

## 7 Conclusões

Para manter a precisão do resultado da simulação nos períodos de transitórios eletromagnéticos rápidos, é necessária a utilização de passo de integração muito pequeno (devido a necessidade de representar às componentes de alta frequência contidas nos sinais). Com isto, observa-se que os simuladores tradicionais de transitórios eletromagnéticos são precisos, porém bastante lentos. Para simulações mais longas eles tornam-se impraticáveis. Surge então a necessidade, que motivou esta pesquisa, do aprimoramento das técnicas tradicionais de forma que seja mantida a qualidade da simulação e reduzido o tempo de processamento.

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de uma nova técnica de simulação do sistema de potência e a sua implementação. Utiliza a modelagem tradicional de sistemas elétricos para estudos de transitórios eletromagnéticos combinada com técnicas de filtragem digital multitaxa, o que permite a cada instante variação automática do passo de integração, que é determinado em função da faixa de frequência do sinal simulado. O simulador utiliza a cada instante o maior passo de integração capaz de representar precisamente toda a banda de frequência contida no sinal simulado. Ele é eficiente e versátil, podendo cobrir todos os fenômenos e escala de tempo envolvidos na simulação dinâmica dos sistemas de potência, mantendo a precisão dos resultados.

Foi desenvolvido um modelo discreto para representar os geradores síncronos e seus controles associados. Este modelo foi implementado externamente às sub-bandas, já que a máquina contém elementos não-lineares e o método de decomposição em sub-bandas é utilizado apenas para sub-sistemas lineares.

A estrutura do software naturalmente se presta à implementação utilizando processamento paralelo, o que poderia melhorar ainda mais a sua eficiência.

As principais contribuições desta pesquisa e algumas sugestões para trabalhos futuros são apresentadas a seguir.

## **7.1 Principais contribuições**

As principais inovações introduzidas pelo trabalho são:

- O desenvolvimento de um método que objetiva a simulação dinâmica de sistemas de potência em tempo real. Ele reduz a carga computacional do processo tradicional de simulação de transitórios eletromagnéticos, o que implica em redução do tempo de processamento, sem diminuir a qualidade;
- A divisão do sistema elétrico em canais de frequência independentes;
- O modelo misto contendo o sistema remodelado em sub-bandas de frequência e a máquina síncrona modelada externamente às sub-bandas, mostrando compatibilidade de tempos de operação entre simulador de rede e de máquinas;
- A simplificação referente à utilização de filtros ideais nos simuladores multitaxa, introduzida pelos simuladores multitaxa de faixa estreita de frequência;

## **7.2 Sugestões para trabalhos futuros**

Alguns problemas e avanços na técnica proposta são citados e sugeridos para trabalhos futuros, como por exemplo:

- A minimização do atraso inerente à técnica, para não serem fechadas malhas de realimentação com atrasos em excesso. No caso das máquinas síncronas, os atrasos máximos precisam ser compatíveis com os atrasos dos sistemas de controle das máquinas;
- A representação da filtragem por componentes polifásicos, visando diminuir carga computacional;
- A inclusão de modelos de máquinas síncronas mais complexos e também decompostos em sub-bandas;

- A inclusão de modelos de máquinas síncronas que ao invés de calcular as derivadas através de método numérico, calculam através da aplicação da fórmula da derivada à equação da senóide identificada, com o objetivo de diminuir oscilações causadas pelo método numérico;
- A implementação do processamento em paralelo;
- O aprimoramento do método automático de variação do passo de integração e da escolha do parâmetro  $\xi$ , que indica se um determinado canal será ou não desativado, levando eventualmente a leis de controle mais eficientes que as utilizadas;
- O desenvolvimento de modelos digitais dos diversos equipamentos presentes no sistema de potência, adequados à simulação em sub-bandas de frequência;