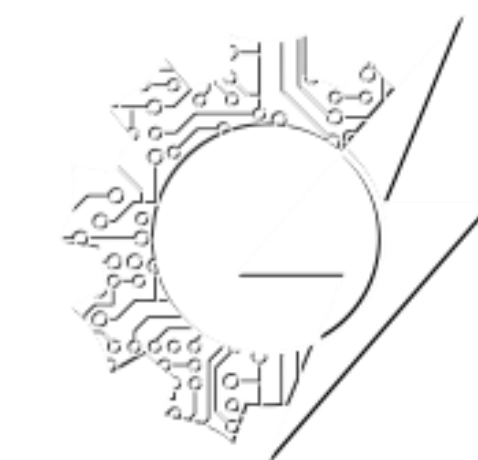


Análise da Influência de Sistemas de Distribuição Ativos no Sistema de Transmissão

J. FRENA, R. K. PORTELINHA, O. L. TORTELLI e E. M. LOURENÇO
UFPR - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA
renanportelinha@hotmail.com



Este trabalho propõe uma metodologia para resolver o problema do fluxo de potência de redes de transmissão e distribuição (T&D) de energia elétrica de maneira unificada. A metodologia proposta baseia-se em uma inovadora associação do tradicional método Newton-Raphson Desacoplado Rápido com a técnica de normalização complexa. Os resultados apresentados neste trabalho demonstram a efetividade da proposta no sentido de avaliar de maneira precisa a influência dos alimentadores de distribuição ativos na rede de transmissão.

INTRODUÇÃO

O sistema elétrico vem passando por um processo de significativas mudanças, decorrentes do grande avanço nas tecnologias de comunicação, medição e automação associadas ao conceito *Smart Grid*. Isto tem influenciado mais diretamente os sistemas de distribuição (SD) que, de uma estrutura tradicionalmente passiva, topologia radial e com fluxo de potência unidirecional, tendem a incorporar cada vez mais geração distribuída (GD), convertendo-se assim em redes ativas, sujeitas a topologia em anel ou malha e a fluxos de potência bidirecionais, tornando-se capazes de afetar cada vez mais a operação do sistema de transmissão (ST). Portanto, há necessidade de metodologias que permitam avaliar diretamente a interação entre os sistemas SDs ativos e o ST.

OBJETIVOS

- Analisar a influência dos sistemas de distribuição ativos no sistema de transmissão.

METODOLOGIA

- Baseada no emprego da técnica de normalização complexa (cpu) (Tortelli et al, 2015), que viabiliza o uso do método Newton-Raphson Desacoplado Rápido (Stott e Alsac, 1974) para o estudo de alimentadores de distribuição através da inclusão de um ângulo base (φ_{base}) à definição da potência base do sistema:

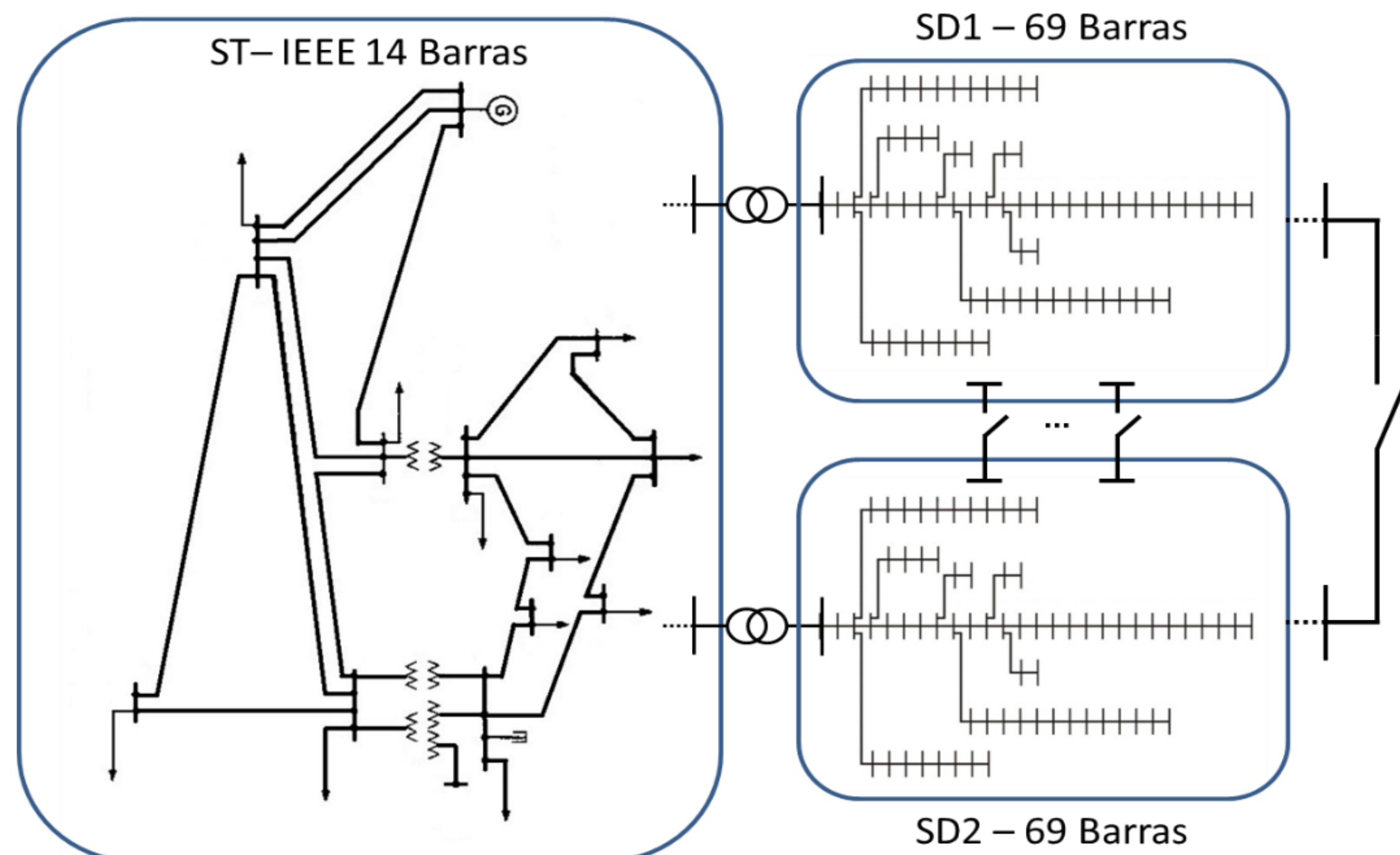
$$\dot{S}_{base} = |\dot{S}_{base}| e^{-j\phi_{base}}$$

- Para a análise integrada T&D, a normalização complexa é aplicada somente aos SDs, enquanto ao ST é aplicada a normalização por unidade convencional (pu), assim o sistema a ser resolvido iterativamente é indicado pelos seguintes conjuntos de equações.

$$\begin{bmatrix} \Delta P^{pu} \\ \Delta P^{cpu} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [B']_{pu} \\ [B']_{cpu} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta \theta \end{bmatrix} \quad (2) \quad \begin{bmatrix} \Delta Q^{pu} \\ \Delta Q^{cpu} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [B'']_{pu} \\ [B'']_{cpu} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta V \end{bmatrix} \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sistema teste utilizado:



Cenários operativos avaliados:

- a) Radial (base);
- b) radial com presença de GD no SD1;
- c) caso b com operação em anel entre os SDs;
- d) caso b com operação em malha entre os SDs.

TABELA 1 – Convergência em função do ângulo base (em número de iterações) e versão Desacoplada Rápida.

φ_{base}	Radial GD		Malha GD	
	XB	BX	XB	BX
0°	13	14	11	11
10°	10	12	9	9
20°	10	10	8	8
30°	9	10	8	8
40°	8	9	9	9
50°	8	9	13	13

TABELA 2 - Fluxo de potência em linhas do ST (em MW/Mvar).

	Radial	Radial GD	Anel GD	Malha GD
P ₁₋₂	159,95	152,27	152,11	150,83
P ₆₋₁₁	6,74	6,86	4,03	-15,04
Q ₄₋₅	2,31	2,54	1,59	5,05
Q ₅₋₆	14,84	14,82	15,48	8,09

FIGURA 1 – Perfil de tensão do ST para os diferentes casos.

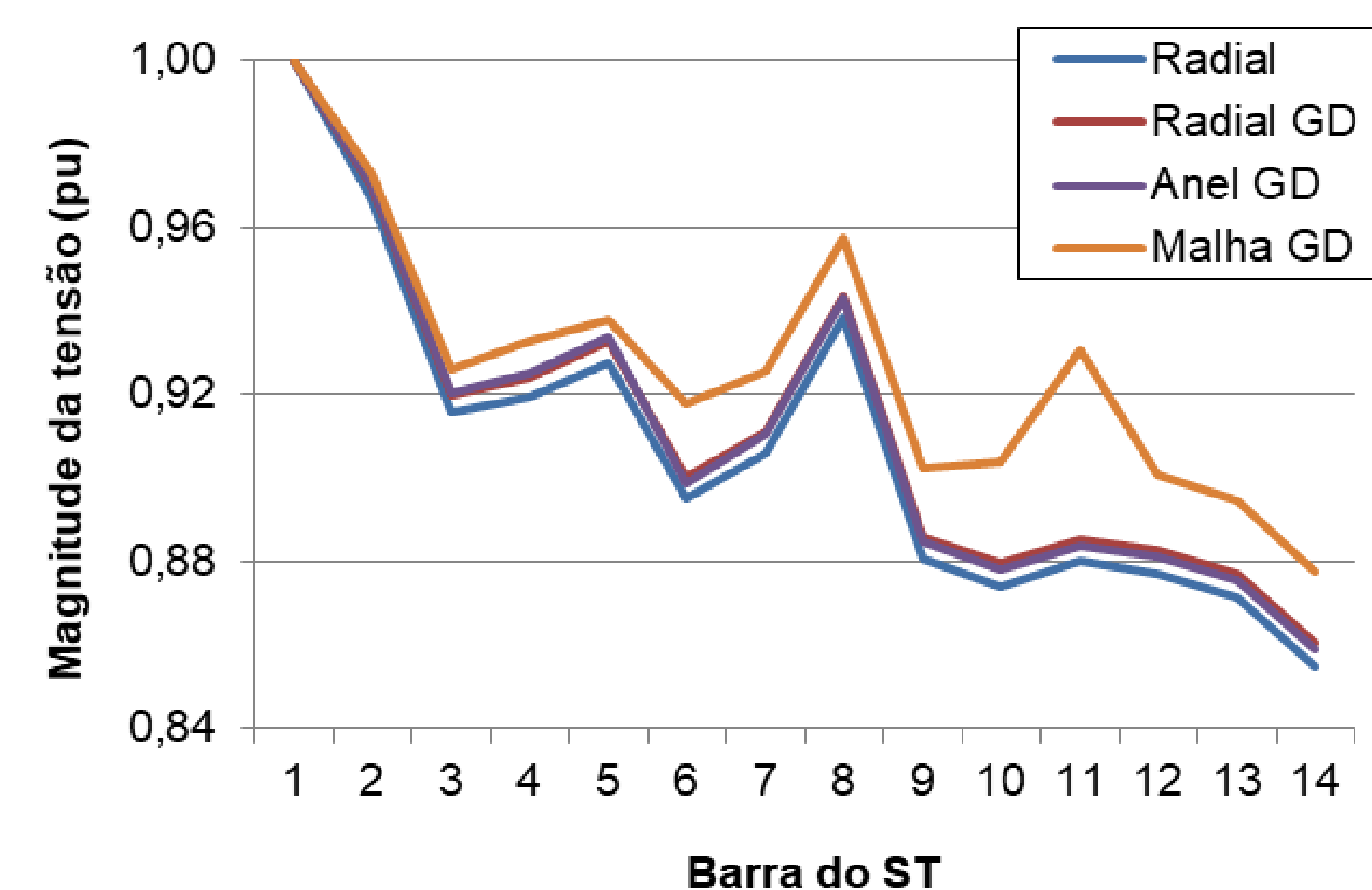


TABELA 3 - Fluxo de potência nas linhas de conexão entre ST e SDs (em MW/Mvar).

	Radial GD	Anel GD
P _{T-D1}	-7,06	1,79
P _{T-D2}	4,10	1,02
Q _{T-D1}	2,83	0,47
Q _{T-D2}	2,84	5,33

CONCLUSÃO

Os resultados de simulação apresentados indicam que o método assegura a manutenção da eficiência computacional característica do método desacoplado rápido ao tratar, de maneira integrada, sistemas T&D em diferentes arranjos topológicos e participação de geração distribuída.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. O.L. Tortelli, E.M. Lourenço, A.V. Garcia, e B.C. Pal, "Fast Decoupled Power Flow to Emerging Distribution Systems via Complex pu Normalization", IEEE Trans. On Power Systems, Vol. 30. No. 3, pp. 1351-1358, 2015.
2. B. Stott e O. Alsac, "Fast Decoupled Load Flow", IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-93, pp. 859-869, 1974.

