

Técnicas de Curto Circuito aplicadas a Sistemas Elétricos de Distribuição. Análise Numérica de Eficiência.

Aluno : Lukas Augusto Argenta

Orientador: Prof. Dr. Arturo Suman Bretas

Colaborador: Renato Gonçalves Ferraz

1. Introdução

Na análise de sistemas de distribuição em falta através da representação por componentes de fase, existe a necessidade de usar-se uma matriz que represente as impedâncias equivalentes do sistema, chamada de Z_{barra} . Há alguns métodos utilizados para a obtenção da matriz Z_{barra} , dentre eles o mais utilizado, por ter uma maior simplicidade matemática, é através da obtenção das matrizes inversas de cada elemento (Girgis). Existem algumas formulações que propõe a obtenção de Z_{barra} de forma direta, sem a necessidade de inversão de matrizes (Stevenson).

2. Fundamentação Teórica

2.1. Obtenção da Z_{barra} (Girgis)

O algoritmo proposto por Girgis, que tem uma forma mais simples para obtenção da Z_{barra} propõe o seguinte:

$$[Z_{barra}] = [Y_{barra}]^{-1}$$

$$[Y_{i,i}] = \sum [Y_{i,j}]$$

$$[Y_{i,j}] = -[Y_{j,i}]$$

2.2. Obtenção da Z_{barra} (Stevenson)

O algoritmo proposto por Stevenson para obtenção da Z_{barra} é mais complicado. Há mais cuidados a serem tomados e tem-se de tratar de forma diferente matrizes de impedâncias de carga e de linhas.

Quando tratamos as linhas procedemos da seguinte maneira:

$$[Z_{i,i}] = [Z_{j,j}] + [Z_{linha\ i,j}]$$

$$[Z_{k,i}] = [Z_{k,j}]$$

$$[Z_{i,k}] = [Z_{j,k}]$$

Onde: **J = linha de**

I = linha para

K = linhas adjacentes

Quando tratamos de cargas, tratamos a carga como se fosse uma linha, mas depois de tê-la adicionado, faremos 3 reduções a fim de obter uma matriz $3 \times NB \times 3 \times NB$. As reduções são feitas da seguinte forma:

$$[Z_{m,n(nova)}] = [Z_{m,n(velha)}] - \frac{[Z_{m,n+1}][Z_{n,m+1}]}{[Z_{m,n}]}$$

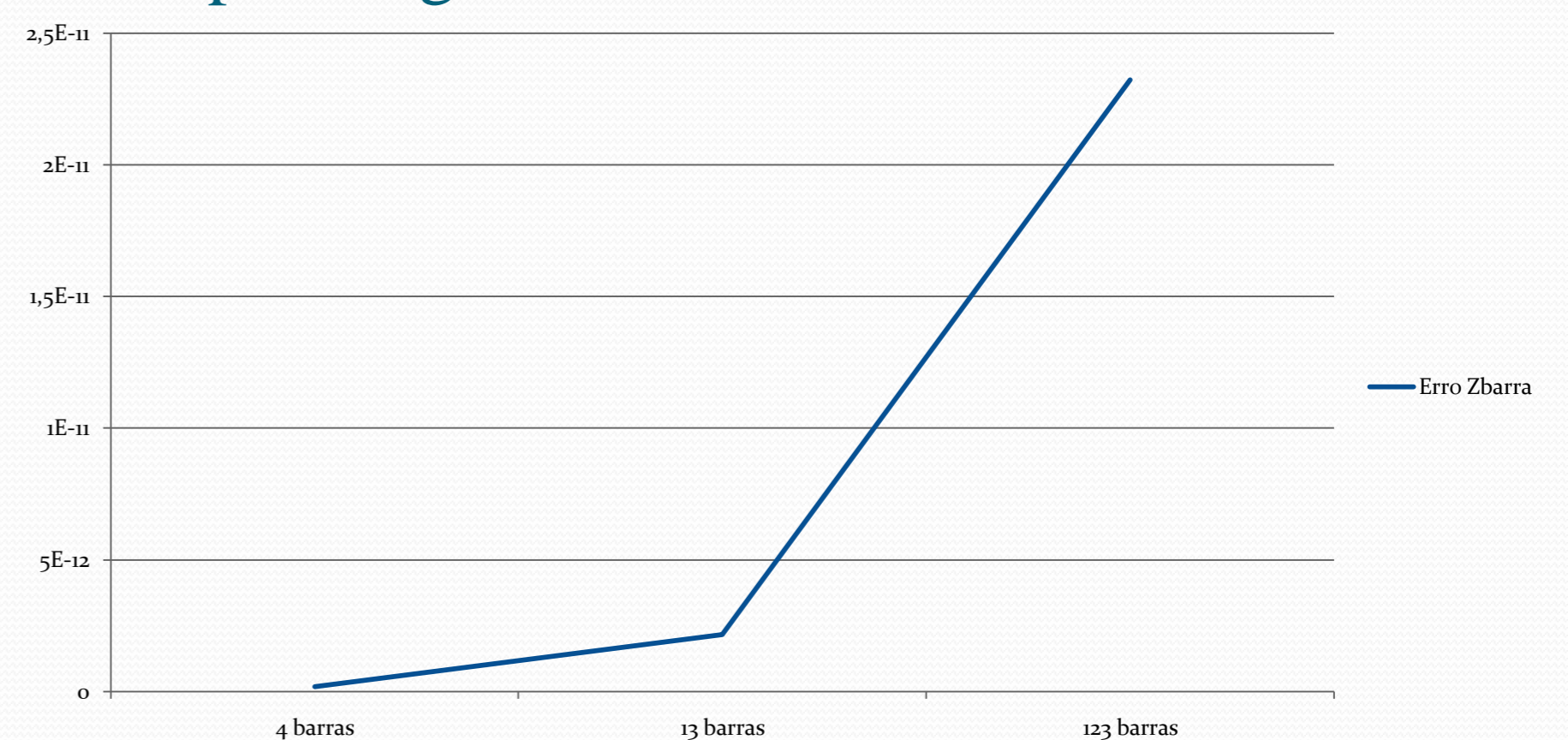
Onde m,n são o tamanho da matriz.

3. Estudos de Caso

Como estudos de caso teremos como base três sistemas do IEEE, um com 4 barras, outro 13 barras e outro com 123 barras. Analisaremos três quesitos, o erro percentual na Z_{barra} tendo como base o método do Girgis, o tempo para execução da rotina e o erro na corrente de uma falta fase-terra na primeira barra dos 2 sistemas, tendo como base o ATP.

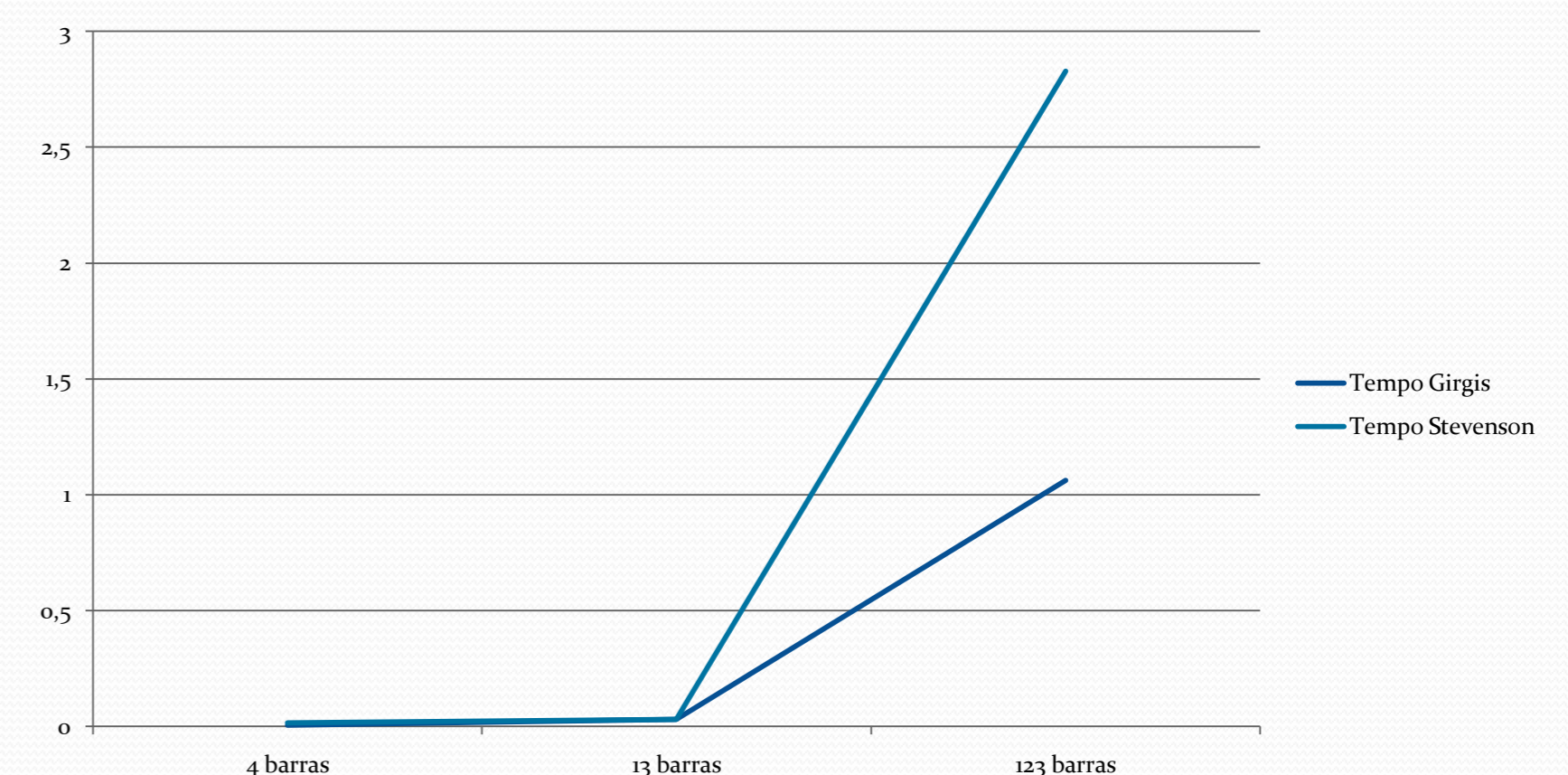
3.1 Erro na Z_{barra}

Abaixo temos um gráfico que mostra o erro percentual na Z_{barra} tendo como base o método enunciado por Girgis:



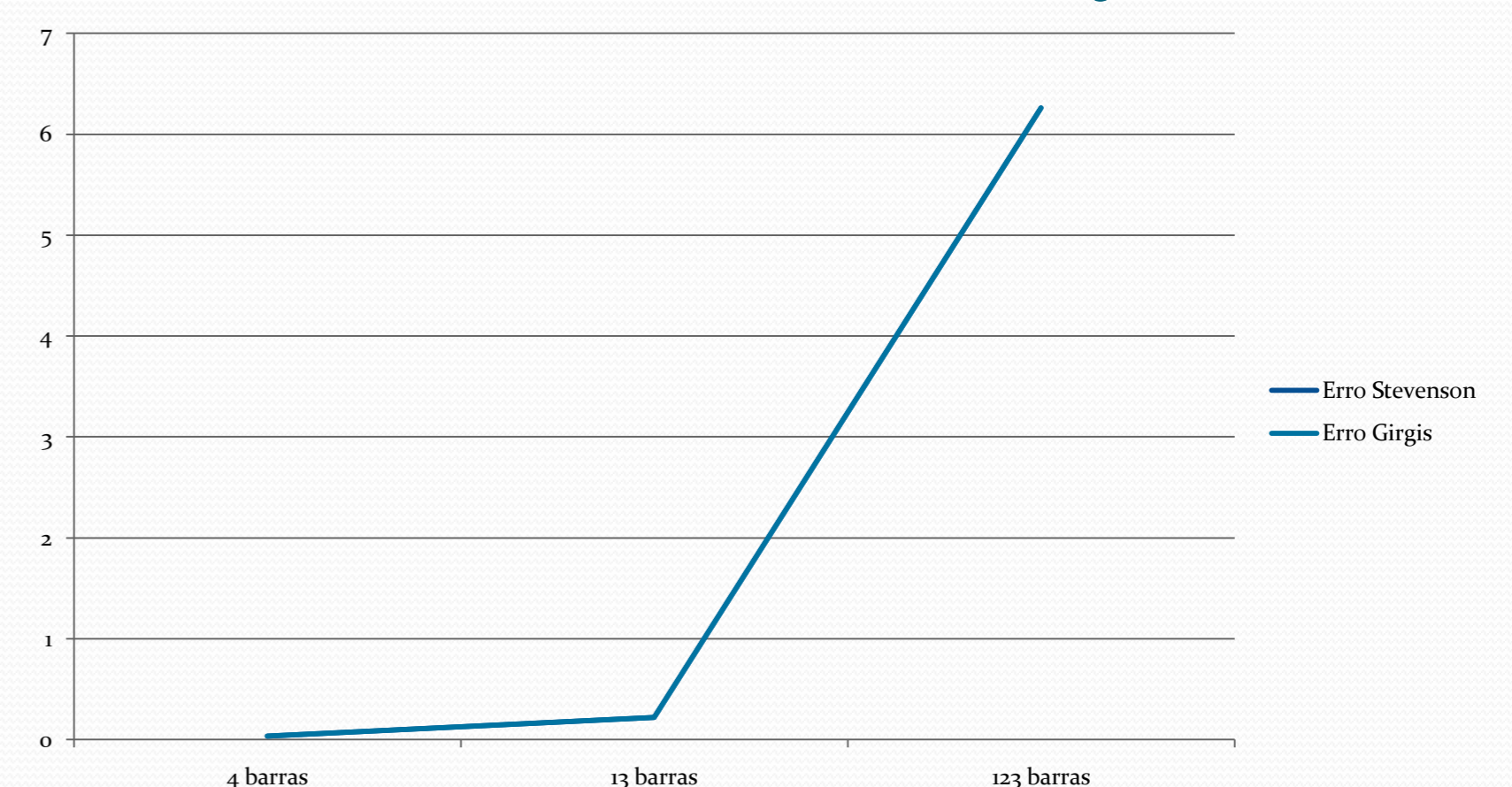
3.2 Tempo de execução de Rotina

Temos abaixo um gráfico que mostra o tempo de execução de 2 rotinas, uma que obtém a Z_{barra} pelo método enunciado por Girgis e outra pelo método enunciado por Stevenson.



3.3 Erro na corrente de falta

Abaixo temos um gráfico do erro percentual na corrente de falta de cada método em relação ao ATP.



4. Conclusões

A partir dessa análise concluímos que a diferença entre os métodos é muito pequena em termos de precisão, praticamente inexistente. Quanto ao custo computacional é muito mais vantajoso utilizar o método enunciado por Girgis

Referências:

Makram, E. B.; Bou-Rabee, M. A.; Girgis, A. A. **Three-Phase Modeling of Unbalanced Distribution Systems during Open Conductors and/or Shunt Fault Conditions Using the Bus Impedance Matrix.** Clemson (USA): Electric Power Systems Research, 13, 1987.

Kersting, H. W. **Distribution System Modeling and Analysis.** Boca Raton (Estados Unidos): CRC Press, 2002.

STEVENSON, William D.. **Elementos de Análise de Sistemas de Potência.** 1ª Edição. São Paulo, Fundação Nacional de Material Escolar, 1974.