

O SIMULADOR DE SISTEMAS EM CORRENTE CONTINUA (SSCC) DO ONS NO SUPORTE A INTEGRAÇÃO DO BIPOLO 1 DE BELO MONTE AO SIN

GAT/ Henildo Barros, e outros
autores (Adriano A. Barbosa, Alex de
Castro, Amélia Y. Takahata, João J. R.
Oliveira, Roberto N. F. Filho)



- Objetivo - *Análises tipo HIL (Hardware In the Loop)* do desempenho dinâmico de controladores > representação da rede de potência para execução de estudos elétricos de sistemas HVDC na escala real de tempo
- Suporte à operação e planejamento dos sistemas de transmissão em HVDC integrados ao SIN
 - Análise de interações entre controladores HVDC eletricamente próximos e avaliação de medidas mitigadoras do desempenho inadequado
 - Avaliação do desempenho dos controladores frente a perturbações na rede CA e CC (suporte à análise das ocorrências do campo)
 - Otimização do desempenho operacional no cenário pós comissionamento
 - Treinamento de pessoal de engenharia e operadores das instalações
 - Aprimoramento de requisitos para especificação técnica dos sistemas HVDC
-
- ```
graph LR; WS[WORKSTATION] <--> RTS[REAL-TIME SIMULATOR]; RTS <--> AS[ATUAL SY];
```

- Ações essenciais ao adequado suporte de estudos elétricos que estão sob a responsabilidade de execução ou de acompanhamento pelo ONS e que utilizam a ferramenta SSCC:
  - I. Aprimoramento e adequação do ferramental de simulação em escala real de tempo
  - II. Adequação das ferramentas de simulação off-line de suporte ao SSCC
  - III. Capacitação da equipe técnica dedicada
  - IV. Adequações de infra-estrutura da instalação física
  - V. Envolvimento com parceiros externos capacitados a desenvolver soluções técnicas de alto nível

I - Aprimoramento e adequação do ferramental de simulação em escala real de tempo

Objetivo - **Complementar e atualizar** e o hardware de simulação utilizado no SSCC do ONS

- Ampliação da capacidade de simulação para execução dos estudos elétricos da interação entre controladores (opções NovaCor e OP-5700)
- Implantação da operação de bipolos via interface visual RSCAD (alternativa ao uso dos sistemas supervisórios proprietários dos fabricantes em atendimento a termo de confidencialidade) – contratação junto ao fabricante



I - Aprimoramento e adequação do ferramental de simulação em escala real de tempo

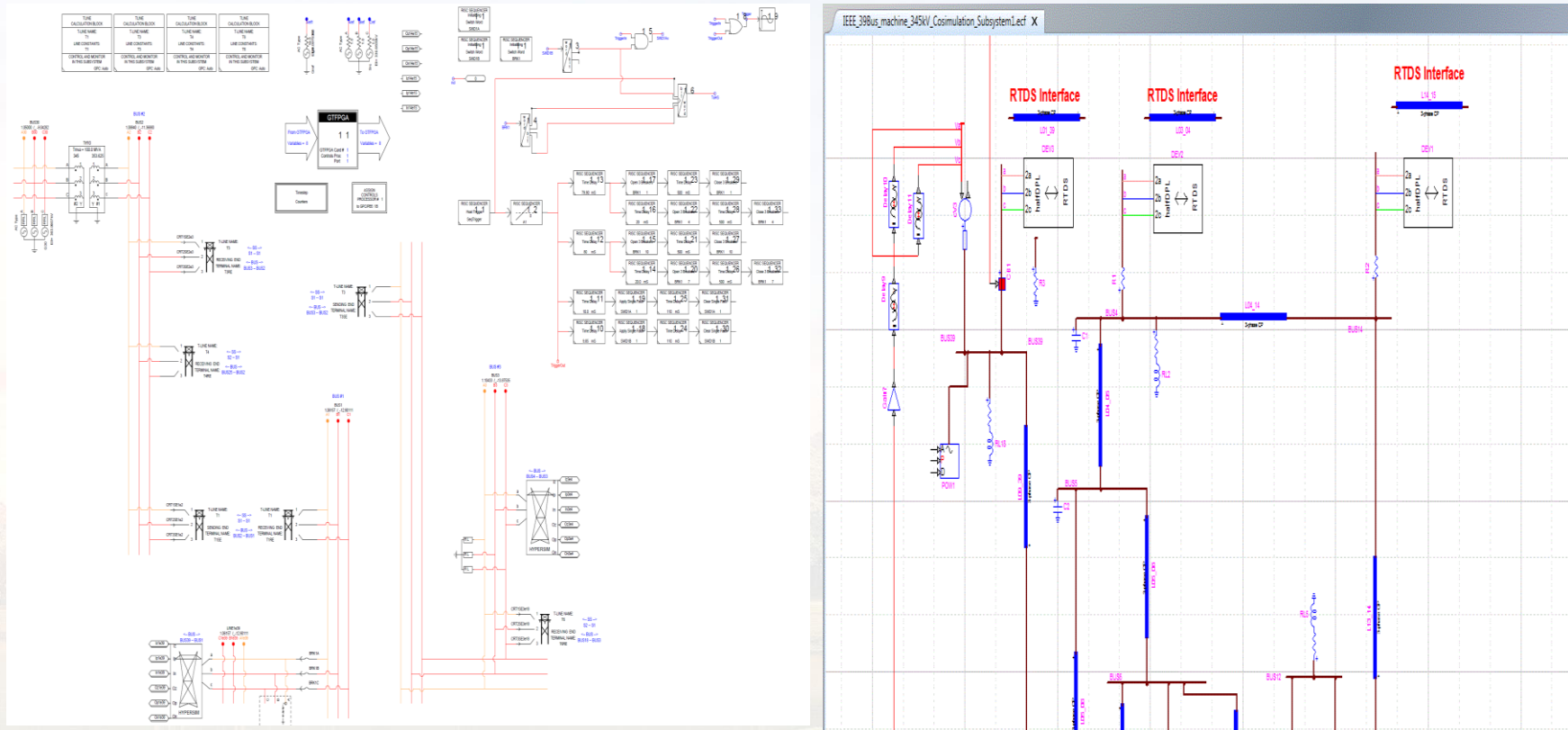
Objetivo – Melhoria em **flexibilidade** da instalação de simulação. Utilização de **maior número de ferramentas de suporte** para representação dos equipamentos de potência e de controle/proteção.

- Avaliação de desempenho de hardware baseado em FPGA para comunicação de dados entre simuladores, representação de equivalentes elétricos de rede e modelos especiais de equipamentos
- Aplicação da co-simulação (**simulação cooperativa**) na escala real de tempo para integração de simuladores de diferentes fornecedores

- O aprimoramento da simulação cooperativa foi desenvolvido em parceria com a Opal-RT Technologies (Canadá)
- A prova desse conceito foi realizada inicialmente em laboratórios de dois centros de desenvolvimento de soluções aplicadas à simulação de redes (RWTH University Aachen na Alemanha e CAPS - Florida State University nos EUA)
- A aplicação da co-simulação no SSCC do ONS é pioneira em instalação voltada a operação de sistemas de transmissão de grande porte







II - Adequação de simuladores “off-line” (PSCAD-EMTDC, EMTP-RV, ATP, ORGANON) para suporte ao SSCC

Objetivo - **Aprimorar a representação da rede** em programas de simulação por **ferramentas de suporte ao pré-processamento e programação de modelos**

- Aplicação da ferramenta SINTEQV para síntese de equivalentes elétricos em frequência do tipo multiporta e programação de componente de rede para PSCAD-EMTDC, EMTP-RV e ATP e simulador RTDS (“vector fitting” + aprox. por funções racionais) – parceria com a COOPETEC
- Avaliação de rotina para síntese de equivalentes dinâmicos de rede em programa de transitórios eletromecânicos ORGANON – parceria com a HPPA

II - Adequação de simuladores “off-line” (PSCAD-EMTDC, EMTP-RV, ATP, ORGANON) para suporte ao SSCC

Objetivo - Adequar os programas de simulação "off-line" para fins de sua **utilização mais eficiente e flexível na solução de redes de grandes dimensões**

- Aplicação de paralelização assistida pelo usuário em plataforma computacional multi-processada (**componente desenvolvido pelo ONS para a versão 4.2 do PSCAD-EMTDC**)
- Avaliação do paralelismo de solução incorporado na versão 4.6 do PSCAD-EMTDC por componente ENI (“Electric Network Interface”)
- Aprimoramento de interfaces para a simulação cooperativa no domínio eletromagnético – testes realizados entre PSCAD-EMTDC e ATP
- Aprimoramento de interfaces para a simulação cooperativa inter-domínios (ou híbrida) eletromagnético e eletromecânico – parceria com a HPPA



### III - Capacitação da equipe técnica (treinamentos especializados)

Objetivo - Garantir a **disponibilidade da instalação e equipamentos com maior autonomia** em relação aos fabricantes dos equipamentos

- Operação da interface HMI dos sistemas supervisórios
- Execução de rotinas de diagnóstico e manutenção primária do sistema (substituição de cartão, carga de firmware, backups)
- Ajuste de parâmetros operativos via interface de programação do software C&P
- Utilização de funcionalidades avançadas em programas de simulação "off-line" e codificação de modelos em RTDS e Hypersim

### IV - Adequações de infra-estrutura nas instalações do SSCC

Objetivo - Viabilizar a execução das intervenções seguintes, minimizando o impacto sobre o andamento de atividades em curso pelos agentes e/ou pelo ONS

- Obras civis para individualização do espaço da sala de operadores e da sala de reunião
- Revisão do sistema de refrigeração dos ambientes anteriores
- Ampliação do quadro de alimentação elétrica para suprimento de energia aos novos cubículos C&P e simulador
- Preparação do cabeamento para acesso à rede de dados corporativa e rede dedicada aos consoles de operação
- Redimensionamento e movimentação do almoxarifado de componentes

## V - Envolvimento com parceiros externos de alto nível

Objetivo - Suportar o SSCC ONS com soluções técnicas de alto nível

- Parcerias e/ou convênios com centros de pesquisa e universidades
- Contratação de consultorias especializadas
- Acordos de cooperação técnica visando a avaliação de metodologias e aplicação de soluções inovadoras



## SSCC-ONS – CONCLUSÕES

- Além do suporte a integração ao SIN do elo HVDC correspondente ao Bipolo 1 do sistema de transmissão Belo Monte e futuro Bipolo 2, o Simulador de Sistemas de Corrente Contínua do ONS:
- Constitui **ferramenta essencial a operação otimizada** do sistema de transmissão do Rio Madeira, notadamente na **atualização das lógicas C&P e integração de controladores de diferentes fabricantes**
- Representa desafio técnico de alto nível que requer planejamento, organização e infra-estrutura adequadas, bem como ações voltadas a inovação tecnológica
- Está contido no Planejamento Estratégico do ONS, como uma **diretriz corporativa prioritária**, no âmbito da segurança elétrica sistêmica
- Demanda o planejamento de atividades que explorem o potencial de simulação da instalação para outros fins, principalmente após os anos iniciais de operação comercial dos elos HVDC


## Henildo M. de Barros

---

 (21) 3444-9804

 (21) 99162-9891

 [henildo@ons.org.br](mailto:henildo@ons.org.br)

 [www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)