

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

## Heurística para a resolução do problema de fluxo de potência ótimo reativo com variáveis discretas

Daisy P. Silva<sup>1</sup>

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, UNESP, Bauru, SP

Edilaine M. Soler<sup>2</sup>

Departamento de Matemática, UNESP, Bauru, SP

### 1 Problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo

O problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo (FPOR) é um caso particular do problema de FPO, em que as variáveis associadas à potência ativa são fixadas e as variáveis associadas à potência reativa são controladas de modo a minimizar as perdas de potência ativa nas linhas de transmissão de energia elétrica. Na formulação adotada neste trabalho o problema de FPOR é modelado como um problema de programação não-linear, não-convexo, restrito e com variáveis discretas e contínuas, conforme mostrado em (1):

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \quad f(x, y) \\
 & \text{s.a :} \quad h(x, y) = 0 \\
 & \quad \quad g(x, y) \leq 0 \\
 & \quad \quad \underline{x} \leq x \leq \bar{x} \\
 & \quad \quad y_k \in \{d_{k_1}, \dots, d_{k_n}\}, k = 1, \dots, n_y,
 \end{aligned} \tag{1}$$

em que  $x = (x_1, \dots, x_{n_x})$  são as variáveis contínuas do problema, que representam as magnitudes e ângulos de tensão nas barras;  $y = (y_1, \dots, y_{n_y})$  são as variáveis de controle discretas do problema, que representam os *taps* dos transformadores e as susceptâncias *shunt*;  $f(x, y)$  é a função objetivo, não-linear, que representa as perdas de potência ativa nas linhas de transmissão de energia elétrica;  $h(x, y) = 0$  são equações não-lineares que representam as restrições físicas do sistema, balanço de potência ativa e reativa;  $g(x, y) \leq 0$  são inequações não-lineares que representam as restrições operacionais do sistema, limites de injeção de potência reativa. Devido à dificuldade de solução imposta pelas variáveis discretas do problema, muitas das abordagens da literatura tratam os controles discretos como contínuos. Estas formulações não representam a realidade de um sistema elétrico de potência, pois alguns controles podem somente ser ajustados por valores discretos.

Neste trabalho, propõe-se uma heurística de factibilidade e melhoramento de solução baseada na minimização do *gap* de integralidade das variáveis discretas para a resolução

---

<sup>1</sup>daisy.silva@feb.unesp.br

<sup>2</sup>edilaine@fc.unesp.br

do problema de FPOR. A abordagem proposta obtém uma solução factível melhor a cada iteração enquanto for possível.

## 2 Heurística para a resolução do problema de fluxo de potência ótimo reativo com variáveis discretas

Inspirados no trabalho de [2], a partir do problema (1) definimos o problema (2).

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

em que,  $gap(y)$  é uma função polinomial desenvolvida em [1], conforme (3):

$$gap(y) = [(y_k - d_1) \times (y_k - d_2) \times \dots \times (y_k - d_n)]^2, \forall k = 1, \dots, n_y \tag{3}$$

Tem-se que  $gap(y) = 0$  se, e somente se,  $y$  assume valores discretos e  $gap(y) > 0$  caso contrário,  $z$  é valor da função objetivo de (1) na solução obtida para este problema pelo algoritmo proposto em [1] e  $\varepsilon > 0$  é um valor fixo e suficientemente pequeno de forma que exclua esta solução da região factível de (2). Resolve-se o problema (2) pelo Método de Pontos Interiores com Filtro se a função objetivo de (2),  $gap(y)$ , for nula na solução obtida, esta solução será factível para o problema (1). Se a função objetivo de (2),  $gap(y)$ , for não nula na solução obtida para este problema ou o problema (2) for infactível, não é mais possível obter soluções melhores para (1).

Futuramente a abordagem proposta será testada em sistemas elétricos IEEE, referência na área de Engenharia Elétrica, e os resultados obtidos serão comparados com os resultados da literatura.

## Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio da CAPES e do CNPq (Processo nº 428740/2016-2).

## Referências

- [1] D. P. Silva, Funções Penalidade para o Tratamento das Variáveis Discretas do Problema de Fluxo de Potência Ótimo Reativo, Dissertação de Mestrado em Engenharia 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, *Congresso Íbero-americano de investigação operativa e simpósio brasileiro de pesquisa operacional*, p. 3412-3423, 2012.