

Implantação de Centros de Operação Baseados em WAN Integrados em Ambiente Heterogêneo Multi-plataforma

Rosângela Corrêa Ramalho Fernandes – ESCELSA

1.1.1. E – mail: rosangelaf@notes.escelsa.com.br

Palavras-chave - Ambiente Heterogêneo, Automação, Centro de Operação, Integrado em WAN, Multiplataforma.

Resumo - A monitoração e o controle adequado das instalações do sistema elétrico, tanto em regime normal, quanto no restabelecimento em perturbações é uma exigência e preocupação das concessionárias. Assim sendo, a implementação de modernos Centros de Operação, integrados numa Rede de Gerenciamento de Energia(RGE), tornou-se necessário, traduzindo-se em vantagem competitiva, por contribuir na qualidade de serviços e redução de custos.

Neste trabalho apresentamos sucintamente a experiência da ESCELSA na implantação de Centros de Operação, baseados em RGE, integrados em ambiente heterogêneo e informações sobre a redução de custos decorrentes desta modernização, que contribuiu para um melhor desempenho do Sistema Elétrico.

1. INTRODUÇÃO

1.1 – Buscando a eficiência do seu Sistema Elétrico e melhor condição de atendimento ao consumidor, a ESCELSA iniciou em Janeiro de 1996, seu programa de automação com a implementação de modernos Sistemas de Supervisão e Controle (SSC), baseados em WAN (Wide Area Network), integrados numa RGE e já conta hoje com 58 subestações, 4 usinas, 45 chaves de distribuição automatizadas, supervisionadas e controladas pelo Centro de Operação do Sistema Elétrico (CO) e três Centros Regionais (COD/PA's), totalizando no CO 46.000 Pontos de Supervisão e Controle. Atualmente com 67 subestações em operação, o Sistema Elétrico da ESCELSA está planejado para operar com todas SE's integralmente automatizadas e digitalizadas.

1.2 – Antes de iniciar a implantação do SSC foi feito um trabalho de disseminação da cultura de automação na empresa e o desenvolvimento de um plano diretor, objetivando nortear essa implantação. Esse trabalho durou aproximadamente dois anos e ajudou em vários aspectos no processo de aquisição, implantação, padronização e operacionalização do SSC. Dentre eles, um aspecto de importância relevante foi a possibilidade de aproveitamento da padronização e do potencial tecnológico avançado do sistema integrado adquirido

para otimizar os recursos operacionais, através da junção dos processos operativos, associados a geração, transmissão e distribuição do sistema elétrico, em um único Centro de Operação, sem alterações substanciais de custos e do SSC. A junção dos processos ocorreu em janeiro de 1999 com a reestruturação da operação do Sistema Elétrico da ESCELSA, visando modernizar os Centros de Operação com uma visão globalizada e sistêmica, para melhorar ainda mais as condições de atendimento ao consumidor. As atividades operacionais de transmissão, geração e distribuição da Grande Vitória (GV) nas tensões de 230 KV a 220 Volts foram agrupadas em único órgão de operação e centralizadas num ambiente físico único. A operação da distribuição do interior ficou regionalizada nos Centros de Operação do norte e sul do estado.

1.3 – Os principais aspectos dos Centros de Operação da ESCELSA abordados no presente trabalho estão descritos a seguir:

- Visão Sistêmica dos SSC dos Centros de Operação.
- Aspectos da Arquitetura dos SSC dos Centros de Operação
- Aspectos de Implantação, Padronização e Operacionalização dos SSC dos Centros de Operação.
- Recursos do Software dos SSC do CO e dos COD/PA's.
- Aspectos da Integração entre os SSC dos Centros de Operação.

1.4 – Destacamos também, alguns tópicos referentes aos resultados obtidos:

- Redução dos custos de instalação, operação e manutenção
- Maior quantidade e confiabilidade das informações obtidas
- Agilidade na disseminação das informações do Sistema Elétrico
- Melhor controle da tensão
- Redução do DEC
- Maior satisfação do cliente interno e externo.

2. VISÃO SISTÊMICA DOS SSC DOS CENTROS DE OPERAÇÃO

A Operação do Sistema Elétrico da ESCELSA é suportada por uma RGE, que conta com cinco Centros de Operação formados por modernos Sistemas de Supervisão e Controle de diferentes fornecedores, operando integrados, em ambiente heterogêneo, multi-plataforma, com arquitetura baseada em rede WAN, conectados através de enlaces de fibra ótica, usando múltiplos protocolos de comunicação nas camadas de aplicação, transporte e enlace.

A rede é assim constituída:

- Um CO com software de supervisão e controle FOXSCADA, rodando em workstation SUN, com sistema operacional SUN SOLARIS, com sincronização de tempo por GPS, com painel de display dinâmico de tecnologia DMD (micro espelhos) integrado ao SSC e ao software de Operação da Distribuição (SOD).
- Quatro COD/PA's com software de supervisão e controle SAGE, rodando em servidores COMPAQ com sistema operacional UNIXWARE, sincronizados pelo mesmo GPS utilizado no CO.
- Automação em 57 subestações com UTR FOXBORO (C50), uma subestação com sistema LSA da SIEMENS, 3 pequenas usinas com PLC MODICOM, 1 pequena usina com PLC ALLEN-BRADLEY, duas chaves de distribuição com PLC MODICOM, duas chaves de distribuição com UTR C50 e 41 chaves de distribuição NULEC com uma UTR C50 concentradora.

O CO é responsável pela operação de todas SE's, US's e rede de distribuição da GV. Um poderoso sistema existente no SSC, de tratamento e filtragem de alarmes e eventos por operador, permite a convivência múltipla de atividades operacionais no mesmo ambiente, sem interferências. Desse modo, dos cinco despachantes do CO dois operam as US's e as SE's (tensões de 34,5 kV e acima) e três operam as tensões de 15 kV e abaixo.

Os COD/PA's são responsáveis normalmente pela operação da distribuição de sua região de abrangência e em caso de emergência (perda da comunicação entre o CO e um COD/PA), esses assumem também, o controle das SE's e US's daquela região, o que é facilitado pelo alto nível de padronização da automação na ESCELSA.

Os COD/PA's também são responsáveis pelo alto grau de conectividade da Rede de Gerenciamento de Energia, em função da utilização de diferentes protocolos de comunicação com outros Centros de Controle, UTR e Subestações Digitalizadas. A Figura 1 mostra uma visão sistêmica dos diferentes SSC integrados (página 9).

3. ASPECTOS DA ARQUITETURA DOS SSC DOS CENTROS DE OPERAÇÃO

O SSC do CO possui arquitetura em LAN (Local Area Network) dual de 100 Mbps, com utilização de Hubs, Switches e Roteadores CISCO, Servidores de Terminais CHASE (para comunicação alternativa com UTR's), dois Servidores de Comunicação com base de dados de tempo real e histórica, ULTRA 60 com 2 processadores da SUN, cinco Estações de Operação ULTRA 30 com monitores duais, duas Estações de Desenvolvimento ULTRA 60 com 2 processadores e monitores duais, três PC's de Estudos, um GPS, gateway com a rede corporativa e um Painel de Display Dinâmico DMD integrado ao SSC.

Os COD/PA's possuem arquitetura simplificada em LAN dual de 100 Mbps, com duas Estações de Comunicação, base de dados tempo real e histórica, Pentium III 700 Mhz ML370 da COMPAQ, duas Estações de Operação Pentium III 700 Mhz, Switch 3COM, Servidores de Terminais Cyclades e um Roteador CISCO.

O CO e os COD/PA's estão conectados através de enlaces de fibra ótica de 256 kbps, formando uma grande WAN, extremamente confiável e flexível. A comunicação entre eles é feita através de múltiplas conexões do protocolo DNP-3.0 sobre o TCP/IP e a comunicação com as Unidades Terminais Remotas (UTR's) das SE's e US's é feita normalmente pelos COD/PA's, utilizando os protocolos DNP-3.0, IEC60870-5-101 ou LN57 (que usa o frame FT3 do IEC60870-5-x).

Existem também, enlaces de comunicação alternativos entre o CO e as principais SE's e US's, permitindo uma redundância adicional, no caso de emergência (perda da comunicação entre o CO e os COD/PA's ou COD/PA e UTR). Esta transferência de comunicação é feita automaticamente pelo software do CO através dos terminais servers. A arquitetura do SSC do CO e COD/PA's permite failover automático entre servidores redundantes, canais (rotas) redundantes e também entre UTR's (com diferentes endereços) redundantes.

4. ASPECTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS SSC DOS CENTROS DE OPERAÇÃO

Após os trabalhos de disseminação da cultura de automação na empresa e do desenvolvimento do plano diretor, iniciaram-se os trabalhos de especificação e aquisição, que basicamente aconteceram no ano de 1995, quando foi feita a aquisição dos primeiros sistemas. Essa primeira etapa envolveu a compra dos COD/PA's e automação de várias pequenas e médias SE's.

A concorrência para as aquisições realizadas na segunda etapa ocorreu em 1996, quando foram comprados o SSC do CO (COS e COD-GV), integração com os COD/PA's e automação das 13 mais importantes e maiores SE's da ESCELSA.

Com a comprovação da qualidade dos resultados obtidos na primeira etapa de implantação dos sistemas, e tendo

sido a mesma empresa vencedora das concorrências realizadas em ambas etapas, a ECELSA resolveu fazer uma parceria, em termos de garantia de preços e qualidade de atendimento em produtos e serviços, com as empresas CDI Automação, CEPTEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) e FOXBORO, onde a CDI é a integradora, o CEPTEL é o fornecedor do SAGE e a FOXBORO do FOXSCADA e UTR's.

A partir desse fato, as melhorias e a complementação do SSC existente, são feitas sob demanda às empresas parceiras, o que contribui para continuidade das equipes de trabalho e vem resultando num grande trabalho de engenharia e padronização do sistema, com aprofundamentos de conhecimentos em protocolo de comunicação, comportamento dos softwares, diagnósticos, ajustes e novas aplicações, o que tem contribuído na manutenção da integridade e qualidade dos dados desde de sua origem na UTR até sua utilização nos Centros de Operação.

O Plano Diretor do SSC definia apenas critérios simplificados em relação ao projeto da automação, mas pela experiência da utilização do SSC nos anos de 96 e 97, verificou-se a necessidade de criar um padrão técnico mais abrangente e bem definido para o SSC.

O padrão criado detalha e define para todo SSC, os aspectos relativos a:

- Projeto de adequação da infra-estrutura das instalações;
- Critérios de definição dos pontos a serem supervisionados, medidos e controlados e identificação desses;
- Características dos atributos dos banco de dados, tais como alarme, seqüência de eventos, ocorrências, etc.;
- Detalhes para implantação dos automatismos operacionais;
- Detalhes gerais do projeto da automação como um todo; etc..

No SSC implantado, foram introduzidos muitos processos operacionais automatizados para manobras, controle, substituição de equipamentos convencionais e segurança das instalações, que trouxeram benefícios significativos a operação e a empresa como um todo.

Para facilitar e aumentar a abrangência de usuários da operação e manutenção no conhecimento dos automatismos (lógicas) implantados nas UTR's das instalações, o padrão de descrição dos mesmos foi mudado de portas lógicas para arquivos de texto.

A descrição das lógicas é feita de forma detalhadas, de modo a facilitar ao órgão de operação escrever as instruções de operação e programa de testes de aceitação das instalações. Cada instalação tem seu arquivo de lógicas.

No SSC do CO foram criadas várias telas operacionais com objetivo sistêmico, além das padrões, também

existentes nos outros Centros de operação, tais como: Malha Principal, Unifilares das Malhas Principais por região, Unifilares da Rede de Distribuição por região da GV, Lógicas de Recomposição Automática, Lógicas de Preparação para Restabelecimento Rápido, Controle dos Bancos de Capacitores, Carregamento dos Transformadores, Carregamentos das Linhas, Supervisão da Arquitetura da RGE. Todas as lógicas podem ser habilitadas ou não a partir das telas operacionais dos Centros de Operação.

Esse alto índice de padronização e automatismo existentes nos SSC, vem contribuindo decisivamente para o sucesso da operação remota das SE's e pequenas US's desassistidas, representando hoje mais de 100% do total de instalações da ECELSA.

5. RECURSOS DO SOFTWARE DO SSC DO CO E DOS COD/PA's

5.1 – Características do sistema FoxSCADA, modelo SCADA, utilizado no CO:

- Sistema operacional UNIX SUN SOLARIS;
- Banco de dados (BD) orientado a objetos (OODB) da Versant Object Technology, com configurador de banco de dados padrão MOTIF, tecnologia "X-Windows", que possibilita o incremento e alterações de pontos off-line e online. Permite aos usuários testar o banco de dados modificado, sem afetar o banco de dados de tempo real. Possui comando para instalação do BD em todas máquinas da rede a partir de uma delas. Inclui os recursos de exportação do BD para uma planilha Excel e importação dessa planilha para o BD, facilitando enormemente o manuseio e backup desse;
- Rede padrão IEEE 802.3 Ethernet-TCP/IP de 100Mbps, redundante em todas as estações;
- Software de Interface Homem-Máquina SAMMI, compatível com padrões MOTIF e X-Windows, permitindo alterações e instalação de displays online, facilidades de múltiplas janelas, zooming, decluttering e comando para instalação do display em todas máquinas a partir de uma;
- Possui um poderoso sistema de tratamento e filtragem de eventos e alarmes, que possibilita ao operador, por estação, fazer a escolha dos tipos de eventos e/ou alarmes (visual e sonoro) do sistema, que ele quer receber e ver;
- Pacote de cálculos de acordo com o padrão IEC 1131-3, para o usuário configurar aplicativos de lógicas de controle e seqüências de operação, sem necessidade de escrever código próprio no sistema;
- Sub-sistema histórico com todos os dados de tempo real armazenados através de arquivos em disco e daí para um sistema de arquivos óticos regraváveis (ARCHIVE). Utiliza um sistema de compressão delta de dados que permite guardar todos os dados

históricos, com recuperação fácil através de telas próprias;

- Interface com rede corporativa para transferência periódica e automática de dados históricos para o DataWareHouse;
- Interface SQL permitindo que programas de software convencionais, como ACCESS ou EXCEL sejam utilizados para geração de relatórios, estatísticas, etc.;
- Sincronização de tempo por GPS.
- Restart automático de tarefas críticas.

Possui interfaces padrões API (Application Programming Interface), permitindo a integração e criação de aplicativos próprios, tais como interface com o SOD (Sistema de Operação da Distribuição Georeferenciado GIS/DMS) da ESCELSA

- e desenvolvimento do sistema de previsão e programação horária de carga em tempo real.

5.2 – Características do sistema SAGE, modelo SCADA, utilizado nos COD/PA's:

- Sistema operacional SCO-UNIXWARE, em fase de substituição por GNU-LINUX Red Hat 7.2, podendo ser expandido numa rede cluster heterogênea constituída por plataformas RISC ou PC's utilizando também os sistemas SUN-SOLARIS, DEC-UNIX;
- Configurador de banco de dados com interface gráfica em ambiente MS-WINDOWS e base cadastral relacional INFORMIX, INGRES ou ORACLE residente no ambiente UNIX ou SYBASE residente no próprio ambiente MS_WINDOWS, para configuração off-line;
- Banco de Dados de Tempo Real distribuído e replicado seletivamente em rede heterogênea, com ferramentas gráficas de visualização e alteração de entidades e atributos, lock e notificação distribuída, replicação de arquivos históricos para instalações que não utilizam RAID, etc.;
- Rede Ethernet-TCP/IP de 100Mbps, podendo ser redundante em todas as estações;
- Software de Interface Homem-Máquina compatível com o padrão X-MOTIF, permitindo exibição remota em ambientes X-WINDOWS ou MS-WINDOWS, edição de displays online, múltiplas janelas, descongestionamento, zoom, filtros, camadas, anotação em tela (tagging), comportamento configurável, filtros de alarmes e eventos, múltiplos gráficos de tendência e históricos, definição pelo próprio operador de cálculos dinâmicos como pontos de aquisição-tempo-real, etc.;
- Interface para integração de seqüências de controle definidas pelo usuário;

- Banco de dados relacional histórico com periodicidade de armazenamento configurável para qualquer atributo do banco de dados tempo real, oferecendo interface SQL utilizada em programas como ACCESS ou EXCEL na geração de relatórios, estatísticas, etc.;
- Sincronização de tempo por GPS;
- Sistema de gerência da configuração computacional permitindo ao usuário definir, na mesma base de dados em que define o sistema elétrico, a configuração funcional de estações da rede, alocação estática e dinâmica de processos nas estações, política de inicialização e failover entre processos e estações, canais de comunicação, protocolos de aplicação e transporte utilizados com UTR's e outros Centros de Controle, etc.;
- Sistema de comunicação de dados com mais de uma dezena de protocolos nativos.

5.3 – As funções de EMS são suportadas por ambos sistemas do CO e COD/PA's. A ESCELSA está em fase de análise e definição entre uma delas para colocação no CO, em breve.

A seguir são relacionadas as características disponíveis no sistema SAGE, modelo EMS, porém ressaltando que o EMS do FoxSCADA tem características similares :

- Controle Automático de Geração (CAG), disponível também no modo supervisor para cálculo de ECA líquido e bruto, registro de distúrbios, violações A1, A2 e A3, sumário de performance, etc.;
- Sistema de Análise de Redes com Configurador da Rede, Estimador de Estado, Análise de Contingências, Controle de Segurança, etc.;
- Sistemas de auxílio a recomposição - RECOMP e ao diagnóstico de alarmes - SISPRO;
- Sistema de Modo Estudo – ANAREDE, composto pelos programas para estudos de casos como Fluxo de Potência, Equivalência de Rede, Análise de Contingências, etc.

6. ASPECTOS DA INTEGRAÇÃO ENTRE OS SSC DOS CENTROS DE OPERAÇÃO

Alguns aspectos importantes, relacionados aos serviços utilizados na ligação entre os SSC do CO e dos COD/PA's, devem ser destacados:

- Múltiplas ligações lógicas do protocolo DNP-3.0 sobre conexões TCP-IP, possibilitando tráfego bi-direcional como, por exemplo, envio pelo CO do sistema externo a um COD/PA;
- Distribuição seletiva, multiprotocolar e desacoplada para Centros remotos possibilitando, por exemplo, envio de informações aquisitadas em diversos outros protocolos para Centros de outras empresas restritos a de apenas um protocolo;

- Distribuição para um Centro remoto de pontos lógicos calculados no Centro local;
- Implementação de mútua exclusão da função de controle supervísório para grupos de pontos de controle;
- Roteamento de controle supervísório entre protocolos possibilitando, por exemplo, enviar para uma SE digital da SIEMENS, que comunica com o COD/PA no protocolo IEC/870, comandos recebidos do CO no protocolo DNP-3.0;
- Realização pelo COD/PA de seqüências de controles em diversas subestações a partir de um controle lógico recebido do CO;
- Manutenção remota de bases de dados, displays e software de todos os COD/PA's a partir do CO.

7. RESULTADOS

Destacamos a seguir alguns resultados obtidos pela implantação dos SSC nos Centros de Operação da ESCELSA:

- Redução de custos no controle das perdas do sistema elétrico, decorrentes da não instalação de medidores convencionais de energia, substituídos por lógicos desenvolvidos nas UTR's das SE's.
- Redução do FEC pela intensa implantação de religamentos automáticos lógicos nas UTR's.
- A atualização anual do relatório de análise de custo x benefício da implantação do SSC, mostra que o investimento se pagou em 26 meses a partir do início da implantação. A Figura 2 mostra o gráfico do retorno de investimento relatório de análise de custo benefício do SSC (página 8).
- A redução do DEC foi de aproximadamente 61% nos últimos 5 anos.
- O Índices de Satisfação do Cliente (atualmente superior a 80%) nos últimos 4 anos teve um aumento de aproximadamente 7%.

8. CONCLUSÕES

A modernização dos Centros de Operação com sistemas de automação concorre de maneira decisiva para o melhor desempenho do Sistema Elétrico.

O advento desta nova tecnologia contribuiu com melhorias significativas nos resultados obtidos pela Empresa., sem grandes investimentos.

A implantação no SSC de Aplicativo de previsão e programação diária de carga em tempo real contribuirá para participação competitiva da Empresa no MAE.

A arquitetura WAN entre os Centros apresenta uma grande vantagem na supervisão remota dos sistemas a partir de um deles, permitindo alterar e reconfigurar

parâmetros de software, BD e displays do SSC remotamente, reduzindo custos com deslocamentos de pessoal e tempo na solução de possíveis problemas.

Por outro lado as informações disponibilizadas na rede Corporativa da Empresa, em maior número, mais confiáveis e de acesso mais rápido, facilitam a utilização pelos usuários internos (planejamento, manutenção, projeto, operação, comercial, etc.).

9. ANEXOS

Figura 1 – Visão Sistêmica do SSC da ESCELSA

Figura 2 – Gráfico do Custo Benefício do SSC da ESCELSA

10. BIBLIOGRAFIA

(1) ESCELSA – Plano Diretor do Sistema de Supervisão e Controle da ESCELSA

(2) ESCELSA – Especificações Técnicas e Funcionais do Sistema de Supervisão e Controle

(3) ESCELSA – Relatório de Análise de Custo Benefício do Sistema de Supervisão e Controle

(4) CEPEL – Especificações Técnicas Funcionais e Manuais do SAGE

(5) FOXBORO – Especificações Técnicas Funcionais e Manuais do FoxSCADA e da UTR C50

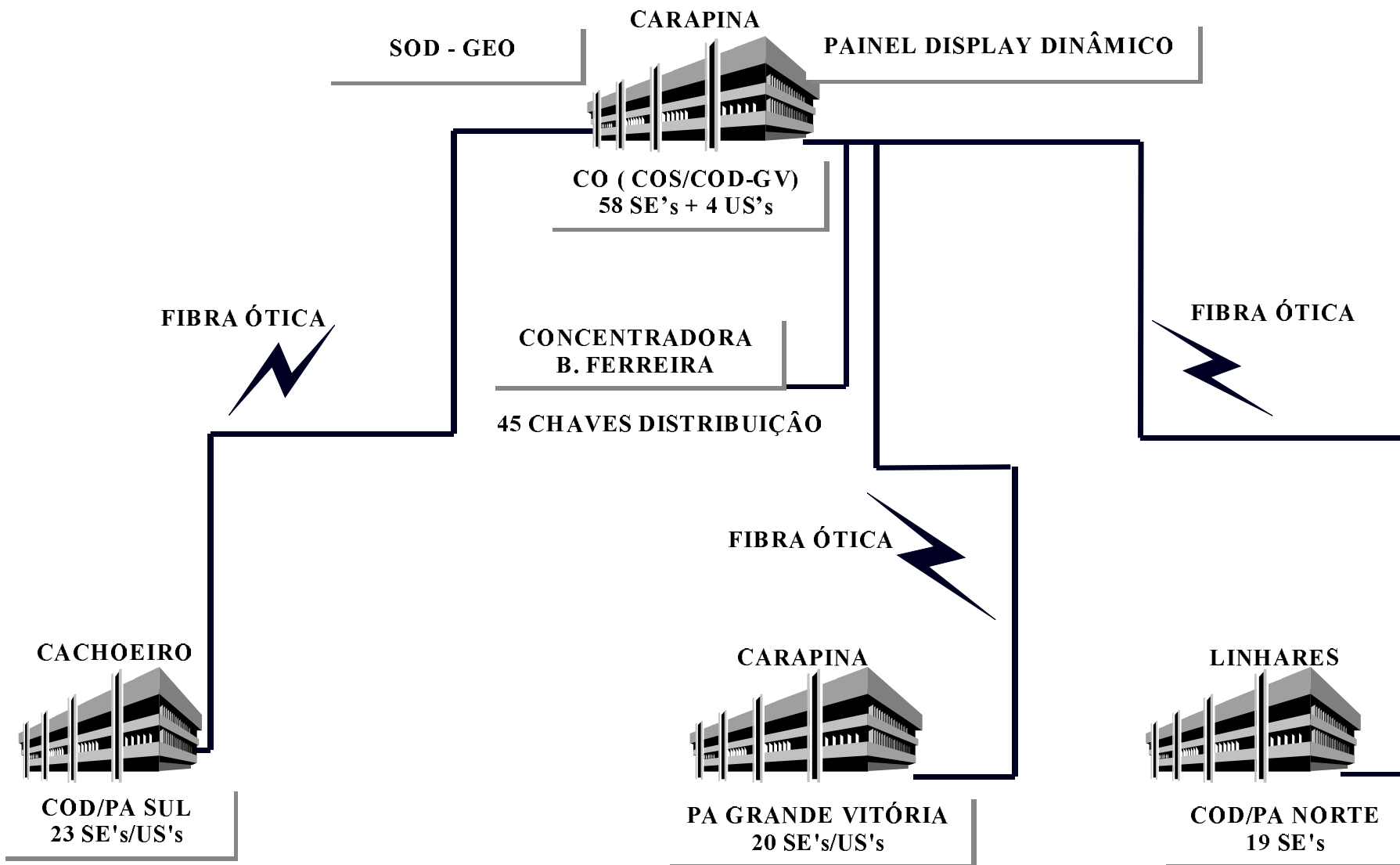


Figura 1 – Visão Sistêmica do SSC da ESCLSA

Período de Amortização

Referência : Início da Automação

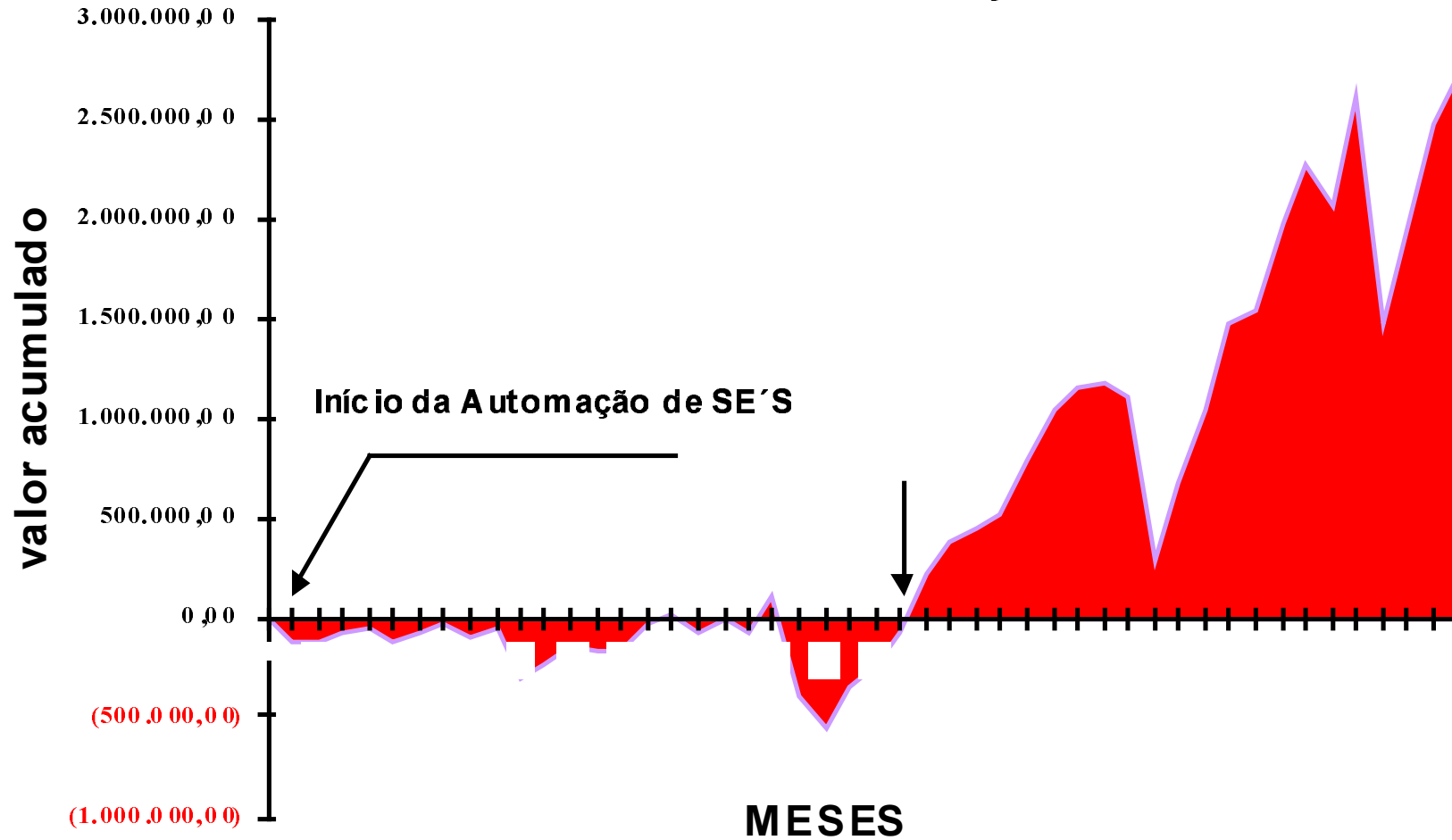


Figura 2 – Gráfico do Custo Benefício do SSC da ESCELSA