

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelo Para Resolver Problemas de Restauração de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica

Guilherme F. Afonso¹

Departamento de Matemática, FEIS-Unesp, Ilha Solteira, SP

Antonio M. Cossi²

Departamento de Matemática, FEIS-Unesp, Ilha Solteira, SP

1 Introdução

Neste trabalho é apresentado um modelo matemático e a técnica de solução BVNS (*Basic Variable Neighborhood Search*) para resolver o problema de restauração de sistemas de distribuição de energia elétrica (PRSDEE) [1]. O modelo matemático consiste em minimizar as seções do sistema que ficariam sem energia após o seu restabelecimento, sujeito às restrições técnicas, físicas e operacionais do sistema de distribuição. Trata-se de um problema de programação não linear inteiro misto (PNLIM) em que as propostas de solução são obtidas através do algoritmo BVNS. A estrutura de vizinhança do algoritmo BVNS é baseada na técnica Representação Nó-Profundidade (RNP) [2]. A melhor solução do PRSDEE é aquela que tiver o maior número de seções restauradas, obedecendo as restrições do problema.

2 Modelo Utilizando Algoritmo BVNS

O PRSDEE é formulado como um PNLIM, cuja função objetivo, equação (1), procura minimizar a quantidade de cargas (Sa) das seções i do sistema que ficariam sem energia no caso de uma interrupção permanente, em relação ao total de cargas do sistema (St), mais a quantidade mínima de chaveamentos (CHe), através da abertura e fechamento de chaves j do sistema, em relação a quantidade máxima possível de chaveamentos (CHt). A variável X_i indica se a seção pertence ($X_i = 1$) ou não ($X_i = 0$) ao sistema.

$$fo = \frac{\sum_{i=0}^{NS} Sa_i * X_i}{St} + \frac{\sum_{j=1}^{NLch} CHe_j}{CHt} \quad (\%) \quad (1)$$

As restrições do problema são formadas por um conjunto de equações e inequações que representam: balanço de potência (*leis de kirchhoff*), queda de tensão, capacidade de

¹guilhermeflorindoafonso@gmail.com

²cossi@mat.feis.unesp.br

operação dos cabos, capacidade de operação das subestações e a radialidade do sistema.

A configuração inicial do BVNS é gerada através de uma heurística que consiste em religar as seções desenergizadas (exceto a seção da falta) através de seções vizinhas energizadas, de forma aleatória. A estrutura de vizinhança do algoritmo BVNS, é baseada na quantidade de podas feitas pelos operadores da RNP [2], PAO e CAO, entre alimentadores que possuem seções afetadas pela falta e seus vizinhos, e assim sucessivamente, da seguinte forma: Vizinhança N1: realiza 1 poda no sistema entre alimentadores; Vizinhança N2: realiza 2 podas no sistema entre alimentadores; Vizinhança N_k : realiza k podas no sistema entre alimentadores. O procedimento de busca local do BVNS é feito através do operador PAO [2]. O algoritmo BVNS é descrito da seguinte maneira:

1. Definição do conjunto de estruturas de vizinhança $N_k(x)$;
2. Definição da quantidade máxima (k_{max}) de estruturas de vizinhança;
3. Encontrar solução inicial x_0 ;
4. Fazer $x \leftarrow x_0$;
5. Enquanto não for satisfeito o critério de parada,
 - (a) Fazer $k \leftarrow 1$ (Estrutura de vizinhança N1);
 - (b) Enquanto $k \leq k_{max}$:
 - i. Gerar aleatoriamente $x' \in N_k(x)$ através dos operadores PAO e CAO;
 - ii. Aplicar busca local, tendo x' como solução inicial, através dos operadores PAO e OFF e encontrar o vizinho x'' ;
 - iii. Se $f(x'') < f(x)$,
 - A. Então $x \leftarrow x''$ e $k \leftarrow 1$;
 - B. Senão $k = k + 1$ (Muda a estrutura de vizinhança);
 - iv. Fim se;
 - (c) Fim enquanto;
6. Fim enquanto;

Agradecimentos

Os autores agradecem ao DMAT/FEIS pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- [1] P. Hansen and N. Mladenov. Variable neighborhood search: principles and applications, *European Journal of Operational Research*. 130, 449–467, 2001.
- [2] A. C. Santos, A. C. B. Delbem e N. Bretas. Representação nó-profundidade para algoritmos evolutivos aplicados a minimização de perdas resistivas em sistemas de distribuição, *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente – VIII SBAI*, 2007.