

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Minimização do *gap* de integralidade das variáveis discretas via função polinomial para resolução do problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo

Daisy Paes Silva ¹

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Programa de pós-graduação em Eng. Elétrica, Bauru

Edilaine Martins Soler ²

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru

1 Problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo e Abordagem Heurística Proposta

O problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo (FPOR) é uma ferramenta essencial para os operadores para planejar e operar no Sistema Elétrico de Potência (SEP). Considera-se o problema de FPOR, apresentado em (1).

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } f(x) \\
 \text{s.a: } & h(x, y) = 0 \\
 & g(x, y) \leq 0 \\
 & \underline{x} \leq x \leq \bar{x} \\
 & y_k \in D,
 \end{aligned} \tag{1}$$

em que x são variáveis contínuas, magnitudes e ângulos de tensão; y são variáveis discretas, *tap* dos transformadores e bancos de capacitores e/ou reatores *shunt*; f são perdas de potência ativa; h são balanços de potência ativa e reativa; $g \leq 0$ são limites de injeção de potência reativa e da magnitude de tensão, e D conjunto de valores discretos. Neste trabalho propõe-se uma abordagem heurística de melhoria de solução que objetiva encontrar soluções factíveis melhores a cada iteração até que não seja mais possível, baseada na minimização do *gap* de integralidade de [2] e por meio de uma restrição de corte objetivo. A abordagem proposta consiste em resolver sucessivos problemas da forma de (2).

¹daisypaess@gmail.com

²edilaine.soler2@unesp.br

$$\begin{aligned}
& \text{Min} \quad \gamma \text{gap}(y) \\
& \text{s.a:} \quad h(x, y) = 0 \\
& \quad \quad g(x, y) \leq 0 \\
& \quad \quad f(x) \leq z - \varepsilon \\
& \quad \quad \underline{x} \leq x \leq \bar{x} \\
& \quad \quad \underline{y} \leq y \leq \bar{y},
\end{aligned} \tag{2}$$

em que, $\text{gap}(y)$ é uma função penalidade desenvolvida em [1], que é nula se y assumir valores discretos e positiva caso contrário; $\varepsilon > 0$ é o corte de nível objetivo, que elimina a melhor solução factível já obtida até o momento; z é o valor da função objetivo na melhor solução discreta conhecida até o momento; γ é um parâmetro para ajustar a amplitude da função, gap . Se o $\text{gap}(y)$ for nulo, esta solução será factível para o problema (1), z é atualizado e um novo problema (2) é resolvido. Se o $\text{gap}(y)$ for não nulo ou o problema for infactível, não é mais possível obter soluções melhores e o processo é finalizado.

2 Resultados e Considerações Finais

Os testes foram realizados com o sistema IEEE 14 barras. A abordagem proposta para a solução do problema de FPOR é implementada no GAMS e os problemas de FPOR resultantes foram resolvidos pelo método de pontos interiores do *solver* IPOPT. A função objetivo inicia o processo iterativo com 14,3 MW e termina com 13,6 MW, obtendo 13 soluções factíveis e melhora de 4,9%. O tempo total foi de 34,4 s. Considera-se a solução das 10ª iteração a melhor, pois tem a menor função objetivo, 13,6 MW, e a tensão encontra-se mais próxima da tensão nominal. Ao resolver este mesmo problema pelo método *branch-bound*, implementado no *solver* BONMIN obtem-se função objetivo de 12,3 MW em 2,7 s. A abordagem proposta está em fase de aprimoramento. Testes numéricos com sistemas elétricos de maior porte serão realizados.

Agradecimentos

Ao CNPq, Processo nº 313495/2017-3 e Processo nº 428740/2016-2, e à CAPES.

Referências

- [1] D. P. Silva, Funções Penalidade para o Tratamento das Variáveis Discretas do Problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo, Diss. de Mestrado em Eng. Elétrica, Unesp, 2016.
- [2] W. A. X. Melo e F. M. P. Fampa. Uma heurística de minimização de gap para Programação Não Linear Inteira Mista com variáveis binárias, *Congr. Íbero-americano de investigación operativa e simpósio brasileiro de pesquisa operacional*, p. 3412-3423, 2012.