



GRUPO X
SOBRETENSÕES, COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO E INTERFERÊNCIAS (GSI)

EXPERIÊNCIA DA ELETRONORTE COM O DIMENSIONAMENTO DOS VARISTORES DOS CAPACITORES SÉRIE DA INTERLIGAÇÃO NORTE-SUL E NORTE-NORDESTE

*Ary D'Ajuz
Eber Hávila Rose
Camilo Machado Jr.

Geraldo L.C.Nicola
Carlos Gama

José T. Honda

ELETRONORTE

Norte Sul Engenharia

RESUMO

Neste trabalho são destacados os critérios adotados para o dimensionamento dos varistores, os modelos simplificados dos sistemas de controle dos diferentes Fornecedores de bancos de capacitores séries, a metodologia de análise utilizada nos estudos e os resultados de simulações efetuadas pela ELETRONORTE com o programa ATP (Alternative Transients Program). Estas análises forneceram importantes subsídios técnicos para a definição final dos ajustes da proteção, dimensionamento dos varistores (MOV) e aprovação para fabricação por parte da ELETRONORTE de todos os bancos de capacitores séries especificados.

PALAVRAS-CHAVE

Capacitores Série, Dimensionamento do MOV, Energia nos varistores.

1.0 - INTRODUÇÃO

Nos sistemas Norte-Sul (N-S) e Norte-Nordeste (N-NE) da ELETRONORTE, na primeira fase de ampliação, denominada de *Etapa Inicial*, foram instalados 11 bancos de capacitores série, sendo que 10 são fixos (CSF) e um controlado (TCSC). O montante total de compensação, nessa primeira fase, é de 3.064 MVar. A Figura 1 mostra a *Etapa Inicial*.

Na segunda fase, a *Etapa Final*, conforme ilustra a Figura 2, ocorrerá a implantação de diversas usinas que se interligarão nos sistemas N-S e N-NE, havendo a necessidade de ampliação dos sistemas de transmissão para o escoamento do acréscimo de energia. São incluídas, assim, nesta fase, a terceira linha de transmissão no Sistema N-NE e a segunda linha no Sistema N-S. Nesta nova configuração, nas linhas futuras, são previstos outros 6 bancos de capacitores série fixos, somando, deste modo, 17 bancos planejados e totalizando 5.000 MVar de compensação série.

Em Dezembro de 1997, após o processo de licitação, com a definição dos fornecedores dos 11 bancos de capacitores série da ELETRONORTE previstos para a *Etapa Inicial*, foram iniciados os estudos de especificação e ajustes da proteção dos bancos em conjunto com os fabricantes, assim designados (ver Figura 1): Fabricante A (C1, C7-TCSC, C8, C9, C10 e C11), Fabricante B (C4 e C6), Fabricante C (C2) e Fabricante D (C3 e C5).

Devido às características do sistema de transmissão e as peculiaridades do sistema de proteção dos bancos, foi necessária a definição dos respectivos Fornecedores para a especificação do ajuste e dimensionamento dos varistores que protegem os bancos de capacitores, pois, os mesmos dependem das filosofias de projeto e controle adotados por cada Fornecedor.

Apesar da necessidade imediata de apenas especificar o montante de energia (MJ) da proteção dos bancos de capacitores séries previstos para a *Etapa Inicial*, foram analisadas todas as condições de operação que os capacitores poderiam vir a ser submetidos, inclusive na configuração concernente à *Etapa Final*, pois a potência de curto-circuito, nesta etapa, por ser mais elevada, pode vir a solicitar mais severamente o compensador série. A decisão de efetuar o estudo considerando as duas etapas aumentou bastante o número de casos a serem analisados. Este aspecto, associado às características específicas dos sistemas de proteção adotados pelos fabricantes de cada capacitor série, tornou os estudos de desempenho da proteção uma tarefa relativamente complexa. Acrescentou-se, ainda, à complexidade do estudo, o elevado número de bancos previstos conectados diretamente a uma única subestação (SE), de Fornecedores diferentes, e conseqüentemente interagindo entre si: o modo de atuação do controle da proteção de um banco tem influência determinante no desempenho e dimensionamento da proteção dos demais bancos de uma mesma SE. Este fato converteu os estudos em um processo iterativo que consistia em dimensionar a proteção de um banco e verificar a influência deste dimensionamento nas proteções dos demais bancos, cujos

resultados conduziam a um novo dimensionamento de todo o conjunto de bancos de capacitores da SE, até a convergência definitiva de todos os ajustes. Assim, se fez necessária uma atuação incessante de coordenação técnica, exercida pela equipe da ELETRONORTE, das atividades e esforços desenvolvidos por cada fornecedor, isoladamente, para o dimensionamentos da proteção dos respectivos equipamentos.

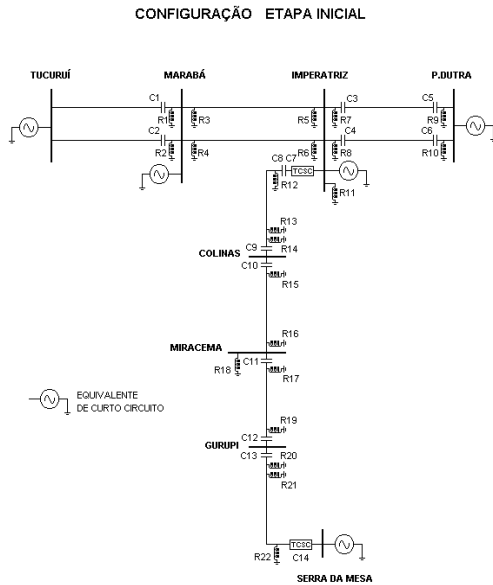


FIGURA 1: Etapa Inicial.

Paralelamente a esse processo de coordenação, considerando que os capacitores série das Interligações N-S e N-NE são os primeiros a serem instalados no Brasil com proteção por varistor, houve uma preocupação especial e uma necessidade premente de absorver esta nova tecnologia, não somente para o bom desempenho do trabalho de acompanhamento e de coordenação, mas também para transferir a experiência adquirida para as especificações dos bancos a serem instalados nas futuras expansões do sistema da ELETRONORTE.

2.0 - ESQUEMA BÁSICO DE PROTEÇÃO DOS BANCOS POR VARISTORES.

Normalmente as faltas internas (ver item 3) são aquelas que provocam os maiores requisitos de energia no MOV, principalmente quando são próximas; no caso da falta ocorrer junto ao capacitor, a corrente através do mesmo é praticamente a corrente de falta. No entanto, para as faltas externas a corrente que provoca a sobretensão no banco de capacitores série é apenas uma parcela da corrente de curto-circuito. Assim, a severidade da solicitação depende principalmente do número de vãos conectados ao barramento; quanto maior esse número, menor a severidade, pois a contribuição da corrente de falta através do capacitor tende a ficar menor. Deste modo, em geral, a proteção é projetada para MOV com capacidade de absorver apenas a energia relativa a pior falta externa, pois para proteger o banco de capacitores contra as faltas internas, é previsto um gap com finalidade de curto-circuitar o banco e o próprio MOV. Um sistema de controle é incorporado à proteção para ativar o gap sempre que o limite de absorção de energia

do varistor, dimensionado para suportar somente as faltas externas, for superado.

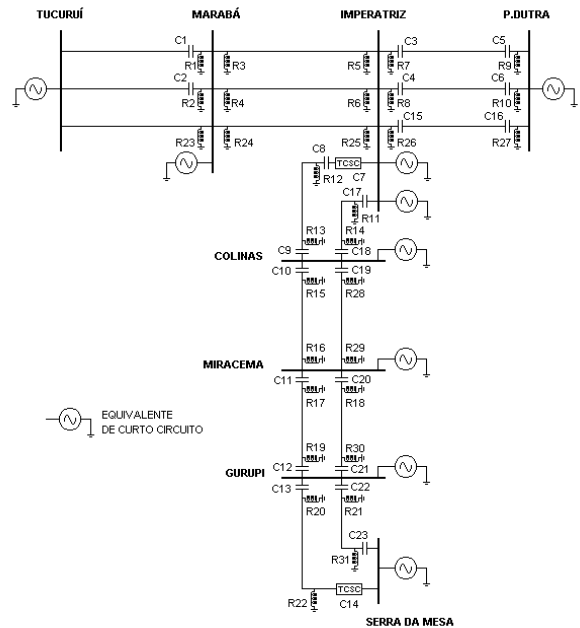


FIGURA 2: Etapa Final.

A estratégia adotada no sistema de controle consiste em ativar o gap sempre que a energia nos MOVs superar a maior energia prevista para uma falta externa ou se a corrente nos varistores for superior a máxima corrente de curto-circuito prevista para uma falta externa. Esses dois critérios permitem uma atuação seletiva da proteção, com o gap sendo ativado somente para as faltas internas em que a energia nominal dos varistores correr o risco de ser superada. Nas demais situações, de falta externa ou mesmo interna, somente os varistores atuam, mantendo, desta forma, o banco inserido no sistema. O esquema simplificado da proteção por MOV é mostrado na Figura 3. Neste esquema, o critério de atuação do gap é a energia absorvida pelo MOV e não o nível de sobretensão admissível no capacitor série.

3.0 – CRITÉRIOS

Conforme o especificado no edital de licitação CC-BO-10.089/97 “Compensação Série 550kV” Volume II (Especificação Técnica), considera-se o seguinte critério para o dimensionamento da proteção do capacitor série:

- É permitida a atuação do gap de proteção do capacitor série somente para as faltas internas. Definem-se as faltas internas aquelas que ocorrem na linha de transmissão da instalação do capacitor série. As demais faltas são denominadas de faltas externas.
- O MOV de proteção do capacitor série deve estar dimensionado para suportar a máxima energia desenvolvida tanto durante uma falta externa como interna.
- Para efeito de dimensionamento do MOV considera-se o seguinte ciclo de abertura e religamento, sem sucesso, dos disjuntores de proteção da linha para a operação de eliminação de uma falta (externa ou interna):

- 1) abertura tripolar dos disjuntores de linha 100 ms após a aplicação da falta.

- 2) religamento, sem sucesso, 500 ms após a abertura dos disjuntores de linha. A manobra de religamento é efetuada sempre pelo lado do disjuntor de linha mais próximo do capacitor série.
- 3) abertura tripolar dos disjuntor 100 ms após o início da manobra de religamento.

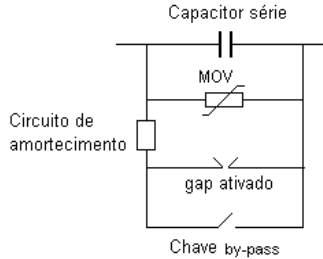


FIGURA 3: Esquema de proteção por MOV

4.0 - METODOLOGIA DE ANÁLISE

Como cada Fornecedor utilizava diferentes programas de cálculo, a ELETRONORTE usou como estratégia realizar os cálculos de modo independente e, à medida que os Fabricantes encaminhavam os relatórios para análise e aprovação, era verificado se estes valores estavam coerentes com os calculados pela ELETRONORTE. O principal quesito analisado neste processo foi a verificação da adequação da proteção dos bancos de capacitores série com o dimensionamento da energia nominal dos varistores. A metodologia de cálculo e o ajuste de proteção adotados na avaliação da energia são expostos a seguir.

4.1 Cálculo da Energia

No cálculo da energia máxima desenvolvida nos varistores consideram-se as faltas externas e internas:

- Faltas externas

Para a pior condição de falta externa são calculadas a energia (E_{ext}) e a corrente de curto-circuito máxima (I_{ext}). Esses dois parâmetros são utilizados para o ajuste da proteção do banco de capacitores.

- Faltas internas

Com a proteção ajustada com os parâmetros E_{ext} e I_{ext} , é calculada a máxima energia (E_{int1}) nos varistores com o gap sendo ativado por critério de corrente, isto é, com aplicação de uma falta próxima ao banco de capacitores. A energia desenvolvida nos MOVs, quando o gap é ativado pelo critério de energia, falta remota, é calculada como sendo a soma:

$E_{int2} = E_{ext} +$ a maior energia desenvolvida nos MOVs na manobra de religamento sem sucesso, devida a uma falta interna

Esta metodologia simplificada para o cálculo de E_{int2} é justificada pela dificuldade de realizar simulações com aplicação de curtos-circuitos em diferentes pontos da linha, com o objetivo de maximizar a energia. Ressalta-se que, são, no total, 11 bancos de capacitores previstos na *Etapa Inicial*. Esse procedimento simplificado de cálculo conduz a resultados conservadores. Define-se a energia de especificação do varistor a maior energia entre E_{ext} , E_{int1} e E_{int2} , acrescida de um fator de segurança especificado pela ELETRONORTE de 15%.

4.2 Ajuste da proteção

Um fator de influência no dimensionamento de energia nominal, é a presença de outros capacitores série na mesma subestação. Nesta situação, quando uma determinada falta é interna para um capacitor, é, necessariamente, externa para os demais. Assim, caso ocorra a atuação do gap ativado do capacitor submetida a uma falta interna, modificam-se as condições de cálculo das potências de curto-circuito para os demais capacitores, alterando, consequentemente, os montantes de energia absorvidos dos respectivos varistores. Essa dinâmica de alteração das condições de curto-circuito – importante para o dimensionamento do MOV – foi coordenada considerando os esquemas de proteção específicos de cada capacitor.

TABELA 1: Ajuste final da proteção dos capacitores séries calculados pelos Fornecedores.

Capacitor série	Delay do gap (ms)	MOV Calculado(*) (MJ / fase)
C1	1,6	21,2
C2	1,2	30,4
C3	1,0	29,0
C4	0,3	16,5
C5	1,0	29,0
C6	0,3	19,3
C7	1,6	22,2
C8	1,6	25,8
C9	1,6	28,5
C10	1,6	37,3
C11	1,6	26,3

(*) sem a margem de segurança de 15%.

O dimensionamento do MOV foi, assim, um processo iterativo relativamente complexo, onde o ajuste do esquema de proteção de um capacitor série teve influência no montante de energia máxima absorvida pelos varistores de outros capacitores de uma mesma subestação. Os ajustes da proteção de cada capacitor série que originaram os montantes finais de energia calculada pelos Fornecedores para os MOVs, são os mostrados na Tabela 1.

5.0 - ANÁLISE DE DIMENSIONAMENTO DOS MOVs.

5.1 Capacitores série C1, C7, C8, C9, C10 e C11.

O Fornecedor desses bancos utiliza o esquema de proteção conforme mostrado na Figura 4. O atraso na medição da corrente é considerado através de uma função de transferência com uma constante de tempo de 0,25 ms. Os blocos “delay” representam os atrasos inerentes aos processo de cálculo e de envio de pulso para ativar o gap. Esses atraso são, no total, de 1,6 ms.

O bloco integrador desenvolve o cálculo da energia nos MOVs. Essa energia é comparada com a “energia set” (W_{set}) cujo valor é ajustado com a máxima energia esperada para a pior condição de falta externa. Simultaneamente, é efetuada a comparação da corrente no varistor com a “corrente set” (I_{set}), que é a máxima corrente de curto esperada nos varistores para as faltas externas. A decisão de ativar o gap só ocorre se for satisfeita uma das condições mencionadas; a energia ou a corrente maior que os seu correspondentes valores *set* de ajuste. Para garantir que o gap seja acionado somente para faltas internas, a decisão de

ativá-lo é, ainda, condicionada à existência de uma tensão mínima de 1,5 vezes a tensão nominal do capacitor série.

No caso do gap ser ativado por superação de energia máxima admissível, significa que a falta interna é remota, isto é, afastada do capacitor série. O tempo necessário para essa ativação ocorrer é o tempo necessário para a energia calculada, por integração, atingir a máxima energia admissível (W_{set}) mais 1,6ms, tempo relativo ao atraso na medição. Por outro lado, se o gap for ativado por corrente, significa que falta interna é provavelmente próxima à subestação, devendo ser o capacitor série imediatamente curto-circuitado para preservar a sua integridade. O tempo mínimo necessário, considerando a medição e a ativação, é praticamente de 1,6 ms. Essa seletividade de proteção visa evitar ao máximo a ativação do gap curto-circuitando o capacitor, preservando a sua integridade, para que, durante a manobra de religamento, o capacitor série esteja inserido no sistema concorrendo no auxílio à manutenção de estabilidade no sistema.

5.1.1 Capacitor série C1

A título de exemplo da metodologia utilizada no acompanhamento do estudo do Fornecedor A, a seguir é apresentado o cálculo realizado pela ELETRONORTE para o capacitor C1.

A falta externa mais severa para o capacitor C1 é um curto trifásico terra aplicado junto ao capacitor C2, na LT Tucuruí-Marabá cir2. A mesma falta, externa ao capacitor C1, é interna para o capacitor C2. O ajuste da proteção do capacitor C2 considerado é o mostrado na Tabela 1. Na Tabela 2 são mostrados os resultados das simulações.

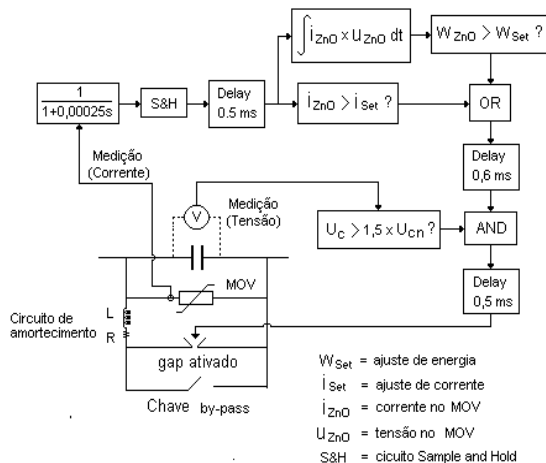


FIGURA 4: Esquema de proteção dos capacitores série C1, C7, C8, C9, C10 e C11.

TABELA 2: Falta externa – C1 – sem LT Mar -Tuc cir1

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	6,4	7,1
Religamento	10,1	9,2
Total de energia	16,5	---

Estes valores de energia total e corrente máxima fornecem os ajustes da proteção do Cap. C1 para efeito deste estudo:

$$E_{set} = E_{total} \times 1,05 = 17,3 \text{ (MJ/fase)}$$

$$I_{set} = I_{máx} \times 1,15 = 10,6 \text{ (kAp)}$$

Os fatores multiplicativos 1,05 e 1,15 representam as margens de segurança adotados pelo Fornecedor para o ajuste da proteção por energia e corrente, respectivamente.

A falta interna que solicita mais severamente o MOV é aquela que ocorre junto ao cap. C1 e com todas as linhas em operação, condição que proporciona uma corrente de curto-circuito máxima. A Tabela 3 sintetiza os resultados das simulações.

A energia relativa a falta interna com gap ativado por energia é mostrada na Tabela 4.

TABELA 3: Falta interna – C1 – sem contingências

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	5,86	29,4
Religamento	5,93	42,5
Total de energia	11,79	---

Considerando os três tipos de falta, a falta interna com gap ativado por energia é a que desenvolve a maior energia no MOV (22,4MJ/fase), sendo, portanto, o valor a ser considerado para efeito de especificação:

$$E_{MOV} = 1,15 \times 22,4 = 25,76 \text{ MJ/fase}$$

TABELA 4: Falta interna – C1 – sem contingências

	ENERGIA (MJ / fase)
Máxima energia devido a uma falta externa	17,3
Máxima energia no religamento(falta interna)	5,9
Total de energia	23,2

Este valor final de energia calculado é obtido com o ajuste da proteção diferente do adotado pelo Fabricante:

$$\text{ELETRONORTE: } E_{set} = 17,3 \text{ MJ/fase } I_{set} = 10,6 \text{ kAp}$$

$$\text{FABRICANTE: } E_{set} = 12,8 \text{ MJ/fase } I_{set} = 8,8 \text{ kAp}$$

O ajuste da proteção praticado na simulação tende a proporcionar um resultado mais conservador, isto é, uma energia final maior, pois, tanto a energia como a corrente são maiores que os adotados pelo Fabricante. Mesmo considerando este aspecto, o montante final de energia obtido na simulação (23,2MJ/fase) é, bem próximo ao encontrado pelo Fabricante (21,2 MJ/fase).

5.2 Capacitor série C2

O esquema de proteção adotado por este Fornecedor consiste, basicamente, em dimensionar o MOV para suportar a energia máxima desenvolvida para uma falta externa sem ativar o disparo do gap de proteção. Para as faltas internas, o disparo do gap é efetuado 1,2ms após a confirmação da falta, seja através de corrente I_{set} ou da energia E_{set} , ambos ajustados pela pior condição de uma falta externa. Como não se dispunha de um diagrama completo da proteção, nesta análise de adequabilidade da energia nominal especificada, considerou-se, conservadoramente, o tempo de atraso no disparo do gap, em vez de 1,2ms, garantido pelo Fornecedor. A falta externa mais severa para o dimensionamento da energia do varistor é junto ao cap. C1 e com a LT Tucuruí-Marabá cir3 aberta. O ajuste da proteção do cap. C1, nas simulações, é

conforme o apresentado na Tabela 1. Os resultados das simulações são apresentados a seguir:

TABELA 5: Falta externa – C2 – com contingência

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	7,2	13,4
Religamento	15,6	16,5
Total de energia	22,8	---

O ajuste da proteção do Cap. C2 é:

$$Eset = Etotal \times 1,05 = 23,9 \text{ (MJ/fase)}$$

$$Iset = Imáx \times 1,15 = 19,0 \text{ (kAp)}$$

A falta interna mais severa, considerando a atuação da proteção por corrente, é quando ocorre um curto-circuito junto ao cap. C2. Os resultados desta simulação são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6: Falta interna – C2 – sem contingências

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	3,0	40,0
Religamento	4,5	21,7
Total de energia	7,5	---

A energia máxima com o gap ativado por energia (Eset) é:

TABELA 7: Cap. C2 - falta interna remota sem contingência

	ENERGIA (MJ / fase)
Máxima energia devido a uma falta externa	23,9
Máxima energia no religamento(falta interna)	4,5
Total de energia	28,4

A maior energia observada, acrescida de uma margem de segurança de 15% ($1,15 \times 28,4 = 32,7$ MJ/fase), é inferior a 35 MJ/fase autorizada para a fabricação.

5.3 Capacitores série C3 e C5

Sendo os capacitores série C3 e C5 do mesmo Fornecedor, a título de exemplo é analisado somente C3. A falta externa mais severa para os cap. C3 é a falta trifásica terra que ocorre junto ao cap. C6 com a LT Imperatriz-P.Dutra cir3 aberta. Os resultados de simulações estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8: Cap. C3 - falta externa com contingência

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	4,1	5,9
Religamento	4,3	6,7
Total de energia	8,4	---

Estes valores são os ajustes das proteções:

$$Eset = Etotal \times 1,05 = 8,8 \text{ (MJ/fase)}$$

$$Iset = Imáx \times 1,15 = 7,7 \text{ (kAp)}$$

É considerado um atraso de 1ms para ativação do gap de proteção dos bancos de capacitores para as faltas internas. A pior condição é sempre quando o curto-circuito ocorre junto aos próprios bancos, com todas as linhas operando.

TABELA 9: Cap. C3 - faltas internas sem contingência

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	5,3	22,2
Religamento	5,1	27,3
Total de energia	10,4	---

A energia máxima com o gap ativado (Eset) é:

TABELA 10: Cap. C3 - falta interna remota sem contingência

	ENERGIA (MJ / fase)
Máxima energia devido a uma falta externa	8,8
Máxima energia no religamento(falta interna)	5,1
Total de energia	13,9

As maiores energias observadas, acrescidas de uma margem de segurança de 15% são:

$$EMOV = 1,15 \times 13,9 = 16,0 \text{ MJ/fase}$$

Estes valores são inferiores aos autorizados para a fabricação.

5.4 Capacitores série C4 e C6

Sendo os capacitores série C4 e C6 do mesmo Fornecedor, a título de exemplo será analisado somente C4. Os bancos de capacitores C4 e C6, têm como característica um esquema de proteção que permite uma ativação extremamente rápida do gap:

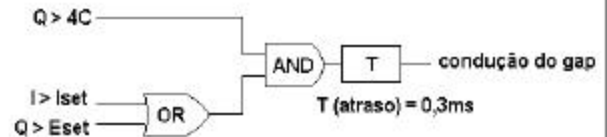


FIGURA 5: Esquema de proteção do gap.

Uma vez definida a falta, através de corrente ou de energia set, a ativação do gap tem um atraso de apenas 0,3 ms.

A falta externa mais severa para os cap. C4 é a falta trifásica-terra junto ao cap. C5 com a LT Imperatriz-P.Dutra cir3 aberta. O ajuste da proteção do Cap. C3 considerado na simulação é o obtido neste estudo de adequação:

$$Eset = 8,8 \text{ (MJ/fase)}$$

$$Iset = 7,7 \text{ (kAp)}$$

Com estes ajustes os resultados são:

TABELA 11 : Cap. C4 - falta externa com contingência

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	5,6	10,4
Religamento	6,2	12,0
Total de energia	11,8	---

Estes valores são os ajustes das proteções:

$$Eset = Etotal \times 1,05 = 12,4 \text{ (MJ/fase)}$$

$$Iset = Imáx \times 1,15 = 13,8 \text{ (kAp)}$$

A pior condição é sempre quando o curto-circuito ocorre junto aos próprios bancos, com todas as linhas operando. A Tabela 12, resume os resultados das simulações:

TABELA 12: Cap. C4 - faltas internas sem contingência

	ENERGIA (MJ / fase)	Corrente (kAp)
Aplicação da falta	3,7	27,8
Religamento	5,0	41,0
Total de energia	8,7	---

A energia máxima com o gap ativado por energia (Eset) está resumida na tabela a seguir.

TABELA 13: Cap. C4 - falta interna remota sem contingência

	ENERGIA (MJ / fase)
Máxima energia devido a uma falta externa	12,4
Máxima energia no religamento(falta interna)	5,0
Total de energia	17,4

As maiores energias observadas, acrescidas de uma margem de segurança de 15% são:

$$E_{MOV} = 1,15 \times 17,4 = 20 \text{ MJ/fase}$$

Este valor foi bem próximo ao autorizado para a fabricação.

6.0 – CONCLUSÕES

Os montantes finais de energia nominal dos MOVs calculados pelos Fornecedores e a ELETRONORTE apresentaram valores bastante próximos. Esse consenso ocorreu somente após o ajuste do esquema de proteção de todos os bancos de capacitores série dos diversos Fornecedores envolvidos. Esse fato trouxe a convicção de que em estudos de dimensionamento que envolvam vários Fornecedores, é imperativo que sejam realizados estudos independentes pela concessionária. Deste modo pode-se destacar os seguintes procedimentos que poderão ser adotados para acelerar o processo de convergência Empresa/Fornecedor:

a) Para o cálculo do montante da energia dos MOVs é de extrema importância que seja posto explicitamente na especificação da concessionária os seguintes quesitos:

- Tempo máximo de eliminação do defeito;
- Ciclo de religamento;
- Tipo do curto-circuito (trifásico ou monofásico);
- Emergência do sistema (quais e quantas LTs fora de operação);
- O terminal que será fechado primeiro no caso do religamento para faltas externas.

b) Durante a elaboração dos estudos em conjunto com o Fornecedor é importante, também, que seja fornecido o fluxo de potência ajustado para os casos determinantes.

c) O ponto onde o sistema será equivalentado é muito importante. No caso em que este equivalente é colocado muito próximo ao capacitor sob análise poderá conduzir a valores de energia do MOV bem diferentes do real.

Finalmente, o bom senso na determinação dos critérios é decisivo no dimensionamento dos MOVs, sendo este quesito reproduzido diretamente no custo do equipamento.

7.0 – BIBLIOGRAFIA

- (1) ABB. Relatório de dimensionamento dos MOVs.
- (2) SCHNEIDER. Relatório de dimensionamento do MOV.
- (3) GE/INEPAR. Relatório de dimensionamento dos MOVs.
- (4) SIEMENS. Relatório de dimensionamento dos MOVs.
- (5) NORTE SUL ENGENHARIA. Análise do dimensionamento da proteção dos bancos de capacitores série.