



**XXI SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

**GRUPO IV
GRUPO DE ESTUDO DE ANÁLISE E TÉCNICAS DE SISTEMAS DE POTÊNCIA - GAT**

VALIDAÇÃO DE MODELOS NO ANATEM ATRAVÉS DE COMPARAÇÃO COM SINAIS REAIS DE MEDIÇÃO

**Ricardo D. Rangel (*)
CEPEL**

**Luiz F. W. de Souza
CEPEL**

**Igor F. Visconti
CEPEL**

**Nilo J. P. Macedo
FURNAS**

**Manfredo C. Lima
CHESF**

RESUMO

O presente informe técnico mostra como sinais reais de medição podem ser usados no ANATEM para validar modelos de controladores definidos pelo usuário (CDU), injetando-se estes sinais nos referidos modelos e comparando os sinais de resposta medidos com os simulados. Na realidade, faz-se uma simulação a malha aberta, com resultados correspondentes a uma de malha fechada, já que os sinais de entrada já levam em conta os efeitos da realimentação. Exemplos do uso deste recurso são apresentados, através de casos de comparação de modelos de regulador automático de tensão em gerador síncrono, de malha de regulação de velocidade / frequência também em gerador síncrono e de compensador estático do tipo RCT contra sinais reais medidos no campo. Embora o objetivo do trabalho não fosse a validação dos modelos testados e sim mostrar o uso do recurso implementado, as comparações entre medição e simulação foram satisfatórias.

PALAVRAS-CHAVE

Validação de modelos; Medições em tempo real; Simulação para Análise de Estabilidade Eletromecânica.

1.0 - INTRODUÇÃO

Uma das grandes dificuldades ao se tentar validar modelos usados em programas de simulação de estabilidade eletromecânica com relação a medições de campo no sistema real é que as discrepâncias entre os resultados podem ser devidas a imprecisões de dados da rede simulada ou de outros modelos usados na simulação que não aquele sendo validado. Seria portanto desejável isolar o modelo em questão e, ao mesmo tempo, ser capaz de testá-lo sobre as diversas situações de distúrbios no sistema elétrico de potência (curtos-circuitos, abertura de linhas, desligamento de cargas, etc).

Se encararmos o equipamento ou sistema a ser modelado como uma caixa preta onde todos os seus sinais de entrada e saída são monitorados, e se o modelo desenvolvido para representá-lo for submetido às mesmas excitações (sinais de entradas) medidas no sistema real, os sinais de saída do modelo deverão também ser correspondentes aos sinais medidos no sistema, se o modelo for adequado, eliminando assim a interferência de outros elementos que causem imprecisões na simulação.

A realização de ensaios em equipamentos elétricos, como geradores e compensadores estáticos, visando o ajuste de ganhos de controladores, é prática comum em comissionamento e manutenção. Nestes ensaios, uma condição especial de operação é simulada, seja através de manobras na rede ou equipamentos, seja através da injeção de algum sinal especial nos controladores, e os sinais de saída do equipamento, como tensão e corrente, são medidos. Além disso, uma quantidade cada vez maior de dados de medições está disponível atualmente. Hoje, com a contínua necessidade de monitoração em tempo real dos sistemas elétricos de potência modernos, as concessionárias dispõem de diversas formas de monitoração: sistemas de gerenciamento de energia, redes de

(*) Avenida Horácio Macedo, 354 – sala 255 – CEP 21941-911 Cidade Universitária, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2598-6164 – Fax: (+55 21) 2598-6451 – Email: rdiniz@cepel.br

oscilografia, sistemas de medição de qualidade de energia elétrica, dados de relés digitais, etc. Técnicas de monitoração em larga escala, baseadas em PMUs, vêm se tornando uma realidade e disponibilizarão novas grandezas, como o ângulo de fase entre diferentes subestações. Com isso, a disponibilidade de medições em diversos pontos do sistema elétrico e sob diferentes condições de transitórios se torna cada vez maior, permitindo o uso do procedimento descrito no parágrafo anterior.

Portanto, seria importante que a ferramenta em uso para análise de estabilidade eletromecânica pudesse utilizar sinais medidos no sistema real, não só para teste de controladores definidos pelo usuário usados para modelar equipamentos ou controles específicos como também para representar distúrbios reais de cargas ou de parte do sistema elétrico através de injeções de potência correspondentes às grandezas medidas no sistema real. Em função disto, foi criada no programa ANATEM a facilidade de importar, nos modelos CDU, sinais externos gravados em arquivo no mesmo formato do arquivo de plotagem do programa. Desta forma, qualquer sinal real de medição disponível pode ser usado dentro da simulação desejada.

O recurso implementado permite na realidade executar um teste a malha aberta (uma vez que o sistema ao qual o modelo está conectado não será representado) cuja resposta porém deverá ser correspondente a um teste em malha fechada, já que os sinais de entrada injetados no modelo (que são resultados de medição no sistema real) já levam em conta os efeitos da realimentação. Estes testes servem para validação do modelo e verificação dos valores reais de parâmetros no campo. Devem ser realizados testes em diferentes condições de operação que excitem as diferentes malhas de controle do modelo em teste, para que ele seja completamente validado.

Após a validação individual de modelos, os ajustes de controle e os testes de desempenho dinâmico devem ser feitos comparando-se sinais medidos com simulações realizadas a malha fechada.

2.0 - IMPORTAÇÃO DE SINAIS DE MEDIÇÃO NO ANATEM

Para que sinais de medição possam ser usados como entrada em controladores definidos pelo usuário no ANATEM (1) os seguintes passos deverão ser executados:

- 1) Preparação de um arquivo de dados contendo os sinais de medição. Este arquivo deverá possuir o mesmo formato do arquivo de saída de plotagem (.plt) do ANATEM. Na Figura 1 a seguir, vê-se um exemplo de parte deste arquivo:

4	←	Número de variáveis no arquivo
Tempo - segundos	←	Nome da variável correspondente ao eixo horizontal
PELE 21 UG2-MW	←	Nome do 1o sinal de medição
FREQ 21 UG2-Hz	←	Nome do 2o sinal de medição
CYP%M 21 UG2-%	←	Nome do 3o sinal de medição
0.000000E+00 31.159057617 59.989960937 57.885742187	←	Valores das variáveis para cada instante de tempo
0.100000E-01 31.278076172 59.995852050 57.763671875		
0.200000E-01 31.317749023 59.978178710 57.397460937		
.		
.		
.		

FIGURA 1 – Exemplo de arquivo com sinais de medição

- 2) No caso a ser simulado, o arquivo com os sinais de medição deverá ser associado à unidade lógica de dados específica para este fim (a de número 11) com os seguintes comandos:

```
ULOG
11
nome_do_arquivo_com_sinais_medidos
```

- 3) Deverá constar no arquivo de simulação (ou em algum arquivo de dados por ele carregado) o comando DLOC, criando locais de medição correspondentes aos sinais existentes no arquivo mencionado no item anterior.

```
DLOC
(Lc) (Tipo) (El) (Pa) Nc (Ex) Gr (Bl) Comentários
10 SINARQ 1 (SINAL PELE 21 UG2-MW )
20 SINARQ 2 (SINAL FREQ 21 UG2-Hz )
30 SINARQ 3 (SINAL CYP%M 21 UG2-% )
999999
```

- 4) No modelo de controlador definido pelo usuário (CDU) os sinais de medição deverão ser importados através de blocos IMPORT com subtipo SINARQ (sinal de arquivo) cujo parâmetro P1 deverá ser o número do local de medição correspondente ao sinal desejado. Como exemplo coerente com os itens 1 e 3 anteriores poder-se-ia ter:

```
(Definição de parâmetros
(EFPAR (npar) (      valpar      )
DEFPAR #Loc1                1
DEFPAR #Loc2                2
DEFPAR #Loc3                3
(
(Dados de blocos
(nb) (tipo) (stip)s(vent) (vsai) ( p1 )( p2 )( p3 )( p4 ) (vmin) (vmax)
0010 IMPORT SINARQ        Pele  #Loc1
0011 IMPORT SINARQ        FREQ  #Loc2
0012 IMPORT SINARQ        CYP%M #Loc3
```

Convém ressaltar que os sinais de medição podem ser importados por um CDU para uma simulação normal a malha fechada para fornecer uma variação específica de uma referência ou de um sinal externo, por exemplo, para simular uma variação de vento em uma turbina eólica ou uma variação de potência de carga numa determinada barra. O propósito em questão no referente artigo é uma simulação em malha aberta do modelo em teste, portanto somente este fará parte da simulação. Neste caso é necessário usar no arquivo de simulação do ANATEM o comando ANAC, selecionando o modo de análise de CDUs, onde somente estes são simulados (não há rede CA envolvida na simulação). Os blocos do tipo EXPORT para exportação deverão ser substituídos por blocos tipo SAIDA. Dependendo do CDU e de sua inicialização, pode ser necessário fornecer uma condição inicial para as variáveis do modelo correspondentes a estes blocos (através do comando DEFVAL), para suprir os valores que numa simulação a malha fechada seriam obtidos pelo programa a partir de elementos da rede ou do equipamento ao qual o modelo em questão estaria conectado.

O arquivo com sinais de medição deverá conter um intervalo de tempo maior que ou igual ao intervalo de simulação a executar. Caso o intervalo de discretização dos pontos no arquivo seja diferente do passo de integração adotado na simulação, o programa calculará os valores dos sinais importados usando interpolação linear entre os dois pontos consecutivos do arquivo de medição fornecidos, pontos estes imediatamente antes e imediatamente após ao instante de tempo desejado.

3.0 - CASOS ANALISADOS

Os resultados mostrados a seguir correspondem a comparações de sinais medidos no campo ou em testes de fábrica com aqueles obtidos por simulação de modelos de controladores definidos pelo usuário (CDU) no ANATEM a partir de sinais de medição injetados nas entradas dos respectivos modelos. O objetivo destas simulações não foi, neste caso, a validação dos referidos modelos e sim exemplificar o uso do recurso descrito. As medições usadas foram as disponíveis e, em alguns casos, por exemplo no CE de Campina Grande, visavam outros objetivos, como a monitoração da qualidade da energia. Os exemplos mostram apenas testes dos canais principais dos modelos, porém, num caso de validação propriamente dito, outras perturbações que excitam malhas adicionais de controle ou de proteção devem ser consideradas.

3.1- Comparação em regulador automático de tensão (RAT) de gerador síncrono

Este caso corresponde ao teste de aplicação de degrau no sistema de excitação do fabricante ANDRITZ que será usado em parte das máquinas síncronas da usina de Santo Antônio (2) (as demais máquinas usam sistemas de excitação fornecidos pela ALSTOM). Este sistema de excitação corresponde ao regulador automático de tensão digital THYNE/GMR3 com excitatriz estática autoexcitada. A filosofia de controle corresponde a um regulador de tensão (PID 1) em série com um regulador de corrente de campo (PID 2). Os limitadores instantâneos de corrente de campo máxima e mínima atuam na referência do regulador de corrente de campo e os limitadores de corrente de campo temporizada, corrente de estator, Volt/Hertz e ângulo de carga atuam na referência do regulador de tensão.

O teste em malha aberta para verificar as funções de transferência das malhas de controle no ANATEM utilizou resultados de testes em malha fechada realizados na fábrica, quando os painéis do RAT foram interligados a um simulador em tempo real, como mostra a Figura 2. O exemplo a seguir utilizou os resultados da aplicação de degraus de 5% na referência do RAT com o gerador em vazio para comparar os sinais de saída "Ifref" do PID1 (regulador de tensão) e "Ur" do PID2 (regulador de corrente), provenientes do equipamento real, com os valores obtidos com o modelo do ANATEM, conforme mostram as Figuras 3c e 3d. Neste teste os sinais de entrada da malha de controle foram a variação aplicada em Vref, a tensão terminal medida (Vterm) e a corrente de campo medida (If), mostradas nas Figuras 3a e 3b.

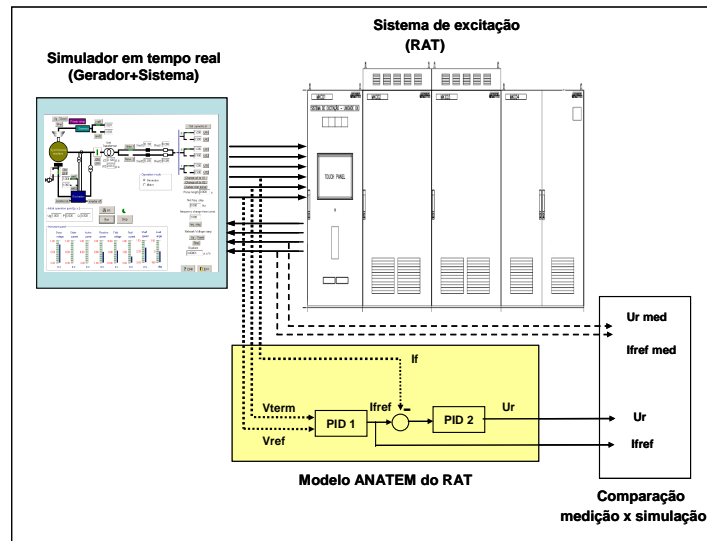


FIGURA 2 – Testes de fábrica do RAT da UHE Santo Antônio ligado a um simulador em tempo real

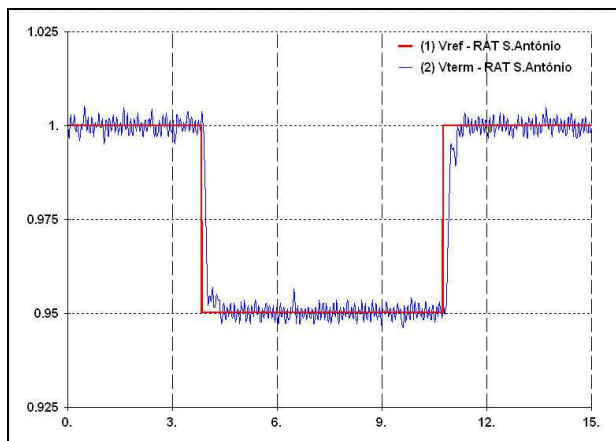


FIGURA 3a – (1) Sinal de referência V_{ref} (pu)
(2) Tensão Terminal (pu)

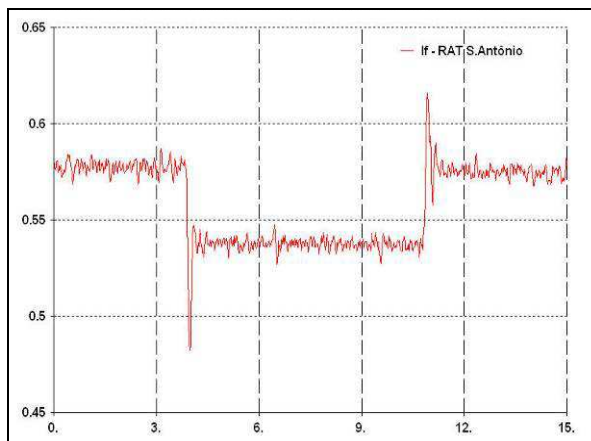


FIGURA 3b – Corrente de campo I_f (pu)

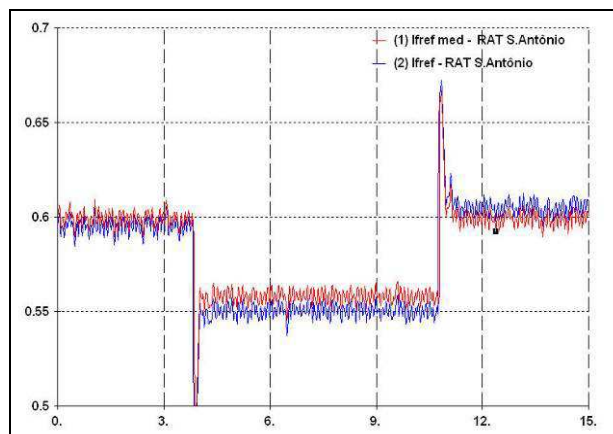


FIGURA 3c – Saída do PID 1 - I_{fref} (pu)

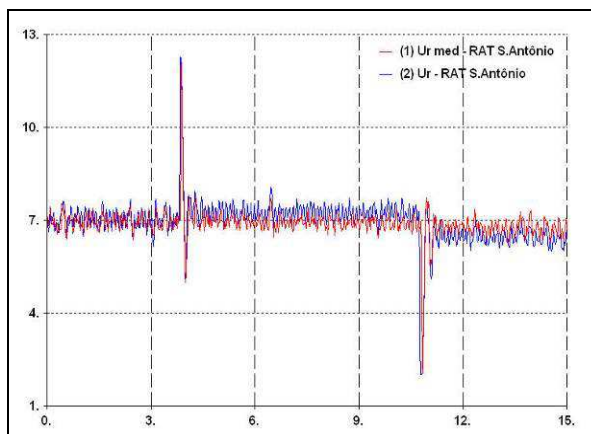


FIGURA 3d – Saída do PID 2 - U_r (pu)

Vê-se nas Figuras 3c e 3d uma aproximação muito boa entre os valores medidos e os simulados das grandezas I_{fref} e U_r , o que sinaliza que o modelo reproduz adequadamente o comportamento do sistema real, pelo menos em termos de sua malha principal de controle.

No caso de validação dos limitadores e do PSS, devem ser utilizados os resultados do teste de campo em malha fechada considerando o gerador em vários patamares de carga, sendo necessário realimentar o modelo com os valores da potência ativa, potência reativa, módulos da tensão e da corrente de armadura, corrente de campo e frequência medidos no simulador.

3.2- Comparação em regulador de velocidade de gerador síncrono

Este caso corresponde a um teste de ilhamento de usinas de Manso em relação às usinas do Norte, sob condições controladas (a autorização para o teste previa que os desequilíbrios não fossem muito grandes para evitar a atuação de proteções de subfrequência na ilha). Na planta, durante os testes, estavam em operação duas unidades geradoras e a interligação com o sistema interligado foi aberta com intercâmbios diferentes, deixando as unidades ilhadas alimentando a carga da área norte do Mato Grosso (carga da região a partir de Sinop e algumas PCHs), como mostra Figura 4.

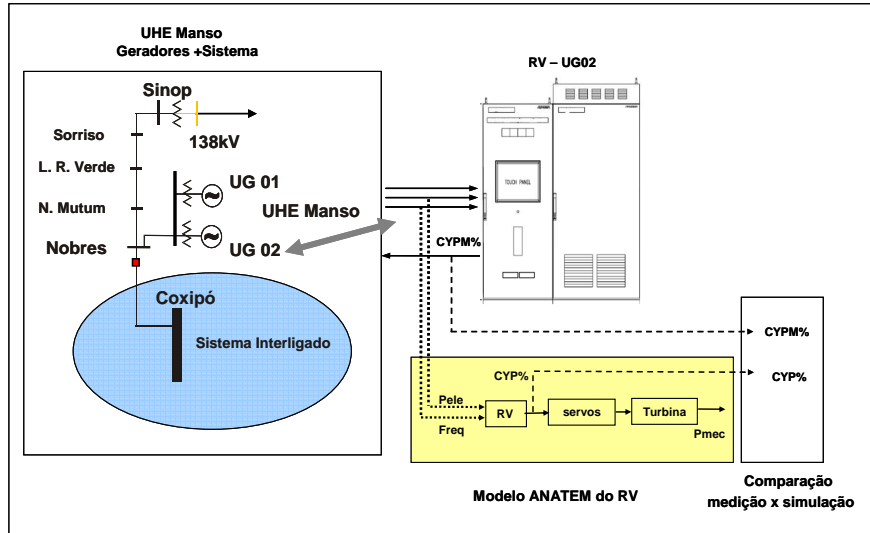


FIGURA 4 – Testes na planta do RV da UHE Manso - rejeições parciais de carga em operação ilhada

O objetivo do teste na planta era verificar como ficava o controle de frequência em condição de rede isolada, principalmente no instante inicial do ilhamento. A dificuldade para simular o teste de rejeição parcial de carga em um sistema radial era reproduzir o comportamento da carga ativa da área. O fato de ter duas unidades em operação também dificultava, devido ao fato de cada uma não gerar exatamente a mesma potência que a outra e ocorrer oscilações entre elas.

Os modelos do RV e turbina das unidades já haviam sido testados para rejeições totais de carga e alguns parâmetros do modelo da turbina, semelhante ao de Itaipu, ajustados para reproduzir a variação de frequência. Os parâmetros ajustados se referiam à constante de tempo da água e aos amortecimentos em função da abertura, variação da vazão, etc. O RV é um equipamento digital e a sua função de transferência e parâmetros já eram conhecidos e ajustados (3).

Nas comparações aqui apresentadas foi analisado o referido ilhamento em dois cenários diferentes:

- cenário 1: fluxo de potência ativa no sentido de Coxipó para Nobres (ilhamento c/ subfrequência) (Figura 5)
- cenário 2: fluxo de potência ativa no sentido de Nobres para Coxipó (ilhamento c/ sobrefrequência) (Figura 6)

O RGV estava operando em controle de potência com realimentação de velocidade e potência

O arquivo de dados com as medições usado na simulação continha as seguintes variáveis:

- 1) Pele – potência elétrica ativa terminal do gerador 2 da UHE Manso, em MW
- 2) Freq – frequência elétrica do gerador 2 da UHE Manso, em Hz
- 3) CYP%M – referência de abertura em % (sinal de saída do RV antes de ir para os servomotores que comandam a abertura do distribuidor)

Os sinais medidos 1 e 2 correspondem às entradas do controlador e o sinal 3 à saída medida do mesmo (Figura 4).

Injetando estes sinais no modelo foram obtidos os resultados mostrados nas Figuras 5 e 6, verificando-se excelente concordância entre os sinais de referência de abertura medido (CYP%M) e simulado (CYP%), respectivamente curvas 3 (rosa) e 4 (preto). O sinal 5 (verde), correspondente à potência mecânica simulada (Pmec), foi acrescentada como ilustração, já que o seu sinal não foi medido, o que também já corresponderia à validação do modelo da turbina, e não apenas do RV.

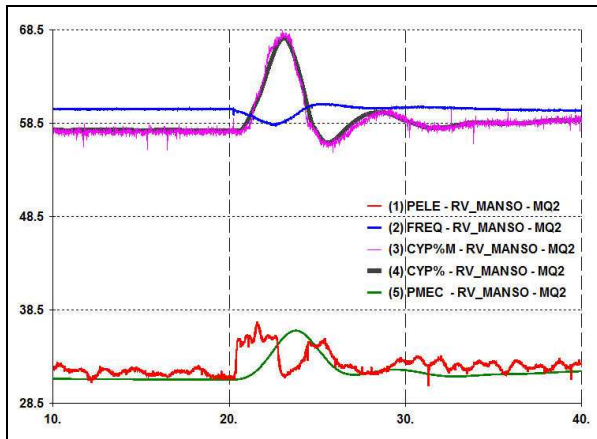


FIGURA 5 – cenário 1 – fluxo de Coxipó para Nobres (ilhamento acarretando subfrequência)

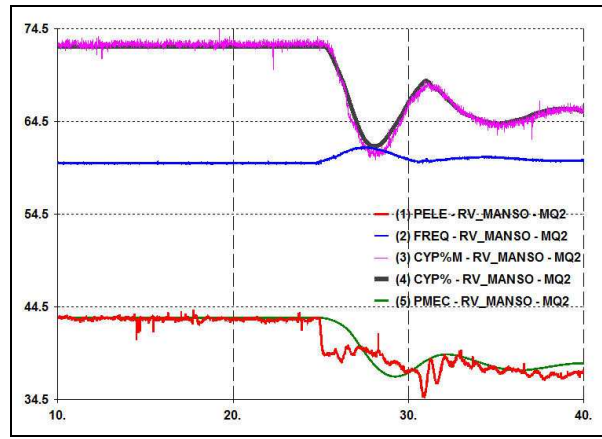


FIGURA 6 – cenário 2 – fluxo de Nobres para Coxipó (ilhamento acarretando sobrefrequência)

3.3- Comparação em compensador estático do tipo RCT

O compensador estático de Campina Grande possui dois bancos de capacitores fixos conectados em estrela isolada e dois reatores controlados a tiristores conectados em delta, que junto com um transformador 230/26/26kV-200MVA integram um sistema de doze pulsos e potência reativa capacitiva continuamente variada entre 0 e 200Mvar (4), não operando na faixa indutiva. O compensador está conectado à Subestação de Campina Grande 230 kV (Figura 7).

O caso apresentado se baseia em um registro de medição da Rede de Qualimetria da Chesf. Diferentemente dos casos anteriores, os sinais medidos não representam respostas de testes ou ensaios, mas sim um registro da resposta do compensador estático a um afundamento de tensão remoto ocorrido na rede de transmissão. Nesse caso, tem-se a vantagem de utilizar algum fenômeno existente no sistema elétrico para teste dos modelos. Por outro lado, nem sempre se tem a medição no local exato de interesse, o que diminui a precisão do método.

Equipamentos de medição registraram formas de onda de tensão no 230 kV e no 69 kV, além da corrente no lado de alta tensão do transformador do compensador, durante um afundamento monofásico de tensão. Esses sinais foram processados da seguinte forma: cálculo dos fasores fundamentais abc através de uma janela deslizante de um ciclo; transformação dos fasores abc em componentes simétricas (012); transformação em valores por unidade; sincronização dos sinais do 230 kV e 69 kV.

O controle constitui-se das seguintes partes, como mostrado na Figura 8: malha principal de controle, limitador de corrente, sistema de subtensão, limitador de tensão secundária e limitador de potência reativa capacitiva. Os sinais de entrada para o controle são portanto as tensões nos barramentos de 230, 69 e 23 kV (V_{230kV} , V_{69kV} , V_{26kV}), a corrente no enrolamento de 230kV do transformador (I_{230kV}), a potência reativa fornecida pelo compensador na baixa tensão (Q_{26kV}) e a corrente no reator em Δ do compensador estático (I_{RCT}).

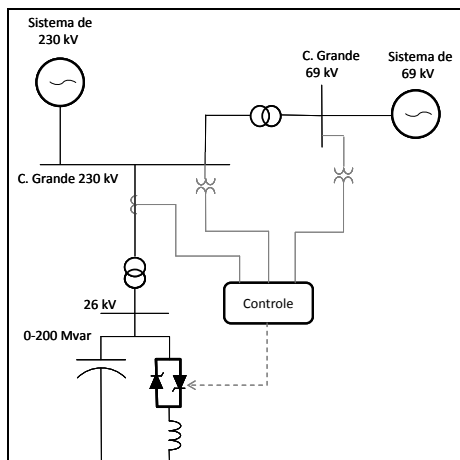


FIGURA 7 – Diagrama Unifilar - CE de Campina Grande

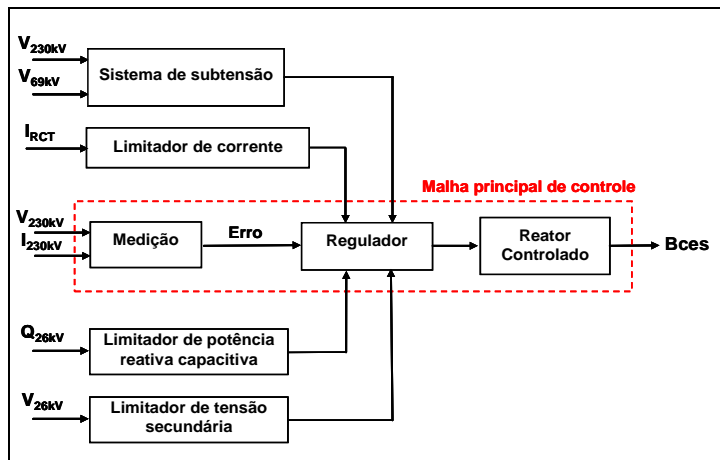


FIGURA 8 – Funções do controle do CE de Campina Grande

No teste em questão, devido ao pequeno afundamento de tensão (em torno de 14% - sinal 1 da Figura 9a), apenas o canal principal foi ativado, de forma que apenas os sinais V_{230kV} e I_{230kV} seriam em princípio necessários. Como não se dispunha de medição do sinal Bces (nem de V_{26kV} ou Q_{26kV}) o valor da admitância do compensador teve de ser obtida de forma indireta: primeiramente calculando-se V_{26kV} em função de V_{230kV} e I_{230kV} (considerando a queda de tensão na impedância do transformador do CE) e depois calculando-se Bces em função de V_{26kV} e I_{230kV} (supondo-se a corrente em pu na baixa tensão aproximadamente igual a I_{230kV}). Provavelmente esta foi a principal causa das diferenças entre os valores de B simulado e “medido”. Ainda assim os resultados foram próximos (Figura 9b).

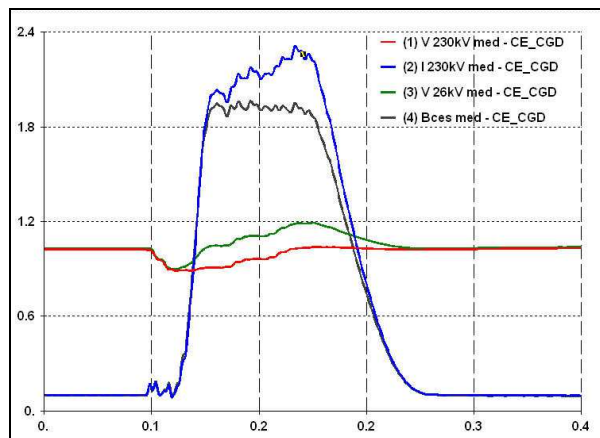


FIGURA 9a – Variáveis medidas para um afundamento de tensão em torno de 14%

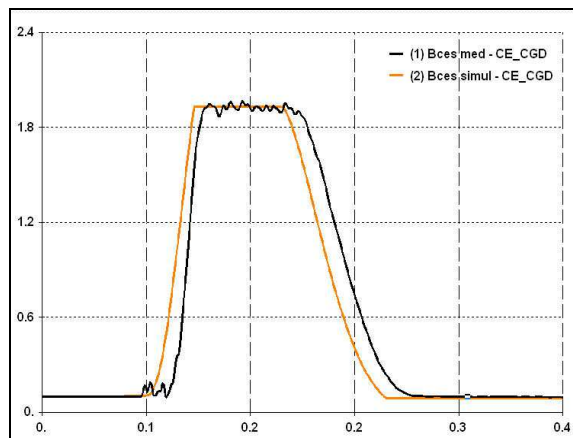


FIGURA 9b – Comparação entre valores medido e simulado da admitância do CE

4.0 - CONCLUSÃO

O trabalho mostra que o recurso desenvolvido no programa ANATEM, qual seja, a importação por controladores definidos pelo usuário (CDU) de sinais de medição registrados em arquivo, permite realizar satisfatoriamente testes de validação de modelos a malha aberta injetando-se os sinais medidos no modelo e comparando-se o sinal de saída simulada com o valor medido do mesmo. O objetivo é eliminar no teste de validação as imprecisões relativas aos parâmetros dos componentes da rede CA ou de outros modelos que não aquele em teste. Testes realizados com medições disponíveis em RAT e RGV de geradores síncronos e em compensador estático apresentaram resultados satisfatórios.

Conceitualmente cada modelo deve ser validado separadamente antes de se executar a simulação com todos os modelos conectados à rede CA ou entre si. A comparação de resultados medidos com simulados deve ainda atentar aos seguintes pontos frequentemente negligenciados:

- 1) Verificar se os sinais medidos e simulados estão escalados corretamente;
- 2) Atrasos de medição e de aquisição de dados. Na comparação descrita no trabalho pode ser necessário desabilitar algum bloco de atraso de medição incluído no modelo, caso este já esteja embutido no sinal de medição importado;
- 3) Parâmetros do modelo devem ser os mesmos do sistema real no instante de medição. Certos modelos requerem a alteração de algum parâmetro para refletir a situação real no momento de medição, como por exemplo modelos de regulador de velocidade de turbina hidráulica que possuem representação da dependência da queda d'água bruta (parâmetro H);
- 4) No caso de medições remotas de sinais, garantir a sincronização dos mesmos.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CEPEL CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA, "Programa ANATEM – Análise de Transitórios Eletromecânicos Manual do Usuário" V10.04.03; Abril 2010.
- (2) Nilo J. P.Macedo, Carlos A. S. Araújo, José R. Kolody, "Resultados dos Testes em Malha Fechada do Sistema de Excitação ANDRITZ para a UHE Santo Antônio – UG3", dez 2010.
- (3) N.J.P. Macedo, M.F.Ellis, F.M.Fonseca, G.D.Cerqueira, "Ensaio e Simulações Referentes aos Reguladores de Tensão e de Velocidade da Usina de Manso", NT DEE.O 011/2005, Eletrobrás-Furnas.

(4) M. C. Lima, F. R. Alves e H. Tyll “Estudos para Expansão da Potência Nominal e Modernização do Compensador Estático de Campina Grande”, Anais da VII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica - CBQEE 2007 - Santos – SP, 2007.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Ricardo Diniz Rangel, nascido em 1960, em Niterói-RJ, graduou-se em 1983 em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Concluiu Mestrado e Doutorado também em Engenharia Elétrica na COPPE/UFRJ, respectivamente em 1987 e 2004. Desde 1985 exerce a função de pesquisador no CEPEL e participa desde 1986 do desenvolvimento do programa ANATEM (Análise de Transitórios Eletromecânicos), sendo responsável pelo projeto a partir de 1996. Suas principais áreas de interesse são: dinâmica de sistemas de potência, estabilidade eletromecânica, eletrônica de potência, FACTS e transmissão em corrente contínua.



Luiz Felipe Willcox de Souza, nascido em Niterói-RJ, 1972, é engenheiro eletricitista formado em 1994 pela Universidade Federal Fluminense. Obteve seu mestrado em 1998 e seu doutorado em 2007, ambos em engenharia elétrica, com ênfase em eletrônica de potência, na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Trabalha no CEPEL desde 1996, onde atualmente é gerente de projetos. Suas principais áreas de interesse são qualidade de energia, aplicações de eletrônica de potência e dinâmica de sistemas elétricos de potência.



Igor Ferreira Visconti, nascido no Rio de Janeiro, 1975, graduou-se em engenharia elétrica, com ênfase em sistemas de potência, na PUC-Rio em 2002. No mesmo ano, começou a trabalhar como Pesquisador no CEPEL, atuando em desenvolvimento de aplicativos computacionais para processamento de dados de qualidade de energia. Em 2005, terminou um curso de pós-graduação *latu-sensu* em engenharia de software na PUC-Rio e em 2010 concluiu uma pós-graduação *strictu sensu* na mesma universidade. Seu foco de atuação é implementação de métodos de inteligência computacional aplicados a problemas do setor elétrico, especialmente reconhecimento de padrões, mineração de dados e técnicas de otimização global.



Nilo José Pereira de Macedo, nascido em Macaé, RJ em 01 de outubro de 1954. Graduou-se em Engenharia Elétrica na PUC-Rio de Janeiro em 1979 e obteve o Mestrado na COPPE-UFRJ em 1992. Trabalha em FURNAS Centrais Elétricas desde 1980, exercendo atualmente o cargo de Engenheiro da Divisão de Estudos de Especiais do Departamento de Estudos e Planejamento Elétrico da Operação. Participa do Grupo de Estudos CE B4 do CIGRÉ-Brasil e WG B4-34 do CIGRÉ-Internacional.



Manfredo Correia Lima nasceu em Recife, Brasil, em 1957. Graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em 1979, recebeu o grau de Mestre em Engenharia Elétrica pela UFPE em 1997 e o de Doutor em Engenharia Mecânica, com ênfase em automação de sistemas pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em 2005. Dr. Correia Lima ingressou na Chesf em 1978, onde desenvolve atividades nas áreas de eletrônica de potência, equipamentos FACTS, qualidade de energia, sistemas de controle, transitórios eletromagnéticos e transmissão em CCAT. Em 1992, ingressou na Universidade de Pernambuco (UPE), onde é responsável pelas disciplinas Eletrônica de Potência e Controle de Processos e desenvolve atividades de pesquisa. É representante da Chesf no CE-B4 (FACTS e Elos CCAT) da Cigré Brasil.