Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics, Vol. 5, N. 1, 2017.

Trabalho apresentado no CNMAC, Gramado - RS, 2016.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Minimização de uma função senoidal para resolução do problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo

Edilaine M. Soler[1]

Departamento de Matemática, Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru, SP

1 Introdução

Um modo eficiente para se determinar o estado de um sistema de energia elétrica é através do problema de Fluxo de Potência Ótimo (FPO), um modelo de otimização em que a rede elétrica é representada por um conjunto de equações e inequações algébricas. O problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo (FPOR) é um caso particular do problema de FPO.

O problema de FPOR é modelado como um problema de programação não linear com variáveis discretas e contínuas, e pode ser representado por:

$$\begin{aligned} & Min \quad f(x,y) \\ & s.a: \begin{cases} h(x,y) = 0 \\ g(x,y) \leq 0 \\ \underline{x} \leq x \leq \overline{x} \\ y_i \in D_{y_i}, i = 1, 2, ..., n_y \end{cases} \end{aligned} \tag{1}$$

onde $x = (x_1, x_2, ..., x_{n_x})$ e $y = (y_1, y_2, ..., y_{n_y})$ são variáveis de decisão, D_{y_i} é o conjunto de valores discretos para a variável y_i, para $i = 1, 2, ..., n_y$. As funções $f(x,y)$, $h(x,y) = (h_1(x,y), h_2(x,y), ..., h_m(x,y))$ e $g(x,y) = (g_1(x,y), g_2(x,y), ..., g_p(x,y))$ são funções não lineares. Os vetores $\underline{x} \in \mathbb{R}^{n_x}$ e $\overline{x} \in \mathbb{R}^{n_x}$ indicam os limites inferior e superior do vetor de variáveis x. Na formulação adotada neste trabalho, $f(x,y)$ representa as perdas de potência ativa nas linhas de transmissão. O problema de FPOR é de difícil resolução pois envolve funções não convexas e variáveis contínuas e discretas.

2 Método de solução

Consideremos a função (2) proposta por [1]:

$$\Phi(y) = \sum_{i=1}^{n_y} \left[sen \left(\frac{y_i}{s_i^{sup} - s_i^{inf}} \pi + \alpha_i \right) \right]^2, \tag{2}$$

[1]edilaine@fc.unesp.br

em que: s_i^{inf} é o valor discreto mais próximo inferiormente de y_i, s_i^{sup} é o valor discreto mais próximo superiormente de y_i, e α_i é uma constante tal que $0 \leq \alpha_i < \pi$ escolhida de modo que a função $\Phi(y)$ se anule somente nos valores discretos de y. Como os pontos de mínimo de (2) ocorrem nos valores discretos permitidos para y, uma solução para o problema (3) em que $\phi(y*) = 0$ é uma solução factível para o problema (1).

$$
\begin{array}{ll}
Min & \Phi(y) \\
s.a: & \begin{cases} f(x,y) < \delta \\ h(x,y) = 0 \\ g(x,y) \leq 0 \\ \underline{x} \leq x \leq \overline{x} \\ \underline{y} \leq y \leq \overline{y} \end{cases}
\end{array}
\tag{3}
$$

Assim, para resolver o problema de FPOR dado por (1) propõe-se neste trabalho uma nova abordagem dada pelo algoritmo a seguir, em que $\epsilon > 0$ é a tolerância de convergência.

Início: $k = 0, \epsilon, \Phi(y^{(0)})$
Enquanto $\Phi(y^{(k)}) < \epsilon$ Faça
    k=k+1
    Tome $\delta = f(x^{(k-1)}, y^{(k-1)})$, e resolva (3) usando o *solver* gratuito IPOPT $\Rightarrow (x^{(k)}, y^{(k)})$
Fim Enquanto
Solução: $(x^*, y^*) = (x^{(k-1)}, y^{(k-1)})$

3 Resultados e Considerações Finais

Testes numéricos com os sitemas elétricos IEEE 14 e IEEE 30 barras foram realizados para avaliar o potencial do método de solução proposto. Na solução obtida para o sistema IEEE 14 barras, as perdas de potência ativa são $12,27MW$. Na solução obtida para o sistema IEEE 30 barras, as perdas de potência ativa são $16,11MW$. Estes resultados mostram-se competitivos pela qualidade da solução e tempo computacional de resolução quando comparados com resultados apresentados em [1].

Futuramente serão realizados testes numéricos com sistemas elétricos de grande porte.

Referências

[1] E. M. Soler, E. N. Asada and G. R. M. Costa. Penalty-based nonlinear solver for optimal reactive power dispatch with discrete controls, *IEEE Transactions on Power Systems*, 2013. DOI: 10.1109/TPWRS.2013.2252207.