

6. Conclusões

Existem, comercialmente, diversos algoritmos para resolver equações diferenciais não-lineares, sendo o maior desafio para realizar simulações de redes elétricas não-lineares justamente a formulação matemática da rede. Este trabalho teve como um objetivo propor um método para a formulação de redes elétricas não-lineares de forma sistemática. Além disso, o método de simulação deveria, tanto quanto possível, reduzir a carga computacional, permitindo que pudesse ser realizado com poucos recursos computacionais, até mesmo em um computador pessoal.

De posse das equações descrevendo redes não-lineares, é possível realizar a sua simulação, bem como a de uma rede completa, contendo sub-redes lineares e não lineares. Este trabalho mostrou que caso as sub-redes não-lineares sejam alimentadas por linhas de transmissão, é possível utilizar os atrasos da própria linha de transmissão para fazer a troca de informações entre as sub-redes do sistema. A sequência do trabalho é discutida a seguir.

Inicialmente, foram revistos conceitos fundamentais de redes elétricas, de natureza eletromagnética e topológica. As propriedades topológicas da rede foram mostradas através da teoria de Grafos Lineares, já as características eletromagnéticas foram apresentadas através da descrição dos componentes RLC (parâmetros concentrados) utilizados nas simulações de redes lineares. Foi feita uma revisão do método de análise nodal para descrever as equações de redes lineares.

Em seguida mostrou-se outro método para descrever as equações de redes lineares, já agora por Equações de Estado. Este método possui algumas vantagens em relação ao método anterior. Entre elas o fato de poder representar toda a rede através de um conjunto mínimo de equações, a existência na literatura de uma grande quantidade de conhecimento matemático para resolver este conjunto de equações que podem ser diretamente aplicadas à rede estudada. Além disso, este

método pode ser facilmente estendido para redes contendo não-linearidades, o nosso objetivo neste trabalho

A partir das equações de estado para redes lineares, estendeu-se o método de forma a descrever as equações de redes não-lineares. Foi apresentado um método para formulação da rede de forma sistemática, junto com procedimentos para garantir a existência das equações da sub-rede não-linear. Finalmente, foram apresentadas algumas aplicações do método proposto. Primeiro pela simulação de uma carga não-linear, mostrando como esta carga pode injetar harmônicos na rede elétrica e como é possível cancelar estes harmônicos através do uso de transformadores defasadores na sua entrada. Em seguida, foi realizada uma simulação completa, de uma rede contendo uma sub-rede linear, que alimenta através de uma linha de transmissão, uma sub-rede não linear.

A seguir são enumeradas as principais contribuições deste trabalho, além de sugestões para trabalhos futuros.

6.1 **Contribuições**

As principais contribuições deste trabalho foram:

Desenvolvimento de um método de formulação de rede não-lineares, que pode ser realizado sistematicamente. O método permite selecionar as variáveis que serão utilizadas, fazendo-as, eventualmente, coincidir com as monitoradas.

Simulação de redes elétricas contendo sub-redes lineares e sub-redes não-lineares, utilizando um modelo de linhas de transmissão a parâmetros distribuídos através de filtros digitais.

Mesmo não sendo este um dos objetivos do trabalho, deve-se mencionar que na solução de casos ilustrativos testou-se com excelente resultado a sub-rotina disponível comercialmente, comprovando ser a formulação do problema o passo básico à sua solução. O teste chegou a envolver sistema com 20 variáveis de estado.

6.2

Sugestões para trabalhos futuros

Existe uma infinidade de não-linearidades presentes nas redes elétricas reais. Como trabalho futuro, sugere-se

Estudar a formulação de redes não-lineares contendo outros tipos de não-linearidades, como por exemplo, fontes controladas não lineares por variáveis disponíveis remotamente.

A inserção de instrumentação no processo de simulação

A utilização do simulador como detetor e/ou localizador de falhas

Aumento da eficiência computacional de forma a eventualmente tornar o simulador parte do processo instrumental da rede.