รายการอ้างอิง

1. Freris, L.L. Electric energy : its generation, transmission and use. McGraw-Hill, 1980.
2. Wood, A.J., and Wollenberg, B.F. Power Generation Operation and Control. Wiley and Sons, 1996.
3. Chang, Y.C., Yang, W.T., and Liu, C.C. A new method for calculating loss coefficients. IEEE Transactions on Power Systems. Vol.9 , No.3 (August 1994): 1665-1671.
4. Stagg, G.W., and El-Abiad, A.H. Computer Methods in Power System Analysis. McGraw-Hill, 1968.
5. Dommel, H.W., and Tinney, W.F. Optimal power flow solutions. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-87 , No.10 (October 1968): 1866-1876.
6. Happ, H.H. Optimal power dispatch. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS93 , No.3 (May/June 1974):820-830.
7. Burchett, R.C., Happ, H.H., Vierath, D.R., and Wirgau, K.A. Developments in optimal power flow. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-101 , No.2 (February 1982): 406-414.
8. Shoults, R.R., and Sun, D.T. Optimal power flow based upon P-Q decomposition. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-101 , No.2 (February 1982): 397-405.
9. Contaxis, G.C., Delkis, C., and Korres, G. Decoupled optimal load flow using linear or quadratic programming. IEEE Transactions on Power Systems. Vol.PWRS-1 , No.2 (May 1986): 1-7.
10. Agnihotri, G. Decompositions for optimal power flows. Fourth IEEE Region 10 International Conference. 22-24 November 1989: 22-24.
11. Ahmad, M. Decoupled optimal load flow - a condensed formulation. Electric Power Systems Research. Vol.22 (1991): 41-45.
12. หลักฐาน ทองนพคุณ. การจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยใช้การจัดสรรกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
13. Chowdhury, B.H., and Rahman, S. A review of recent advances in economic dispatch. IEEE Transactions on Power Systems. Vol. 5 , No.4 (November 1990): 1248-1259.
14. Huneault, M., and Galiana, F.D. A survey of the optimal power flow literature. IEEE Transactions on Power Systems. Vol.6 , No.2 (May 1991): 762-770.

15. Reid, G.F., and Hasdorff, L. Economic dispatch using quadratic programming. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-92 , 1973:2015-2023.

16. Nanda, J., Kothari, D.P. and Srivatava, S.C. New optimal power-dispatch algorithm using Fletcher's quadratic programming method. Proceedings of the IEE. Vol.136 , No.3 (May 1989): 153-161.

17. Alsac, O., Bright, J., Prais, M. and Stott, B. Further developments in LP-based optimal power flow. IEEE Transaction on Power Systems. Vol.5 , No.3 (August 1990): 697-711.

18. Torres, G.L., Quintana, V.H. and Torres, G.L. Optimal power flow in rectangular form via an interior point method. Canada:University of Waterloo.

19. Yin, X., and Germay, N: Investigations on solving the load flow problem by genetic algorithms. Electric Power Systems Research. Vol.22 , 1991:151-163.

20. Walters, D.C., and Sheble, G.B. Genetic algorithm solution of economic dispatch with valve point loading. IEEE Transactions on Power Systems. Vol.8 , No.3 (August 1993): 1325-1332.

21. Wong, K.P., and Func, C.C. Simulated annealing based economic dispatch algorithm. Proceeding of the IEE. Vol.140 , No.6 (November 1993): 509-515.

22. Bakirtzis, A., Petridis, V., and Kazarlis, S. Genetic algorithm solution to the economic dispatch problem. IEE Proceedings of the Generation, Transmission and Distribution. Vol.141 , No.4 (July 1994) : 377 - 382.

23. Wong, K.P., and Wong, Y.W. Genetic and genetic/simulated-annealing approaches to economic dispatch. IEE Proceeding of the Generation, Transmission and Distribution. Vol.141 , No.5 (September 1994): 507-513.

24. Chira Achayuthakan. Genetic algorithms application to economic load dispatch. Master degree's thesis, Asian Institute of Technology, 1997.

25. Ma, J.T. and Wu, Q.H. Application of evolutionary programming to optimal reactive power dispatch. Proceeding of the first IEEE Conference or Evolutionary Computation. Vol.2:730-735.

26. Wu, Q.H., and Ma, J.T. Genetic search for optimal reactive power dispatch of power systems. IEE International Conference on Control. Vol.1 , No.389(1994): 717-722.

27. Dasgupta, D., and McGregor, D.R. Thermal unit commitment using genetic algorithms. IEE Proceeding of the Generation, Transmission and Distribution. Vol.141 , No.5 (September 1994): 459-465.

28. Orero, S.O., and Irving, M.R. Large scale unit commitment using a hybrid genetic algorithm. Electrical Power & Energy Systems. Vol.19 , No.1(1996): 45-55.

29. Goldberg, D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. Addison-Wesley, Inc. , 1989.

30. Michalewicz, Z. Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Springer Verlag, 1992.

31. Davis, L. Genetic Algorithms and Simulated Annealing. Morgan Kaufmann, 1997.

32. Man, K.F., Tang, K.S., and Kwong, S. Genetic algorithm : Concept and application. IEEE Transactions on Industrial Electronics. Vol.43 , No.5 (October 1996): 519-534.

33. Grefenstette, J.J. Optimization of control parameters for genetic algorithms. IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics. Vol.SMC-16 , No.1 (January/February 1986): 122-128.

34. Whitley, D. The GENITOR algorithm and selection pressure : Why rank-based allocation of reproductive trials is best. Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms. University of Illinois at Urbana-Champaign, 1993 :116-121.

35. Syswerda, G. Uniform crossover in genetic algorithm. Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms. University of Illinois at Urbana-Champaign, 1993 :2-9.

36. Ladd, S.R. Genetic algorithms in C++. M&T BOOKS, 1996.

37. Rao, S.S. Optimization Theory and Applications(Second Edition). Wiley Eastern Limited, 1984.

38. Nash, S.G., and Sofer, A. Linear and Nonlinear Programming. McGraw-Hill, 1996.

39. Chipperfield, A.J., Fleming, P.J., Hartmut, P., and Fonseca, C.M. Genetic algorithm toolbox for use with MATLAB version 1.2. Department of Automatic Control and Systems Engineering, University of Sheffield.

40. Grace, A. Optimization Toolbox For Use with MATLAB. The MathWorks, Inc.

41. Stott, B., and Alsac, O. Fast decoupled load flow. IEEE Transactions on Power Systems. Vol.PAS-93(May/June 1974): 859-869.

42. ประดิษฐ์ เฟื่องฟู และ บัณฑิต เอื้ออาภรณ์. การคำนวณโหลดโฟลว์โดยใช้เครือข่ายประสาท การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 20. หน้า PW20-25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540.

43. Powell, M.J.D. A fast algorithm for nonlinearly constrained optimization calculations. Numerical Analysis, ed. G.A.Watson, Lecture Notes in Mathematics, Springer Verlag, Vol.630, 1978.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ระบบทดสอบ

ก.1 ระบบ 6 บัส 11 สายส่ง

ระบบ 6 บัส 11 สายส่งที่ใช้ทดสอบในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้มาจากการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบางส่วนจาก [2] ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่งใน [2] นั้นประมาณ ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงอยู่ในรูปโพลีโนเมียลอันดับสอง ซึ่งวิธีออปติไมซ์โดยทั่วไปสามารถหาจุดเหมาะสมโดยรวมได้อยู่แล้ว ดังนั้นในวิทยานิพนธ์จะเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงโดยจะพิจารณารวมผลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีวาล์วเปิดไอน้ำอยู่หลายๆตัว โดยข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โหลดและสายส่งในระบบมีดังนี้

ก.1.1 ข้อมูลบัส

ตาราง ก.1 ข้อมูลบัสระบบ 6 บัส 11 สายส่ง

บัส	ชนิด	แรงดัน (p.u.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (MVar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	SW	1.05	-	-	0	0
2	PV	1.05	50	-	0	0
3	PV	1.07	60	-	0	0
4	PQ	1.00	0	0	70	70
5	PQ	1.00	0	0	70	70
6	PQ	1.00	0	0	70	70

โดยที่ SW คือ บัสอ้างอิง

PV คือ บัสควบคุมแรงดัน

PQ คือ โหลดบัส

ก.1.2 ข้อมูลสายส่ง

ตาราง ก.2 ข้อมูลสายส่งระบบ 6 บัส 11 สายส่ง

สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (p.u.)	ไลน์ชาร์จจิ้ง (p.u.)
1	1	2	0.10 + 0.20j	0.04
2	1	4	0.05 + 0.20j	0.04
3	1	5	0.08 + 0.30j	0.06
4	2	3	0.05 + 0.25j	0.06
5	2	4	0.05 + 0.10j	0.02
6	2	5	0.10 + 0.30j	0.04
7	2	6	0.07 + 0.20j	0.05
8	3	5	0.12 + 0.26j	0.05
9	3	6	0.02 + 0.10j	0.02
10	4	5	0.20 + 0.40j	0.08
11	5	6	0.10 + 0.30j	0.06

ก.1.3 ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 3 เครื่องอยู่ที่บัสที่ 1 2 และ 3 โดยจะใช้ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงจะอยู่ในรูป

$$F(P) = A + BP + CP^2 + \left|(E \sin(F(P_{min} - P)))\right| \qquad (ก.1)$$

โดยที่ A, B, C, E และ F จะขึ้นกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัว

P_{max} และ P_{min} คือ ขีดจำกัดบนและล่างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

P คือ กำลังจริงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออกมา

$F(P)$ คือ ต้นทุนการผลิตมีหน่วยเป็น ฿/ชั่วโมง โดยที่ ฿ คือ สัญลักษณ์แทนหน่วยเงิน

ตาราง ก.3 ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบ 6 บัส 11 สายส่ง

เครื่องที่	บัส	A	B	C	E	F	P_{max} (MW)	P_{min} (MW)
1	1	213.1	10.669	0.00533	100	0.07875	200	50.0
2	2	200.0	10.333	0.00889	140	0.08500	150	37.5
3	3	240.0	10.833	0.00741	100	0.09450	180	45.0

ก.1.4 ขีดจำกัดของแรงดันและกำลังรีแอกทีฟ

ตาราง ก.4 ขีดจำกัดแรงดันและกำลังรีแอกทีฟของระบบ 6 บัส 11 สายส่ง

บัส	V_{max} (p.u.)	V_{min} (p.u.)	Q_{max} (Mvar)	Q_{min} (Mvar)
1	1.1	0.9	150	-150
2	1.1	0.9	125	-125
3	1.1	0.9	135	-135
4	1.1	0.9	-	-
5	1.1	0.9	-	-
6	1.1	0.9	-	-

โดยที่ V_{max} และ V_{min} คือขีดจำกัดบนและล่างของแรงดันที่บัส

Q_{max} และ Q_{min} คือขีดจำกัดบนและล่างของกำลังรีแอกทีฟที่บัส

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.2 ระบบ IEEE 30 บัส

ก.2.1 ข้อมูลบัส

ตาราง ก.5 ข้อมูลบัสของระบบ IEEE 30 บัส

บัส	ชนิด	แรงดัน (p.u.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (MVar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	SW	1.060	-	-	0.00	0.00
2	PV	1.045	40	-	21.7	12.7
3	PQ	1.000	0	0	2.40	1.20
4	PQ	1.000	0	0	7.60	1.60
5	PV	1.010	0	-	94.2	19.0
6	PQ	1.000	0	0	0.00	0.00
7	PQ	1.000	0	0	22.8	10.9
8	PV	1.010	20	-	30.0	30.0
9	PQ	1.000	0	0	0.00	0.00
10	PQ	1.000	0	0	5.80	2.00
11	PV	1.082	0	-	0.00	0.00
12	PQ	1.000	0	0	11.2	7.50
13	PV	1.071	0	-	0.00	0.00
14	PQ	1.000	0	0	6.20	1.60
15	PQ	1.000	0	0	8.20	2.50
16	PQ	1.000	0	0	3.50	1.80
17	PQ	1.000	0	0	9.00	5.80
18	PQ	1.000	0	0	3.20	0.90
19	PQ	1.000	0	0	9.50	3.40
20	PQ	1.000	0	0	2.20	0.70
21	PQ	1.000	0	0	17.5	11.2
22	PQ	1.000	0	0	0.00	0.00

ตาราง ก.5 (ต่อ)

บัส	ชนิด	แรงดัน (p.u.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (MVar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
23	PQ	1.000	0	0	3.20	1.60
24	PQ	1.000	0	0	8.70	6.70
25	PQ	1.000	0	0	0.00	0.00
26	PQ	1.000	0	0	3.50	2.30
27	PQ	1.000	0	0	0.00	0.00
28	PQ	1.000	0	0	0.00	0.00
29	PQ	1.000	0	0	2.40	0.90
30	PQ	1.000	0	0	10.6	1.90

ก.2.2 ข้อมูลสายส่ง

ตาราง ก.6 ข้อมูลสายส่งของระบบ IEEE 30 บัส

สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (p.u.)	ไลน์ชาร์จจิ้ง (p.u.)
1	1	2	0.0192 + 0.0575j	0.0528
2	1	3	0.0452 + 0.1852j	0.0408
3	2	4	0.0570 + 0.1737j	0.0368
4	3	4	0.0132 + 0.0379j	0.0084
5	2	5	0.0472 + 0.1983j	0.0418
6	2	6	0.0581 + 0.1763j	0.0374
7	4	6	0.0119 + 0.0414j	0.0090
8	5	7	0.0460 + 0.1160j	0.0204
9	6	7	0.0267 + 0.0820j	0.0170
10	6	8	0.0120 + 0.0420j	0.0090
11	6	9	0.0000 + 0.2080j	0.0000
12	6	10	0.0000 + 0.5560j	0.0000
13	9	11	0.0000 + 0.2080j	0.0000

ตาราง ก.6 (ต่อ)

สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (p.u.)	ไลน์ชาร์จจิ้ง (p.u.)
14	9	10	0.0000 + 0.1100j	0.0000
15	4	12	0.0000 + 0.2560j	0.0000
16	12	13	0.0000 + 0.1400j	0.0000
17	12	14	0.1231 + 0.2559j	0.0000
18	12	15	0.0662 + 0.1304j	0.0000
19	12	16	0.0945 + 0.1987j	0.0000
20	14	15	0.2210 + 0.1997j	0.0000
21	16	17	0.0824 + 0.1923j	0.0000
22	15	18	0.1073 + 0.2185j	0.0000
23	18	19	0.0639 + 0.1292j	0.0000
24	19	20	0.0340 + 0.0680j	0.0000
25	10	20	0.0936 + 0.2090j	0.0000
26	10	17	0.0324 + 0.0845j	0.0000
27	10	21	0.0348 + 0.0749j	0.0000
28	10	22	0.0727 + 0.1499j	0.0000
29	21	22	0.0116 + 0.0236j	0.0000
30	15	23	0.1000 + 0.2020j	0.0000
31	22	24	0.1150 + 0.1790j	0.0000
32	23	24	0.1320 + 0.2700j	0.0000
33	24	25	0.1885 + 0.3292j	0.0000
34	25	26	0.2544 + 0.3800j	0.0000
35	25	27	0.1093 + 0.2087j	0.0000
36	28	27	0.0000 + 0.3960j	0.0000
37	27	29	0.2198 + 0.4153j	0.0000
38	27	30	0.3202 + 0.6027j	0.0000
39	29	30	0.2399 + 0.4533j	0.0000
40	8	28	0.0636 + 0.2000j	0.0428
41	6	28	0.0169 + 0.0599j	0.0130

ก.2.3 ข้อมูลหม้อแปลง

ตาราง ก.7 ข้อมูลหม้อแปลงของระบบ IEEE 30 บัส

หม้อแปลง	สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	T_{max}	T_{min}
1	11	6	9	1.05	0.95
2	12	6	10	1.05	0.95
3	15	4	12	1.05	0.95
4	36	28	27	1.05	0.95

ก.2.4 ชั้นท์อิลิเมนต์

ตาราง ก.8 ข้อมูลชั้นท์อิลิเมนต์ของระบบ IEEE 30 บัส

ชั้นท์อิลิเมนต์	บัส	แอดมิตแตนซ์ (p.u.)
1	10	0.1900
2	24	0.0430

ก.2.5 ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ในที่นี้ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัสที่ 1 และ 2 จะอยู่ในรูป

$$F(P) = A + BP + CP^2$$

โดยที่ A, B และ C จะขึ้นกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัว

P คือ กำลังจริงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออกมา

F(P) คือ ต้นทุนการผลิตมีหน่วยเป็น ฿/ชั่วโมง โดยที่ ฿ คือ สัญลักษณ์แทนหน่วยเงิน

P_{max} และ P_{min} คือ ขีดจำกัดบนและล่างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตาราง ก.9 ฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบ IEEE 30 บัส

เครื่องที่	บัส	A	B	C	P_{max} (MW)	P_{min} (MW)
1	1	105	2.45	0.0050	300	50
2	2	44.4	3.51	0.0050	150	20

ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัสที่ 3 จะมีฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงเป็นดังนี้

F(P)	=	8.37810*P - 47.16240	เมื่อ	$20.00 \leq P < 42.50$
	=	308.90780	เมื่อ	$42.50 \leq P < 63.75$
	=	4.57931*P + 16.97680	เมื่อ	$63.75 \leq P < 75.00$
	=	7.43930*P - 197.52250	เมื่อ	$75.00 \leq P < 117.50$
	=	676.59530	เมื่อ	$117.50 \leq P < 138.75$
	=	5.33375*P - 63.46250	เมื่อ	$138.75 \leq P < 150.00$

ก.2.6 ขีดจำกัดของแรงดันและกำลังรีแอกทีฟ

ตาราง ก.10 ขีดจำกัดแรงดันและกำลังรีแอกทีฟของระบบ IEEE 30 บัส

บัส	V_{max} (p.u.)	V_{min} (p.u.)	Q_{max} (Mvar)	Q_{min} (Mvar)
1	1.1	1.0	150	-100
2	1.1	1.0	50	-40
3	1.1	0.9	-	-
4	1.1	0.9	-	-
5	1.1	1.0	40	-40
6	1.1	0.9	-	-
7	1.1	0.9	-	-
8	1.1	1.0	40	-10
9	1.1	0.9	-	-

ตาราง ก.10 (ต่อ)

บัส	V_{max} (p.u.)	V_{min} (p.u.)	Q_{max} (Mvar)	Q_{min} (Mvar)
10	1.1	0.9	-	-
11	1.1	1.0	24	-6
12	1.1	0.9	-	-
13	1.1	1.0	24	-6
14	1.1	0.9	-	-
15	1.1	0.9	-	-
16	1.1	0.9	-	-
17	1.1	0.9	-	-
18	1.1	0.9	-	-
19	1.1	0.9	-	-
20	1.1	0.9	-	-
21	1.1	0.9	-	-
22	1.1	0.9	-	-
23	1.1	0.9	-	-
24	1.1	0.9	-	-
25	1.1	0.9	-	-
26	1.1	0.9	-	-
27	1.1	0.9	-	-
28	1.1	0.9	-	-
29	1.1	0.9	-	-
30	1.1	0.9	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การออปติไมซ์โดยใช้ Sequential quadratic programming

ในภาคผนวกนี้ จะกล่าวถึงการออปติไมซ์แบบมีเงื่อนไขที่ใช้ในโปรแกรม MATLAB คือวิธีการออปติไมซ์โดยใช้ Sequential quadratic programming

กำหนดให้ปัญหาที่จะออปติไมซ์มีฟังก์ชันเป้าหมายและมีเงื่อนไขบังคับดังนี้

$$\text{Minimize} \quad f(x) \tag{ข.1}$$

$$\text{Subject to} \quad g_i(x) = 0 \qquad i=1,...,m_e \tag{ข.2}$$

$$g_i(x) \leq 0 \qquad i=m_e+1,...,m \tag{ข.3}$$

โดยที่ m_e คือ จำนวนเงื่อนไขบังคับแบบสมการ

m คือ จำนวนเงื่อนไขบังคับทั้งหมด

ในการแก้ปัญหาออปติไมซ์ในสมการที่ ข.1 ถึง ข.3 เราสามารถหาจุดคำตอบใหม่ในแต่ละรอบได้จากสมการ

$$x_{k+1} = x_k + \alpha_k d_k \tag{ข.4}$$

โดยที่ d_k คือทิศทางในการปรับค่าตัวแปร x_k ซึ่งสามารถหาได้โดยการแก้ปัญหาย่อย Quadratic programming

α_k คือช่วงก้าวที่เหมาะสมในการปรับค่า x_k

ปัญหาย่อย Quadratic programming ที่จะต้องหาคำตอบก็คือ

$$\text{minimize} \quad \frac{1}{2} d_k^T H_k d_k + \nabla f(x_k)^T d_k \tag{ข.5}$$

$$\text{subject to} \quad [\nabla g(x_k)]^T d_k + g_i(x_k) = 0 \quad i=1,...,m_e \tag{ข.6}$$

$$[\nabla g(x_k)]^T d_k + g_i(x_k) \leq 0 \quad i=m_e+1,...,m \tag{ข.7}$$

โดยที่ H_k คือ Hessian matrix ของฟังก์ชันลากรองจ์ $L(x,\lambda) = f(x) + \lambda^T g_i(x)$ ที่จุด $x = x_k$

การแก้ปัญหาออปติไมซ์โดยใช้ Sequential quadratic programming ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโดย Powell [43] ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

ข.1 การประมาณ Hessian matrix

ในแต่ละรอบ k Powell [43] จะประมาณ Hessian matrix H_k ในรอบใหม่ด้วย B_k โดยใช้วิธี BFGS ตามสมการที่ ข.8

$$B_{k+1} = B_k + \frac{q_k q_k^T}{q_k^T s_k} - \frac{(B_k s_k)(B_k s_k)^T}{s_k^T B_k s_k} \qquad (ข.8)$$

โดยที่ $s_k = x_{k+1} - x_k$

$$q_k = \nabla f(x_{k+1}) + \sum_{i=1}^{m} \lambda_i \nabla g_i(x_{k+1}) - \nabla f(x_k) - \sum_{i=1}^{m} \lambda_i \nabla g_i(x_k)$$

λ คือ ตัวคูณลากรองจ์

ข.2 การหา d_k

ในแต่ละรอบ k เราจะแก้สมการหา d_k ได้จากการแก้ปัญหาย่อย Quadratic programming ดังต่อไปนี้

$$\text{minimize} \quad \frac{1}{2} d_k^T B_k d_k + \nabla f(x_k)^T d_k \qquad (ข.9)$$

$$\text{subject to} \quad [\nabla g(x_k)]^T d_k + g_i(x_k) = 0 \quad i = 1,\ldots,m_e \qquad (ข.10)$$

$$[\nabla g(x_k)]^T d_k + g_i(x_k) \leq 0 \quad i = m_e + 1,\ldots,m \qquad (ข.11)$$

ข.3 การหาช่วงก้าวที่เหมาะสม

ในการหาช่วงก้าวที่เหมาะสมที่ไม่เป็นลบ α_k ตามสมการ ข.4 จะต้องให้ Merit function $\Psi(x)$ [43] มีค่าลดลงในแต่ละรอบของการคำนวณ โดยที่ $\Psi(x)$ สามารถแสดงได้ดังในสมการ

$$\Psi(x) = f(x) + \sum_{i=1}^{m_e} r_i \left| g_i(x) \right| + \sum_{i=m_e+1}^{m} r_i \max\left\{0, g_i(x)\right\} \qquad (ข.12)$$

โดยที่ r_i คือ สัมประสิทธิ์การปรับโทษสำหรับ $g_i(x)$

ในแต่ละรอบ k ของการคำนวณ Powell [43] เสนอให้คำนวณสัมประสิทธิ์การปรับโทษจากสมการ

$$r_{ki} = \max\left\{\lambda_i, \frac{1}{2}(r_{(k-1)i} + \lambda_i)\right\}, i = 1,...,m \qquad (ข.13)$$

โดยที่ r_{ki} คือ สัมประสิทธิ์การปรับโทษสำหรับ $g_i(x)$ ในรอบที่ k และค่าเริ่มต้นหาได้จากสมการ

$$r_i = \frac{\|\nabla f(x)\|}{\|\nabla g_i(x)\|}, \ i = 1,...,m \qquad (ข.14)$$

โดยที่ $\|.\|$ คือ Euclidean norm

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบโดยละเอียด

จากการทดลองแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ในบทที่ 5 ซึ่งได้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ การแก้ปัญหาโดยใช้ Sequential quadratic programming การแก้ปัญหาโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม และ การแก้ปัญหาโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับ Sequential quadratic programming

ในภาคผนวก ค นี้ได้แสดงให้เห็นผลการแก้ปัญหาทั้ง 3 วิธีข้างต้น โดยแสดงอยู่ในตาราง ค.1 ถึง ค.6 ส่วนผลเฉลยโหลดโฟลว์ที่ดีที่สุดในแต่ละกรณีแสดงอยู่ในตาราง ค.7 ถึง ค13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.1 ผลการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ระบบ 6 บัส
โดยใช้ Sequential quadratic programming

ครั้งที่	P_2(MW)	P_3(MW)	V_1	V_2	V_3	Cost (฿/hr)
1	74.4599	45.0000	1.1000	1.0885	1.0914	3116.39
2	74.4596	78.2444	1.1000	1.0951	1.1000	3147.17
3	74.4599	91.5296	1.1000	1.0963	1.1000	3167.25
4	37.5000	113.3135	1.1000	1.0905	1.1000	3208.25
5	74.4599	45.0000	1.1000	1.0884	1.0915	3116.39
6	74.4599	78.2443	1.1000	1.0948	1.1000	3147.17
7	37.5000	111.5017	1.1000	1.0897	1.1000	3192.90
8	37.5000	111.4887	1.1000	1.0893	1.1000	3192.78
9	-	-	-	-	-	-
10	74.4600	45.0000	1.1000	1.0885	1.0918	3116.39
11	54.7340	111.4887	1.1000	1.0938	1.1000	3231.15
12	74.4599	45.0000	1.1000	1.0883	1.0915	3116.39
13	37.5000	49.8213	1.1000	1.0770	1.0833	3143.61
14	74.4599	78.2444	1.1000	1.0949	1.1000	3147.17
15	37.5000	111.4884	1.1000	1.0892	1.1000	3192.78
16	111.4246	45.0001	1.1000	1.1000	1.1000	3143.78
17	74.4600	45.0000	1.1000	1.0885	1.0914	3116.39
18	74.4600	45.0002	1.1000	1.0886	1.0919	3116.39
19	74.4609	45.0000	1.1000	1.0885	1.0934	3116.40
20	74.4599	45.0494	1.1000	1.0885	1.0918	3116.48
21	74.4599	91.5296	1.1000	1.0964	1.1000	3167.25
22	74.4599	78.2444	1.1000	1.0946	1.1000	3147.17
23	111.4354	45.0000	1.1000	1.1000	1.1000	3143.85
24	45.8552	78.2444	1.1000	1.0879	1.1000	3178.09
25	54.7339	111.4887	1.1000	1.0938	1.1000	3231.15
26	37.5039	50.4838	1.1000	1.0736	1.0813	3142.96
27	37.5000	50.4673	1.1000	1.0772	1.0841	3142.86
28	74.4599	78.2444	1.1000	1.0950	1.1000	3147.17
29	74.4602	45.0000	1.1000	1.0886	1.0919	3116.39
30	48.1554	78.2519	1.1000	1.0886	1.1000	3176.92

ตาราง ค.2 ผลการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์
ระบบ 6 บัสโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม

ครั้งที่	P_2(MW)	P_3(MW)	V_1	V_2	V_3	Cost (₰/hr)
1	74.4644	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3116.44
2	74.4713	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.45
3	74.4644	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.42
4	74.4713	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.45
5	74.4094	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3117.37
6	74.4094	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3117.36
7	74.5193	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.68
8	74.4644	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3116.44
9	74.4644	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.42
10	74.4713	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3116.47
11	74.4094	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3117.37
12	74.4644	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.42
13	74.4644	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.42
14	74.4094	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3117.36
15	74.4713	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.45
16	74.4644	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3116.44
17	74.4644	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.42
18	74.4575	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3116.46
19	74.4713	45.0082	1.1000	1.0968	1.1000	3117.01
20	74.4094	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3117.36
21	74.4713	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.45
22	74.4644	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3116.44
23	74.4713	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3116.47
24	74.4094	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3117.36
25	74.3820	45.0659	1.0778	1.0492	1.0587	3127.28
26	74.4644	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.42
27	74.4713	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.45
28	74.4644	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.42
29	74.4713	45.0000	1.1000	1.0873	1.0905	3116.45
30	74.4094	45.0000	1.1000	1.0905	1.0937	3117.37

ตาราง ค.3 ผลการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ระบบ 6 บัสโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับ Sequential quadratic programming

ครั้งที่	P_2(MW)	P_3(MW)	V_1	V_2	V_3	Cost (฿/hr)
1	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
2	74.4600	45.0000	1.1000	1.0885	1.0919	3116.39
3	74.4633	45.0000	1.1000	1.0883	1.0911	3116.40
4	74.4599	45.0008	1.1000	1.0885	1.0918	3116.39
5	74.4599	45.0001	1.1000	1.0886	1.0919	3116.39
6	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
7	74.4599	45.0050	1.1000	1.0885	1.0917	3116.39
8	74.4633	45.0000	1.1000	1.0883	1.0911	3116.40
9	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
10	74.4599	45.0008	1.1000	1.0885	1.0918	3116.39
11	74.4711	45.0000	1.1000	1.0889	1.0922	3116.44
12	74.4599	45.0000	1.1000	1.0886	1.0920	3116.39
13	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
14	74.4599	45.0000	1.1000	1.0886	1.0920	3116.39
15	74.4633	45.0000	1.1000	1.0883	1.0911	3116.40
16	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
17	74.4730	45.0000	1.1000	1.0889	1.0921	3116.45
18	74.4599	45.0001	1.1000	1.0886	1.0919	3116.39
19	74.4599	45.0001	1.1000	1.0886	1.0919	3116.39
20	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
21	74.4730	45.0000	1.1000	1.0889	1.0921	3116.45
22	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
23	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
24	74.4599	45.0001	1.1000	1.0886	1.0919	3116.39
25	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40
26	74.4730	45.0000	1.1000	1.0889	1.0921	3116.45
27	74.4633	45.0000	1.1000	1.0883	1.0911	3116.40
28	74.4599	45.0001	1.1000	1.0886	1.0919	3116.39
29	74.4711	45.0000	1.1000	1.0889	1.0922	3116.44
30	74.4599	45.0001	1.1000	1.0872	1.0903	3116.40

ตาราง ค.4 ผลการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ระบบ IEEE 30 บัส
โดยใช้ Sequential quadratic programming

1

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4220	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

2

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1207	63.7500	1.1000	1.0906	1.0608	1.0788

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0357	0.9500	0.9926	0.9664	1241.94

3

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4194	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0451	0.9500	1.0035	0.9677	1250.15

4

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4224	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

ตาราง ค.4 (ต่อ)

5

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1823	63.7500	1.1000	1.0908	1.0610	1.0790

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0367	0.9500	0.9943	0.9669	1241.94

6

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1181	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

7

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4221	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

8

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4222	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

ตาราง ค.4 (ต่อ)

9

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1469	63.7500	1.1000	1.0908	1.0610	1.0790

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0371	0.9500	0.9946	0.9670	1241.94

10

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4221	20.0000	1.1000	1.0908	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

11

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4221	20.0000	1.1000	1.0908	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

12

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4223	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

ตาราง ค.4 (ต่อ)

13

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4218	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

14

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1216	63.7500	1.1000	1.0906	1.0608	1.0788

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0374	0.9500	0.9948	0.9670	1241.94

15

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4222	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

16

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4222	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

ตาราง ค.4 (ต่อ)

17

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4223	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

18

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4225	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

19

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4220	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

20

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4222	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

ตาราง ค.4 (ต่อ)

21

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4221	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

22

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1202	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

23

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4222	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

24

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.0435	63.7501	1.1000	1.0909	1.0611	1.0792

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0362	0.9517	0.9952	0.9674	1241.94

ตาราง ค.4 (ต่อ)

25

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1264	63.7500	1.1000	1.0908	1.0612	1.0792

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0496	0.9500	0.9900	0.9677	1241.95

26

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4222	20.0000	1.1000	1.0918	1.0601	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

27

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1065	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0372	0.9500	0.9946	0.9670	1241.94

28

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4223	20.0000	1.1000	1.0918	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0452	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

ตาราง ค.4 (ต่อ)

29

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	92.4221	20.0000	1.1000	1.0908	1.0600	1.0689

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0453	0.9500	1.0035	0.9676	1250.15

30

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1205	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.5 ผลการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ระบบ IEEE 30 บัส โดยใช้เจเนติกอัลกอริทึม

1

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.7539	1.1000	1.0873	1.0492	1.0730

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0233	0.9500	0.9900	0.9633	1242.06

2

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	65.1901	68.7530	1.1000	1.0873	1.0492	1.0746

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0300	0.9500	1.0033	0.9633	1243.46

3

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.3802	64.6902	1.0952	1.0746	1.0444	1.0619

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9500	0.9767	0.9500	1242.87

4

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.2056	64.6982	1.0937	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0100	0.9500	0.9833	0.9500	1243.18

ตาราง ค.5 (ต่อ)

5

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.7373	64.6902	1.0937	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9500	0.9833	0.9500	1243.18

6

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.0230	63.7539	1.0937	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9500	0.9833	0.9500	1242.93

7

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.4437	64.6902	1.0952	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	0.9900	0.9567	0.9833	0.9500	1243.18

8

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.0230	63.7539	1.0937	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0100	0.9500	1.0033	0.9500	1242.94

ตาราง ค.5 (ต่อ)

9

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.7294	63.7539	1.0952	1.0746	1.0444	1.0619

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9633	0.9833	0.9500	1242.63

10

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.9515	63.7539	1.0952	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9500	0.9833	0.9500	1242.92

11

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.7373	64.6902	1.0937	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9567	0.9833	0.9500	1243.18

12

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7690	63.7539	1.0937	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.0873	1.0100	1.0033	1.0033	0.9633	1243.05

ตาราง ค.5 (ต่อ)

13

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.7539	1.0952	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9500	0.9833	0.9500	1242.94

14

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.4675	64.6902	1.0937	1.0746	1.0476	1.0619

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0167	0.9500	0.9833	0.9500	1242.88

15

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.7294	64.6902	1.0714	1.0492	1.0206	1.0413

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	0.9833	0.9500	0.9700	0.9500	1244.59

16

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.4437	64.6902	1.0952	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9500	0.9833	0.9500	1243.18

ตาราง ค.5 (ต่อ)

17

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	64.6902	1.0937	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9500	0.9833	0.9500	1243.18

18

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1102	63.7539	1.1000	1.0873	1.0492	1.0730

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0233	0.9500	0.9900	0.9633	1242.05

19

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.3485	64.6902	1.0937	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9500	0.9833	0.9500	1243.17

20

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.8015	1.0952	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9500	0.9833	0.9500	1242.95

ตาราง ค.5 (ต่อ)

21

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.5230	64.6902	1.0937	1.0746	1.0365	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0033	0.9500	0.9833	0.9500	1243.18

22

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.7539	1.0952	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9500	0.9833	0.9500	1242.93

23

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.7539	1.0952	1.0746	1.0397	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9500	0.9833	0.9500	1242.93

24

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.9912	63.8015	1.1000	1.0873	1.0492	1.0746

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0100	0.9500	0.9833	0.9567	1242.08

ตาราง ค.5 (ต่อ)

25

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.4596	64.6902	1.1000	1.0873	1.0492	1.0746

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0100	0.9500	0.9833	0.9567	1242.31

26

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.7698	1.1000	1.0873	1.0571	1.0746

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0300	0.9500	0.9900	0.9633	1241.99

27

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.8015	1.1000	1.0810	1.0429	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9567	0.9833	0.9500	1242.83

28

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.7530	63.7698	1.1000	1.0810	1.0429	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0100	0.9500	0.9833	0.9500	1242.81

ตาราง ค.5 (ต่อ)

29

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.8246	64.6902	1.0714	1.0492	1.0206	1.0413

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	0.9900	0.9500	0.9700	0.9500	1244.59

30

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	67.8166	63.8015	1.1000	1.0810	1.0429	1.0492

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	0.9967	0.9567	0.9833	0.9500	1242.82

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.6 ผลการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์ระบบ IEEE 30 บัสโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับ Sequential quadratic programming

1

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1204	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

2

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1187	63.7500	1.1000	1.0907	1.0608	1.0788

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.0994	1.1000	1.0361	0.9500	0.9947	0.9669	1241.95

3

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1207	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

4

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1206	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (₹/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

ตาราง ค.6 (ต่อ)

5

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1158	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

6

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1148	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

7

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1688	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

8

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1218	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

ตาราง ค.6 (ต่อ)

9

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1202	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

10

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1200	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

11

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1220	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0788

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

12

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1215	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

ตาราง ค.6 (ต่อ)

13

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1250	63.7501	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

14

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1227	63.7500	1.1000	1.0908	1.0613	1.0790

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0373	0.9500	0.9948	0.9671	1241.94

15

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1005	63.7500	1.1000	1.0908	1.0610	1.0790

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0381	0.9500	0.9955	0.9674	1241.94

16

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1265	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

ตาราง ค.6 (ต่อ)

17

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1196	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

18

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1203	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

19

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1211	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0376	0.9500	0.9957	0.9673	1241.94

20

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1254	63.7501	1.1000	1.0907	1.0608	1.0788

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9945	0.9670	1241.94

ตาราง ค.6 (ต่อ)

21

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1201	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9945	0.9669	1241.94

22

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1149	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

23

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1186	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

24

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1206	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

ตาราง ค.6 (ต่อ)

25

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1197	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

26

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1199	63.7500	1.1000	1.0906	1.0607	1.0787

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0305	0.9500	0.9924	0.9655	1241.95

27

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1201	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

28

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1202	63.7500	1.1000	1.0907	1.0608	1.0788

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0369	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

ตาราง ค.6 (ต่อ)

29

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1151	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0385	0.9500	0.9974	0.9676	1241.94

30

ตัวแปร	P_2(MW)	P_8(MW)	V_1	V_2	V_5	V_8
ค่า	68.1208	63.7500	1.1000	1.0907	1.0609	1.0789

V_{11}	V_{13}	T(6,9)	T(6,10)	T(4,12)	T(28,27)	Cost (฿/hr)
1.1000	1.1000	1.0370	0.9500	0.9946	0.9669	1241.94

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.7 ผลเฉลยโหลดโฟลว์กรณีที่ดีที่สุดจากตารางที่ 5.1

บัส	แรงดัน (p.u.)	มุม (deg.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	1.1000	0.00	97.2169	34.1103	0.0000	0.0000
2	1.0885	-2.44	74.4600	67.0835	0.0000	0.0000
3	1.0918	-3.61	45.0000	71.3107	0.0000	0.0000
4	1.0335	-3.31	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000
5	1.0244	-4.45	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000
6	1.0350	-4.99	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000

ตาราง ค.8 ผลเฉลยโหลดโฟลว์กรณีที่ดีที่สุดจากตารางที่ 5.2

บัส	แรงดัน (p.u.)	มุม (deg.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	1.1000	0.00	97.2131	35.6263	0.0000	0.0000
2	1.0873	-2.42	74.4644	66.0334	0.0000	0.0000
3	1.0905	-3.59	45.0000	70.9917	0.0000	0.0000
4	1.0326	-3.30	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000
5	1.0234	-4.43	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000
6	1.0337	-4.97	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.9 ผลเฉลยโหลดโฟลว์กรณีที่ดีที่สุดจากตารางที่ 5.3

บัส	แรงดัน (p.u.)	มุม (deg.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	1.1000	0.00	160.3274	-19.4535	0.0000	0.0000
2	1.0906	-3.02	68.1216	23.1196	21.7000	12.7000
3	1.0805	-4.93	0.0000	0.0000	2.4000	1.2000
4	1.0752	-5.91	0.0000	0.0000	7.6000	1.6000
5	1.0608	-10.17	0.0000	30.1251	94.2000	19.0000
6	1.0737	-6.73	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	1.0613	-8.61	0.0000	0.0000	22.8000	10.9000
8	1.0788	-6.24	63.7500	35.1273	30.0000	30.0000
9	1.0717	-9.77	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	1.0773	-11.31	0.0000	0.0000	5.8000	2.0000
11	1.1000	-9.77	0.0000	14.9683	0.0000	0.0000
12	1.0786	-10.88	0.0000	0.0000	11.2000	7.5000
13	1.1000	-10.88	0.0000	16.8370	0.0000	0.0000
14	1.0658	-11.68	0.0000	0.0000	6.2000	1.6000
15	1.0633	-11.75	0.0000	0.0000	8.2000	2.5000
16	1.0711	-11.33	0.0000	0.0000	3.5000	1.8000
17	1.0703	-11.51	0.0000	0.0000	9.0000	5.8000
18	1.0565	-12.25	0.0000	0.0000	3.2000	0.9000
19	1.0554	-12.37	0.0000	0.0000	9.5000	3.4000
20	1.0602	-12.16	0.0000	0.0000	2.2000	0.7000
21	1.0660	-11.72	0.0000	0.0000	17.5000	11.2000
22	1.0668	-11.71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	1.0578	-12.02	0.0000	0.0000	3.2000	1.6000
24	1.0587	-12.07	0.0000	0.0000	8.7000	6.7000
25	1.0672	-11.52	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	1.0503	-11.90	0.0000	0.0000	3.5000	2.3000
27	1.0805	-10.94	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	1.0701	-7.05	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	1.0618	-12.05	0.0000	0.0000	2.4000	0.9000
30	1.0510	-12.83	0.0000	0.0000	10.6000	1.9000

ตาราง ค.10 ผลเฉลยโหลดโฟลว์กรณีที่ดีที่สุดจากตารางที่ 5.4

บัส	แรงดัน (p.u.)	มุม (deg.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	1.1000	0.00	159.6624	-11.3391	0.0000	0.0000
2	1.0873	-2.95	68.7530	17.0857	21.7000	12.7000
3	1.0776	-4.89	0.0000	0.0000	2.4000	1.2000
4	1.0717	-5.87	0.0000	0.0000	7.6000	1.6000
5	1.0571	-10.16	0.0000	30.1601	94.2000	19.0000
6	1.0698	-6.68	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	1.0574	-8.58	0.0000	0.0000	22.8000	10.9000
8	1.0746	-6.19	63.7698	33.9799	30.0000	30.0000
9	1.0728	-9.71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	1.0776	-11.26	0.0000	0.0000	5.8000	2.0000
11	1.1000	-9.71	0.0000	14.3780	0.0000	0.0000
12	1.0791	-10.83	0.0000	0.0000	11.2000	7.5000
13	1.1000	-10.83	0.0000	16.4029	0.0000	0.0000
14	1.0663	-11.63	0.0000	0.0000	6.2000	1.6000
15	1.0638	-11.69	0.0000	0.0000	8.2000	2.5000
16	1.0716	-11.28	0.0000	0.0000	3.5000	1.8000
17	1.0707	-11.46	0.0000	0.0000	9.0000	5.8000
18	1.0569	-12.20	0.0000	0.0000	3.2000	0.9000
19	1.0559	-12.32	0.0000	0.0000	9.5000	3.4000
20	1.0606	-12.11	0.0000	0.0000	2.2000	0.7000
21	1.0664	-11.67	0.0000	0.0000	17.5000	11.2000
22	1.0671	-11.66	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	1.0583	-11.97	0.0000	0.0000	3.2000	1.6000
24	1.0590	-12.02	0.0000	0.0000	8.7000	6.7000
25	1.0674	-11.47	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	1.0506	-11.85	0.0000	0.0000	3.5000	2.3000
27	1.0807	-10.90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	1.0662	-7.01	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	1.0621	-12.00	0.0000	0.0000	2.4000	0.9000
30	1.0512	-12.78	0.0000	0.0000	10.6000	1.9000

ตาราง ค.11 ผลเฉลยโหลดโฟลว์กรณีที่ดีที่สุดจากตารางที่ 5.5

บัส	แรงดัน (p.u.)	มุม (deg.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	1.1000	0.00	97.2170	33.9860	0.0000	0.0000
2	1.0886	-2.44	74.4600	67.1044	0.0000	0.0000
3	1.0920	-3.61	45.0000	71.4015	0.0000	0.0000
4	1.0335	-3.31	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000
5	1.0245	-4.45	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000
6	1.0352	-4.99	0.0000	0.0000	70.0000	70.0000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค.12 ผลเฉลยโหลดโฟลว์กรณีที่ดีที่สุดจากตารางที่ 5.6

บัส	แรงดัน (p.u.)	มุม (deg.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	1.1000	0.00	160.3275	-19.4965	0.0000	0.0000
2	1.0907	-3.02	68.1215	23.2151	21.7000	12.7000
3	1.0804	-4.93	0.0000	0.0000	2.4000	1.2000
4	1.0752	-5.91	0.0000	0.0000	7.6000	1.6000
5	1.0609	-10.17	0.0000	30.1287	94.2000	19.0000
6	1.0737	-6.73	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	1.0613	-8.61	0.0000	0.0000	22.8000	10.9000
8	1.0789	-6.25	63.7500	35.2036	30.0000	30.0000
9	1.0719	-9.76	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	1.0774	-11.31	0.0000	0.0000	5.8000	2.0000
11	1.1000	-9.76	0.0000	14.8707	0.0000	0.0000
12	1.0787	-10.88	0.0000	0.0000	11.2000	7.5000
13	1.1000	-10.88	0.0000	16.7723	0.0000	0.0000
14	1.0659	-11.68	0.0000	0.0000	6.2000	1.6000
15	1.0634	-11.74	0.0000	0.0000	8.2000	2.5000
16	1.0712	-11.33	0.0000	0.0000	3.5000	1.8000
17	1.0704	-11.51	0.0000	0.0000	9.0000	5.8000
18	1.0566	-12.25	0.0000	0.0000	3.2000	0.9000
19	1.0556	-12.37	0.0000	0.0000	9.5000	3.4000
20	1.0602	-12.16	0.0000	0.0000	2.2000	0.7000
21	1.0662	-11.72	0.0000	0.0000	17.5000	11.2000
22	1.0669	-11.71	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	1.0580	-12.02	0.0000	0.0000	3.2000	1.6000
24	1.0588	-12.06	0.0000	0.0000	8.7000	6.7000
25	1.0673	-11.52	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	1.0505	-11.90	0.0000	0.0000	3.5000	2.3000
27	1.0806	-10.94	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	1.0701	-7.05	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	1.0620	-12.04	0.0000	0.0000	2.4000	0.9000
30	1.0511	-12.83	0.0000	0.0000	10.6000	1.9000

ตาราง ค.13 ผลเฉลยโหลดโฟลว์จากตารางที่ 5.8

บัส	แรงดัน (p.u.)	มุม (deg.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)
1	1.0984	0.00	159.4950	-9.1198	0.0000	0.0000
2	1.0857	-2.96	68.8165	27.7471	21.7000	12.7000
3	1.0722	-4.86	0.0000	0.0000	2.4000	1.2000
4	1.0655	-5.82	0.0000	0.0000	7.6000	1.6000
5	1.0476	-10.13	0.0000	25.0812	94.2000	19.0000
6	1.0623	-6.63	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	1.0490	-8.55	0.0000	0.0000	22.8000	10.9000
8	1.0651	-6.10	63.9681	27.7830	30.0000	30.0000
9	1.0633	-9.78	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	1.0609	-11.40	0.0000	0.0000	5.8000	2.0000
11	1.0968	-9.78	0.0000	17.7038	0.0000	0.0000
12	1.0579	-10.91	0.0000	0.0000	11.2000	7.5000
13	1.0746	-10.91	0.0000	12.8381	0.0000	0.0000
14	1.0453	-11.74	0.0000	0.0000	6.2000	1.6000
15	1.0432	-11.82	0.0000	0.0000	8.2000	2.5000
16	1.0521	-11.40	0.0000	0.0000	3.5000	1.8000
17	1.0530	-11.61	0.0000	0.0000	9.0000	5.8000
18	1.0375	-12.35	0.0000	0.0000	3.2000	0.9000
19	1.0371	-12.48	0.0000	0.0000	9.5000	3.4000
20	1.0423	-12.27	0.0000	0.0000	2.2000	0.7000
21	1.0491	-11.83	0.0000	0.0000	17.5000	11.2000
22	1.0497	-11.81	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	1.0382	-12.11	0.0000	0.0000	3.2000	1.6000
24	1.0399	-12.16	0.0000	0.0000	8.7000	6.7000
25	1.0472	-11.58	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	1.0300	-11.98	0.0000	0.0000	3.5000	2.3000
27	1.0600	-10.98	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
28	1.0583	-6.96	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
29	1.0409	-12.12	0.0000	0.0000	2.4000	0.9000
30	1.0299	-12.94	0.0000	0.0000	10.6000	1.9000

ประวัติผู้เขียน

นายปฐม อัตตวิริยะนุภาพ เกิดวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2519 ที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2539 จากนั้นได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลังงานไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยในระหว่างที่ศึกษาอยู่ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจากศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย