

**GRUPO V**  
**ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E COMUNICAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA (GPC)**

**PROJETO CEB – A INTEGRAÇÃO COMPLETA ENTRE COS, EMS, DMS, REDE CORPORATIVA, CORs, SUBESTAÇÕES E CHAVES DE POSTE**

**Robson Paoli**  
**Clóvis Simões**  
**José Aurélio SB Porto**

**RESUMO**

Neste trabalho é apresentado o sistema que está sendo implantado na CEB, de automação da cidade de Brasília. Esse sistema é uma revitalização do sistema existente e contempla 1 COS, 3 CORs, 31 subestações e 69 chaves de poste telecomandadas. O COS se integrará ao COD existente e a um sistema de EMS em implantação no mesmo contrato.

Na implementação desse sistema, está sendo utilizado o software SCADA ActionView, desenvolvido e comercializado pela empresa SPIN Engenharia de Automação Ltda. sediada em Brasília DF. O Enfoque principal do trabalho é a arquitetura cliente x servidor do software SCADA ActionView, com características únicas, que permitem integrá-lo a qualquer software aberto de EMS e DMS.

**PALAVRAS-CHAVE**

SCADA (Supervisory Control and Data Aquisition), EMS (Energy Management System), DMS (Distributed Management System).

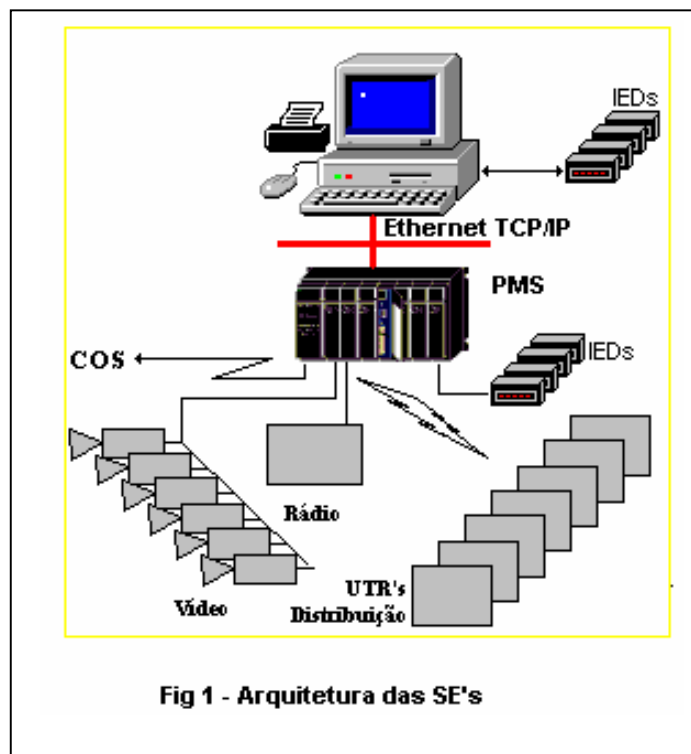
**1.0 INTRODUÇÃO**

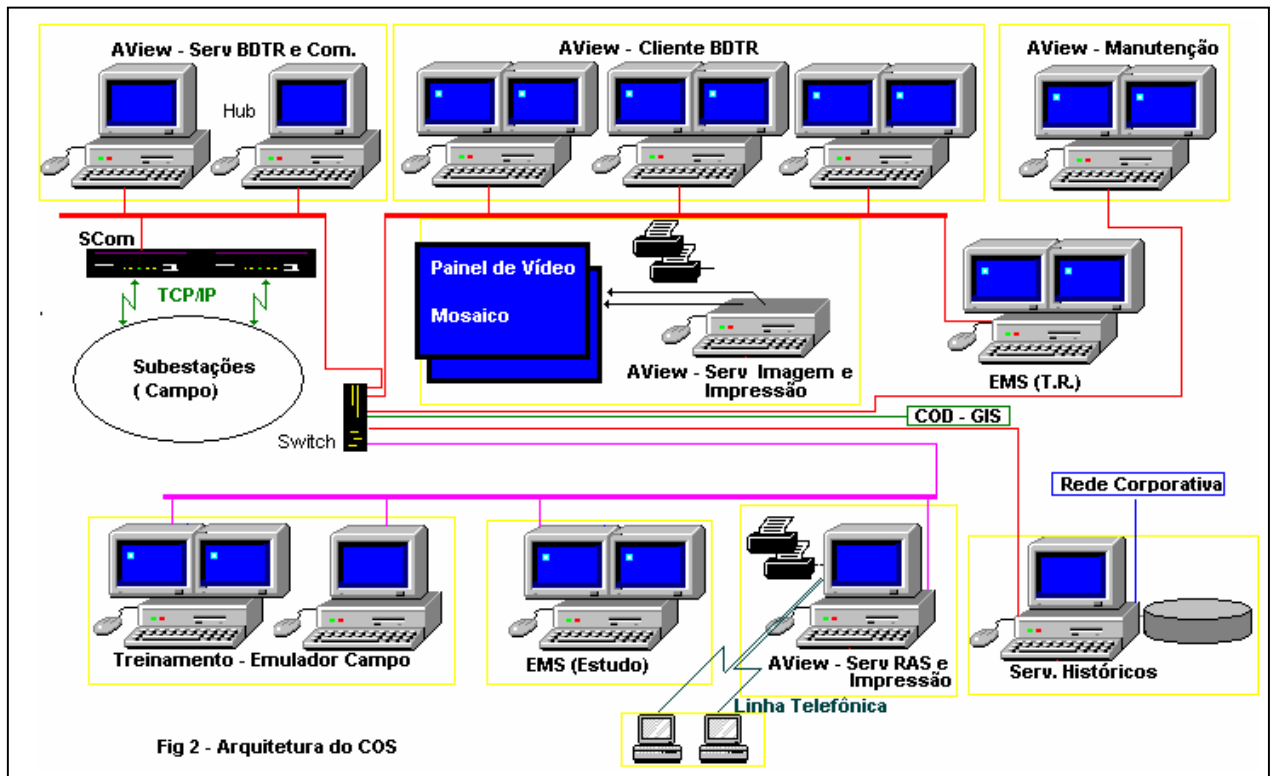
A CEB é uma empresa distribuidora de energia elétrica, com mais de 20 anos de experiência em automação. Atualmente, está em processo de revitalização de seu sistema de automação, concebendo uma arquitetura moderna que integra todas as funcionalidades do sistema elétrico em uma mesma rede lógica. A arquitetura é aberta, permitindo a inclusão de equipamentos de diferentes fabricantes no nível de subestações, usinas e chaves de poste.

Para a revitalização foi contratado em abril de 2000, a partir de uma licitação pública, o consórcio STD – Spin que deverá fornecer equipamentos, softwares e serviços para implantar um sistema que ao final contempla:

- 66 chaves de poste motorizadas, ligadas as subestações de distribuição;
- 31 subestações, conforme mostra a figura 1, contendo cada uma um Processador Multiprotocolo de Subestação (PMS) que inicialmente liga-se aos seguintes equipamentos:
  - 6 câmeras de TV-Vigilância;
  - medidores analógicos existentes em cada “bay” das subestações;
  - UTR existente com funções de supervisão, controle e comando;
  - UTRs de Poste (Motorola Moscad) conectadas via canal de rádio;

- IHM Local com software SCADA ActionView;
- COS através de protocolo PECII (mestre x mestre – TCP/IP);
- 3 COR's localizados em subestações;
- 1 COS, mostrado na figura 2, contendo:
  - 2 Servidores de Banco de Dados de Tempo Real em configuração “hot-standby”;
  - 1 Servidor de Comunicação (Scom) interligado as 31 SE's;
  - 4 estações clientes de IHM, com dois vídeos em cada estação;
  - 2 estações clientes de IHM conectadas opcionalmente através de rede discada;
  - 1 Servidor de EMS em tempo real contemplando aplicativos modelador da rede elétrica, estimador de estados, Load Flow e Módulo de Análise de Contingências;
  - Conexão com o sistema de DMS existente na CEB que compreende um sistema GIS, responsável pela supervisão e comando das chaves de poste e disjuntores de 13,8 KV;
  - Servidor de históricos baseado em Oracle, que disponibiliza os dados através de consultas SQL feitas via rede corporativa;
  - Módulo de Desenvolvimento e Manutenção;
  - Módulo de Treinamento com emulador de campo;
- Módulo de EMS – Estudo.





## 2.0 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DO SISTEMA DA CEB

A arquitetura do sistema foi definida a partir dos seguintes requisitos operacionais da CEB:

- O COD da CEB, responsável pela supervisão e controle dos disjuntores de 13,8 KV e pelas chaves de poste, deverá operar o sistema, em tempo real, através do sistema DMS existente, de forma integrada ao COS, permitindo que esse, em situações de emergência, assuma a operação desde que garantidos os critérios de segurança de acesso;
- O COS, em condições normais, deverá supervisionar e comandar o restante do sistema, possibilitando inclusive o acesso a imagens da subestação, capturadas através de câmeras de vídeo;
- O SCADA do COS deverá suportar um sistema EMS que implemente as funções de estima de estado, fluxo de potência e análise de contingência em tempo real e estudos;
- Três subestações principais, onde estão alocadas equipes de manutenção regional, deverão ter acesso a todas as subestações da regional, através da IHM local à subestação;
- Técnicos qualificados da CEB deverão ter acesso aos dados de tempo real, através de equipamentos remotos, conectados via linha discada (dial-up network);
- A função de comunicação de dados entre o COS e as subestações será

implementada através do protocolo balanceado (mestre x mestre), permitindo que de qualquer local se acesse outro, desde que implemente-se o ponto de supervisão e comando nos referidos locais. Deve-se observar que a CEB está implantando uma rede de fibra ótica que deverá ser usada, no futuro, para conectar todas as subestações ao COS. Na implantação inicial, dez subestações já se conectarão através dessa rede.

- Em condições normais de operação, as subestações serão desatendidas, comandadas através do COS. Se necessário, entretanto, um operador poderá se deslocar para a subestação e comandá-la usando a mesma IHM do COS;
- As chaves de poste se conectarão ao sistema através das subestações utilizando enlace de rádio;
- Cada subestação terá um PMS que conecta-se aos equipamentos existentes hoje na subestação e aos futuros. Assim, o PMS deverá suportar diversos protocolos padrão de mercado bem como possibilitar a adição de novos protocolos sendo um “gateway” entre protocolos de fabricantes / fornecedores e o sistema CEB;

### **3.0 ARQUITETURA CLIENTE SERVIDOR DO RUN-TIME**

O módulo “run-time” do software SCADA possui uma arquitetura Cliente x Servidor que permite a execução de módulos funcionais em um ou vários computadores, dependendo do tamanho da aplicação (escalabilidade). Todas as mensagens trocadas entre os módulos funcionais utilizam “sockets” o que as torna leves e eficientes.

Os itens a seguir apresentam esses módulos funcionais .

#### **3.1 Servidor de BDTR e Comunicação**

Corresponde ao núcleo do software SCADA. Ele pode funcionar em um ou dois computadores, sendo no segundo caso configuração dual “hot-standby”.

A função Servidor de Comunicação do software SCADA permite que em cada canal de comunicação, serial ou em rede, exista um protocolo distinto. O servidor de comunicação, é desenvolvido em C++ e ativa uma tarefa reentrante para cada canal de comunicação. Uma característica importante desse servidor é a possibilidade de usa-lo como tradutor de protocolos (“gateway”).

A função servidor de BDTR (Banco de Dados de Tempo Real) disponibiliza os dados já tratados para os demais módulos. A base de dados de parâmetros é relacional, com integridade referencial. Em sua concepção usou-se conceitos de programação orientada a objetos. Exemplificando, em uma subestação de distribuição, cria-se classes de objetos do tipo: vão de transformador, vão de alimentador, vão de linha, etc. Cada classe inclui todos os pontos de entrada / saída, analógicos e digitais, rotinas calculadas e condições de intertravamento de um vão. Para gerar a base de dados, basta definir instâncias dos objetos e o sistema, automaticamente, criará os pontos com suas relações.

A base de dados de parâmetros é implementada com replicância, existindo o conceito da base mestre de projetos, bases réplicas completas ou parciais. Assim, a manutenção da integridade entre as bases do COS e das subestações é feita através da sincronização entre as bases.

O Servidor de BDTR é cliente do servidor de EMS, recebendo desse último os valores estimados das medidas elétricas e dos servidores de IHM que enviam comandos direcionados as subestações.

Na Aplicação CEB esses servidores correspondem a dois computadores, operando em módulo dual “hot-standby”. Esses computadores, em tempo real, comunicam-se com o Scm STD, quatro servidores IHM, um servidor histórico, um Servidor EMS e o COD da CEB.

### **3.2 Servidor de IHM**

Esse módulo funcional implementa tantas estações de operação quantas necessárias. Cada estação de operação pode ter até 4 monitores de vídeo associados a um único computador. A permissão de acesso dos operadores é definida pelo seu perfil, existindo tantos perfis quantos necessários.

As estações ligam-se ao servidor de BDTR através ou de rede local Ethernet ou através de linha telefônica, no caso de “dial-up network”. No segundo caso, é necessário implementar o serviço RAS (Remote Access Server) do Windows-NT / 2000.

O servidor de IHM apresenta telas e janelas de processo (unifilares), de medidas (planilhas em formato de fluxo de potência), funcionais (alarmes, eventos, árvore, tendência gráfica / tabular, Log de operação, etc.) e de imagens da subestação, capturadas por câmeras de vídeo e transferidas via FTP (“File Transfer Protocol”). O Servidor de IHM constantemente interroga o servidor de BDTR pela mudança do estados de equipamentos e do valor de medidas assim como pela ocorrência de eventos / alarmes.

Na aplicação CEB, existirão 5 servidores de IHM, sendo quatro com dual vídeo de 21” e 1 com dois telões.

### **3.3 Servidor de Dados Históricos**

Esse módulo possui um banco de dados relacional onde são armazenados os dados históricos do sistema. Esse banco de dados, em função do dimensionamento da aplicação, pode ser em Microsoft Access, SQL Server ou Oracle.

Os dados históricos são todos os eventos, alarmes, ações de operador e medidas de variáveis analógicas, armazenadas em intervalos pré-estabelecidos.

Os dados históricos são disponibilizados na rede corporativa da empresa através de um aplicativo de consultas e, na internet, através de um “browser”, deste que disponibilizado o serviço de IIS (Internet Information Service) do Windows-NT / 2000.

Na aplicação CEB o servidor de histórico é implementado usando o banco de dados Oracle.

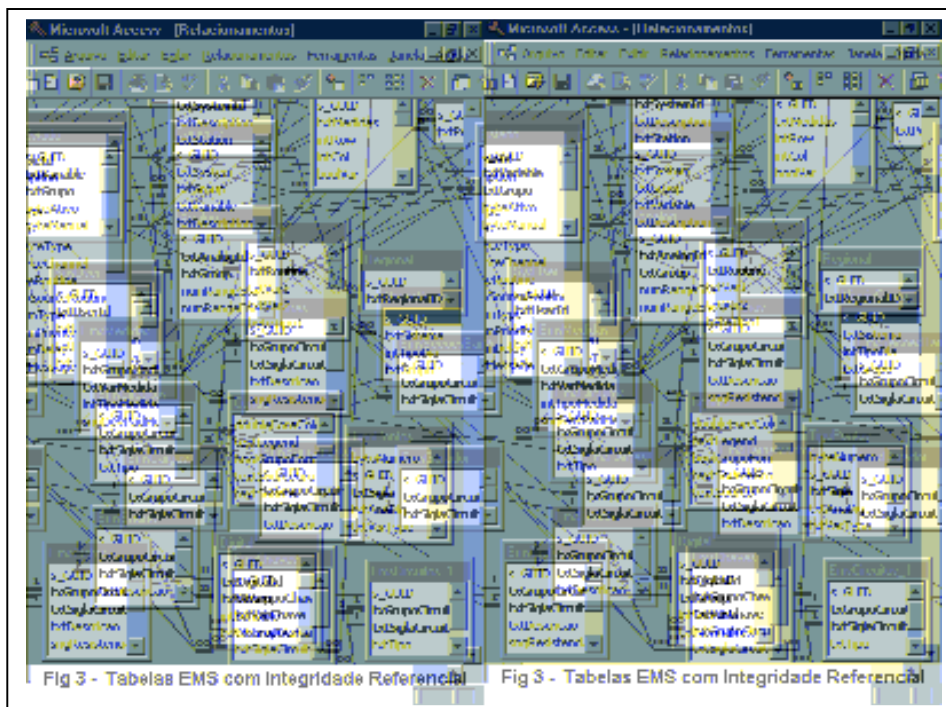
### 3.4 Servidor de EMS

O módulo de EMS é composto por programas aplicativos processados em dois ambientes distintos: ambiente de tempo real e ambiente de estudos elétricos. O ambiente de tempo-real é formado pelas funções Modelador de Rede, Fluxo de Potência, Estimador de Estado e Análise de Contingências.

O servidor de dados EMS, em tempo real, corresponde a uma biblioteca do tipo DLL onde são disponibilizados através de API's (Application Program Interface) rotinas que permitem ao módulo EMS receber o estado de chaves que definem a topologia do sistema elétrico observável e das medidas analógicas atuais. Esses dados são processados disponibilizando, ao servidor de BDTR, o valor estimado das variáveis analógicas, com ponderação da qualidade desse valor.

Para suportar os aplicativos de EMS, foram incluídas no banco de dados de parâmetros, as tabelas EmsCircuitos, EmsLinhas, EmsTrafos, EmsShunts, EmsBarramentos, EmsMedidas e EmsChaves. Essas tabelas, mantidas com integridade referencial, contém os parâmetros elétricos dos itens.

Da forma como concebido o módulo, é possível conectar programas EMS de diferentes fornecedores. Na implementação CEB, serão usados os programas EMS desenvolvidos na Unicamp e já implementados em outras concessionárias. Na implementação desse módulo, a Unicamp forneceu à Spin as tabelas EMS com os parâmetros elétricos necessários e suficientes. A Spin, conforme mostra a figura 3, implementou essas tabelas na sua base de dados de parâmetros com integridade referencial e disponibilizou duas bibliotecas (AVEMS.DLL e AVRUN32.DLL) que, através de API's implementam toda a troca de informações entre o Servidor EMS e o Servidor de BDTR.



Essas bibliotecas tem o seguinte conteúdo:

- Rotinas da biblioteca AVEMS.DLL
  - C/C++: BOOL \_stdcall AVEMSInitialize();
  - C/C++: BOOL \_stdcall AVEMSFinalize();
  - C/C++: BOOL \_stdcall AVEMSPegaDadosSEs(short shoSENum, strucSEDados\* pSED);
  - C/C++: BOOL \_stdcall AVEMSPegaCircuitos(short shoCircuitoNum, strucCircuitos\* pCIRC);
  - C/C++: BOOL \_stdcall AVEMSPegaParametros(short shoCircuitoNum, strucParametros\* pPAR);
  - C/C++: BOOL \_stdcall AVEMSPegaMedidas(short shoMedOrdem, strucMedidas\* pMED);
  - C/C++: BOOL \_stdcall AVEMSPegaChaves(short shoChaveNum, strucChaves\* pCHV);
- Rotinas da biblioteca AVRUNT32.DLL
  - C/C++: short \_stdcall GetEmsSample(strucNDM\* ptrNDM, strucEmsValues\* ptrHV);
  - C/C++: short \_stdcall SetEmsEstimValues(strucEmsValues\* ptrHV);

### **3.5. Servidor RAS**

Através do serviço RAS (Remote Access Server) do Windows-NT / 2000 é possível conectar Servidores de IHM via linha discada (dial-up network). Assim, um técnico de plantão pode, através da linha telefônica de sua casa, conectar-se a rede de tempo real acessando todos os recursos do sistema. Essa função só é possível devido a implementação otimizada da comunicação entre servidores / clientes na rede de tempo real, utilizando "Berkeley Sockets". Uma linha com velocidade de 33200 bps permite uma operação confortável do sistema via linha discada.

### **3.6 Cliente COD**

O COD da CEB era um sistema "off-line", implementado em ambiente Unix. No escopo desse contrato, esse sistema está sendo atualizado para suportar a operação em tempo real. Essa atualização, no que tange ao software SCADA, nada mais é do que implementar a biblioteca de API's do ActionView no ambiente Unix, tornando-o similar a um Servidor IHM que opera a nível de distribuição, a partir de um perfil de acesso apropriado.

### **4.0 CONCLUSÕES**

O sistema CEB foi contratado em abril de 2000, devendo ser implementado em 12 meses. Um protótipo foi aceito em teste de fábrica, estando o sistema em implantação no campo, a partir de agosto de 2000.