



ANÁLISE DO DESEMPENHO DAS PROTEÇÕES DAS LINHAS DE 220 kV DA INTERLIGAÇÃO ITAIPU-ANDE – PERÍODO DE 01.07.2006 À 30.06.2008

A. G. Leite

A.J.Mezger

Itaipu Binacional

(Brasil/Paraguai)

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados obtidos de um estudo direcionado, realizado com o intuito de analisar o desempenho das proteções das quatro linhas de 220 kV da interligação Itaipu-ANDE, no período de 01.07.2006 à 30.06.2008. O resultado deste estudo nos permite traçar uma panorâmica das proteções destas linhas, além de servir de base para a realização de ações que possam melhorar o desempenho das proteções das linhas de interligação entre Itaipu e o Sistema Elétrico Paraguai (SEP).

PALAVRAS-CHAVE

Desempenho de proteção, linha de transmissão, 220 kV, análise de perturbação.

1. INTRODUÇÃO

No início de 2007, com a conclusão da sua ampliação e a entrada das duas novas unidades geradoras, a Usina Hidrelétrica de Itaipu passou a contar com uma potência instalada de 14.000 MW, totalizando 20 unidades. Atualmente, a Usina de Itaipu é responsável pelo fornecimento de aproximadamente 20% da energia elétrica consumida no Brasil e 90% da energia consumida no Paraguai, tornando-a ponto estratégico e de grande relevância para os sistemas elétricos dos dois países.

Das 20 unidades geradoras instaladas em Itaipu, 10 geram energia em 60 Hz, frequência utilizada no Brasil, e as outras 10 em 50 Hz, frequência utilizada no Paraguai. A transmissão desta energia é realizada através de 4 linhas de 500 kV em cada setor, sendo que as quatro linhas de 60 Hz vão direto para a subestação de Foz do Iguaçu-60 Hz, de Furnas. Das quatro linhas de 500 kV do setor de 50 Hz, duas vão direto para o ELO C.C. na subestação de Foz do Iguaçu-50 Hz, também de Furnas, e duas são seccionadas na subestação Margem Direita (SE-MD), de Itaipu. Nesta subestação, representada na Figura 1, através de quatro auto-transformadores de 500 kV/220 kV e 375 MVA, há a entrega para o Paraguai através das quatro linhas de 220 kV, as quais são responsáveis pela transmissão para o Sistema Elétrico Paraguai (SEP), cujo principal centro de consumo situa-se a aproximadamente 300 km da SE-MD.

Diante deste contexto, tanto o desligamento forçado quanto a indisponibilidade programada de qualquer uma destas quatro linhas de interligação, LI 220 kV MD –ACY 1, LI 220 kV MD –ACY 2, LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO, pode gerar sérias restrições ao SEP, havendo deterioração muito grande das condições do sistema quando há uma dupla contingência. Portanto, é de suma importância que as proteções destas linhas apresentem um bom desempenho (confiabilidade e seletividade), para que se possa garantir a máxima disponibilidade.

Dentro deste raciocínio, e com base nos relatórios de análises de perturbações ocorridas nestas linhas nos últimos 24 meses (01.07.2006 à 30.06.2008), foi realizado um estudo direcionado com o intuito de analisar o desempenho destas proteções, cujos resultados estão relatados neste artigo.

2. SISTEMA DE INTERLIGAÇÃO ITAIPU-ANDE

O intercâmbio Itaipu-ANDE é composto por quatro linhas de 220 kV. Dentre elas, duas fazem a interligação entre a subestação da SE-MD e a subestação de Acaray (ES-ACY) (LI 220 kV MD –ACY 1 e LI 220 kV MD –ACY 2). As outras duas linhas interligam as subestações SE-MD e Carayao (ES-CYO), sendo que em uma delas há uma conexão com a subestação de Itakyry (ES-IRY) – LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO, conforme Figura 1.

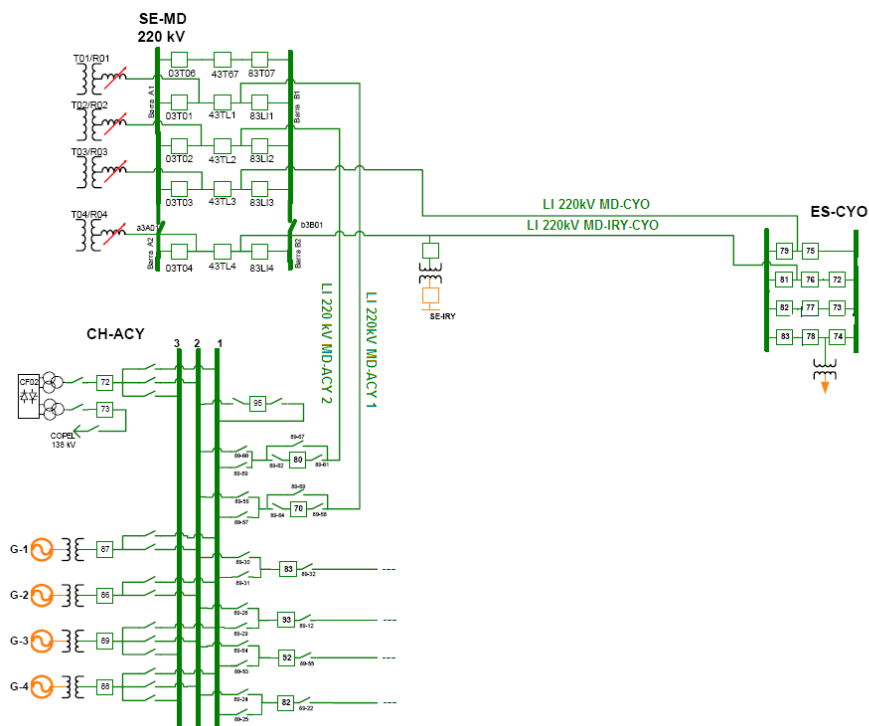


Figura 1 – Configuração das linhas de Interligação.

As linhas LI 220 kV MD –ACY 1 e LI 220 kV MD –ACY 2 medem aproximadamente 5 km, e estão em torres separadas. Já as linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO formam um circuito duplo e medem cerca de 210 km. A subestação de IRY está a 70 km da SE-MD.

3. PROTEÇÃO DAS LINHAS DE 220 KV

A proteção das linhas de 220 kV é composta por dois conjuntos de relés (Primária e Alternada) em cada terminal. Tais proteções possuem algumas particularidades, inclusive em suas filosofias das teleproteções, o qual é mostrado na Tabela 1. Através dela, observa-se que as linhas LI 220 kV MD –ACY 1 e LI 220 kV MD –ACY 2 não possuem especificamente o relé direcional. Nelas, a função de direcionalidade é realizada pelo próprio relé de distância (21).

Tabela 1 – Resumo das proteções das linhas de 220 kV.

	LI 220 kV MD – ACY 1	LI 220 kV MD – ACY 2	LI 220 kV MD – CYO	LI 220 kV MD – IRY –CYO
Relé	Estático	Estático	Numérico	Numérico
Relé de distância (21)	Sim	Sim	Sim	Sim
Relé direcional (67)	Não	Não	Sim	Sim
Religamento automático	Sim	Sim	Sim	Sim
Falha de disjuntor	Sim	Sim	Sim	Sim
Teleproteção	Sim	Sim	Sim	Sim

Nas linhas LI 220 kV MD –ACY 1 e LI 220 kV MD –ACY 2, as proteções primárias utilizam a filosofia de bloqueio para o sistema de teleproteção, sendo que as proteções alternadas utilizam a filosofia de permissão. Nas linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO o sistema de teleproteção é utilizado somente para a aceleração do disparo da zona 2 tanto na proteção primária como na alternada. Em todas as linhas a teleproteção é feita pelo sistema Carrier.

4. ESTÁTICAS DAS PERTURBAÇÕES

Durante o período de 01.07.2006 à 30.06.2008, previamente estabelecido para a reaqlização do estudo, foram feitos 24 Relatórios de Análise de Perturbação (RAP) referentes as quatro linhas de 220 kV. Na Tabela 2 encontra-se um resumo das principais características destas perturbações.

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
29, 30 y 31 de Octubre de 2008

Tabela 2 – Resumo das Perturbações

NÚMERO DE RELATÓRIOS DE ANÁLISE DE PERTURBAÇÕES NO PERÍODO ENTRE 07/2006 e 06/2008	24
DESLIGAMENTOS DA LI 220 kV MD – ACY 1	2
DESLIGAMENTOS DA LI 220 kV MD – ACY 2	2
DESLIGAMENTOS DA LI 220 kV MD – CYO	19
DESLIGAMENTOS DA LI 220 kV MD – IRY – CYO	16
DESLIGAMENTO DE TODAS AS LINHAS DE 220 kV JUNTAS	1
DESLIGAMENTO SIMULTÂNEO DAS LINHAS LI 220 kV MD – CYO e LI 220 kV MD – IRY – CYO	12
CARGA AFETADA (MW)	6.723 MW
ENERGIA DEIXADA DE GERAR EM FUNÇÃO DAS PERTURBAÇÕES	5.375 MWh

Os dois desligamentos automáticos ocorridos nas linhas LI 220 kV MD –ACY 1 e LI 220 kV MD –ACY 2 foram provocados por perturbações no sistema da ANDE, especificamente na ES-ACY.

As causas dos desligamentos das linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO estão mostradas nas Figuras 2 e 3, respectivamente, e tem como principal causa as descargas atmosféricas.

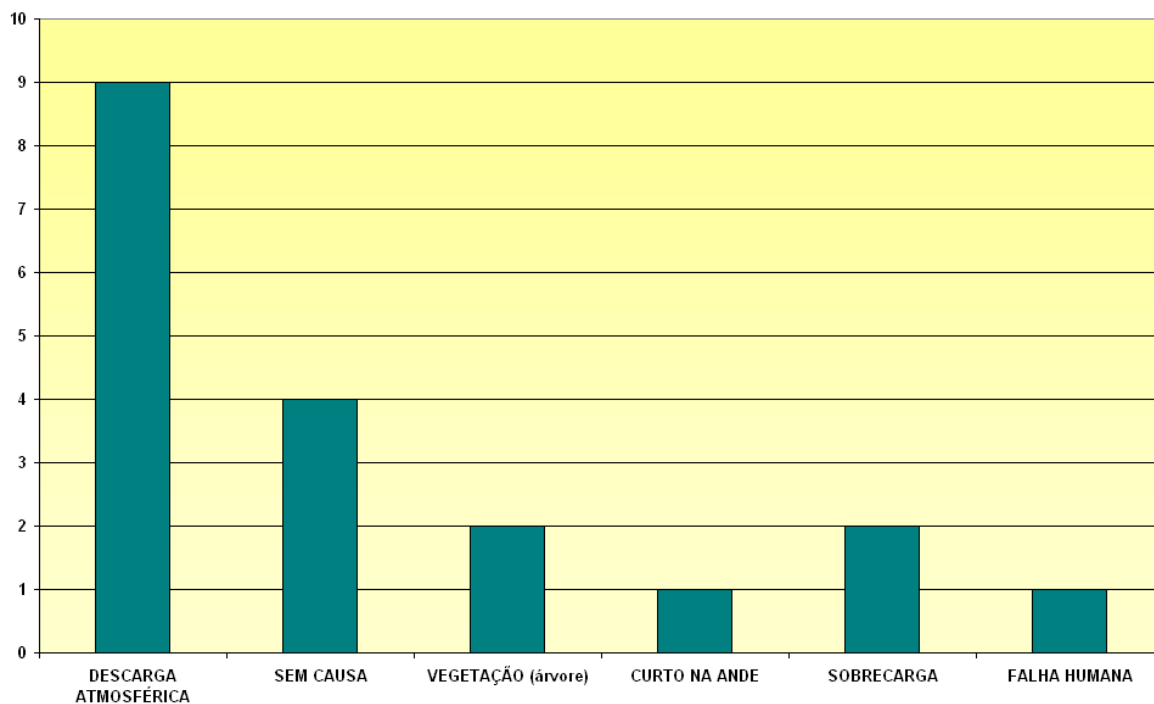


Figura 2 – Causas dos curtos da LI 220 kV MD-CYO.

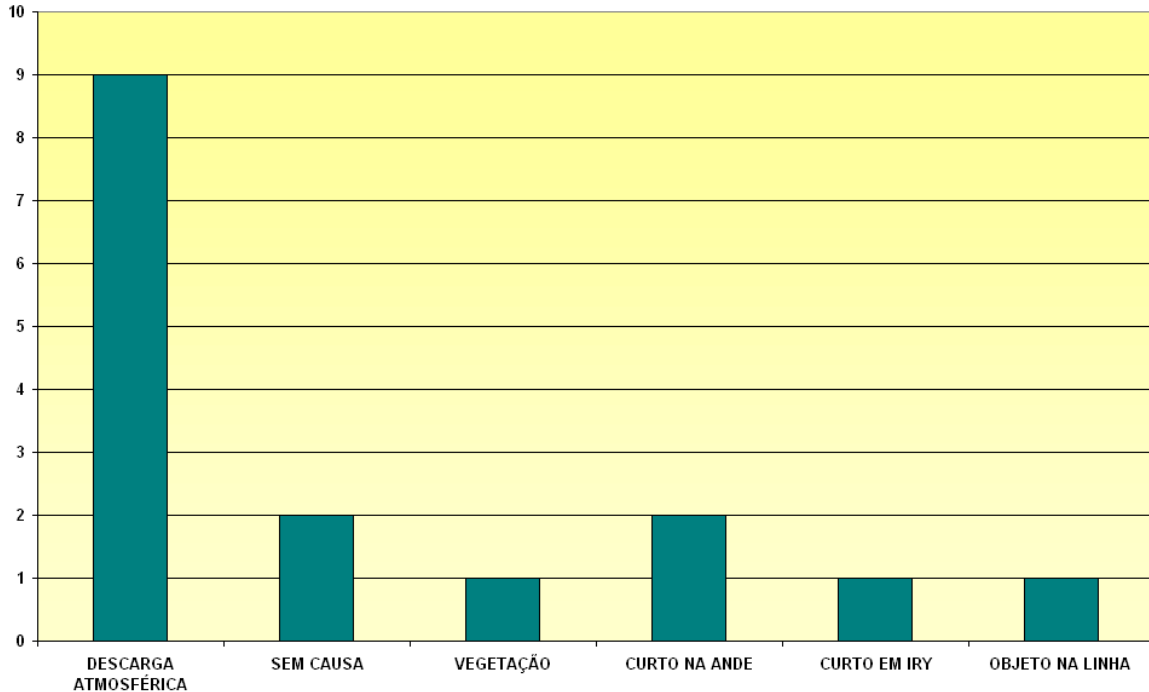
VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
29, 30 y 31 de Octubre de 2008

Figura 3 – Causas dos curtos da LI 220 kV MD-IRY-CYO.

Segundo alguns especialistas em sistemas de potência, a taxa de flashover aceitável para linhas de transmissão de 220 kV, sem que a mesma esteja com algum problema, como por exemplo resistência de pé de torre, é de 2 à 3 interrupções/100 km/ano. Tendo em vista que estas linhas possuem 210 km de comprimento e que o período avaliado foi de 2 anos, o número aceitável de interrupções provenientes de descargas atmosféricas seria de 8 à 12. Como se viu, em ambas as linhas houve 9 desligamentos por descargas atmosféricas, o que está dentro de uma certa normalidade. Entretanto, este número de falhas requer um acompanhamento mais criterioso, e não descarta um estudo futuro.

Outro fato relevante é que das doze vezes em que houve a saída simultânea das linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO, em oito ocasiões foi proveniente de descargas atmosféricas, fato inerente da construção de linhas em circuito duplo que implica em perda de confiabilidade.

5. ESTATÍSTICAS DAS PROTEÇÕES

Diante dos dados, partiu-se para a avaliação das proteções diante de tais perturbações. Ficou constatado que nos dois desligamentos das linhas LI 220 kV MD –ACY 1 e LI 220 kV MD –ACY 2 as proteções atuaram de forma incorreta. Foi identificado que devido as características do SEP, sempre que houvesse um curto-circuito nas proximidades da ES-ACY, haveria uma grande probabilidade da atuação incorreta, em 1ª zona, das proteções das

VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
29, 30 y 31 de Octubre de 2008

referidas líneas. Isto se deve ao fato de que o relé locado na ES-ACY dificilmente se sensibilizará em sua zona reversa, e neste caso haverá a atuação em primeira zona pela proteção existente na SE-MD.

O desempenho das proteções das linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO estão mostradas nos gráficos da Figuras 4. Neles pode-se notar que houve um índice de 11% e 25% de atuações incorretas nas respectivas linhas. Foi verificado através das análises destas perturbações, que boa parte das atuações incorretas destas proteções devia-se à dois fatores:

- Atuação do esquema de Fraca alimentação.
- Desempenho do sistema de Teleproteção.

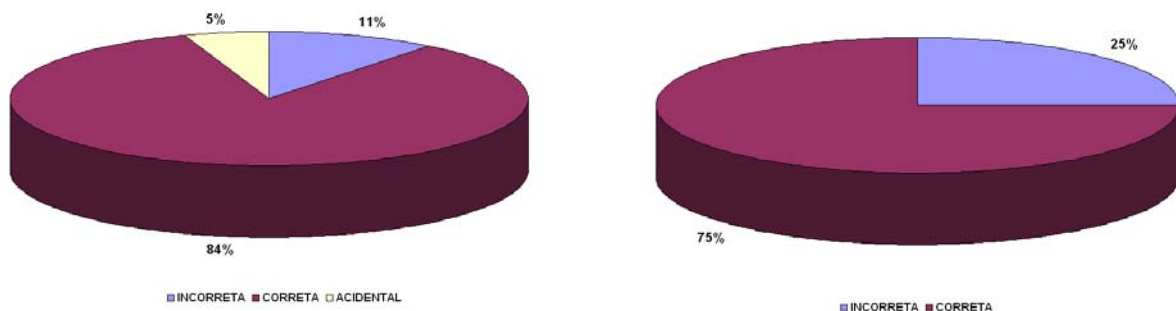


Figura 4 – Desempenho das proteções das LI 220 kV MD-CYO e LI 220 kV MD-IRY-CYO.

6. MEDIDAS TOMADAS E ENDAMENTO

Em função das informações obtidas, e com o objetivo de melhorar a confiabilidade e a seletividade das proteções destas linhas, maximizando assim a disponibilidade, foi traçado um plano de medidas com o intuito de mitigar as atuações incorretas.

Foram realizadas, ou encontram-se em andamento, as seguintes ações:

- Troca das proteções estáticas das linhas LI 220 kV MD –ACY 1 e LI 220 kV MD –ACY 2, por IEDs com o acréscimo da função diferencial (87). Este processo já encontra-se no estágio de workstatement.
- Troca dos equipamentos de teleproteção das linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO.
- Reajuste da 4ª zona das proteções de distância das linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO.



VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
29, 30 y 31 de Octubre de 2008

- Eliminação do esquema de fraca alimentação da proteção das linhas LI 220 kV MD –CYO e LI 220 kV MD – IRY –CYO, no terminal da ES-CYO.
- Reajuste das proteções de distância da LT 220 kV CYO-COV.

7. CONCLUSÃO

- A importância das linhas de interligação Itaipu-ANDE faz jus a uma análise periódica do desempenho de suas proteções, visando sempre a maximização da disponibilidade das mesmas.
- Os Relatórios de Análise de Perturbação vem consolidando-se como uma das principais ferramentas para a análise de desempenho das proteções.
- As medidas tomadas em função dos RAPs, e em conjunto com ANDE, já foram implementadas na sua maior parte e a sua efetividade será avaliada posteriormente.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1]Relatórios de Análises de Perturbações - Período de 01.07.2006 À 30.06.2008..
- [2] J.B.M. Junior, E.R. Chaparro, Nota Técnica OPSE.DT/02/2008.
- [3]Ordem de Ajuste das Proteções das linhas.
- [4]Atas de reuniões do GE-03 da CMO.