na figura 1 uma visão do Sistema de Supervisão e Controle da ESCELSA.

3 - REGIÃO SELECIONADA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO PILOTO DE AUTOMAÇÃO DAS REDES DE 15KV DA ESCELSA

A região selecionada para implementação deste projeto consiste numa área nobre da cidade de Vitória cuja demanda cresceu, entre outros motivos, devido à instalação de Shopping Centers, Tribunal de Justiça, Tribunal de Contas e, recentemente, a Assembléia Legislativa do Estado do Espírito Santo, além do grande número de Centros Comerciais e Hospitais.

Nessa região, atendida pela subestação Bento Ferreira, totalmente digitalizada, como em várias outras regiões do Estado do Espírito Santo, a ESCELSA tem investido em tecnologia de ponta, utilizando redes compactas com cabo protegido na classe de 15kV e cabos isolados multiplexados para as redes de baixa tensão, o que confirmava a existência de redes novas, alimentadores sem sobrecarga e com carregamentos variando entre 25 e 50% de sua capacidade, além de grande flexibilidade de manobra beneficiando as regiões de Bento Ferreira, Praia do Suá, Enseada do Suá, Praia do Canto, Jardim da Penha (Praia de Camburi), Santa Lúcia, Jucutuquara, entre outras localidades, incluindo vários hospitais.

Além das características apresentadas para a região atendida pela subestação Bento Ferreira, foi realizado um estudo técnico centrado em parâmetros como demanda em MW e kVA, número de clientes total, número de clientes especiais, carregamento dos transformadores da subestação, número de alimentadores, que evidenciou a região da SE Bento Ferreira como

ideal para implementação do Projeto Piloto de Automatização das Redes de 15kV da ESCELSA.

4 - FILOSOFIA ADOTADA PARA DISTRIBUIÇÃO DAS CHAVES NOS ALIMENTADORES DA SE BENTO FERREIRA

Como resultado do estudo realizado procedeu-se a implantação do Sistema de Supervisão e Controle da Distribuição (SSCD), adquirindo-se 41 chaves automatizadas RL-27 da Nu-Lec que foram distribuídas entre os 12 alimentadores da SE Bento Ferreira. As chaves seccionadoras são isoladas a gás SF6 e permitem, inclusive remotamente, o ativamento de sua função seccionalizadora de proteção, sendo empregadas nas redes de 15kV da ESCELSA utilizando-se todo seu potencial.

Para determinação dos pontos automatizados, utilizou-se o GEMOP - Gerência de Medições da Operação, aplicativo que fornece as correntes máximas reais de cada alimentador da SE Bento Ferreira e de alimentadores adjacentes dessa subestação que possuíam interligações com aqueles; e o SISPRIM - Sistema da Primária, que fornece a relação dos equipamentos e seus respectivos carregamentos percentuais para cada alimentador envolvido no estudo.

A filosofia adotada para a distribuição de pontos automatizados nas redes de 15kV atendida pela SE Bento Ferreira teve como objetivo:

1 - Garantir o remanejamento automático de carga de quaisquer dos alimentadores da subestação sem que para isso houvesse o deslocamento de viaturas com o objetivo de fechar ou abrir alguma chave seccionadora não-automatizada no sentido de finalizar ou iniciar o processo de remanejamento;

2 - Garantir pelo menos um ponto de interligação NA (normalmente aberto) automatizado para cada alimentador. Este ponto foi selecionado em função de três fatores:

2.1 - Preferência pelo alimentador menos carregado entre aqueles que estão interligados com o primeiro, ou seja, automatizou-se o ponto de interligação em que houvesse um alimentador com maior capacidade de absorção de carga;

2.2 - Interligação entre os alimentadores que pertenciam a barramentos diferentes ou a um mesmo barramento da subestação;

2.3 - Interligação entre os alimentadores que pertenciam a subestações diferentes.

Escolheu-se, preferencialmente, alimentadores com maior capacidade de absorção de carga, ponderando-se na escolha quando entre os disponíveis haviam casos de alimentação proveniente de barramentos ou subestações diferentes.

3 - Garantir no mínimo 1 e no máximo 2 pontos automatizados ao longo de cada alimentador, ou seja, no tronco do mesmo, em função do carregamento, da existência de consumidores considerados especiais, e da divisão igualitária de carga entre os trechos criados pela inserção das chaves, cujos carregamentos deveriam, sempre que possível, estar em torno de 65% e 35% do valor nominal do carregamento do alimentador.

A figura 2 mostra a distribuição das chaves seccionadoras automatizadas, conforme proposto pela filosofia adotada, e a tabela 3, distribuição dos equipamentos para cada alimentador. Para compreensão da tabela 3, considere a legenda abaixo para os tipos de ligação:

T – Chave localizada no tronco do alimentador;
MB – Chave que interliga alimentadores de um mesmo barramento;
BD – Chave que interliga alimentadores de barramentos diferentes;
SD – Chave que interliga alimentadores de subestações diferentes.

Na tabela 3, pode-se observar que:

- 8 alimentadores receberam duas chaves em seu tronco e 4 alimentadores receberam apenas uma chave em seu tronco;
- 1 alimentador possui quatro interligações automatizadas, 7 alimentadores possuem três e 4 alimentadores possuem duas interligações automatizadas;
- 21 chaves foram utilizadas nas interligações entre alimentadores e 20 chaves foram utilizadas no tronco de alimentadores;
- 8 de 12 alimentadores possuem interligações automatizadas com alimentadores de outra subestação;
- 8 de 12 alimentadores possuem interligações automatizadas com alimentadores de transformadores diferentes da mesma subestação;
- 11 dos 12 alimentadores possuem interligações com transformadores diferentes ou com subestações diferentes;
- Apenas 1 dos 12 alimentadores possui interligações somente com alimentadores do mesmo transformador da subestação.
- Somente 2 das 21 interligações possuíam capacidade de absorção de carga inferior a 100%, uma com 76,1% e outra com 97,8%, ou seja, quaisquer das interligações poderiam assumir completamente a carga do alimentador adjacente.

5 - SISTEMA DE COMUNICAÇÃO USADO NA AUTOMAÇÃO DE REDE DA ESCELSA

As chaves são telecomandadas diretamente do CO, via enlace de via fibra ótica. A comunicação de dados do SSCD compartilha o mesmo sistema de fibras óticas utilizado pela ESC90 (subsidiária da ESCELSA e concessionária dos serviços de TV à cabo no município de Vitória). O SSCD está totalmente integrado ao SSCT, possibilitando o CO comandar as chaves da rede em telas do FOXSCADA e futuramente também do SOD (geoprocessamento).

A concentradora instalada na SE Bento Ferreira para o SSCD comunica-se diretamente com o FOXSCADA.

A comunicação de dados entre as chaves telecontroladas da rede de 15 kV e o CO é realizada utilizando dois enlaces. O primeiro enlace opera na velocidade de 9600 bps em 5 anéis de fibra-ótica do sistema da ESCELSA. Os anéis de fibra ótica estão conectados a uma UTR especial localizada na SE Bento Ferreira, cuja função é concentrar os dados e enviá-los ao CO através do segundo enlace de dados, assíncrono, operando em um canal de comunicação de 9600 bps do sistema de fibras óticas da ESCELSA.

Os anéis de fibra ótica foram concebidos dentro do critério de redundância e segurança, permitindo a continuidade de comunicação no caso de abertura acidental de uma seção do anel.

As chaves automatizadas utilizam como meio físico de comunicação fibras óticas monomodo standart em anéis duais e estão distribuídas em 4 (quatro) anéis numerados de 1 a 4, contendo, respectivamente, 11, 16 10 e 4 chaves.

O sistema de comunicação utiliza modems TC2100, master, e TC2101, slave, da TC Communications inseridas no cubículo de controle da chave que também tem agregado a função de UTR e que transmite e recebe os sinais das chaves pelo Canal A no sentido horário e pelo Canal B no sentido anti-horário, caso haja interrupção do Canal A, como apresentado na figura 3.

O sistema de comunicação utilizado permite o tráfego de sinais com comprimento de onda de 1300 ou 1550 nm, com perda máxima de 15dB. Os modems possuem função anti-streaming, ou seja, caso ambos os canais de um mesmo anel seja interrompido, os modems, automaticamente, redirecionam os sinais internamente, recebendo-os em RxA e transmitindo-os em TxB, numa das extremidades do anel, e recebendo-os em RxB e transmitindo-os em TxA, na outra extremidade do anel.

6 - CHAVES AUTOMATIZADAS

As chaves RL-27 da Nu-Lec, utilizadas na automatização dos alimentadores da SE Bento Ferreira, são construídas para Isolamento e Interrupção de circuitos com a utilização do Gás SF6 e possuem corrente nominal de 630A.

A chave, com seu cubículo de controle, permite além da abertura e do fechamento remotos, ativar e desativar a função seccionalizadora de proteção, realizar instantaneamente medições das correntes de fase e neutro e tensões por fase, monitorar a vida útil dos contatos, pressão interna do gás, número de operações da chave e verificar a existência de tensões superiores a 2kV em cada uma de suas 6 (seis) buchas.

Os cubículos de controle estão configurados com a função Unsolicited, que atualiza os pontos que sofreram alterações de estado ou de valores, dentro de uma determinada faixa de valores, antes do término da varredura dos pontos automatizados.

Antes do início da instalação das chaves efetuou-se uma seqüência de testes em todas as 41 chaves, verificando-se o perfeito funcionamento das mesmas na resposta aos comandos de abertura e fechamento, analisando-se as medidas registradas nos cubículos de controles e sua precisão, testando-se o acionamento com circuito de comando bloqueado, aplicando-se testes de aplicação de tensão e de isolamento entre buchas e carcaça.

Como resultados dos testes verificou-se que algumas unidades apresentaram problemas que foram resolvidos no próprio laboratório e estão apresentadas abaixo:

- Duas chaves não respondiam aos comandos de abertura e fechamento via cubículo de controle;
- Uma chave apresentou-se com os TP's descalibrados;
- Quatro chaves apresentaram valores de pressão acima da faixa estabelecida pelo fabricante.

Após a realização dos testes em cerca de 30 chaves, iniciou-se o treinamento de montagem das mesmas e sua instalação em campo que durou 60 dias.

Durante a fase de instalação das chaves, treinou-se toda equipe de eletricitas e operadores de CO, deixando-se inclusive um cubículo de controle no CO para treinamento "in loco" e posterior solução de dúvidas dos operadores e eventualmente de eletricitas e funcionários de apoio.

7 - SERVIÇOS DE CAMPO

A ESCELSA criou um Grupo de Trabalho (GT) para a implantação do SSCD, grupo este composto por representantes das áreas de operação, manutenção, planejamento, telecomunicações, automação, informática e serviços técnicos.

Todo o serviço de campo foi previamente analisado e planejado. Durante excursão em campo levantou-se os tipos de estruturas existentes, avaliou-se as condições físicas de cruzetas e postes, altura de postes e dificuldades para instalação das chaves. Além disso, detectou-se

todos os pontos onde fosse possível a execução de trabalho em Linha Viva., evitando-se o desligamento da rede.

Com os pontos para instalação definidos iniciou-se três frentes de trabalho. A primeira, preparava as malhas de aterramento das estruturas onde não fosse necessária a troca do poste, passando cabo de cobre nú de 50mm² pelo interior dos postes de concreto e seção circular. A segunda equipe iniciou a instalação das chaves nos pontos cuja malha de aterramento já estivesse pronta, efetuada pela primeira equipe, e a terceira equipe, composta também por empreiteiras, executando as instalações programadas que necessitavam de troca de poste com ou sem desligamentos dos clientes. Antes do início das instalações, porém, foram treinadas as equipes próprias de Linha Viva na montagem da chave e esta, por sua vez, treinou os prestadores de serviço contratados.

Os valores determinados para as malhas de aterramento foram de no máximo 25 Ω , sendo seguida a seguinte regra:

- 1 - Número mínimo de hastes de aterramento por estrutura igual a 3;
- 2 - Para 3 hastes de aterramento o valor esperado deveria ser de até 15 Ω ;
- 3 - Para valores superiores a 15 Ω , acrescenta-se mais hastes até o limite de 6;
- 4 - Caso sejam utilizadas 6 hastes de aterramento, aceita-se que o valor medido seja superior a 15 Ω , porém até 25 Ω . Caso contrário estuda-se outras alternativas para se conseguir o resultado esperado. (Nenhum dos pontos ultrapassou 21 Ω).

O lançamento dos cabos de fibra ótica iniciou-se bem antes à fase de instalação das chaves devido ao projeto de expansão dos sinais de TV a Cabo da ESC90. Entretanto, outra parte foi lançada após a troca dos postes, necessária à instalação das chaves, estabelecida em função de cada anel ótico.

Como resultados do planejamento obteve-se a instalação de 41 chaves automatizadas em 60 dias, incluindo a implantação de um poste e a troca de outros 23 postes.

Após a instalação das chaves e estabelecida a comunicação das mesmas com o Centro de Operação, através dos anéis de fibra ótica, iniciaram-se os testes finais para aceitação do sistema, verificando-se em cada chave a resposta aos telecomandos e telemidas e suas indicações de eventos, alarmes e status no sistema de supervisão do Centro de Operação.

8 - DIFICULDADES ENCONTRADAS

8.1 - Durante a realização do projeto, ocorreram dificuldades para se manter a configuração planejada para alguns alimentadores da subestação Bento Ferreira devido a não aprovação de obras pela Prefeitura local e o remanejamento de cargas para outras subestações, entre outras ocorrências. Assim, reavaliou-se a localização de todos os pontos anteriormente definidos, seguindo-se a filosofia já citada. Essa alteração implicou em gastos com serviços de lançamento de novos cabos de fibra ótica, pois muitos dos pontos estavam fora do traçado da malha de fibra ótica da ESC90, empresa detentora da concessão dos sinais de TV a cabo na cidade de Vitória.

8.2 - Uma vez iniciada a instalação das chaves, iniciaram-se também o treinamento de cerca de 40 eletricitas na operação manual, através do cubículo de controle, das chaves seccionadoras automatizadas. Esses eletricitas, descentralizados na região da Grande Vitória, necessitavam deslocar-se até o local de treinamento e em número reduzido, de forma que não comprometesse o atendimento as suas atividades normais. O treinamento deveria ocorrer de forma que todos os eletricitas pudessem, o mais breve possível, estar habilitados a operação das chaves, pois era uma necessidade constante, a realização de manobras que envolviam algumas das chaves automatizadas já instaladas mas que ainda não estavam inseridas no anel de comunicação.

8.3 - A programação de vários desligamentos para transformação de estruturas e instalação das chaves seccionadoras ou trocas de postes, sem a possibilidade de ser executado com circuito energizado, foi muito discutido, pois tratava-se de uma região nobre e com grandes

centros comerciais e residenciais. A programação dos desligamentos foi realizada respeitando-se sempre as normas vigentes de desligamentos programados, com o devido aviso aos clientes atingidos e de forma que permitisse a instalação de um maior número possível de chaves num mesmo dia de trabalho.

9 - BENEFÍCIOS ESPERADOS

9.1 - Agilização na detecção e localização de defeitos;

9.2 - Restabelecimentos rápido do sistema, independente da comunicação do cliente através do Call Center;

9.3 - Flexibilidade de operação;

9.4 - Redução de custos operativos;

9.5 - Diminuição dos custos sociais, decorrentes das interrupções traduzidas por perdas de produção;

9.6 - Redução do DEC local.

10 - CUSTO DO PROJETO

Os custos do projeto estão representados na tabela 4, e representam gastos com mão-de-obra própria e de terceiros, fibra ótica, chaves seccionadoras e demais e acessórios.

11 - RESULTADOS OBTIDOS

Uma síntese dos resultados obtidos estão mostrados na tabela 5.

12 - CONCLUSÕES

12.1 - O processo de trabalho centrado na parceria empresa-fornecedor mostrou-se eficiente, permitindo a solução imediata de problemas de recepção, instalação e integração das chaves seccionadoras.

12.2 - O compartilhamento do meio de comunicação com outros projetos, deve sempre ser considerado como uma alternativa para redução de custos para a implementação de projetos de automação.

12.3 - Os resultados iniciais obtidos com esta etapa de automação da rede de 15kV mostram-se satisfatórios e animadores quando comparados aos benefícios esperados. Não obstante o contentamento da operação com a conclusão desta etapa do processo, ainda não dispomos de dados suficientes para estabelecermos conclusões relativas ao projeto como um todo.

12.4 - A ESCELSA, a partir da conclusão deste projeto piloto, já manifestou seu interesse na continuidade do processo de automação das redes de 15kV, efetuando-se estudos para determinação de novas áreas e pontos a serem automatizados no próximo projeto. Prevê-se a implementação de mais 46 pontos para o ano 2001, conforme estudos já concluídos.

Tabela 1 - Características Gerais do Sistema de 15kV da ESCELSA					
Centro Operacional	Localidade	Nº SE's Abaixadoras	Nº Alim.	MVA Instalado	Nº Clientes
CO	Vitória	16	124	712,88	399.535
COD / PA SUL	Cachoeiro	21	79	421,75	230.132
COD / PA NORTE	Linhares	21	84	534,08	178.726
Total	3	58	287	1668,71	808.393

Tabela 2 - Características Gerais da Subestação Bento Ferreira					
Nº Alim.	Nº Clientes A	Nº Total Clientes	Demanda MVA	MVA Instalado	Carregamento %
12	39	16.430	54,11	83	65%

Tabela 4 - Custos Gerais			
Item	Custos em %	Custos em R\$	Custo por Ponto R\$
Material Direto	92,44	1.310.301,00	31.958,56
Mão-de-obra	7,56	107.090,00	2.611,95
Total	100	1.417.391,00	34.570,51

Tabela 5 - Resultados Obtidos					
Desligamento Geral do Trafo 7TR2 da SE Bento Ferreira sem Tensão de Retorno					
Ordem de Manobra		Operação de Desligamento			
Número	Data	Hora Início	Hora Fim	Tempo Total	Total de Chaves Operadas
1501	08/09/99	01:28	02:25	57 min	Operação de 8 chaves seccionadoras
0876	14/05/00	02:48	03:12	24 min	Operação de 6 chaves automatizadas
Observações					
Em ambas as manobras, foi necessária a comunicação com o PA Carapina para solicitação dos bloqueios da proteção de neutro e religamento dos alimentadores envolvidos					
Outros Resultados					
Foram realizadas 17 operações programadas em chaves automatizadas representando uma economia de 320 HH (homem-hora).					
Foram operadas 07 chaves automatizadas em emergência, limitando a falta de energia ao trecho defeituoso, remanejando cargas para outros alimentadores e evitando que todos os alimentadores envolvidos nas ocorrências ficassem desligados por tempo superior a 10 minutos.					

Tabela 3 - Determinação Dos Pontos Automatizados

Número	Chaves	Ip (%)	Alimentador		I max	Absorção %	Ligação
1	3910	95,9	1401	Tribunal	180		T
2	1542	57,3	1401	Tribunal	180		T
21	2949		1403	Assembléia	56	180,0	MB
33	2592		0311	Itararé	160	122,2	SD
3	0788	21,7	1402	Beira Mar	130		T
4	1509	64,3	1402	Beira Mar	130		T
22	0792		1412	DNER	153	174,6	BD
38	1520		0304	Horto	190	146,2	SD
	0774		1411	Cesar Hilal	180	153,8	BD
5	2438	65,0	1403	Assembléia	56		T
23	2440		1405	Ilha do Boi	69	555,4	MB
	2949		1401	Tribunal	180	357,1	MB
6	0436	28,4	1404	Pedágio	158		T
7	0819	88,0	1404	Pedágio	158		T
39	0816		1410	Enseada	155	142,4	BD
	0813		1409	Monza	200	113,9	BD
24	4299		1408	Praia do Suá	110	170,9	BD
8	1851	92,6	1405	Ilha do Boi	69		T
25	2469		1406	Shopping	181	288,4	MB
	0827		1409	Monza	200	260,9	BD
	0828		1410	Enseada	155	326,1	BD
9	4150	100,0	1406	Shopping	181		T
	2469		1405	Ilha do Boi	69	171,8	MB
26	4050		0311	Itararé	160	121,5	SD
10	0873	69,9	1407	Dante Micheline	184		T
11	2740	31,6	1407	Dante Micheline	184		T
34	0880		1407	Cauê	240	76,1	SD
27	0874		0309	J. Penha	200	97,8	SD
12	2288	38,8	1408	Praia do Suá	110		T
13	4104	82,4	1408	Praia do Suá	110		T
	4299		1404	Pedágio	158	201,8	BD
	0822		1411	Cesar Hilal	180	181,8	MB
28	1667		0312	Santa Lúcia	130	227,3	SD
14	0825	83,0	1409	Monza	200		T
15	0836	35,0	1409	Monza	200		T
29	0827		1405	Ilha do Boi	69	155,5	BD
40	0813		1404	Pedágio	158	111,0	BD
35	4693		0310	Hospital Infantil	120	130,0	SD
16	4162	68,6	1410	Enseada	155		T
41	1013		0306	Praia do Canto	180	129,0	SD
30	0828		1405	Ilha do Boi	69	200,6	BD
	0816		1404	Pedágio	158	143,2	BD
17	3670	62,0	1411	Cesar Hilal	180		T
18	0739	31,0	1411	Cesar Hilal	180		T
31	0822		1408	Praia do Sua	110	150,0	MB
36	0774		1402	Beira Mar	139	133,9	BD
37	0797		1411	DNER	153	126,1	MB
19	1507	36,0	1412	DNER	153		T
20	4708	88,0	1412	DNER	153		T
	0797		1411	Cesar Hilal	180	130,7	MB
32	1521		0304	Horto	190	124,2	SD
	0792		1412	Beira Mar	130	163,4	BD

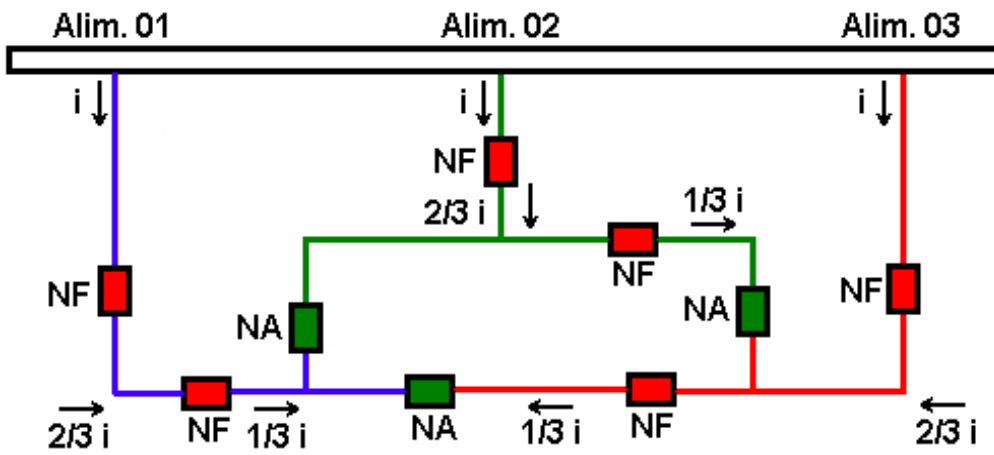
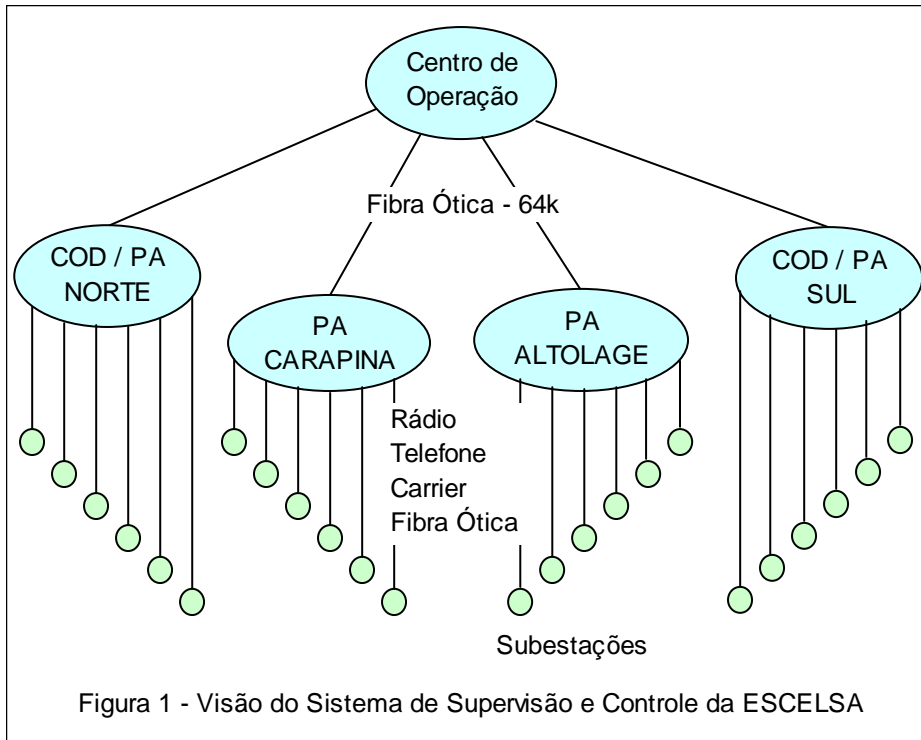


Figura 2 - Filosofia Adotada para Distribuição das Chaves Automatizadas

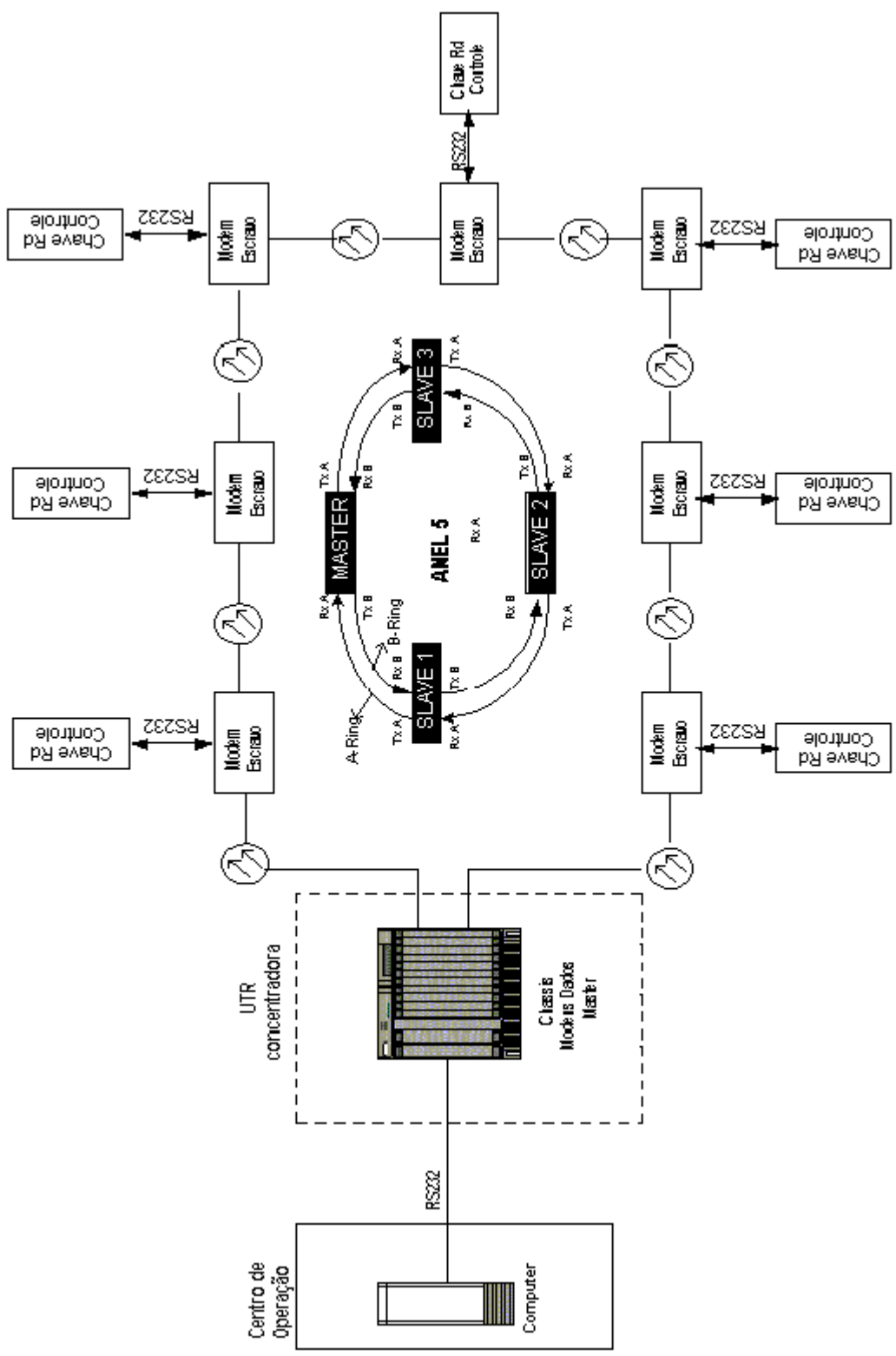


Figura 3 - Representação do Anel Óptico do SSCD



Figura 4 – Preparação da Malha de Aterramento para Instalação das Chaves Automatizadas.



Figura 5 – Chave Seccionadora Automatizada Instalada.

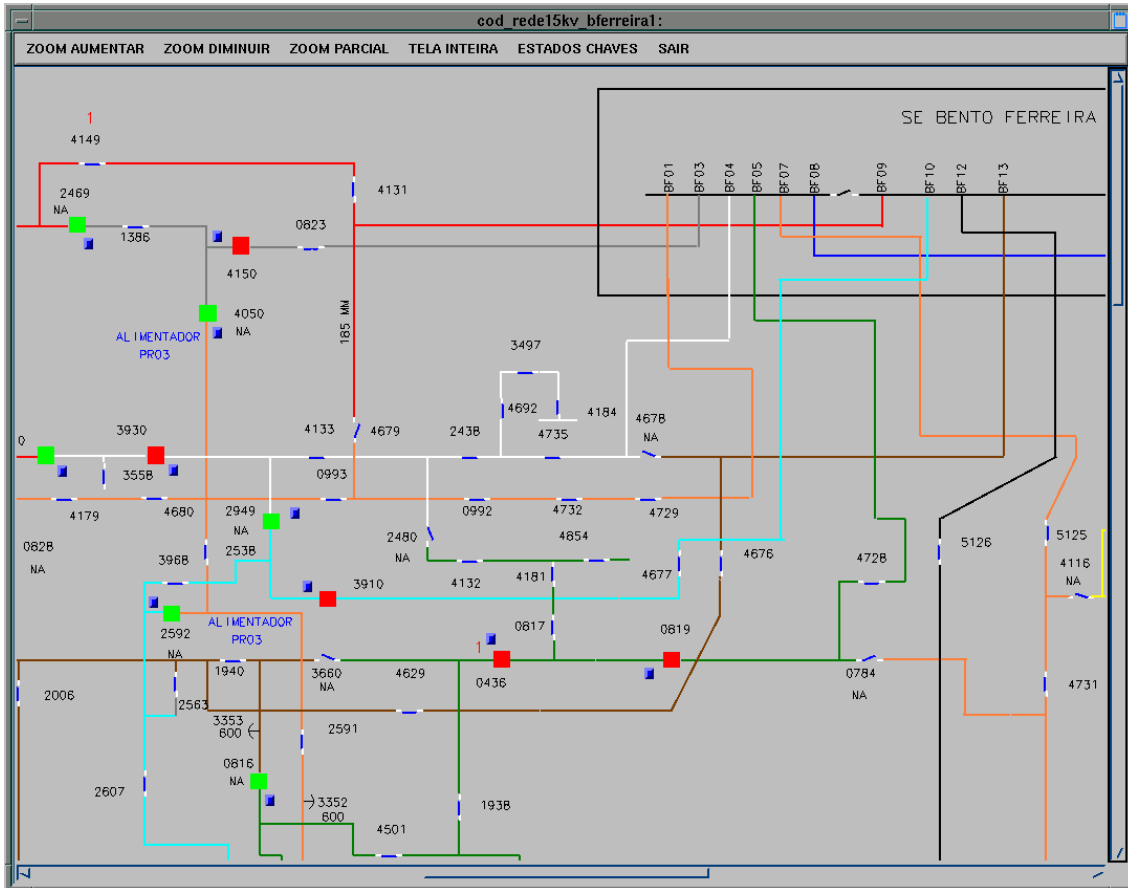


Figura 6 – Diagrama Unifilar da Subestação Bento Ferreira (Tela do FOX SCADA)

Interface de controle de uma chave automatizada, exibida na tela do FOX SCADA. O título da janela é 'cod_controle_ch4150:'. O formulário contém os seguintes campos e informações:

- Alimentador:** BF03
- Número:** 4150
- NA / NF:** NF
- Tipo:** AUTOMATIZADA
- Endereço:** RUA MARÍLIA RESENDE SCARTON COUTINHO - ENSEADA DO SUÁ
REF. SAÍDA PARA RUA FLORENTINO TALLER EM BAIXO DA 3 PONTE
- Status da Alimentação:** EM LINHA
- Corrente Instantânea:** IU: 73 A, IV: 74 A, IW: 70 A, IN: 0 A
- Status de Bloqueio:** Bloqueio de Abertura: DESABILITADO, Bloqueio de Fechamento: DESABILITADO, Bloqueio Físico: DESABILITADO
- Status da Alimentação:** Fonte Auxiliar (VCA): NORMAL, Bateria (VCC): NORMAL
- Pressão de SF6:** 210 KPa, NORMAL
- Comando:** REMOTO
- Seccionalizador:** HABILITADO
- Status da Chave:** FECHADA

Botões de ação: ATUAR, Defeitos, Ajustes, Medicao, Cancelar.

Figura 7 – Interface entre Operador e Chave Automatizada (Tela do FOX SCADA)



Figura 8 – Centro de Operação da ESCELSA