รายการอ้างอิง

1. Nash, S. G., and Sofer A. Linear and nonlinear programming. New York: McGraw-Hill, 1996.
2. The MathWorks, Inc. MATLAB Optimization Toolbox. (n.p.): User's Guide Version 5, The MathWorks, Inc., 1997.
3. Fogel, D. B., Evolutionary Computation Toward a New Philosopy of Machine Intelligence. New York: IEEE Press, 1995.
4. Warwick, K., Ekwue, A., and Aggarwal, R. Artificial intelligence techniques in power systems. London: The Institution of Electrical Engineers, 1997.
5. David, L. Genetic algorithms and simulated annealing. London: Pitman, 1987.
6. Dommel, H. W., and Tinney, W. F. Optimal power flow solutions. IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems Vol. PAS-87, 1968.
7. Wood, A. J., and Wollenburg, B. F. Power Generation Operation and Control. 2nd ed., New York: John Wiley & Sons, 1996.
8. Sadaat, H. Power system analysis. New York: McGraw-Hill, 1999.
9. Cristensen, G. S., El-Hawary, M. E., and Soliman, S. A. Optimal control applications in electric power systems. New York: Plenum Press, 1987.
10. Kron, G. Tensorial analysis of integrated transmission systems. AIEE Transactions Vol. 70, 1951.
11. Early, E. D., Watson, R. E., A new method of determining constants for the general transmission loss equation. AIEE Trans. on Power Apparatus and Systems Vol. PAS-74, 1956.
12. Meyer, W. S. Efficient computer solution for Kron and Kron Early-Loss Formulas. Proceedings of the 1973 PICA Conference, 1973.
13. Niimura, T. Intelligent Operation and Control of Electrical Power Systems Based on Operators' Heuristics. Ph.D. 's dissertation, Tokyo Metropolitan University, 1992.
14. หลักฐาน ทองนพคุณ. การจ่ายโหลดอย่างประหยัดโดยการจัดสรรกำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1987.
15. Ma, J. T., and Lai, L. L. Evolutionary programming approach to reactive power planning. IEE Proc-Gener. Transm. Distrb. Vol. 143, No. 4, 1996.

16. Abdul-Rahman, K. H., and Shahidehpour, S. M. A fuzzy-based optimal reactive power control. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 8, 1993.

17. Lee, K. Y., Bai, X., and Park, Y. Optimization method for reactive power planning by using a modified simple genetic algorithms. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 10, 1995.

18. Iba, K. Reactive power optimization by genetic algorithms. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 9, 1994.

19. ปฐม อัตตวิริยะนุภาพ. การทำ ออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์โดยใช้เจนเนติกอัลกอริทึม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1997.

20. Shi, L., Xu, G., and Hua, Z. A new heuristic evolutionary programming and its application in solution of the optimal power flow. IEEE Trans. on Power Systems 1998.

21. Yang, H., Yang, P., and Huang, C. Evolutionary programming based economic dispatch for units with non-smooth fuel cost functions. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 11, No. 1, 1996.

22. Wong, K. P. Computational intelligence applications in unit commitment, economic dispatch and load flow. Proc. of the 4th Inter. Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management APSCOM-97, Hongkong, 1997.

23. Walters, D. C., and Sheble, G. B. Genetic algorithm solution of economic dispatch with valve point loading. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 8, No. 3, 1993.

24. Doan, K. and Wong, K. P. Artificial intelligence-based machine-learning system for thermal generator scheduling, IEE Proc-Gener. Transm. Distrib. Vol. 142, 1995.

25. Lee, K. Y. and Yang, F. F. Optimal reactive power planning using evolutionary algorithms : a comparative study for evolutionary programming, evolution strategy, genetic algorithms, and linear programming. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 13, 1998.

26. Luo, J. S., Hill, E. F., and Lee, T. H. Bus incremental costs and economic dispatch. IEEE Trans. on Power Systems Vol. PWRS-1, 1986.

27. Li, Y. Z., and David, A. K. Wheeling rates of reactive power flow under marginal cost pricing. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 9, 1994.

28. Caramanis, M. C., Bohn, R. E., and Schweppe, F. C. The costs of wheeling and optimal wheeling rates. IEEE Trans. on Power Systems Vol. PWRS-1, 1986.

29. Caramanis, M. C., Roukos, N., and Schweppe, F. C. WRATES : A tool for evaluating the marginal cost of wheeling. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 4, 1989.

30. Brodsky, S. F. J., and Hahn, R. W. Assessing the influence of power pools on emission constrained economic dispatch. IEEE Trans. on Power Systems Vol. PWRS-1, 1986.

31. Stagg, G. W., and El-Abaid, A. H. Computer Methods in Power System Analysis. New York: McGraw-Hill, 1987.

32. Grainger, J. J., and Stevenson, Jr. W. D. Power System Analysis. New Jersey: McGraw-Hill, 1994.

33. ทัศคุณ บริพนธ์มงคล. การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและอัตราค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการขนส่งกำลังไฟฟ้าโดยผ่านระบบไฟฟ้าคนกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1996.

34. Wong, K. P., Chang, C. S. and Liew, A. C. Multi-objective generation dispatch using bi-criterion global optimisation. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 10, No. 4, 1995.

35. Vaahedi, E., and Zein El-Din, H. M. Considerations in Applying Optimal Power Flow to Power System Operation. IEEE Trans. on Power System Vol. 4, No. 2, May 1989.

36. ธีรโรจน์ เพ็งหลัง. การจ่ายโหลดอย่างประหยัดที่คำถึงข้อจำกัดการปล่อยก๊าซพิษจากโรงไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1996.

37. Sindhu Thampatty, K. C. and Sreerama Kumar, R. Environmentally constrained optimum economic dispatch. IEEE Trans. on Power Systems 1998.

38. Fan, J., and Zhang, L. Real-time economic dispatch with line flow and emission constraints using quadratic programming. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 13, No. 2, 1998.

39. Monticelli, A., Pereira, M. V. F., and Granville, S. Security-constrained optimal power flow with post-contigency corrective rescheduling. IEEE Trans. on Power Systems Vol. PWRS-2, 1987.

40. Harsan, H., Hadisaid, N. and Pruvot, P. Cyclic security analysis for security constrained optimal power flow. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 12, No. 2, 1997.

41. Sauer, P. W. Technical challenges of computing available transfer capability (ATC) in electric power systems. IEEE Trans. on Power Systems 1997.

42. Gravener, M. H., and Nwankpa, C. Available transfer capability and first order sensitivity. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 14, 1999.

43. Gravener, M. H., Nwankpa, C. and Yeoh, T. ATC computational issues. Proc. of the 32nd Hawaii international conference on system sciences 1999.

44. Zadeh, L. A. Fuzzy sets. Information and control, Vol. 8, 1965.

45. El-Hawary, M. E. Electric power applications of fuzzy systems. New York: IEEE Press, 1998.

46. Ross, T. J. Fuzzy logic with engineering applications. New York: McGraw-Hill, 1995.

47. Wang, L. A course in fuzzy systems and control. New Jersey: Prentice-Hall, 1997.

48. Lee, J., Tiao, A. and Yen, J. A fuzzy rule-based approach to real-time scheduling, IEEE Trans. on Fuzzy Systems, 1994.

49. Shi, Y., and Mizumoto, M. An improvement of neuro-fuzzy learning algorithm for tuning fuzzy rules based on fuzzy clustering method, IEEE Trans. on Fuzzy Systems, 1998.

50. Wang, L. Generating fuzzy rules by learning from examples. IEEE Trans. on System, Man and Cybernatics Vol. 22, No. 6, 1992.

51. Hall, L. O., and Lande, P. Generating fuzzy rules from data. IEEE Trans. on Fuzzy Systems, 1996.

52. Gomez-Skarmeta, A. F., and Jimenez, F. Generating and tuning fuzzy rules using hybrid systems. IEEE Trans. on Fuzzy Systems, 1997.

53. The MathWorks, Inc. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. (n.p.): User's Guide Version 1, The MathWorks, Inc., 1997.

54. Aldridge, C. J., McDonald, J. R., and McKee, S. Unit commitment for power systems using a heuristically augmented genetic algorithms. IEE conference publication No. 446, 1997.

55. Tong, S. K., Shahidehpour, S. M., and Ouyang, Z. A heuristic short-term unit commitment. IEEE Trans. on Power Systems, 1991.

56. Pai, M. A. Computer techniques in power system analysis. New Delhi: McGraw-Hill, 1980.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ระบบทดสอบ

1. ระบบทดสอบ 6 บัส 7 สายส่ง [56]

1.1 ข้อมูลบัส

ตาราง ก.1 ข้อมูลบัสของระบบทดสอบ 6 บัส 7 สายส่ง

บัส	แรงดัน (pu.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)	ชนิด
1	1.00	-	-	25.0	2.5	PQ
2	1.00	-	-	15.0	9	PQ
3	1.00	-	-	27.5	6.5	PQ
4	1.00	-	-	-	-	PQ
5	1.00	25	-	-	-	PV
6	1.00	-	-	-	-	SW

1.2 ข้อมูลสายส่ง

ตาราง ก.2 ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 6 บัส 7 สายส่ง

สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (pu.)	Half-line charging (pu.)	Rating (pu.)
1	1	4	0.097+j0.407	0.0076	0.28
2	1	6	0.123+j0.518	0.0100	0.26
3	2	5	0.282+j0.640	0	0.20
4	3	5	0.723+j1.050	0	0.25
5	4	6	0.080+j0.370	0.0070	0.26

1.3 ข้อมูลหม้อแปลง

ตาราง ก.3 ข้อมูลหม้อแปลงของระบบทดสอบ 6 บัส 7 สายส่ง

หม้อแปลง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (pu.)	T_{min}	T_{max}	Rating (pu.)
1	1	2	j0.300	0.90	1.10	0.18
2	3	4	j0.133	0.90	1.10	0.18

2. ระบบทดสอบ 9 บัส 11 สายส่ง [8]

2.1 ข้อมูลบัส

ตาราง ก.4 ข้อมูลบัสของระบบทดสอบ 9 บัส 11 สายส่ง

บัส	แรงดัน (pu.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)	ชนิด
1	1.00	-	-	100	80	PQ
2	1.00	-	-	80	60	PQ
3	1.00	-	-	25	15	PQ
4	1.00	-	-	10	5	PQ
5	1.00	-	-	40	20	PQ
6	1.00	-	-	60	40	PQ
7	1.00	50	-	10	5	PV
8	1.00	30	-	20	10	PV
9	1.00	-	-	0	0	SW

2.2 ข้อมูลสายส่ง

ตาราง ก.5 ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 9 บัส 11 สายส่ง

สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (pu.)	Half-line charging (pu.)	Rating (pu.)
1	1	7	0.022+j0.065	0	0.5
2	1	8	0.006+j0.030	0.0028	0.5
3	2	7	0.032+j0.076	0	0.5
4	2	9	0.014+j0.036	0.0030	0.5
5	3	8	0.013+j0.036	0.0030	0.5
6	4	5	0.018+j0.056	0	0.5
7	5	6	0.020+j0.060	0	0.5
8	6	7	0.015+j0.045	0.0038	0.5
9	8	9	0.018+j0.054	0.0045	0.5

2.3 ข้อมูลหม้อแปลง

ตาราง ก.6 ข้อมูลหม้อแปลงของระบบทดสอบ 9 บัส 11 สายส่ง

หม้อแปลง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (pu.)	T_{min}	T_{max}	Rating (pu.)
1	1	6	0.002+j0.066	0.95	1.05	0.5
2	3	4	0.010+j0.050	0.95	1.05	0.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ระบบทดสอบ 10 บัส 11 สายส่ง [13]

3.1 ข้อมูลบัส

ตาราง ก.7 ข้อมูลบัสของระบบทดสอบ 10 บัส 11 สายส่ง

บัส	แรงดัน (pu.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)	ชนิด
1	1.00	-	-	70	0	PQ
2	1.00	-	-	0	0	PQ
3	1.00	-	-	70	0	PQ
4	1.00	-	-	0	0	PQ
5	1.00	-	-	70	0	PQ
6	1.00	10	-	0	0	PV
7	1.00	15	-	0	0	PV
8	1.00	20	-	0	0	PV
9	1.00	20	-	0	0	PV
10	1.00	-	-	0	0	SW

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ข้อมูลสายส่ง

ตาราง ก.8 ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 10 บัส 11 สายส่ง

สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	รีแอกแตนซ์ (pu.)	Half-line charging (pu.)	Rating (pu.)
1	1	10	0.258	0	1.2
2	1	6	0.253	0	0.4
3	2	6	0.210	0	0.3
4	4	6	0.085	0	0.6
5	4	7	0.167	0	0.8
6	5	8	0.257	0	0.8
7	1	2	0.347	0	0.3
8	2	3	0.130	0	0.3
9	3	4	0.166	0	0.3
10	3	9	0.156	0	0.6
11	4	5	0.018	0	1.2

3.3 ข้อมูลของฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิง

ตาราง ก.9 ข้อมูลฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงในรูปโพลิโนเมียลอันดับสองของระบบทดสอบ 10 บัส 11 สายส่ง $F_{Gi} = a_i + b_i P_{Gi} + c_i P_{Gi}^2$ เมื่อ P_{Gi} มีหน่วยเป็น pu. และ F_{Gi} มีหน่วยเป็น R/h

เครื่องที่	Bus	a_i	b_i	c_i	P_{Gi}^{min} (MW)	P_{Gi}^{max} (MW)
1	6	80	100	10	10	120
2	7	100	150	10	15	100
3	8	100	150	10	20	80
4	9	120	200	20	20	60
5	10	40	180	20	10	120

3.4 ข้อมูลของฟังก์ชันการปลดปล่อยก๊าซ SO_2

ตาราง ก.10 ข้อมูลของฟังก์ชันการปลดปล่อยก๊าซ SO_2 ของระบบทดสอบ 10 บัส 11 สายส่ง $F_{Ei} = a_i P_{Gi}^2 + b_i P_{Gi} + c_i + d_i \exp(f_i P_{Gi})$ เมื่อ P_{Gi} มีหน่วยเป็น pu. และ F_{Ei} มีหน่วยเป็น tons/h

เครื่องที่	Bus	a_i	b_i	c_i	P_{Gi}^{min} (MW)	P_{Gi}^{max} (MW)
1	6	80	100	10	10	120
2	7	100	150	10	15	100
3	8	100	150	10	20	80
4	9	120	200	20	20	60
5	10	40	180	20	10	120

4. ระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง [7]

4.1 ข้อมูลบัส

ตาราง ก.11 ข้อมูลบัสของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง

บัส	แรงดัน (pu.)	กำลังผลิตจริง (MW)	กำลังผลิตรีแอกทีฟ (Mvar)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (Mvar)	ชนิด
1	1.00	-	-	70	30	PQ
2	1.00	-	-	70	30	PQ
3	1.00	-	-	70	30	PQ
4	1.05	25	-	0	0	PV
5	1.07	60	-	0	0	PV
6	1.05	-	-	0	0	SW

4.2 ข้อมูลสายส่ง

ตาราง ก.12 ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง

สายส่ง	จากบัส	ถึงบัส	อิมพีแดนซ์ (pu.)	Half-line charging (pu.)
1	1	2	0.20+j0.40	0.08
2	1	4	0.05+j0.10	0.02
3	1	6	0.05+j0.20	0.04
4	2	3	0.10+j0.30	0.06
5	2	4	0.10+j0.30	0.04
6	2	5	0.12+j0.26	0.05
7	2	6	0.08+j0.30	0.06
8	3	4	0.07+j0.20	0.05
9	3	5	0.02+j0.10	0.02
10	4	5	0.05+j0.25	0.06
11	4	6	0.10+j0.20	0.04

4.3 ข้อมูลของฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิง

ตาราง ก.13 ข้อมูลฟังก์ชันค่าเชื้อเพลิงในรูปฟังก์ชันเชิงเส้นของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง $F_{Gi} = IC_i P_{Gi}$ เมื่อ P_{Gi} มีหน่วยเป็น MW และ F_{Gi} มีหน่วยเป็น R/h

เครื่องที่	Bus	IC_I (R/MWh)	P_{Gi}^{min} (MW)	P_{Gi}^{max} (MW)
1	4	20.88	25	80
2	5	18.00	60	250
3	6	17.46	75	300

PQ = Load bus

PV = Voltage controlled bus

SW = Slack bus

ผนวก ข

ผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ของระบบทดสอบ

1. ข้อมูลโหลดของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลโหลดของระบบทดสอบในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

Hour	Bus1(MW)	Bus2(MW)	Bus3(MW)
1	57.0543	37.6487	72.3914
2	52.8963	73.0497	61.4736
3	50.1302	77.8992	71.4610
4	84.9000	51.5388	37.9448
5	44.3622	68.9612	70.0462
6	196.6886	163.6028	166.9194
7	198.0844	193.9588	162.6072
8	175.1396	188.1673	171.5463
9	95.0313	128.7629	111.8965
10	117.6640	87.4369	86.4165
11	134.1720	88.0179	128.8585
12	86.6653	127.3179	111.6892
13	136.6315	91.4906	116.9803
14	96.4445	135.3189	119.5849
15	94.1246	136.5067	104.9586
16	147.1742	142.8471	102.0225
17	163.4024	174.8098	177.7082
18	176.4479	176.0169	195.2938
19	169.4641	186.3835	198.7727
20	173.8531	183.4773	172.8191
21	89.0450	131.1581	145.6257
22	97.6690	116.8351	107.8880
23	113.5183	94.0319	118.1751
24	51.6154	66.3416	75.7739

2. ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบทดสอบในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

เครื่องที่	Bus	IC_I (R/MWh)	P_{Gi}^{min} (MW)	P_{Gi}^{max} (MW)
1	4	20.88	25	80
2	5	18.00	60	250
3	6	17.46	75	300

3. ข้อมูลความสามารถในการจ่ายโหลดของระบบทดสอบ 6บัส 11 สายส่ง

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลความสามารถในการจ่ายโหลดของระบบทดสอบ

สถานะ	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	Capacity (MW)	Load (MW)
1	OFF	OFF	ON	75.0 – 300	75.0 – 256.5
2	OFF	ON	ON	135 – 550	256.5 – 470.25
3	ON	ON	ON	160 – 630	470.25 - 598.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ผลการทำ ยูนิตคอมมิตเมนต์ของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง โดยใช้ Priority list

ตารางที่ ข.4 ผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง โดยใช้ Priority list

ชั่วโมงที่	ระดับโหลด (MW)	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
1	167.0944	0	0	1
2	187.4196	0	0	1
3	199.4904	0	0	1
4	174.3836	0	0	1
5	183.3696	0	0	1
6	527.2108	1	1	1
7	554.6504	1	1	1
8	534.8532	1	1	1
9	335.6907	0	1	1
10	291.5174	0	1	1
11	351.0484	0	1	1
12	325.6725	0	1	1
13	345.1024	0	1	1
14	351.3483	0	1	1
15	335.5898	0	1	1
16	392.0438	0	1	1
17	515.9204	1	1	1
18	547.7587	1	1	1
19	554.6203	1	1	1
20	530.1496	1	1	1
21	365.8288	0	1	1
22	322.3921	0	1	1
23	325.7254	0	1	1
24	193.7309	0	0	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ค

ฐานข้อมูลเชิงตัวเลขของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง

ระบบที่นำมาทดสอบได้มีการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ ทำให้ชุดของข้อมูลเชิงตัวเลขที่ทำการจำลองผลต้องมีจำนวนเท่ากับจำนวนชุดของการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ โดยวิธีการ Piority list ดังแสดงในภาคผนวก ข มีจำนวนชุดของการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ 3 ชุด ดังนั้นชุดข้อมูลเชิงตัวเลขของระบบทดสอบระบบนี้จึงต้องมี 3 ชุด ดังต่อไปนี้

1. ฐานข้อมูลเชิงตัวเลขชุดที่ 1

ทำการจำลองโหลดต่อผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 1 โดยค่าของระดับโหลดจะอยู่ในช่วง 75.0 – 256.5 MW ดังแสดงในตารางที่ ค.1

ทดสอบโดยสุ่มค่าโหลด 20 ค่าแล้วทำการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์เพื่อหาจุดทำงานที่เหมาะสมโดยใช้ SQP

ตารางที่ ค.1 ผลทดสอบการจำลองโหลดต่อผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 1

No.	Bus1(MW)	Bus2(MW)	Bus3(MW)	V6	Cost(R)	Time(s)
1	50.1302	77.8992	71.4610	1.1000	3686.0663	5.54
2	84.9000	51.5388	37.9448	1.1000	3175.7046	3.84
3	44.3622	68.9612	70.0462	1.1000	3373.5273	4.17
4	51.6154	66.3416	75.7739	1.1000	3574.0201	4.40
5	33.0933	61.7355	47.4138	1.1000	2582.9202	3.84
6	52.3112	26.6447	25.7782	1.1000	1876.5069	3.90
7	66.3285	27.1380	61.8167	1.1000	2824.6686	4.12
8	25.9895	60.5086	47.2379	1.1000	2425.7988	3.84
9	68.4169	30.0868	51.7306	1.1000	2725.2138	4.18
10	34.2932	67.3024	53.9423	1.1000	2836.9379	3.85
11	32.3234	68.3109	41.5227	1.1000	2580.6827	4.12
12	77.3690	73.6947	39.0296	1.1000	3478.4314	4.18
13	28.0101	63.7693	76.0541	1.1000	3086.3529	4.12

No.	Bus1(MW)	Bus2(MW)	Bus3(MW)	V6	Cost(R)	Time(s)
14	35.3330	51.6073	44.0101	1.1000	2368.3269	3.79
15	48.7910	32.2447	52.7452	1.1000	2420.1116	4.18
16	81.5213	34.6982	39.3918	1.1000	2821.9543	3.85
17	83.4967	77.6581	33.2891	1.1000	3560.1186	4.06
18	51.0250	69.4619	45.9398	1.1000	3034.5276	4.55
19	34.4146	50.5583	54.6601	1.1000	2534.9111	3.85
20	52.8766	52.2667	79.5474	1.1000	3399.4580	4.45

2. ฐานข้อมูลเชิงตัวเลขชุดที่ 2

ทำการจำลองโหลดต่อผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 2 โดยค่าของระดับโหลดจะอยู่ในช่วง 256.5 – 470.25MW ดังแสดงในตารางที่ ค.2

ทดสอบโดยสุ่มค่าโหลด 20 ค่าแล้วทำการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์เพื่อหาจุดทำงานที่เหมาะสมโดยใช้ SQP

ตารางที่ ค.2 ผลทดสอบการจำลองโหลดต่อผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 2

No.	Bus1(MW)	Bus2(MW)	Bus3(MW)	P5(MW)	V5	V6	Cost(R)	Time(s)
1	106.6902	134.8891	155.5379	220.6025	1.1000	1.1000	7322.3579	20.71
2	114.0052	130.0456	112.2818	181.5690	1.1000	1.1000	6548.5823	38.45
3	115.4149	142.0634	145.6864	219.2424	1.1000	1.1000	7441.3305	20.98
4	129.7321	99.3149	126.0559	181.8819	1.1000	1.1000	6519.6828	24.99
5	102.2019	151.8753	132.2066	207.9654	1.1000	1.1000	7124.1467	21.37
6	130.1962	113.7994	132.1839	195.9904	1.1000	1.1000	6921.7552	19.77
7	111.9771	127.8698	136.5536	201.3004	1.1000	1.1000	6926.2329	19.77
8	140.8186	98.7457	155.5180	212.2790	1.1000	1.1000	7281.0276	23.34
9	135.6292	93.6662	111.5329	167.8681	1.1000	1.1000	6252.4206	22.63
10	125.8826	133.5188	154.0166	225.6689	1.1000	1.1000	7635.0558	22.96
11	111.1722	104.1511	89.0111	144.7172	1.1000	1.1000	5562.7830	26.96
12	135.4361	138.9744	116.2710	198.5488	1.1000	1.1000	7209.3870	23.62
13	142.7156	152.8642	128.3916	220.5562	1.1000	1.1000	7852.5623	19.72

No.	Bus1(MW)	Bus2(MW)	Bus3(MW)	P5(MW)	V5	V6	Cost(R)	Time(s)
14	147.7334	137.7014	153.9976	236.5669	1.1000	1.1000	8141.1954	33.28
15	124.9303	146.6299	133.9645	215.0006	1.1000	1.1000	7490.7781	19.72
16	110.9117	116.4539	129.4343	187.8055	1.1000	1.1000	6551.2185	19.83
17	149.5004	141.8675	133.2378	220.9713	1.1000	1.1000	7861.5128	21.20
18	104.9575	123.7507	91.8385	156.2860	1.1000	1.1000	5871.7977	20.81
19	114.6464	150.2655	108.9381	190.7876	1.1000	1.1000	6890.4943	25.22
20	128.0484	144.6000	127.9328	209.5461	1.1000	1.1000	7396.8358	27.08

3. ฐานข้อมูลเชิงตัวเลขชุดที่ 3

ทำการจำลองโหลดต่อผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 3 โดยค่าของระดับโหลดจะอยู่ในช่วง 470.25 - 598.5MW ดังแสดงในตารางที่ ค.3

ทดสอบโดยสุ่มค่าโหลด 20 ค่าแล้วทำการแก้ปัญหาออปติมัลเพาเวอร์โฟลว์เพื่อหาจุดทำงานที่เหมาะสมโดยใช้ SQP

ตารางที่ ค.3 ผลทดสอบการจำลองโหลดต่อผลการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 3

No.	Bus1(MW)	Bus2(MW)	Bus3(MW)	P4(MW)	P5(MW)	V4	V5	V6	Cost(R)	Time(s)
1	191.4680	186.7388	174.9140	34.8574	250.0000	1.0762	1.1000	1.1000	10465.8232	55.31
2	163.8531	192.6018	197.6447	35.8164	250.0000	1.0757	1.1000	1.1000	10485.8459	62.12
3	193.9396	175.7379	197.4347	49.1314	250.0000	1.0777	1.1000	1.1000	10763.8634	35.76
4	167.3233	164.7810	174.2465	25.0000	250.0000	1.0768	1.1000	1.1000	9502.3626	39.22
5	182.8678	170.1855	164.2321	25.0000	250.0000	1.0765	1.1000	1.1000	9726.6029	60.19
6	167.2648	178.3838	179.8957	25.0000	250.0000	1.0754	1.1000	1.1000	9887.7238	39.82
7	171.3602	169.9037	168.9739	25.0000	250.0000	1.0767	1.1000	1.1000	9582.8331	56.91
8	178.2539	169.8404	175.7006	25.0000	250.0000	1.0757	1.1000	1.1000	9851.8064	60.48
9	157.3771	187.7036	167.9427	25.0000	250.0000	1.0766	1.1000	1.1000	9644.2677	25.54
10	190.2600	176.9854	176.0328	25.0000	250.0000	1.0746	1.1000	1.1000	10247.5601	35.20
11	192.1840	173.5895	187.4498	34.5967	250.0000	1.0757	1.1000	1.1000	10460.3800	53.33
12	176.4495	160.5011	172.4093	25.0000	250.0000	1.0767	1.1000	1.1000	9562.8196	44.76

No.	Bus1(MW)	Bus2(MW)	Bus3(MW)	P4(MW)	P5(MW)	V4	V5	V6	Cost(R)	Time(s)
13	193.1664	197.3522	157.3585	29.9306	250.0000	1.0762	1.1000	1.1000	10362.9514	62.84
14	191.6428	166.2366	179.0681	25.0000	250.0000	1.0749	1.1000	1.1000	10116.4865	35.87
15	187.2459	175.9722	198.1671	43.0781	250.0000	1.0767	1.1000	1.1000	10637.4703	59.76
16	158.8468	195.0032	167.4888	25.0000	250.0000	1.0762	1.1000	1.1000	9813.7116	59.70
17	162.3495	186.7542	165.6964	25.0000	250.0000	1.0766	1.1000	1.1000	9679.8724	48.00
18	160.2159	180.7776	172.7769	25.0000	250.0000	1.0764	1.1000	1.1000	9654.9079	40.31
19	172.6605	165.2931	180.9768	25.0000	250.0000	1.0758	1.1000	1.1000	9751.4930	46.85
20	179.0703	189.6640	191.9498	42.6167	250.0000	1.0769	1.1000	1.1000	10627.8374	39.99

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ง

ตัวอย่าง FRBS ของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง ที่สร้างขึ้นจากฐานข้อมูลเชิงตัวเลข

ภาคผนวก ค ได้แสดงฐานข้อมูลเชิงตัวเลขของระบบทดสอบ 6 บัส 11 สายส่ง โดยทำการทดสอบต่อสถานะการทำยูนิตคอมมิตเมนต์ที่แตกต่างกัน 3 สถานะ สถานะละ 20 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง ดังนี้

1. FRBS จากฐานข้อมูลเชิงตัวเลขชุดที่ 1

ตารางที่ ง.1 FRBS จากฐานข้อมูลเชิงตัวเลขของการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 1

No.	Bus1	Bus2	Bus3	V6
1	Z	PS	PS	1.1000
2	PB	Z	NS	1.1000
3	NS	PS	PS	1.1000
4	Z	PS	PS	1.1000
5	NS	Z	NS	1.1000
6	Z	NB	NB	1.1000
7	PS	NB	Z	1.1000
8	NB	Z	NS	1.1000
9	PS	NB	Z	1.1000
10	NS	PS	Z	1.1000
11	NB	PS	NS	1.1000
12	PS	PS	NS	1.1000
13	NB	PS	PS	1.1000
14	NS	Z	NS	1.1000
15	Z	NB	Z	1.1000
16	PB	NS	NS	1.1000

No.	Bus1	Bus2	Bus3	V6
17	PB	PS	NS	1.1000
18	Z	PS	NS	1.1000
19	NS	Z	Z	1.1000
20	Z	Z	PB	1.1000

ตารางที่ ง.2 ค่าของฟังก์ชันสมาชิกจากตารางที่ ง.1

No.	Bus1	Bus2	Bus3	V6
1	0.6615	0.5025	0.9282	1.0000
2	0.9603	0.7546	0.8559	1.0000
3	0.7199	0.9065	0.9783	1.0000
4	0.7597	0.7333	0.6430	1.0000
5	0.5351	0.5712	0.5181	1.0000
6	0.8057	0.8913	0.9485	1.0000
7	0.7325	0.8586	0.5658	1.0000
8	0.9346	0.6523	0.5297	1.0000
9	0.8705	0.6637	0.7673	1.0000
10	0.6144	0.7969	0.9135	1.0000
11	0.5158	0.8635	0.9076	1.0000
12	0.5376	0.7805	0.9276	1.0000
13	0.8010	0.5633	0.6245	1.0000
14	0.6832	0.7592	0.7431	1.0000
15	0.5730	0.5210	0.8344	1.0000
16	0.7369	0.6412	0.9515	1.0000
17	0.8676	0.5185	0.5480	1.0000
18	0.7207	0.9396	0.6156	1.0000
19	0.6225	0.6898	0.9610	1.0000
20	0.8431	0.8028	0.6064	1.0000

2. FRBS จากฐานข้อมูลเชิงตัวเลขชุดที่ 2

ตารางที่ ง.3 FRBS จากฐานข้อมูลเชิงตัวเลขของการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 2

No.	Bus1	Bus2	Bus3	P5	V5	V6
1	NS	PS	PB	PS	1.1000	1.1000
2	Z	PS	Z	PS	1.1000	1.1000
3	Z	PS	PS	PS	1.1000	1.1000
4	Z	NS	Z	PS	1.1000	1.1000
5	NS	PB	PS	PS	1.1000	1.1000
6	PS	Z	PS	PS	1.1000	1.1000
7	NS	Z	PS	PS	1.1000	1.1000
8	PS	NS	PB	PS	1.1000	1.1000
9	PS	NB	NS	Z	1.1000	1.1000
10	Z	PS	PB	PS	1.1000	1.1000
11	NS	NS	NB	Z	1.1000	1.1000
12	PS	PS	Z	PS	1.1000	1.1000
13	PS	PB	Z	PS	1.1000	1.1000
14	PS	PS	PB	PB	1.1000	1.1000
15	Z	PS	PS	PS	1.1000	1.1000
16	NS	Z	Z	PS	1.1000	1.1000
17	PB	PS	PS	PS	1.1000	1.1000
18	NS	Z	NB	Z	1.1000	1.1000
19	Z	PB	NS	PS	1.1000	1.1000
20	Z	PS	Z	PS	1.1000	1.1000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.4 ค่าของฟังก์ชันสมาชิกจากตารางที่ ง.3

No.	Bus1	Bus2	Bus3	P5	V5	V6
1	0.8104	0.7727	0.9320	0.6189	1.0000	1.0000
2	0.6003	0.5008	0.5035	0.5593	1.0000	1.0000
3	0.6794	0.8245	0.6211	0.6475	1.0000	1.0000
4	0.5168	0.7756	0.7232	0.5659	1.0000	1.0000
5	0.9377	0.7263	0.6221	0.8849	1.0000	1.0000
6	0.5093	0.5887	0.6209	0.8630	1.0000	1.0000
7	0.5136	0.6213	0.8662	0.9747	1.0000	1.0000
8	0.8944	0.7436	0.9308	0.7941	1.0000	1.0000
9	0.8143	0.5415	0.5385	0.7291	1.0000	1.0000
10	0.7329	0.6958	0.8465	0.5122	1.0000	1.0000
11	0.5588	0.9529	0.8029	0.7835	1.0000	1.0000
12	0.8034	0.9979	0.7275	0.9168	1.0000	1.0000
13	0.7879	0.7818	0.5921	0.6199	1.0000	1.0000
14	0.5062	0.9306	0.8455	0.7172	1.0000	1.0000
15	0.7864	0.5681	0.7208	0.7368	1.0000	1.0000
16	0.5734	0.7378	0.5335	0.6906	1.0000	1.0000
17	0.5930	0.8355	0.6800	0.6111	1.0000	1.0000
18	0.9076	0.8526	0.6442	0.9729	1.0000	1.0000
19	0.6363	0.6360	0.6842	0.7534	1.0000	1.0000
20	0.6113	0.6821	0.6178	0.8517	1.0000	1.0000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. FRBS จากฐานข้อมูลเชิงตัวเลขชุดที่ 3

ตารางที่ ง.5 FRBS จากฐานข้อมูลเชิงตัวเลขของการทำยูนิตคอมมิตเมนต์สถานะที่ 3

No.	Bus1	Bus2	Bus3	P4	P5	V4	V5	V6
1	PS	PS	Z	NS	250.00	PB	1.1000	1.1000
2	NS	PS	PB	NS	250.00	PB	1.1000	1.1000
3	PS	Z	PB	Z	250.00	PB	1.1000	1.1000
4	NS	NS	Z	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
5	Z	NS	NS	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
6	NS	Z	Z	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
7	NS	NS	NS	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
8	Z	NS	Z	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
9	NB	PS	NS	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
10	PS	Z	Z	NB	250.00	PS	1.1000	1.1000
11	PS	Z	PS	NS	250.00	PB	1.1000	1.1000
12	Z	NB	NS	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
13	PS	PB	NB	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
14	PS	NS	Z	NB	250.00	PS	1.1000	1.1000
15	PS	Z	PB	NS	250.00	PB	1.1000	1.1000
16	NB	PB	NS	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
17	NS	PS	NS	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
18	NB	Z	NS	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
19	NS	NS	Z	NB	250.00	PB	1.1000	1.1000
20	Z	PS	PS	NS	250.00	PB	1.1000	1.1000

ตารางที่ ง.6 ค่าของฟังก์ชันสมาชิกจากตารางที่ ง.5

No.	Bus1	Bus2	Bus3	P4	P5	V4	V5	V6
1	0.7515	0.8060	0.6996	0.7169	1.0000	0.5240	1.0000	1.0000
2	0.6646	0.6454	0.8264	0.7866	1.0000	0.5140	1.0000	1.0000
3	0.5203	0.7766	0.8068	0.7550	1.0000	0.5540	1.0000	1.0000
4	0.9893	0.7514	0.6371	1.0000	1.0000	0.5360	1.0000	1.0000
5	0.5562	0.7429	0.7001	1.0000	1.0000	0.5300	1.0000	1.0000
6	0.9838	0.9758	0.8343	1.0000	1.0000	0.5080	1.0000	1.0000
7	0.6330	0.7692	0.8562	1.0000	1.0000	0.5340	1.0000	1.0000
8	0.9879	0.7752	0.7732	1.0000	1.0000	0.5140	1.0000	1.0000
9	0.9413	0.8962	0.9527	1.0000	1.0000	0.5320	1.0000	1.0000
10	0.8646	0.8934	0.8042	1.0000	1.0000	0.5080	1.0000	1.0000
11	0.6845	0.5756	0.8725	0.6979	1.0000	0.5140	1.0000	1.0000
12	0.8432	0.6490	0.5348	1.0000	1.0000	0.5340	1.0000	1.0000
13	0.5926	0.7990	0.9431	0.6414	1.0000	0.5240	1.0000	1.0000
14	0.7352	0.8876	0.9118	1.0000	1.0000	0.5020	1.0000	1.0000
15	0.8534	0.7986	0.8753	0.6852	1.0000	0.5340	1.0000	1.0000
16	0.8038	0.5792	0.9952	1.0000	1.0000	0.5240	1.0000	1.0000
17	0.5239	0.8074	0.8371	1.0000	1.0000	0.5320	1.0000	1.0000
18	0.6757	0.7518	0.5004	1.0000	1.0000	0.5280	1.0000	1.0000
19	0.5113	0.7994	0.7332	1.0000	1.0000	0.5160	1.0000	1.0000
20	0.9116	0.9203	0.7065	0.7188	1.0000	0.5380	1.0000	1.0000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายชนัดชัย กุลวรวานิชพงษ์ เกิดวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2518 ที่อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อปี พ.ศ. 2540 จากนั้นได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพลังงานไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยในระหว่างที่ศึกษาอยู่ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์ (UDC) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้รับจัดสรรจากทบวงมหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย