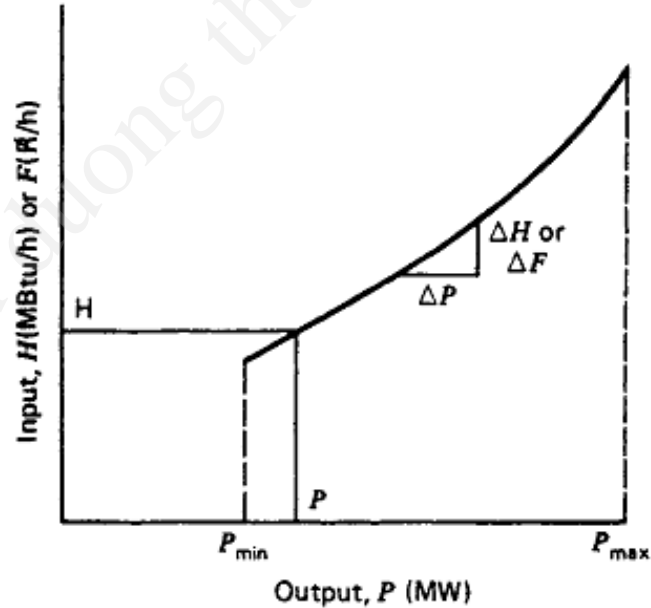
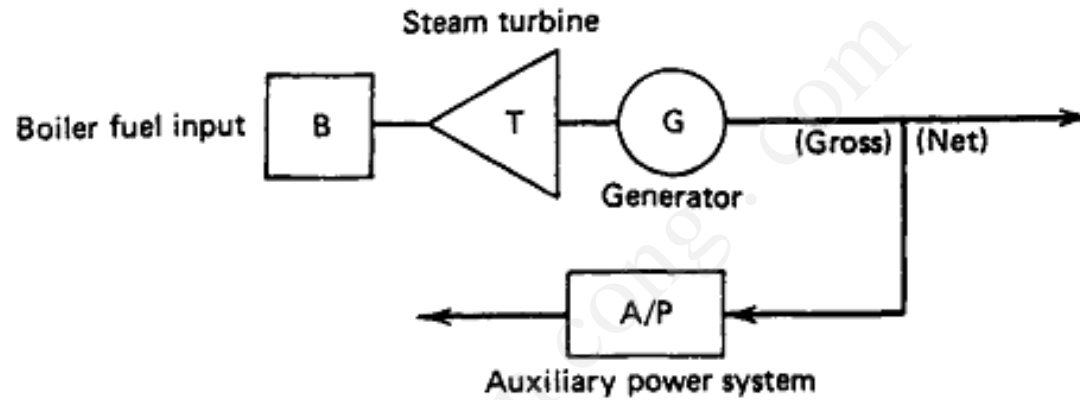


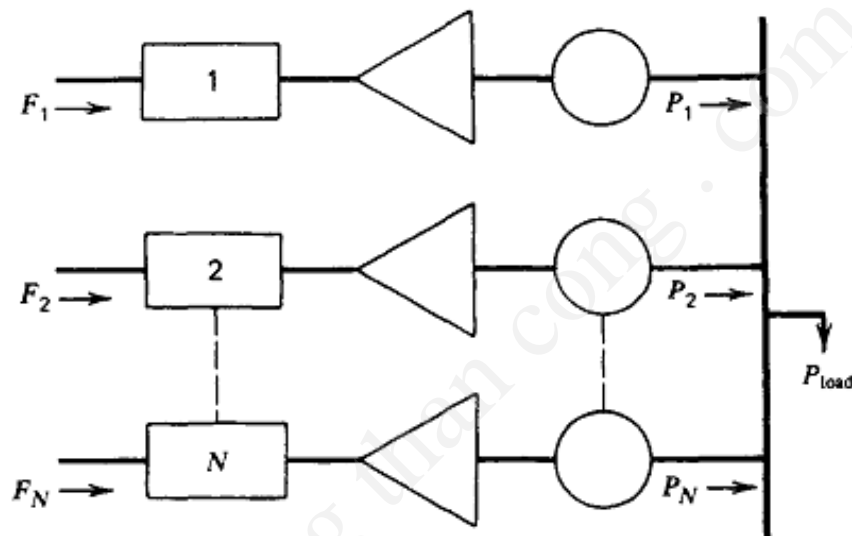
VẬN HÀNH VÀ ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG ĐIỆN

Chương 4 Điều Phối Tối Ưu Công Suất Nhà Máy Nhiệt Điện

KHÁI NIỆM VỀ ĐƯỜNG CONG CHI PHÍ



ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT



$$F_T = F_1 + F_2 + F_3 + \cdots + F_N$$


$$= \sum_{i=1}^N F_i(P_i)$$

$$\phi = 0 = P_{\text{load}} - \sum_{i=1}^N P_i$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT

Hàm Lagrange

$$\mathcal{L} = F_T + \lambda \phi$$


$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial P_i} = \frac{dF_i(P_i)}{dP_i} - \lambda = 0$$


$$0 = \frac{dF_i}{dP_i} - \lambda$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT

Hệ phương trình:

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda$$

N equations

$$P_{i,\min} \leq P_i \leq P_{i,\max}$$

$2N$ inequalities

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_{\text{load}}$$

1 constraint

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT

Tính chất lời giải:

$$\frac{dF_i}{dP_i} = \lambda \quad \text{for } P_{i,\min} < P_i < P_{i,\max}$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \leq \lambda \quad \text{for } P_i = P_{i,\max}$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \geq \lambda \quad \text{for } P_i = P_{i,\min}$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT

Ví dụ:

Unit 1:	fuel cost = 1.1 R/MBtu
Unit 2:	fuel cost = 1.0 R/MBtu
Unit 3:	fuel cost = 1.0 R/MBtu

Unit 1: Coal-fired steam unit: Max output = 600 MW
Min output = 150 MW

Input-output curve:

$$H_1\left(\frac{\text{MBtu}}{\text{h}}\right) = 510.0 + 7.2P_1 + 0.00142P_1^2$$

Unit 2: Oil-fired steam unit: Max output = 400 MW
Min output = 100 MW

Input-output curve:

$$H_2\left(\frac{\text{MBtu}}{\text{h}}\right) = 310.0 + 7.85P_2 + 0.00194P_2^2$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT

Unit 3: Oil-fired steam unit: Max output = 200 MW
Min output = 50 MW

Input–output curve:

$$H_3\left(\frac{\text{MBtu}}{\text{h}}\right) = 78.0 + 7.97P_3 + 0.00482P_3^2$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT

Giải:

$$F_1(P_1) = H_1(P_1) \times 1.1 = 561 + 7.92P_1 + 0.001562P_1^2 \text{ R/h}$$

$$F_2(P_2) = H_2(P_2) \times 1.0 = 310 + 7.85P_2 + 0.00194P_2^2 \text{ R/h}$$

$$F_3(P_3) = H_3(P_3) \times 1.0 = 78 + 7.97P_3 + 0.00482P_3^2 \text{ R/h}$$

$$\frac{dF_1}{dP_1} = 7.92 + 0.003124P_1 = \lambda$$

$$\frac{dF_2}{dP_2} = 7.85 + 0.00388P_2 = \lambda$$

$$\frac{dF_3}{dP_3} = 7.97 + 0.00964P_3 = \lambda$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = 850 \text{ MW}$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU BỎ QUA TỔN THẤT

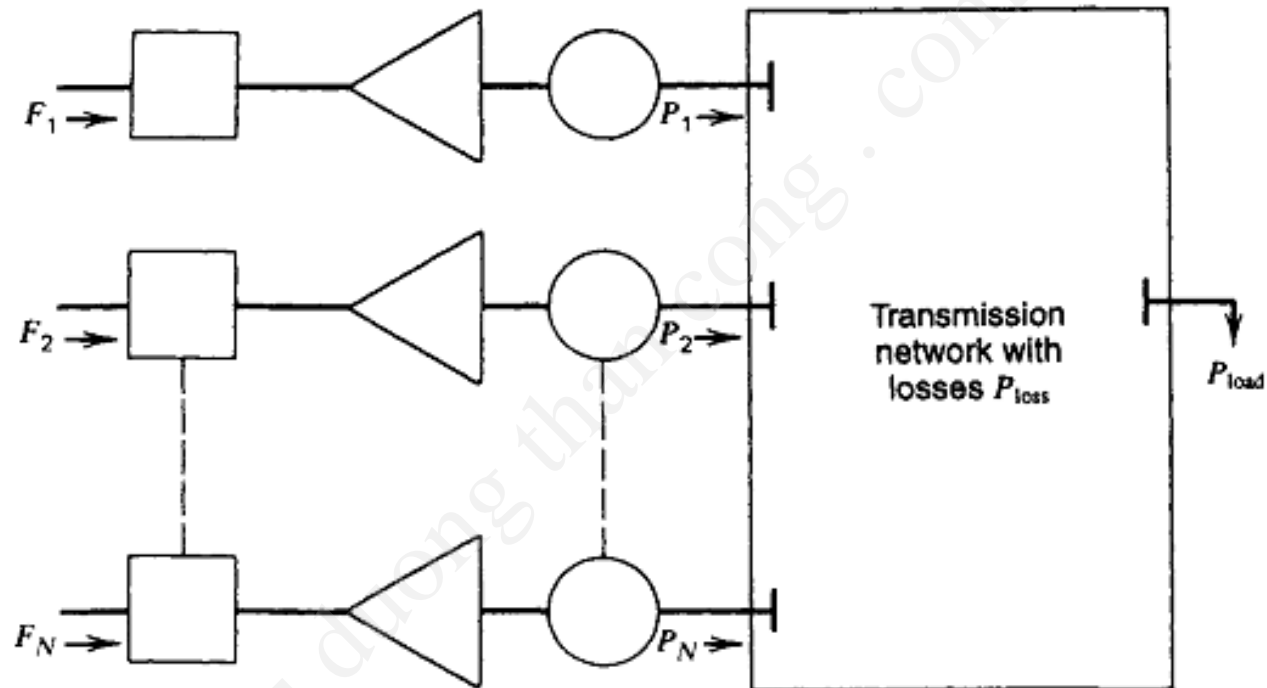
$$\lambda = 9.148 \text{ R/MWh}$$

$$P_1 = 393.2 \text{ MW}$$

$$P_2 = 334.6 \text{ MW}$$

$$P_3 = 122.2 \text{ MW}$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỒN THẤT



$$P_{\text{load}} + P_{\text{loss}} - \sum_{i=1}^N P_i = \phi = 0$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

Phương trình điều kiện

$$\mathcal{L} = F_T + \lambda \phi$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial P_i} = \frac{dF_i}{dP_i} - \lambda \left(1 - \frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_i} \right) = 0$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} + \lambda \frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_i} = \lambda$$

$$P_{\text{load}} + P_{\text{loss}} - \sum_{i=1}^N P_i = 0$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

Ví dụ:

- Xét ví dụ trước khi xem xét tổn thất có dạng:

$$P_{\text{loss}} = 0.00003P_1^2 + 0.00009P_2^2 + 0.00012P_3^2$$

Giải:

- Xét máy 1:

$$\frac{dF_1}{dP_1} = \lambda \left(1 - \frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_1} \right)$$

$$\Rightarrow 7.92 + 0.003124P_1 = \lambda [1 - 2(0.00003)P_1]$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

- Xét tương tự cho các máy 2 & 3:

$$7.85 + 0.00388P_2 = \lambda[1 - 2(0.000009)P_2]$$

$$7.97 + 0.00964P_3 = \lambda[1 - 2(0.00012)P_3]$$

- Cân bằng tải:

$$P_1 + P_2 + P_3 - 850 - P_{\text{loss}} = 0$$

→ Giải bằng phương pháp lặp.

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

- Step 1** Pick a set of starting values for P_1 , P_2 , and P_3 that sum to the load.
- Step 2** Calculate the incremental losses $\partial P_{\text{loss}}/\partial P_i$ as well as the total losses P_{loss} . The incremental losses and total losses will be considered constant until we return to step 2.
- Step 3** Calculate the value of λ that causes P_1 , P_2 , and P_3 to sum to the total load plus losses. This is now as simple as the calculations in Example 3A since the equations are again linear.
- Step 4** Compare the P_1 , P_2 , and P_3 from step 3 to the values used at the start of step 2. If there is no significant change in any one of the values, go to step 5, otherwise go back to step 2.
- Step 5** Done.

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

Step 1 Pick the P_1 , P_2 , and P_3 starting values as

$$P_1 = 400.0 \text{ MW}$$

$$P_2 = 300.0 \text{ MW}$$

$$P_3 = 150.0 \text{ MW}$$

Step 2 Incremental losses are

$$\frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_1} = 2(0.00003)400 = 0.0240$$

$$\frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_2} = 2(0.00009)300 = 0.0540$$

$$\frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_3} = 2(0.00012)150 = 0.0360$$

Total losses are 15.6 MW.

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

Step 3 We can now solve for λ using the following:

$$7.92 + 0.003124P_1 = \lambda(1 - 0.0240) = \lambda(0.9760)$$

$$7.85 + 0.00388P_2 = \lambda(1 - 0.0540) = \lambda(0.9460)$$

$$7.97 + 0.00964P_3 = \lambda(1 - 0.0360) = \lambda(0.9640)$$

and

$$P_1 + P_2 + P_3 - 850 - 15.6 = P_1 + P_2 + P_3 - 865.6 = 0$$

These equations are now linear, so we can solve for λ directly. The results are

$$\lambda = 9.5252 \text{ R/MWh}$$

and the resulting generator outputs are

$$P_1 = 440.68$$

$$P_2 = 299.12$$

$$P_3 = 125.77$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

Step 4 Since these values for P_1 , P_2 , and P_3 are quite different from the starting values, we will return to step 2.

Step 2 The incremental losses are recalculated with the new generation values.

$$\frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_1} = 2(0.00003)440.68 = 0.0264$$

$$\frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_2} = 2(0.00009)299.12 = 0.0538$$

$$\frac{\partial P_{\text{loss}}}{\partial P_3} = 2(0.00012)125.77 = 0.0301$$

Total losses are 15.78 MW.

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

Step 3 The new incremental losses and total losses are incorporated into the equations, and a new value of λ and P_1 , P_2 , and P_3 are solved for

$$7.92 + 0.003124P_1 = \lambda(1 - 0.0264) = \lambda(0.9736)$$

$$7.85 + 0.00388P_2 = \lambda(1 - 0.0538) = \lambda(0.9462)$$

$$7.97 + 0.00964P_3 = \lambda(1 - 0.0301) = \lambda(0.9699)$$

$$P_1 + P_2 + P_3 - 850 - 15.78 = P_1 + P_2 + P_3 - 865.78 = 0$$

resulting in $\lambda = 9.5275 \text{ R/MWh}$ and

$$P_1 = 433.94 \text{ MW}$$

$$P_2 = 300.11 \text{ MW}$$

$$P_3 = 131.74 \text{ MW}$$

$$\vdots$$

ĐIỀU ĐỘ TỐI ƯU CÓ XÉT TỔN THẤT

Quá trình lặp được tóm tắt:

Iteration	P_1 (MW)	P_2 (MW)	P_3 (MW)	Losses (MW)	λ (R/MWh)
Start	400.00	300.00	150.00	15.60	9.5252
1	440.68	299.12	125.77	15.78	9.5275
2	433.94	300.11	131.74	15.84	9.5285
3	435.87	299.94	130.42	15.83	9.5283
4	434.13	299.99	130.71	15.83	9.5284