

EEL 510299- Planejamento da Operação de Sistemas de Potência

Trabalho Computacional No. 1

Realizar a análise do despacho ótimo de unidades térmicas considerando as perdas de transmissão para um sistema de potência dado. Para isto, é disponibilizado um *script* implementado em Matlab baseado no algoritmo do método Primal/Dual de Pontos Interiores, denominado “*despacho_otimo*”. As instruções de execução do *script* são apresentadas no Anexo II.

Utilizando esta ferramenta computacional, realize a simulação do sistema teste de 6 unidades geradoras, cujos dados encontram-se no Anexo I, considerando uma carga de *1000 MW* (caso base). Após obter a convergência para o caso-base, re-execute o programa para os seguintes carregamentos do sistema:

700 MW, 900 MW, 1250 MW, 1325 MW

1. Para cada um dos casos referentes aos carregamentos acima, faça uma análise dos resultados obtidos, justificando-os de acordo com a formulação do problema de otimização de Despacho Econômico de unidade térmicas e com as condições teóricas de otimalidade do problema. Em particular, compare:
 - (a) O despacho ótimo dos geradores do sistema, bem como seus custos incrementais, as perdas incrementais de transmissão e fatores de penalidade das unidades geradoras, assim como as perdas totais de transmissão e o multiplicador de Lagrange λ da restrição de balanço de potência;
 - (b) O custo total de produção correspondente ao despacho ótimo;
 - (c) O cumprimento das condições de otimalidade do despacho econômico.
2. Verifique também o desempenho computacional do algoritmo, analisando o processo de convergência do método de otimização (número total de iterações) face aos valores atribuídos às condições iniciais fornecidas;
3. Com o auxílio do aplicativo computacional, determine a mínima e a máxima carga que podem ser atendidas pelo conjunto de unidades geradoras e comente os resultados obtidos face à capacidade de geração do sistema.

Anexo I

SISTEMA-TESTE

- Dados das unidades geradoras:

Unidade 1:	$\underline{P}_1 = 100 \text{ MW}$	$\overline{P}_1 = 500 \text{ MW}$
	$F_1 = 240 + 7,0 P_1 + 0,0070 P_1^2$	
Unidade 2:	$\underline{P}_2 = 50 \text{ MW}$	$\overline{P}_2 = 200 \text{ MW}$
	$F_2 = 200 + 10,0 P_2 + 0,0095 P_2^2$	
Unidade 3:	$\underline{P}_3 = 80 \text{ MW}$	$\overline{P}_3 = 300 \text{ MW}$
	$F_3 = 220 + 8,5 P_3 + 0,0090 P_3^2$	
Unidade 4:	$\underline{P}_4 = 50 \text{ MW}$	$\overline{P}_4 = 150 \text{ MW}$
	$F_4 = 200 + 11,0 P_4 + 0,0090 P_4^2$	
Unidade 5:	$\underline{P}_5 = 50 \text{ MW}$	$\overline{P}_5 = 200 \text{ MW}$
	$F_5 = 220 + 10,5 P_5 + 0,0080 P_5^2$	
Unidade 6:	$\underline{P}_6 = 50 \text{ MW}$	$\overline{P}_6 = 120 \text{ MW}$
	$F_6 = 190 + 12,0 P_6 + 0,0075 P_6^2$	

- Coeficientes da Fórmula Geral das Perdas:

$$P_{perdas} = b_0 + b^T P + P^T B P$$

$$b_0 = 0,56$$

$$\mathbf{b} = [-0,0002 \quad -0,0008 \quad 0,0067 \quad 0,0001 \quad 0,0000 \quad -0,0012]^T$$

$$\mathbf{B} = 1 \times 10^{-2} \begin{bmatrix} 0,0014 & 0,0015 & 0,0009 & -0,0001 & -0,0004 & -0,0002 \\ 0,0015 & 0,0043 & 0,0050 & 0,0001 & -0,0008 & -0,0003 \\ 0,0009 & 0,0050 & 0,0315 & 0,0000 & -0,0020 & -0,0016 \\ -0,0001 & 0,0001 & 0,0000 & 0,0029 & -0,0006 & -0,0009 \\ -0,0004 & -0,0008 & -0,0020 & -0,0006 & 0,0085 & -0,0001 \\ -0,0002 & -0,0003 & -0,0016 & -0,0009 & -0,0001 & 0,0176 \end{bmatrix}$$

Instruções de Execução do *script* em Matlab

1. O arquivo *dados_despacho_otimo.m* é fornecido como modelo de entrada de dados do programa, considerando um sistema de 3 geradores obtido do livro: Wood & Wollenberg, "Power Generation, Operation and Control", 2a. edição. Observe que este arquivo contém:
 - Dados dos geradores: a matriz **DG** possui os dados de todas as unidades térmicas do sistema. Cada linha da matriz representa uma unidade geradora, sendo que as colunas devem conter os dados na seguinte ordem especificada: *Número identificador da unidade*, *coeficiente constante da função custo* (c_0), *coeficiente do termo linear da função custo* (c), *coeficiente do termo quadrático da função custo* (Q), *potência mínima* (P_{\min}) e *potência máxima* (P_{\max});
 - Os dados b_0 , \mathbf{b} e \mathbf{B} correspondem aos coeficientes da Fórmula Geral das Perdas (que, da mesma forma que as potências geradas, deve estar expressa em *MW*. Observe que, no exemplo do livro de W&W, fez-se necessário converter unidades);
 - A carga a ser suprida pelo sistema deve ser introduzida em tempo de execução, em resposta a solicitação do programa;
 - Valores iniciais para potências geradas: cada gerador deve possuir um valor de potência gerada inicial, correspondente ao valor mediano da sua capacidade de geração;
 - Valor inicial para λ , especificado pela variável *lamb0* (para o exemplo do livro de W&W foi usado $\lambda_0 = 1$, mas para o caso de 6 geradores pode ser necessário utilizar outro valor);
 - Parâmetros do Método Primal-Dual de Pontos Interiores: não há necessidade de alterar os valor destes parâmetros.
2. Lembre-se que, após a introdução de todos os dados, o arquivo deve ser salvo, obrigatoriamente com a extensão ".m", porém com um nome arbitrariamente atribuído pelo usuário (desde que obedecidas as regras do Matlab para nome de arquivos). Em seguida, edite o arquivo do programa principal e, logo após o comentário "*Arquivo de dados*", comente a linha "dados_despacho_otimo" e digite o nome de seu arquivo na linha seguinte;
3. Na *Command Window* do Matlab, execute o programa simplesmente digitando *despacho_otimo*. Em seguida, entre com o valor da carga, conforme solicitado na execução do programa.