



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GPC - 07
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

GRUPO V

GRUPO DE ESTUDOS DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO E CONTROLE EM SISTEMAS DE POTÊNCIA - GPC

ALTERNATIVA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA FUNÇÃO “RELIGAMENTO AUTOMÁTICO” EM RELÉS DE LINHA DE TRANSMISSÃO SEL-311C LIGADOS A BARRAMENTOS COM ARRANJO EM ANEL

Enio Marotti Junior*

José Newton Rodrigues Romeiro Filho

Egon Kaul

COPEL TRANSMISSÃO

RESUMO

Apresentamos uma boa e funcional opção para implementação de esquema de religamento automático, efetuado pelo relé SEL-311C, em disjuntores de linha de transmissão de 138 kV, para faltas fugitivas, em subestações com barramento de 138 kV com arranjo em anel.

O esquema foi implementado em duas subestações da COPEL, na região oeste do Paraná, aproveitando a função existente nos relés SEL-311C, no momento de um *up grade* dos relés eletromecânicos pelos relés numéricos. Esta opção dispensa a instalação de relés com funções exclusivas de sincronismo e religamento automático para cada disjuntores do anel de 138 kV.

PALAVRAS-CHAVE

Religamento automático. Relés numéricos. Lógicas.

1.0 - INTRODUÇÃO

A falta de recursos materiais para manter os relés eletromecânicos em operação, devido à escassez de peças sobressalentes, levaram a COPEL a optar pela substituição gradativa dos relés eletromecânicos instalados.

Os sistemas de proteção em operação, na COPEL, são compostos de uma diversidade muito grande de relés, desde eletromecânicos e estáticos a digitais, de diversos fabricantes e modelos.

Com o passar do tempo alguns relés eletromecânicos passaram a ser um grande problema para o sistema de proteção, gerando falhas de atuação, recusas e atuações indesejadas, por estarem praticamente no final da vida útil. Desta forma muitas proteções eletromecânicas, principalmente as de linhas de transmissão, foram ou estão sendo substituídas por relés numéricos.

A instalação desses relés numéricos é apenas um dos grandes exemplos dos investimentos que a COPEL tem feito na melhoria das suas unidades, contribuindo para o fornecimento de um produto sempre de melhor qualidade e com maior disponibilidade.

O grande número de funções disponíveis nos relés numéricos (1) nos permite a montagem de vários arranjos e lógicas internas ao relé.

Em conjunto com a área de engenharia de estudos e ajustes, desenvolvemos um esquema com lógicas montadas internamente ao relé SEL-311C, aplicável nas subestações Olímpico-138 kV (SE/OLP) e Céu Azul-138 kV (SE/CEU), onde ambas possuem barramentos de 138 kV com arranjo do tipo anel.

O esquema projetado, implantado e ensaiado nestas duas subestações comprovou que a lógica proposta é perfeitamente aplicável, além da considerável redução de custos de instalação e manutenibilidade, desde que a subestação possua até dois circuitos de linha.

2.0 - SISTEMAS DE PROTEÇÃO INSTALADOS NA COPEL

A COPEL, na área de transmissão mantém e opera 133 subestações de 69 à 525 kV, sendo que 98% estão automatizadas e com controle total pelos centros de operações de estações (COE). Nestes 50 anos de existência da COPEL, houve uma grande evolução tecnológica, que atingiu diretamente os sistemas de proteção, desta forma as equipes de engenharia e manutenção passaram a conviver com uma grande diversidade de relés instalados, sejam eletromecânicos, estáticos ou numéricos.

2.1 – Relés eletromecânicos

Nos sistemas de proteção da COPEL, os relés eletromecânicos, ainda em operação, desempenham um importante papel na operacionalidade do sistema, graças às manutenções periódicas serem executadas conforme planejamentos, onde é aplicando a técnica de manutenção baseada em confiabilidade (MBC). Contamos com equipamentos de ensaios modernos e de última geração, mas temos que conviver com a falta de peças de reposição destes relés, as quais praticamente não são mais encontradas no mercado, ensejando a substituição destes relés.

Nos esquemas projetados para aplicação dos relés eletromecânicos, adotam uma cultura de funções discretas, onde cada função é executada por um relé específico (2), desta forma os esquemas de sincronismo e religamento automático são executados por relés dedicados especificamente a cada uma destas funções, interligados por fiações e cabos de forma a atender um arranjo de projeto e estudos de recomposição do sistema.

No caso do religamento automático (RA) há necessidade de contatos de relés auxiliares de desligamentos que acionam a partida do RA, associados a contatos auxiliares do disjuntor. Esta coordenação de contatos era a principal responsável pelas falhas do esquema de religamento automático.

Os relés eletromecânicos que estão sendo desativados são utilizados apenas para aproveitamento de peças a serem aplicadas nos relés ainda em operação ou para reserva técnica.

2.2 – Relés estáticos

Quando a COPEL iniciou a aplicação dos relés estáticos, notadamente uma tecnologia diferenciada, mas com a cultura de se utilizar funções discretas sendo mantida, ou seja, um relé para cada função seja de proteção de distância, falha de disjuntor, sincronismo ou religamento automático (RA).

Os primeiros sistemas de proteção instalados com relés estáticos foram instalados em conjunto com relés eletromecânicos, que desempenhavam a função de sobrecorrente direcional de neutro (67N), como uma espécie de garantia de desempenho, uma retaguarda.

A pouca confiança demonstrada nesta nova tecnologia se confirmou, e os relés estáticos praticamente foram desativados (6). Na realidade a aplicação dos relés estáticos acabou por nos trazer muito mais problemas do que soluções. Muitos desses relés tiveram uma vida útil muitíssimo curta, sofriram demais com interferências eletromagnéticas e seu desempenho foi muito abaixo do esperado, causando desligamentos indesejados ou recusas de atuações.

2.3 – Relés numéricos

Com a chegada dos relés numéricos ainda tínhamos um receio muito grande do seu desempenho, principalmente após passarmos pelos transtornos proporcionados pelos relés estáticos. Desta forma foi adotado como padrão a instalação de dois relés para cada proteção de linha, ou seja, proteção primária e alternativa, com relés de diferentes fabricantes, como uma espécie de retaguarda ou garantia de bom desempenho.

Após algumas aplicações e comprovado seu ótimo desempenho, passou-se a vislumbrar outras funções e os relés numéricos passaram a ser vistos com sistemas completos, o qual permite funções de proteção, comando e automação.

Trata-se de um equipamento muito versátil e dinâmico, facilitando os projetos elétricos tal a variedade de lógicas internas possíveis, além de possibilitar uma integração perfeita com outros sistemas, representando um ganho enorme de custos e qualidade de informações (1) e (9).

O desempenho desses relés é superior em muito aos eletromecânicos, não se cogitando sequer a possibilidade e aproveitamento dos relés eletromecânicos desativados, tamanha a facilidade de instalação, manutenção e flexibilidade dos sistemas de proteção com relés numéricos.

Esses relés apresentam uma constante evolução tecnológica. Os fabricantes lançam novos modelos e versões agregando outras funções, facilitando cada vez mais a integração com outros sistemas (1) e (9).

Todas estas facilidades relacionadas proporcionam uma redução dos trabalhos com projetos elétricos, pois os arranjos e lógicas implementadas nos relés dispensam um grande número de relés auxiliares e de interligações com fiação ou cabos entre painéis. Mas para chegarmos a um arranjo que aproveite realmente todas as características, capacidades e vantagens dos relés numéricos é extremamente necessário que Engenheiros e Técnicos de estudos e projetos tenham um profundo conhecimento do relé a ser utilizado e uma grande experiência na área, de forma que possa ter a percepção do grande poder de programação das lógicas internas,

auferindo reais vantagens para o sistema implementado, seja na redução de custos, na facilidade de posteriores manutenções ou na possibilidade de sistemas integrados a outros.

3.0 - BARRAMENTOS COM ARRANJO EM ANEL

Os esquemas montados com barras com arranjo em anel, prevê a redução de custos, com a utilização de um disjuntor a menos, pois não é necessário o disjuntor de transferência.

As Figuras 1 e 2 a seguir apresentam algumas diferenças entre os arranjos de barras da SE/CEU-138 kV e da SE/OLP-138 kV.

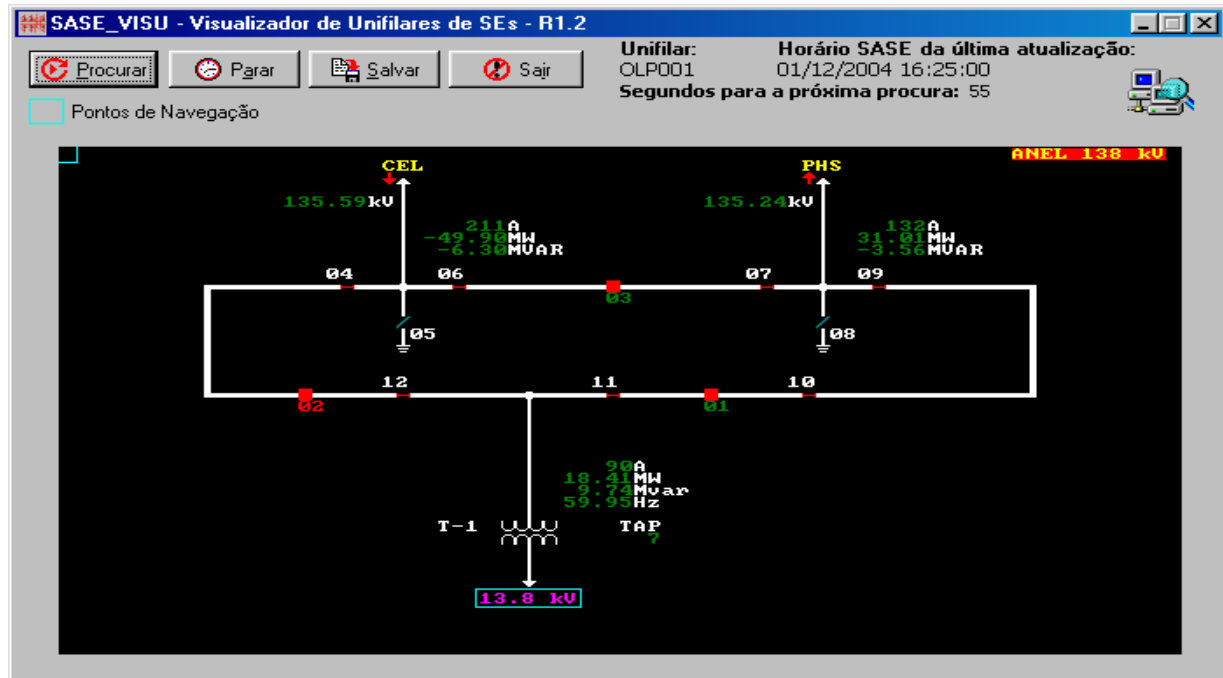


FIGURA 1- Diagrama unifilar do barramento com arranjo em anel de 138 kV da SE/OLP-138 kV

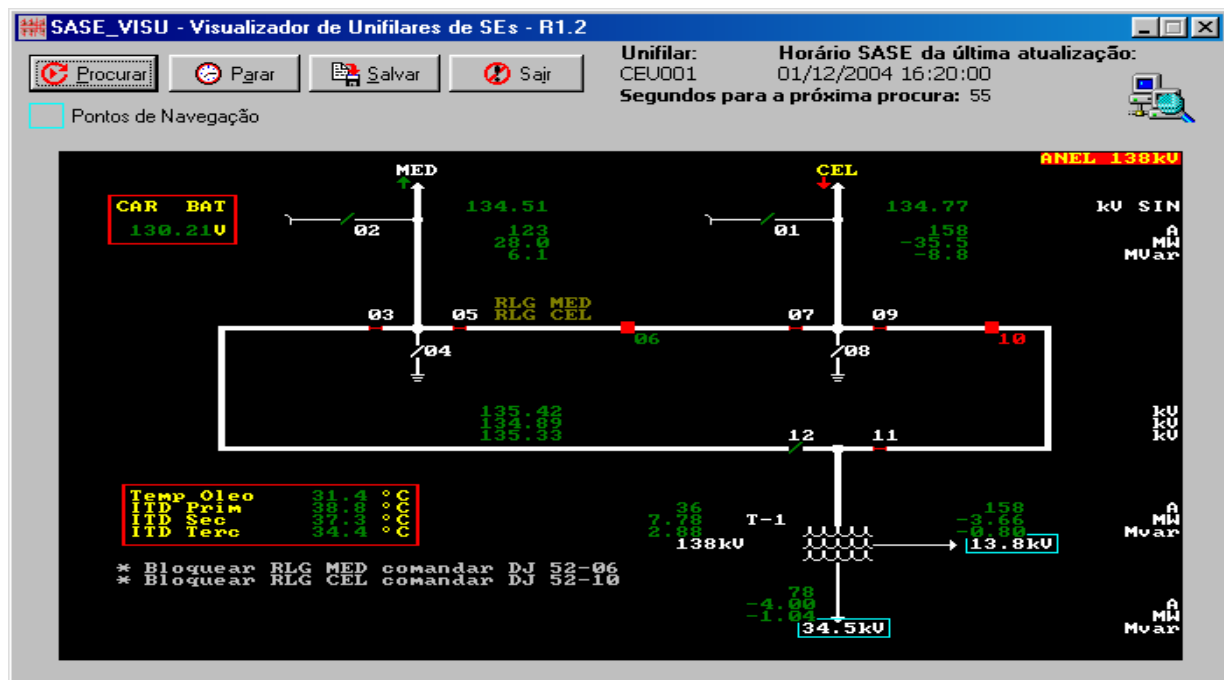


FIGURA 2- Diagrama unifilar do barramento com arranjo em anel de 138 kV da SE/CEU-138 kV

A flexibilidade prevê a retirada de operação de qualquer disjuntor sem a necessidade de desligamentos, em alguns casos, apenas ocorre a inversão de fluxos de carga no barramento.

Estes barramentos apresentam dificuldades para o comissionamento das ampliações, no aspecto de proteção e controle, pois é sempre necessário remanejarmos os desligamentos de proteções de disjuntores adjacentes e de falha de disjuntor, para atender o novo arranjo de ligações, além de ensaios comprobatórios.

4.0 - DIFERENÇAS OPERACIONAIS ENTRE AS SUBESTAÇÕES OLIMPICO E CEU AZUL

Na SE/CEU o RA é executado somente sobre o disjuntor 06, para faltas em ambas as LT's.

Na SE/OLP o RA é executados nos 03 disjuntores do anel, dependendo da linha faltosa.

Na tabela abaixo relacionamos algumas das principais diferenças do arranjo dos barramentos em anel das subestações CEU e OLP.

SE's	Barra 138 kV	Automação	LT's	Proteção	Função 79	Disjuntores com RA
OLP	ANEL Completo	Relés integrados p ^o r DNP 3.0 NÃO p ^o r	CEL	SEL-321C e SMOR	Relé SEL-321C	52-02 e 52-03
			PHS	SEL-321C e SMOR	Relé SEL-321C	52-02 e 52-03
CEU	ANEL Incompleto (aberto)	Relés integrados p ^o r DNP 3.0	CEL	SEL-311C	Relés SEL-311C	52-06
			MED	SEL-311C	Relés SEL-311C	52-06

Os relés aplicados nas LT's da SE/OLP são o SEL-321C na função de distância e o SMOR como 67N.

As proteções das LT's na SE/CEU são efetuadas p^or dois relés de distância SEL-311C, sendo um principal (21P) e outro alternativo (21A), com idênticas parametrizações.

5.0 - LÓGICAS INTERNAMENTE AOS RELÉS NUMÉRICOS

Os relés numéricos, por proporcionarem multifuncionalidade de funções de proteção e uma flexibilidade enorme para elaboração de lógicas personalizadas, constituem sistemas completos e atualmente com facilidades de controle e integração com outros sistemas. Estas facilidades reduzem os trabalhos com projetos elétricos, pois as lógicas implementadas nos relés dispensam um grande número de relés auxiliares e de interligações com fiação ou cabos entre painéis e equipamentos. Por outro lado, as vantagens do sistema implementado, são significativas tanto na redução de custos como na facilidade de posteriores manutenções e integração com outros sistemas.

Para conseguirmos um melhor arranjo das funções disponíveis nos relés numéricos aplicados nestas subestações, sempre buscando a possibilidade de integração ao sistema de automação, seja por comunicação (DNP) ou pelo uso das saídas digitais, enviando um sinal a unidade de aquisição e controle (UAC).

Partimos de um projeto lógico preliminar, indicando as entradas e saídas binárias usadas para cada função e as entradas analógicas, prevendo que o relé é utilizado para controle, proteção e deve ser integrado ao sistema de automação.

5.1 – Lógica de sincronismo e verificação de tensão

A lógica interna projetada para o sincronismo e verificação de tensão é mostrada na Figura 3. A lógica implementada na SE/OLP-138 kV, é mostrada na parte a desta figura. Conforme estejam satisfeitas as condições de tensão para qualquer um dos disjuntores desta SE/OLP e caso não exista o bloqueio do religamento automático do disjuntor, é efetuada uma condição de habilitação do religamento automático para o do disjuntor que será religado. Adicionalmente, o esquema previsto proporciona também supervisão do fechamento manual dos dois disjuntores, cujo comando é efetuado por equipamento de controle. A lógica implementada da SE/CEU é mostrada na parte b desta figura.

Na SE/CEU cada proteção de linha é constituída por dois relés SEL311C, que executam as funções de proteção, religamento automático e verificação de sincronismo simultaneamente. Na SE/OLP cada circuito de linha é constituído de relés segregados para as funções 21 e 67N, não estando integrados à automação. No caso da SE/CEU o comando do disjuntor é efetuado pelos relés dos circuitos de linha. Observar que nesta SE, efetua-se apenas religamento automático de um dos disjuntores (disjuntor entre as duas linhas). Observar, ainda que como o arranjo de barras é em anel incompleto é previsto condicionamento à chave 43 para a supervisão de fechamento manual.

A Figuras 3 a seguir apresenta a lógica simplificada da permissão de fechamento por sincronismo e condição de tensão das subestações CEU-138 kV e OLP-138 kV.

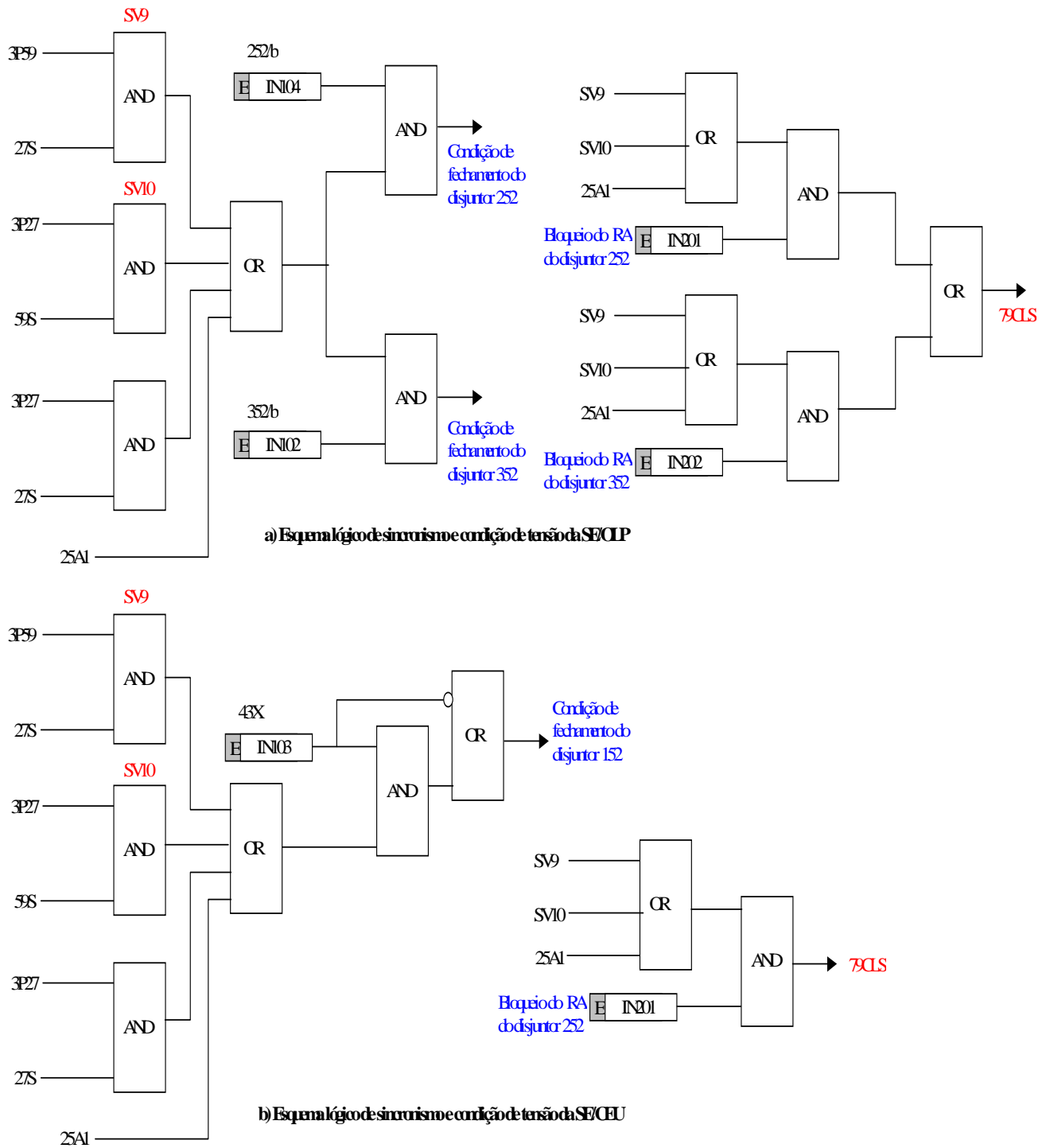


FIGURA 3 - lógica simplificada da permissão de fechamento por sincronismo e condição de tensão

5.2 – Lógicas de religamentos automáticos

As lógicas parametrizadas nos relés, SEL-311C, aplicadas no esquema da SE/OLP-138 kV e SE/CEU-138 kV preservam as condições operacionais básicas, de modo que um RA só será inicializado se não houver uma proteção impeditiva acionada.

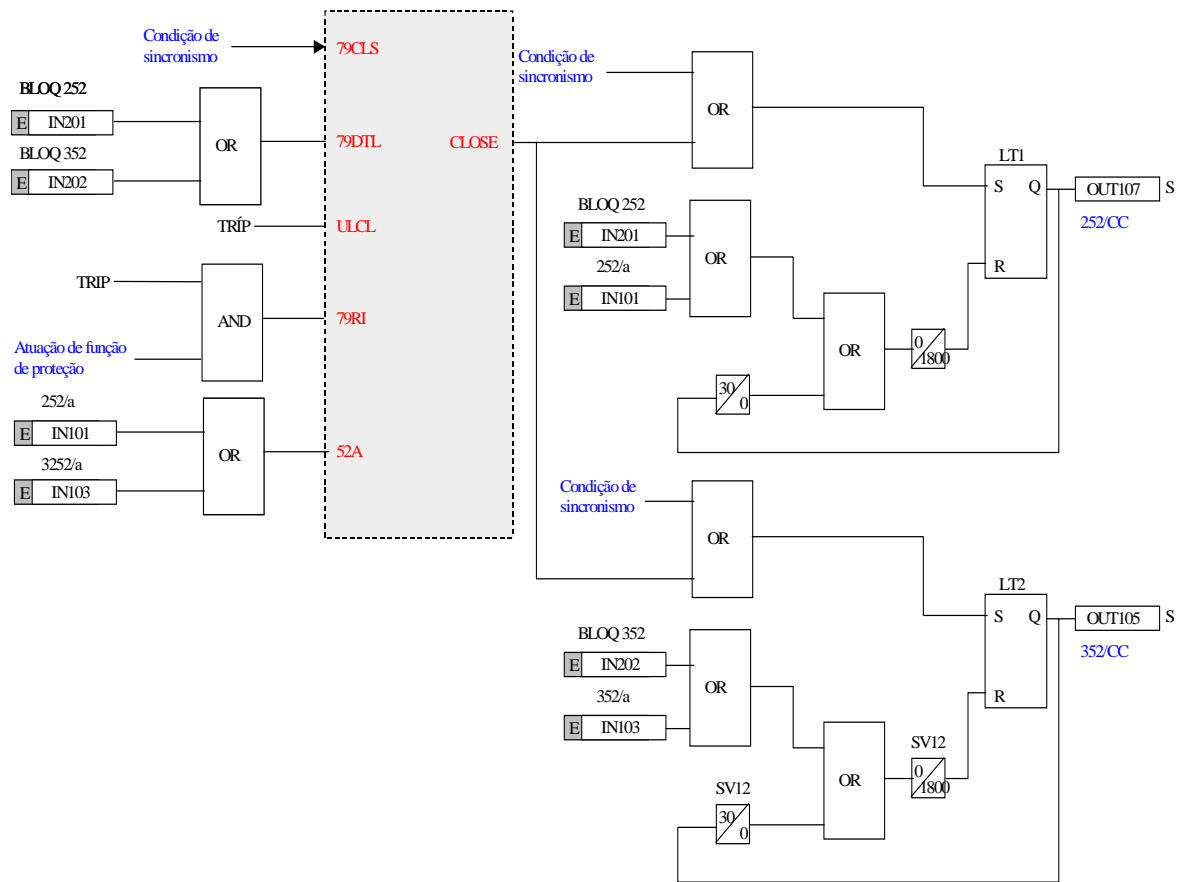


FIGURA 4 Lógica do esquema de religamento automático implementada na SE/OLP-138 kV

O esquema de RA implementado na SE/OLP-138 kV prevê o RA dos dois disjuntores que interrompem a referida linha, conforme tabela, mas na SE/CEU-138 kV o religamento é acionado apenas para o disjuntor interligador das LT's. Em ambas subestações a partida do esquema de RA depende também da informação de disjuntor aberto ser enviada ao relé SEL-311C. Observar na Figura 4 que o comando CLOSE proveniente do esquema interno de religamento automático é comum aos dois disjuntores. Assim foi necessário acrescentar bloqueios individuais dos disjuntores para que se pudesse efetuar religamento de dois disjuntores.

6.0 - INTEGRAÇÃO DOS RELÉS NUMÉRICOS AO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

O sistema de automação instalado nas subestações da COPEL é em quase sua totalidade desenvolvido pela própria COPEL, alguns poucos sistemas instalados por outras empresas, nos empreendimentos *turny key*, não apresentaram o mesmo desempenho e possuem dificuldades na integração ao sistema COPEL.

Como em varias subestações da COPEL ainda não há relés numéricos ou não há relés numéricos com protocolo de comunicação DNP o sistema de automação é totalmente independente do sistema de proteção, sendo composto por unidades de aquisição e controle (UAC) e por unidades de controles e comandos (UCC), além das interfaces (3) e (4).

Os relés numéricos estão sendo integrados ao sistema de automação, através do protocolo de comunicação DNP, disponível nos relés da SCHWEITZER (5) e (7). Onde esses relés substituem os eletromecânicos, passam a serem integrados ao sistema de automação, pôr um par de fibras óptica e protocolo DNP. O sistema anterior com UAC é mantido, para atender os demais circuitos, tornando-se o que chamamos de sistema híbrido. A Figura 5 a seguir mostra uma arquitetura básica do sistema existente na COPEL.

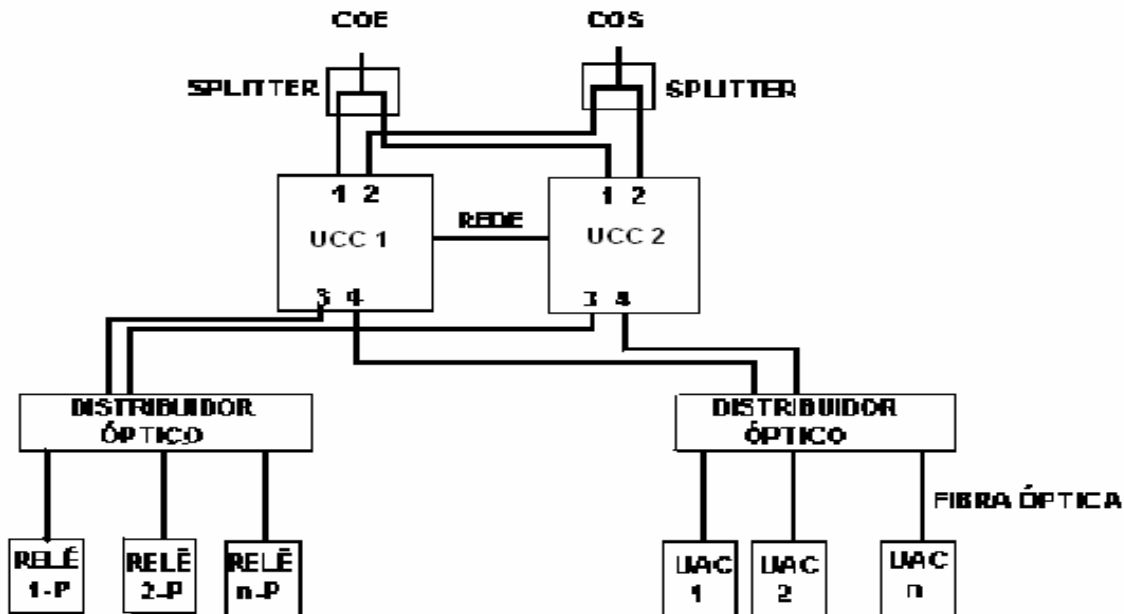


FIGURA 5 – Esquema simplificado do sistema de automação com relés integrados

Um ou mais canais de comunicação são criados nas UCC's para permitir a comunicação destas unidades aos relés numéricos. O protocolo de comunicação DNP foi inicialmente adotado por ser um protocolo aberto e mantido por uma associação de usuários em âmbito internacional. Permite funções como leitura e escrita de parâmetros, sincronismo de relógio, resposta não solicitada da UTR (8). É o protocolo utilizado no centro operacional de sistema (COS) e usualmente fornecido juntamente com equipamentos de automação e proteção mais modernos, portanto é o mais utilizado nos sistemas integrados.

Quando não é possível a integração dos relés numéricos com o sistema de automação, por fibra óptica e DNP, é importante avaliarmos o número de entradas e saídas digitais, para conexão destas com outro sistema. Na possibilidade de integração desses, por fibra óptica e DNP, a importância passa a ser uma avaliação da exatidão das medidas analógicas, exatidão do relógio interno, protocolo de comunicação e resolução de eventos disponíveis nos relés e necessárias para atender todas as necessidades do sistema de automação (8).

Atualmente os sistemas de automação e proteção estão com o relógio interno das UAC's, UCC's e relés numéricos, sendo sincronizados por GPS.

As informações obtidas através dos relés numéricos são infinitamente maiores e com melhor confiabilidade.

A integração desses relés ao sistema de automação possibilita que muitas informações estejam mais acessíveis e em tempo real, facilitando aos centros de controle e engenharia de análise à tomadas de decisões de forma mais rápida e consistente, diante de diversas ocorrências no sistema elétrico interligado.

7.0 - ESQUEMA DO BLOQUEIO DE RELIGAMENTO AUTOMÁTICO PELO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO

Implementamos o bloqueio e desbloqueio do RA pelo sistema de automação, com comandos sendo enviados pelos próprios relés, através do DNP, acionando um relé auxiliar de bloqueio, denominado 86RX, pois através de um único comando precisamos ativar o bloqueio no relé 21P e relé 21A, na SE/CEU-138 kV. Este esquema pode ser melhor visualizado na Figura 6, a seguir.

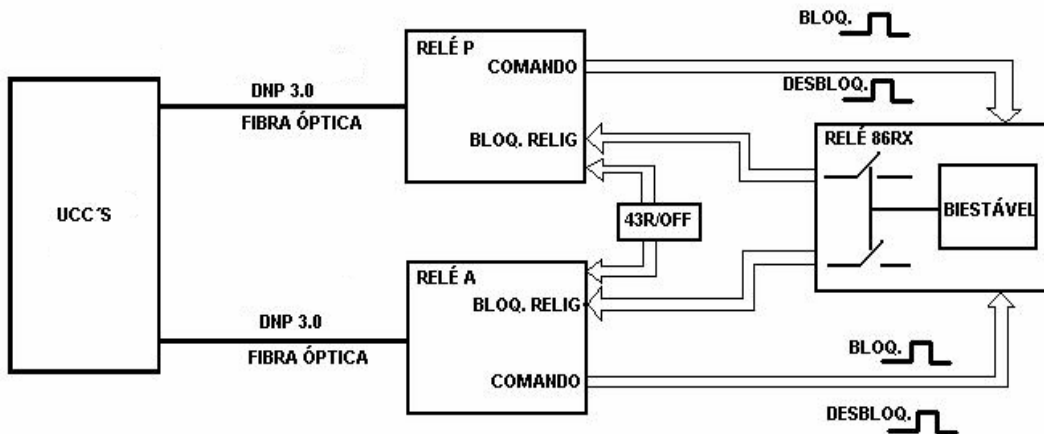


FIGURA 6 – Esquema de bloqueio e desbloqueio de religamento

Os contatos do relé 86RX fazem o bloqueio da função RA enviando um sinal para uma entrada binária de ambos os relés. Desta forma quando o sistema de automação envia um comando, via protocolo DNP, para qualquer um dos relés, o relé 86RX será acionado, e os relés 21P e 21A terão sua função de RA bloqueado (8).

Bloqueio e liberação de RA em modo local é processado pela chave 43R, que prevalece sobre o comando remoto, ou seja, estando o comando bloqueio no local (43R) ativo, este deve prevalecer, não sendo possível uma liberação de RA pelo COE.

No caso específico da SE/OLP-138 kV, onde temos apenas um relé 21P e não integrado ao sistema de controle e automação, o comando de bloqueio remoto é enviado pela UAC ao relé auxiliar 86RX. Nesta subestação o RA é acionado para ambos disjuntores que interligam o barramento a LT, mas os comandos de bloqueio e desbloqueio de RA, pelo sistema de automação, é selecionado no disjuntor.

8.0 - CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um esquema de religamento automático de dois disjuntores simultaneamente, para o qual, do ponto de vista de instalação, houve considerável redução de custos devido à redução no número de relés instalados e simplificação do projeto.

Do ponto de vista da manutenção haverá uma redução em seus custos devido à diminuição do número de relés e auxiliares instalados e redução de reserva técnica operacional.

Desta forma otimizamos recursos e deixamos de lado a antiga cultura de que cada equipamento tem a sua função, pois estes relés nos proporcionam vários arranjos com redução de custos desde a instalação até a manutenção.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Manuais de fornecedores de relés numéricos
- (2) Especificações Técnicas COPEL 2000 para sistemas de Proteção e controle
- (3) Especificações Técnicas COPEL 2000 para sistemas de automação de Subestações
- (4) Descrição funcional do sistema de automação COPEL
- (5) Protocolo DNP 3.0 cópia dos códigos fontes e toda documentação pertinente Triangle Microworks Inc
- (6) Manuais de fornecedores de relés estáticos
- (7) IV SIMPASE – Sistema de automação de subestações e rede de distribuição da COPEL
- (8) XVII SNPTTE _ A experiência da COPEL na integração de proteções digitais ao sistema de automação de subestações
- (9) <http://www.selic.com> - acessado em 06 e 19/12/2004