

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelo Matemático para o Planejamento de Redes de Distribuição de Energia Elétrica Considerando Programa de Resposta da Demanda

Antonio Carlos Nossa Rissati¹

Departamento de Matemática, FE/IS-Unesp, Ilha Solteira, SP

Antonio Marcos Cossi²

Departamento de Matemática, FE/IS-Unesp, Ilha Solteira, SP

Neste trabalho é apresentado um modelo matemático para o Planejamento de Redes de Distribuição de Energia Elétrica (PRDEE), considerando um Programa de Resposta da Demanda (PRD). Trata-se de um modelo com dois objetivos distintos, baseados nos conceitos de Dominância e Fronteira de Pareto. O modelo de PRDEE considera os custos das ações de investimentos na rede elétrica [1]. O modelo de PRD considera os custos da perda de receita por parte da empresa devido ao fato de ter que remunerar clientes que fazem parte do PRD [2]. As ações do PRDEE dizem respeito aos investimentos com melhorias na rede elétrica. O PRD consiste em reduzir ou realocar demandas de consumidores, que fazem parte do PRD, de horários de pico para outros horários fora dos horários de pico. Neste caso, os clientes teriam incentivos tarifários para aderirem ao PRD. Portanto, o PRD proposto é baseado em tarifas (PRDBT), sendo a tarifa como elemento de gestão de carga do cliente. A função objetivo do modelo, descrita pelas equações (1-3), referem-se aos custos envolvidos no planejamento considerando o PRD, em R\$. As restrições do problema são descritas pelas equações (4-10).

$$\text{Min } C_{CIP}, C_{PRD} \quad (1)$$

$$C_{CIP} = C_{CAB} + C_{SE} + C_{PERD} \quad (2)$$

$$C_{PRD} = CE_{sPRD} - CE_{cPRD} \quad (3)$$

em que: C_{IP} é o custo total dos investimentos devido às ações de planejamento; C_{PRD} representa o custo referente à perda de receita de energia devido ao PRD; C_{CAB} é o custo devido a alocação/troca de cabos na rede elétrica; C_{SE} é o custo com a instalação/repotencialização de subestações; C_{PERD} é o custo das perdas elétricas do sistema; CE_{sPRD} é o custo de energia sem a participação do PRD; CE_{cPRD} é o custo de energia com a participação do PRD.

$$G(V, \theta) = 0 \quad (4)$$

¹antonioocnr@live.com

²antonio.cossi@unesp.br

$$\sum_{i=1}^{NB} S_{A_i} + \sum_{j=1}^{NL} S_{P_j} \leq \sum_{s=1}^{NS} S_{SE_s} \quad (5)$$

$$|f_j| \leq f_j^{max} \quad (6)$$

$$V_i^{min} \leq V_i \leq V_i^{max} \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{NB} i = \left(\sum_{j=1}^{NL} j \right) - 1 \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^{NPRD} P_{i,t}^{PRD} \leq P_t^{PRD_{max}} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^{NPRD} NC_i^{PRD} \leq NC^{PRD_{max}} \quad (10)$$

A equação (4) representa as equações de fluxo de potência (*leis de Kirchoff*); Na inequação (5), o somatório das cargas S_A em cada barra i do sistema, mais as perdas S_P em cada ramo j , devem ser menor ou igual a capacidade da subestação SE_s ; Na inequação (6), o fluxo de corrente f no ramo j da rede deve ser menor ou igual ao fluxo máximo de corrente f^{max} suportado pelo cabo instalado no ramo j ; Na inequação (7), a tensão V calculada em cada barra i da rede deve permanecer dentro dos limites de tensão mínima V^{min} e máxima V^{max} ; Na equação (8), o sistema deve se manter radial, neste caso o somatório das barras i do sistema deve ser igual ao somatório das linhas j menos um; Na inequação (9), o somatório da potência P^{PRD} disponibilizadas para o PRD em cada barra i do sistema, durante o período t , deve ser menor ou igual que a potência máxima $P^{PRD_{max}}$ disponibilizada no PRD; Na inequação (10), o somatório de clientes NC^{PRD} em cada barra i que faz parte do PRD deve ser menor ou igual que a quantidade máxima de clientes $NC^{PRD_{max}}$ que podem participar do PRD.

Ambos os objetivos do PRSDEE e PRD são conflitantes. Neste caso, quanto maior o custo de investimentos (CIP_{max}) menor será perda de receita com o PRD ($CPRD_{min}$) e vice versa. No entanto, pode-se optar por soluções intermediárias que minimizem ambos os objetivos ao mesmo tempo (CIP_{inter} e $CPRD_{inter}$).

Os autores agradecem a FAPESP pelo apoio financeiro no desenvolvimento do trabalho.

Referências

- [1] A. M. Cossi, R. Romero and J. R. S. Mantovani. Planning of secondary distribution circuits through evolutionary algorithms, *IEEE Transactions on Power Delivery*, v.20, n.1, p.205-213, 2005.
- [2] L. C. Siebert. Sistema de otimização de resposta à demanda para redes elétricas inteligentes, Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, 2013.