

**XIV SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÕES E REDES DE  
DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA**

ARLENIO CARNEIRO FRISCH  
CARLOS CESAR KRAUSS  
CHRISTINA COURTOUKE DOS SANTOS  
DIÓGENES DA CUNHA MARQUEZ  
EMERSON LUIS PAROLIN  
JOSÉ MOLINARI PINTO  
RODRIGO REGGIANE

COPEL – COMPANHIA PARANENSE DE ENERGIA

Automação, Controle e Supervisão, Unidade de Aquisição e Controle

**Foz do Iguaçu, 19 a 23 de novembro de 2000**

## 1. INTRODUÇÃO

A COPEL, em busca da constante melhoria na qualidade do fornecimento de energia ao consumidor, das exigências cada vez maiores no desempenho, complexidade e segurança na operação de seu sistema elétrico e, baseado na experiência da automação de uma subestação, desenvolveu seu Plano Diretor de Automação.

O Plano definiu que toda a operação das subestações seria baseada em sistemas de controle e supervisão digitais. Devido à grande concentração e para que não houvesse perda de confiabilidade, seria necessário automatizar procedimentos operacionais realizados pelos operadores. Foram analisadas as funções que causariam maior impacto na operação, qualidade da energia e confiabilidade do sistema, sendo definido que estas funções seriam automatizadas e implantadas localmente nas subestações, sendo supervisionadas e controladas à distância pelos centros de operação.

Para viabilizar a implantação do sistema de automação de subestações e redes de distribuição de energia, definidos no plano diretor, a COPEL pesquisou no mercado diversas tecnologias, analisando os aspectos gerenciais e técnicos. Nos gerenciais foram considerados aspectos como custo x benefício, risco, impacto, viabilidade e prazo. Nos técnicos, aspectos como funcionalidade, facilidade de uso, manutenibilidade, segurança, confiabilidade, flexibilidade, modularidade, tolerância a falhas e sistema aberto foram considerados.

O resultado apontou para a utilização de tecnologia de microcomputadores padrão PC integrada e adaptada à aplicação no sistema elétrico. Constitui-se de Unidade de Aquisição e Controle - UAC, que executa aquisição de dados analógicos e digitais e interfaceamento com o processo elétrico, Unidade Central de Controle - UCC, que realiza o papel de SCADA, UTR e funções automatizadas.

Todo este sistema implantado nas subestações e redes fornece a base de dados para utilização no Centro de Operação do Sistema (COS), centros de operação de estações (COEs), centros de operação da distribuição (CODs), além da base de dados de planejamento do sistema elétrico e energético e interligação com outros sistemas.

Hoje, esta automação definida no plano diretor é uma realidade, pois cerca de 90 chaves de rede, 99 subestações de Distribuição e 84 de Transmissão encontram-se automatizadas e todas elas dotadas de funções que estão sendo executadas ininterruptamente para garantia do funcionamento do sistema

elétrico. O Plano Diretor ainda está em implantação, sendo que se pretende implantá-lo em todas as subestações de transmissão e parte das subestações de distribuição até 2004.

## **2. HISTÓRICO**

O projeto digitalização da subestação Parolin em 1987 pode ser considerado como o marco inicial da Automação de subestações na COPEL, pois todas as questões básicas relativas a automação passaram a ser vistas de modo mais contínuo e organizado com a implantação desta subestação.

Participaram da especificação do projeto as áreas de engenharia de subestações, operação do sistema, operação e manutenção da transmissão e área de comunicação. Na execução do projeto participaram as áreas de engenharia de subestações, processamento de dados, operação e manutenção da transmissão e área de comunicação.

Porem, apesar de tecnicamente válido e atual para a época, este projeto não teve prosseguimento imediato. Nesse período foram elaborados diversos trabalhos visando definir as funções que as subestações automatizadas deveriam atender, tais como; “Automação de Subestações – Proposição para o Sistema de Transmissão”; “Descrição Geral do Sistema, da arquitetura, da Filosofia de Operação e Manutenção”; “Filosofia Operacional do Sistema Elétrico Automatizado”; “Automação de Estações e Redes”; “Comentários e Recomendações para Implantação da Automação”; “Supervisão e Funções para a Automatização de Subestações”. Estes estudos estabeleceram os fundamentos que tem servido como base para a automação de Subestações.

Em 1990, devido a falta de operadores de Subestações por aposentadoria e para que se pudesse avaliar os problemas operacionais advindos da operação a distância, o sistema digital instalado na subestação Parolin foi deslocado para a subestação Uberaba para permitir que a subestação Parolin passasse a ser teleoperada.

Nessa época havia uma infinidade de ações nas diversas áreas buscando resolver problemas específicos relacionados com automatização de processos e sistemas sem nenhum direcionamento que visasse o inter-relacionamento dos processos a dependência de funções e sua padronização. Para buscar resolver esses problemas a COPEL em 1992 desenvolveu seu Plano Diretor de Automação do Sistema Eletro-energético.

### **3. PLANO DIRETOR DE AUTOMAÇÃO DO SISTEMA ELETRO-ENERGÉTICO DA COPEL**

O objetivo do Plano Diretor é de integrar e homogeneizar de forma abrangente os processos de automatização nas diversas áreas permitindo a padronização de soluções para os mesmos tipos de problemas.

A COPEL é uma empresa integrada com áreas de Geração , Transmissão e Distribuição para o seu Plano Diretor fosse abrangente, homogêneo, hierárquico e integrador tivemos a participação de todas as áreas . As razões para automatização são :

- Melhoria da qualidade dos serviços
- Racionalização dos custos
- Crescente extensão e complexidade dos sistemas elétricos
- Necessidade de integração do sistema elétrico energético.

Os sistemas eletro-energeticos avaliados são:

- Sistemas de Informação ( manutenção, operação, planejamento )
- Sistemas de Supervisão e Operação – COS
- Sistemas de supervisão e Controle

Os Sistemas de supervisão e Controle compreendem os sistemas de:

- Subestações de Transmissão e subtransmissão
- Subestações de Distribuição
- Redes de Distribuição
- Pequenas Usinas
- Grandes Usinas
- Sistemas de Comunicação

As atividades desenvolvidas para a elaboração do Plano Diretor foram as seguintes:

- Levantamento da sistemática de operação, manutenção, planejamento do sistema.
- Sistemática de coleta de dados para controle da operação, manutenção e planejamento.
- Análise dos requisitos funcionais de todos os sistemas automatizados previstos.

- Elaboração e caracterização dos possíveis cenários dos sistemas de automatização inclusive técnicos.
- Levantamento das necessidades de cada área.
- Análise de Custo X Benefício para cada um dos cenários.
- Análise do impacto da automatização sob aspectos estrutural, funcional, social e institucional.
- Análise do impacto da automatização no sistema de Comunicação da COPEL

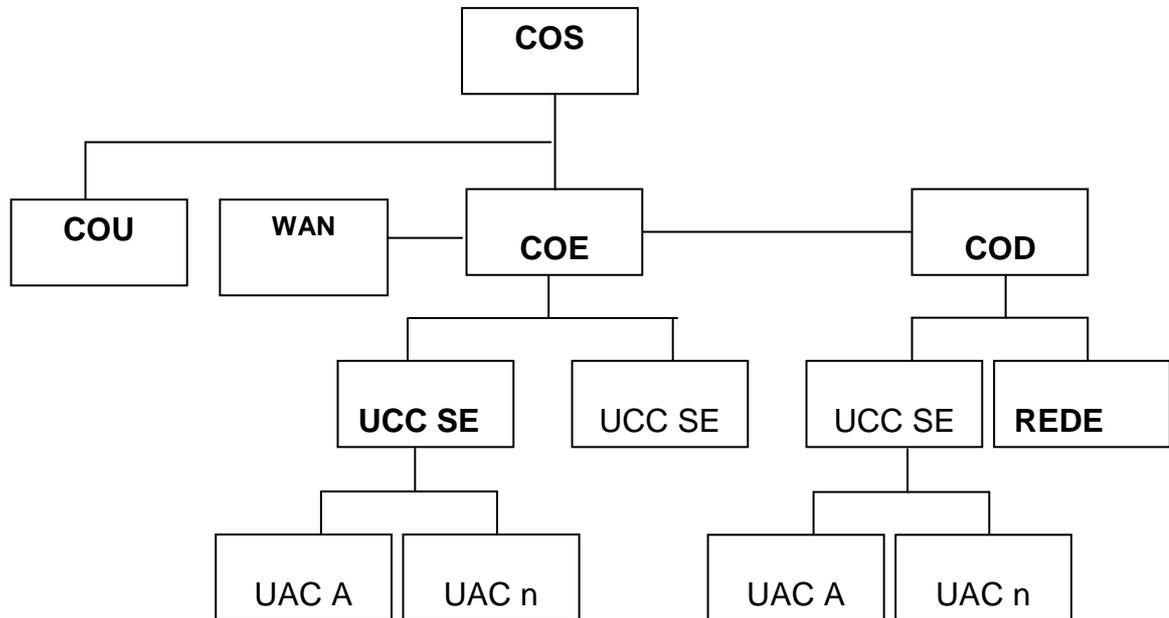
Para viabilizar a implantação do sistema de automação de subestações e redes de distribuição de energia, definidos no plano diretor, a COPEL pesquisou no mercado diversas tecnologias, analisando os aspectos gerenciais e técnicos. Nos gerenciais foram considerados aspectos como custo x benefício, risco, impacto, viabilidade e prazo. Nos técnicos, aspectos como funcionalidade, facilidade de uso, manutenibilidade, segurança, confiabilidade, flexibilidade, modularidade, tolerância a falhas e sistema aberto foram considerados. O resultado dessa análise resultou na decisão e utilização do sistema desenvolvido pela COPEL, devido que na época os sistemas disponíveis não atendiam a maioria dos requisitos descritos.

Pela análise de custos e benefícios os primeiros sistemas a serem implantados foram os de subestações de Transmissão e subtransmissão pois tinham o retorno do investimento no menor prazo e necessidades operativas prementes, posteriormente esse sistema veio a ser implantado também nas Redes e Subestações de Distribuição.

#### **4. HIERARQUIA DO SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE DE SUBESTAÇÕES E REDES**

Todo a hierarquia do sistema foi pensada e direcionada para ser descentralizada ao máximo, devendo as funções serem realizadas no nível mais baixo da hierarquia, função da grande concentração e da necessidade de não haver perda na qualidade dos serviços decidiu se por implantar automação nas subestações ao invés de telecomando e supervisão. A diferença fundamental entre esse dois conceitos é que na automação as principais funções de controle da subestação são realizadas independentemente da ação dos operadores e/ou de se ter a supervisão remota da subestação. Na automação COPEL são executadas as funções de controle de tensão das barras de carga,

controle de reativo, recomposição das barras de carga, recomposição da subestação, racionamento, esquema regional de alívio de carga.



**Figura 1**

**Legendas:**

- |  |   |
|--|---|
| <b>COS</b> - Centro de Operação do Sistema   | <b>COD</b> - Centro de Operação da Distribuição     |
| <b>COE</b> - Centro de Operação de Estações  | <b>UCC</b> - Unidade Central de controle de cada SE |
| <b>REDE</b> - Unidade de Aquisição instaladas em Chaves ao longo da rede de distribuição |   |
| <b>WAN</b> - Wide Area Network   | <b>COU</b> - Centro de Operação de Usinas           |

**4.1. CENTRO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA**

O Centro de Operação do Sistema ( **COS** ) é responsável pelo cumprimento do programa diário de geração e intercâmbio, controle de tensão da malha principal, coordenar e orientar a recomposição do sistema após uma perturbação, controle da frequência e carregamento do sistema, executar o racionamento de energia , coordenar a execução dos desligamentos programados , de urgência e emergência . Possui um sistema SCADA da HARRIS que supervisiona as grandes Usinas e as principais subestações da COPEL.

## **4.2. CENTRO DE OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES**

Dentro da filosofia de descentralização o Centro de Operação de Estações ( **COE** ) controla, supervisiona e opera as subestações de sua área , faz também a coleta e atualização da base de dados do COS e fornece dados para os sistema de controle da operação, manutenção e planejamento da empresa pela sua interligação com a INTRANET COPEL ( WAN ).

O COE supervisiona e controla as subestações de sua área como se fossem independentes, sendo responsável pela execução teleoperação dos equipamentos nos desligamentos programados, de urgência e emergência, bloqueio e/ou desbloqueio de funções automáticas da subestações, bloqueio de religamentos nos equipamentos com tensão igual ou maiores que 69 KV e gerais dos barramentos de carga das subestações ( 13.8 e 34.5 KV ) .

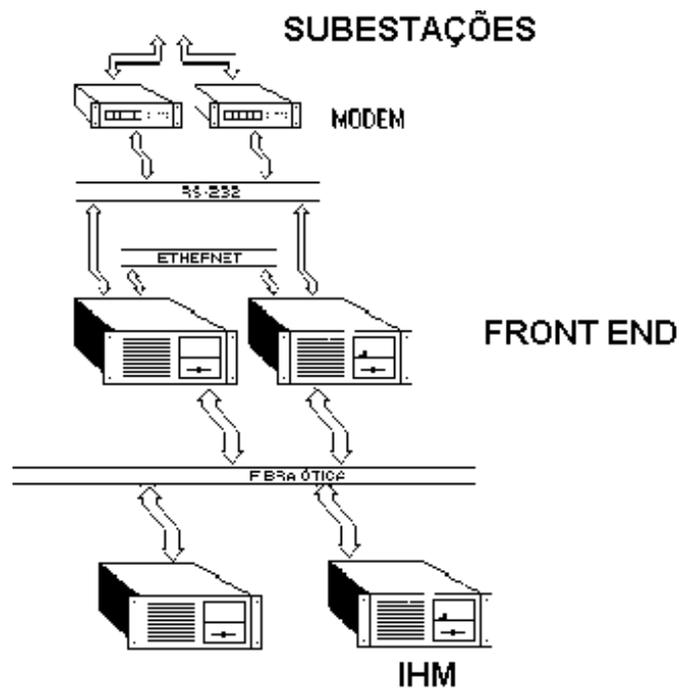
O COE foi projetado e desenvolvido com uma solução própria de um Sistema de Supervisão, Controle e Aquisição de Dados ( **SCADA** ) desenvolvido com uso de linguagem C rodando no sistema operacional QNX , que possui características multitarefa e tempo real.

A interfaces com operador ( **IHM** ) também foi desenvolvida com os mesmos softwares em um ambiente semi gráfico. A apresentação é feita através de diagramas unifilares e/ou telas contendo informações analógicas , sequenciamento de eventos , alarmes e de estados , em dois monitores de vídeo. O operador pode interagir com o sistema através de comando direcionados aos elementos representados nos diagramas unifilares. O estado atual dos equipamentos é sempre mostrado e situações anormais são informadas através de alarmes visuais e sonoros. Atualmente a COPEL tem implantado 10 COEs com supervisão de operação 24 horas por dia em todo o estado do Paraná.

Todos os dados coletados no COE de interesse da operação, da manutenção e do planejamento são disponibilizados na rede administrativa COPEL ( **WAN** ) e atualizam automaticamente os sistema de analise e planejamento da empresa.

## **4.3. ESTRUTURA FÍSICA DOS COEs**

O hardware e software estão projetado para trabalhar de modo dual na filosofia primário / secundário e são interligados em rede Ethernet . O hardware compreende de equipamentos de comunicação e micros computadores interligados em rede sempre de forma dual executando as funções de IHM, FRONT END . Atualmente podemos supervisionar 80 subestações e ter 10 postos de trabalho de operação com IHM.



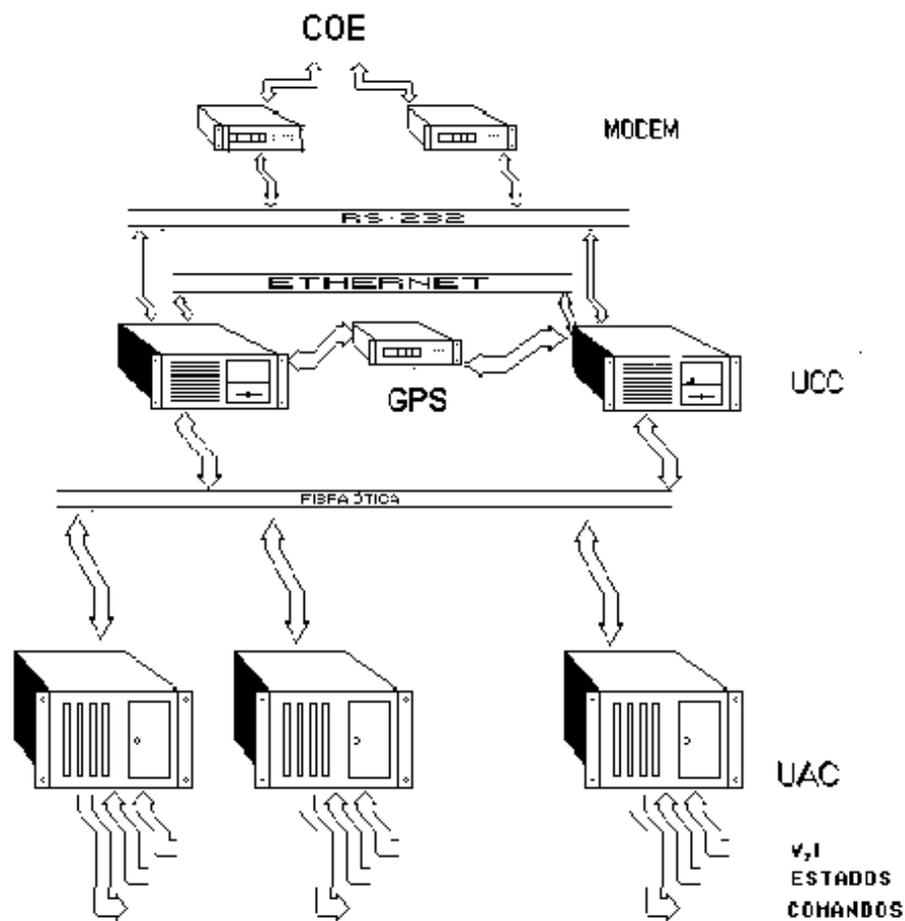
## 5. CENTRO DE OPERAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO

O Centro de Operação da Distribuição ( **COD** ) faz a teleoperação dos equipamentos dos alimentadores de 13.8 e 34.5 KV instalados em todas as subestações já automatizadas e redes de distribuição, controle as demais subestações e redes de distribuição atuando sobre as equipes moveis. Possui estrutura de hardware e software igual a dos COEs , atualmente está em desenvolvimento um novo IHM ( **SOD** ) que irá integrar todos os sistemas de controle utilizados pelos CODs , esse sistema tem interface gráfica baseada em geoprocessamento. O numero de CODs com operação supervisionada 24 horas por dia é de 5 em todo o estado.

## 6. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÕES

O Sistema de Automação de Subestações ( **SASE** ) é um sistema SCADA de aquisição de dados distribuído por circuito, podendo ser instalado tanto em painéis internos a casa de comando quanto nos pátios da subestações, composto de dois micros operando de modo dual ligados em rede Ethernet ( **UCC** ) e unidades de aquisição ( **UAC** ) por circuito. Não só a aquisição de dados é distribuída como também a “inteligência” do sistema. As UCC’s rodam com o mesmo SCADA desenvolvido e aplicado nos COE’s ,

sistema operacional QNX e software em linguagem C .As UCC's são responsáveis pelas funções de atualização da base de dados dos COE's , a qual é atualizada pela aquisição dos dados através de polling das UAC's ( SCADA ) . Alem dessas as UCC's rodam as funções automáticas de recomposição da subestação , Controle automático de tensão e reativo, verificação da Omissão de religadores , Corte de carga por sub tensão e esquema regional de alivio de carga tanto o desligamento dos circuitos quanto o religamento são realizados automaticamente.



## 6.1. FUNÇÕES AUTOMÁTICAS

O **Controle de Tensão e Reativo** das barras de carga é feito por uma função automática que roda nas UCC's da subestação de modo que independe do operador e do sistema de comunicação. Controla o nível de tensão e o fluxo de potência reativa das barras de carga através de uma funções de variáveis complexas envolvendo algoritmos de otimização convencionais ou através do uso de lógica fuzzy ou outros sistema especialistas. Usa como base as mais diversas grandezas analógicas e de estado disponíveis localmente bem como recebe informações para obedecer comandos emanados a partir do COE (Centro de Operação de Estações). As ações de comando desta rotina podem ser sobre o comutador de taps sob carga de transformadores ou reguladores de tensão, sobre as chaves a óleo de bancos de capacitores existentes na subestação. O algoritmo considera e busca minimizar as ações que possam acarretar problemas à manutenção. O tempo de processamento e de tomada de ações não é algo crítico. Após o processamento pode-se conviver com tempos de espera da ordem de 3s ou pouco mais sem problemas para o sistema.

**Recomposição Automática da Subestação** função roda na UCC ( micro local ) e visa recompor a SE de forma automática, em situações de desligamento total (black-out) ou parcial das SEs, sem a necessidade de qualquer intervenção do operador desde que ocorram determinadas condições e sequência pré-definidas pela Operação. Esta função comanda a abertura e o fechamento de disjuntores comuta os taps dos transformadores ou reguladores de tensão, insere ou retira de operação reatores e/ou capacitores . Para realizar a comutação de taps durante black-out a SE deverá dispor de inversores instalados para alimentação dos comutadores de taps ao invés dos serviços auxiliares da SE que, nesta situação, não estariam disponíveis. O software é configurável de acordo com leiaute da SE. Quando há alteração seja no leiaute da SE seja na forma de recomposição da SE basta alterar as configurações desse software.

A **Omissão** roda na UCC ( micro local ) e recompõe, automaticamente, sem a intervenção do operador, as barras de carga quando de sua abertura ( abertura do disjuntor geral de 13,8 ou 34,5 KV do transformador) por falha e/ou omissão na atuação dos religadores quando de defeito na rede de distribuição. O software detecta qual circuito falhou através de uma função de sobre corrente, promove a abertura deste e energiza a barra deixando aberto o religador que falhou.

**ERAC ( Esquema Regional de Alívio de Carga)** faz o desligamento de circuitos quando a demanda de energia é superior a do fornecimento em um instante. Isto é feito para que não haja um colapso no sistema. Os circuitos são desligados segundo a sua importância e segundo patamares de

frequência pela UAC's. Após o retomo da frequência à um nível aceitável o religamento é feito também aos poucos pelas UCC'.

**Imagem Térmica de Transformadores** roda na UCC (micro local) e seu objetivo é calcular a temperatura do ponto mais quente dos enrolamentos dos transformadores e sob condição de temperatura no topo do óleo ou no ponto mais quente do enrolamento acima de limites pré-definidos toma ação de alarme para os operadores remotos. A ação de corte de carga sob temperaturas elevadas também pode estar implementada, dependendo da filosofia vigente na ocasião

**Corte de Carga por Subtensão** roda na UCC ( micro local ) e promove o corte de carga seletivo de circuitos de 13,8 ou 34,5 kV sempre que ocorrer subtensão em amplitude e duração que excedam as condições pré-definidas.

## **6.2. UNIDADE DE AQUISIÇÃO E CONTROLE**

As Unidades de Aquisição e Controle ( **UAC** ) compostas de CPU's padrão PC industrial, adequadas a operação em ambientes eletricamente hostis e módulos para a aquisição de grandezas analógicas e digitais e saídas de comandos. As UAC's tratam diretamente os sinais de tensão e correntes oriundos dos TP's e TC's. Através de técnicas de processamento digital de sinais, funções lógicas e de outras técnicas processam essas informações e executam de forma distribuída as funções de automação.

### **6.2.1. Características do cartão DSP de Aquisição de grandezas analógicas e entrada e saídas digitais**

- Processador TMS320VC5402, 100MHz;
- 16 entradas analógicas, resolução de 14 bits disponíveis em conector DB37, compatível com conector atual;
- Amostragem simultânea de correntes e tensões com frequência de amostragem de 6KHz (100 amostras por ciclo de cada canal);
- Interface HPI (Host Parallel Interface) com zero overhead para comunicação entre o PC e o DSP via barramento ISA;
- 48 entradas digitais disponíveis em 3 conectores DB25;
- 24 saídas digitais disponíveis em 3 conectores DB9;
- Entrada óptica para pulso de sincronismo.

### **6.2.2. Funções realizadas pela UAC e interfaces associadas:**

- Aquisição de estados com informação tipo contato seco na entrada da interface e tipo digital nível TTL, após a interface; 48 pontos de estado; mantida compatibilidade mecânica e elétrica com as atuais interfaces de estado da COPEL.
- Execução de comandos com saída tipo contato seco na saída de interface de comando e tipo *open collector* para o acionamento da interface de comando; 24 pontos de saída; a mesma compatibilidade citada acima deve existir para com as interfaces de comando da COPEL.
- Rotina de autoteste nas entradas digitais, executadas periodicamente. A execução deverá ocorrer em um tempo inferior a 1ms e quando não houver nenhuma entrada em verificação de alteração de estado. A execução da rotina se fará através de duas saídas de comandos pelo conector db25. Um comando desacopla fisicamente as entradas digitais da interface externa e outro comando troca os estados de todas as 16 entradas do valor “0” para “1”. Caso haja falha em alguma entrada o bit de “MF” (message failure) na próxima resposta a um comando Status Dump deverá ser ajustado.
- Aquisição de medidas analógicas visando a obtenção das seguintes grandezas (configurável para o número de circuitos):
  - Tensões e correntes RMS para cada fase do circuito e do neutro, para um circuito trifásico delta ou estrela, por remota,
  - Tensões e correntes RMS para cada fase de cada um dos circuitos (sem o neutro), para dois circuitos trifásicos delta ou estrela, por remota
  - Tensões e correntes RMS para circuitos bifásicos onde mede-se 2 ( $V_a/V_v$  ou  $I_a/I_v$ ) componentes e calcula-se a terceira ( $V_b$  ou  $I_b$ ) componente.
  - Temperatura de óleo: 4 a 20mA na entrada da interface MT 1 a 4,9Vcc após a interface
  - Posição de *TAP* de transformador: 0 ~ 5Vcc na entrada da interface MT 1 a 4,9Vcc após a interface
  - Tensão de outro circuito para a função de sincronismo
  - A mesma compatibilidade citada acima deve existir para com as interfaces analógicas da COPEL.
  - Tratamento de *anti-bouncing* para as aquisições de pontos de estados reais, configuráveis entre 0 e 100 ms, com passo de 5 ms e ajustáveis individualmente para cada ponto;
  - Cálculo do valor  $TRUE_{RMS}$  das correntes e tensões de cada fase de cada circuito, disponível para atualização na base de dados a cada 100 ms;

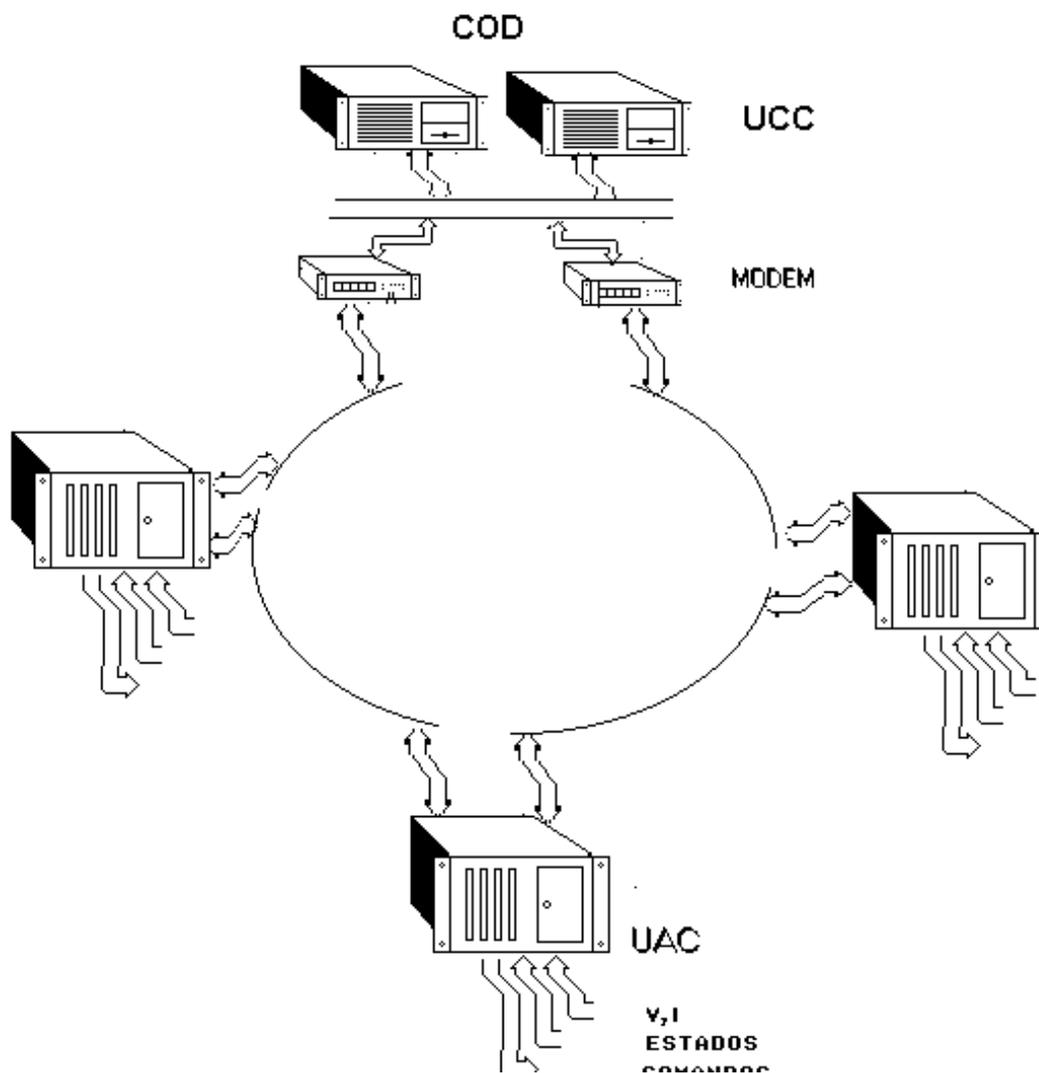
- Cálculo das potência ativa e reativa para cada circuito trifásico configurado, disponível para atualização na base de dados a cada 100 ms; calcular e gravar a demanda na UAC, com registro da potência máxima do tempo (configuráveis de 1 min a 15 min com passo de 1 min), e gravar a potência máxima do dia;
- Cálculo das energias ativas e reativas para cada circuito em ambos os sentidos
- Cálculo das frequências em até duas entradas de tensão, sendo escolhida entre a tensão  $V_A$  do canal 1 e/ou  $V_{sinc}$  do canal 1 e/ou  $V_A$  do canal 2 e/ou  $V_{sinc}$  do canal 2 (vide figura ao final deste documento), que deverão ser selecionadas fixas ou por software; disponível para atualização na base de dados a cada 100 ms;
- Eventos com *SOE* relativa ou absoluta, com resolução menor ou igual a 1 ms;
- Função “Relé 81” por circuito, somente desligamento por subfrequência;
- Função “Relé 25” por circuito (sincronismo), com detecção de anel e/ou paralelo;
- Função “Relé 50/51” por fase de cada circuito, somente detecção (sobrecorrente instantâneo/temporizado);
  - Gerenciamento de comandos, sendo configuráveis os seguintes atributos:
    - Pulsado: tempo de duração
    - Retido: sem tempo de duração
    - Pulsado comandado: estado inicial do comando (N/A ou N/F) ponto de estado de retorno (para retirada do comando), podendo ser desabilitado por tempo máximo de duração.
  - Cálculo da posição de *TAP* de reguladores de tensão através das suas transições, sendo configuráveis os seguintes atributos:
  - Quantidade de reguladores que serão controlados pela unidade, com parâmetros individuais de configuração (até 3 reguladores)
  - Por regulador:
    - Ponto de estado de transição ascendente (“*raise*”)
    - Ponto de estado de transição descendente (“*lower*”)
    - Ponto de estado de posição neutra
    - Ponto para registro no banco analógico da contagem de *TAP* do regulador
  - Atualização de configuração da unidade (*download*): localmente (pelo próprio protocolo serial);

- Número de identificação da unidade, para captura correta da mensagem, em unidades montadas em topologia de rede serial (endereçamento conforme protocolo Harris Modificado;
- Circuito *Watch-Dog Timer* (WDT) por *hardware*, configuráveis entre 0 e 15 s, podendo ser desabilitado (realizável no PC e no DSP).
- Rotina de *watchdog* por *software*, configuráveis por:
  - Blocos funcionais da unidade: comunicação serial, aquisição analógica, aquisição digital,
  - Tempo de retardo na falha de cada bloco entre 0 e 15 s . Podendo ser desabilitado no todo ou por bloco. Pode ser implementado em rotina produtor/consumidor na HPI.
- Comunicação e Base de Dados:
  - Fila de mudança de estados: até 256 eventos
  - Fila de comandos: 32
  - Base de dados configuráveis para cada porta serial que responda a uma origem
  - Consistência *offline* dos arquivos da configuração e do banco de dados
  - Comunicação serial: RS-232
    - uma ou mais portas para sistema supervisorio, com possibilidade de esquema de repetição serial (multiserial) em duplo sentido de fluxo
    - parâmetros configuráveis: taxa de transferência, tamanho do dado, número de bits de finalização, paridade, endereço das portas (COM1, COM2 e multiseriais), tempo de retirada da portadora, tempo de espera para envio do primeiro byte
- Função de corte de carga por subtensão (Relé 27)

## **7. REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA**

Nas Redes de Distribuição da COPEL está sendo usado as mesmas UAC's utilizadas nas subestações para se realizar a aquisição , supervisão e controle dos alimentadores. As UAC's são acopladas a chaves e/ou religadores da Rede para possibilitar a teleoperação desses equipamentos. O uso de equipamentos que detectam a ocorrência de defeitos facilita e agiliza a localização e o isolamento dos defeitos, propiciando uma redução drástica nos tempos de interrupção para os consumidores. Acrescente a isto a capacidade de avaliação precisa de carregamento das linha indispensáveis a operação e planejamento de redes de distribuição.

## TOPOLOGIA DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO



## 8. CONCLUSÃO

A discussão previa das necessidades de todas as áreas no Plano Diretor e a definição de desenvolvimento da tecnologia internamente a COPEL propiciaram construirmos um produto bastante flexível, de ampla aplicação, de baixo custo, de alta confiabilidade, não dependente de fornecedores (plataforma aberta) e de custo de manutenção baixo. Isso permitiu que essa tecnologia pudesse ser aplicada em 84 subestações com tensão maior ou igual a 69 KV em 99 subestações com tensão de 34.5 KV e 3 Redes de Distribuição de energia com 90 chaves supervisionadas.

## **9. BIBLIOGRAFIA**

**Plano Diretor de Automação do Sistema Eletro-energético da COPEL – 1992**

**Especificação da Unidade de Aquisição – UAC**

**Documentação das Funções do Sistema de automação**