

รายการอ้างอิง

1. IRISARRI, G. and SASSON, A.M.. An Automatic Contingency Selection Method for On-line Security Analysis. IEEE Transaction on Power Apparatus and System, Vol. PAS-100. 1981: 1838-1844.
2. SHAALAN, A.M.. Adequacy Assessment of Power Systems Using the Contingency Ranking Approach. ELECTRA, NO. 159. April 1995.
3. WASLEY, R.G. and DANESHDOOST, M.. Identification and Ranking of Critical Contingencies in Dependent Variable Space. IEEE Transaction on Power Apparatus and System, Vol. PAS-102. 1983: 881-892.
4. BILLINTON, Prof. R., KHAN, E., and AGARWAL, S.K.. Contingency Cut-off Criteria in Transmission System Adequacy Assessment. IEE PROCEEDINGS, Vol. 136, NO.4. July 1989.
5. MOHAMED, A., and JASMON, G.B.. Voltage Contingency Selection Technique for Security Assessment. IEE PROCEEDINGS, Vol. 136, NO.1 January 1989.
6. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ และ วันชัย ไพศาลรัตนานุกูล การวิเคราะห์เหตุขัดข้องในระบบไฟฟ้ากำลัง การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 18, หน้า 38-42.
7. JASMON, G.B. and LEE, L.H.C.C.. New Contingency Ranking Technique Incorporating a Voltage Stability Criterion. IEE PROCEEDINGS-C, Vol. 140, NO.2. March 1993.
8. ALBUYEH, F., BOSE, A. and HEATH, B.. Reactive Power Considerations in Automatic Contingency Selection. IBID, Vol. PAS-101, January 1982.
9. NARA, K., TANAKA, K., KODAMA, H., SHOULTS, R.R., CHEN, M.S., VAN OLINDA, P. and BERTAGNOLLI, D.. On-line Contingency Selection for Voltage Security Analysis. IBID, Vol. PAS-104. April 1985.
10. JOHN J. GRAINGER, and WILLIAM D. STEVESON, Jr.. Power System Analysis. McGraw-Hill Book Company, 1994.
11. WILLIAM D. STEVESON, Jr.. Element of Power System Analysis. McGraw-Hill Book Company, 1982.
12. STAGG, G.W., and EL-AGAID, A.H.. Computer Methods in Power System Analysis. McGraw-Hill Book Company, 1968.

13. WOOD, A.J., and B. WOLLENBERG. Power Generation, Operation, and Control. John Wiley, 1996.
14. พรประนต ดิษขบุตร, การวิเคราะห์เสถียรภาพแรงดันไฟฟ้าในสถานะอยู่ตัวโดยอาศัยการไหลของกำลังไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ระบบทดสอบ 57 บัส

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลบัสของระบบทดสอบ 57 บัส

| Bus no. | Bus type | Pd | Qd | Gs | Bs | area | Vm | Va | baseKV | zone | maxVm | minVm |
|---------|----------|------|-----|----|----|------|-------|--------|--------|------|-------|-------|
| 1 | 3 | 55 | 17 | 0 | 0 | 1 | 1.04 | 0 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 2 | 2 | 3 | 88 | 0 | 0 | 1 | 1.01 | -1.18 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 3 | 2 | 41 | 21 | 0 | 0 | 1 | 0.985 | -5.97 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.981 | -7.32 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 5 | 1 | 13 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0.976 | -8.52 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 6 | 2 | 75 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0.98 | -8.65 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.984 | -7.58 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 8 | 2 | 150 | 22 | 0 | 0 | 1 | 1.005 | -4.45 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 9 | 2 | 121 | 26 | 0 | 0 | 1 | 0.98 | -9.56 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 10 | 1 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0.986 | -11.43 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.974 | -10.17 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 12 | 2 | 377 | 24 | 0 | 0 | 1 | 1.015 | -10.46 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 13 | 1 | 18 | 2.3 | 0 | 0 | 1 | 0.979 | -9.79 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 14 | 1 | 10.5 | 5.3 | 0 | 0 | 1 | 0.97 | -9.33 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 15 | 1 | 22 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0.988 | -7.18 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 16 | 1 | 43 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1.013 | -8.85 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 17 | 1 | 42 | 8 | 0 | 0 | 1 | 1.017 | -5.39 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 18 | 1 | 27.2 | 9.8 | 0 | 10 | 1 | 1.001 | -11.71 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 19 | 1 | 3.3 | 0.6 | 0 | 0 | 1 | 0.97 | -13.2 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 20 | 1 | 2.3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.964 | -13.41 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 21 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.008 | -12.89 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 22 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.01 | -12.84 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 23 | 1 | 6.3 | 2.1 | 0 | 0 | 1 | 1.008 | -12.91 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.999 | -13.25 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ข้อมูลบัสของระบบทดสอบ 57 บัส

| Bus no. | Bus type | Pd | Qd | Gs | Bs | area | Vm | Va | baseKV | zone | maxVm | minVm |
|---------|----------|------|------|----|-----|------|-------|--------|--------|------|-------|-------|
| 25 | 1 | 6.3 | 3.2 | 0 | 5.9 | 1 | 0.982 | -18.13 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 26 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.959 | -12.95 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 27 | 1 | 9.3 | 0.5 | 0 | 0 | 1 | 0.982 | -11.48 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 28 | 1 | 4.6 | 2.3 | 0 | 0 | 1 | 0.997 | -10.45 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 29 | 1 | 17 | 2.6 | 0 | 0 | 1 | 1.01 | -9.75 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 30 | 1 | 3.6 | 1.8 | 0 | 0 | 1 | 0.962 | -18.68 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 31 | 1 | 5.8 | 2.9 | 0 | 0 | 1 | 0.936 | -19.34 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 32 | 1 | 1.6 | 0.8 | 0 | 0 | 1 | 0.949 | -18.46 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 33 | 1 | 3.8 | 1.9 | 0 | 0 | 1 | 0.947 | -18.5 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 34 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.959 | -14.1 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 35 | 1 | 6 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0.966 | -13.86 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 36 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.976 | -13.59 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 37 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.985 | -13.41 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 38 | 1 | 14 | 7 | 0 | 0 | 1 | 1.013 | -12.71 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 39 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.983 | -13.46 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 40 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.973 | -13.62 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 41 | 1 | 6.3 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0.996 | -14.05 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 42 | 1 | 7.1 | 4.4 | 0 | 0 | 1 | 0.966 | -15.5 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 43 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1.01 | -11.33 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 44 | 1 | 12 | 1.8 | 0 | 0 | 1 | 1.017 | -11.86 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 45 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.036 | -9.25 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 46 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.05 | -11.89 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 47 | 1 | 29.7 | 11.6 | 0 | 0 | 1 | 1.033 | -12.49 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 48 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.027 | -12.59 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 49 | 1 | 18 | 8.5 | 0 | 0 | 1 | 1.036 | -12.92 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 50 | 1 | 21 | 10.5 | 0 | 0 | 1 | 1.023 | -13.39 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 51 | 1 | 18 | 5.3 | 0 | 0 | 1 | 1.052 | -12.52 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ข้อมูลบัสของระบบทดสอบ 57 บัส

| Bus no. | Bus type | Pd | Qd | Gs | Bs | area | Vm | Va | baseKV | zone | maxVm | minVm |
|---------|----------|-----|-----|----|-----|------|-------|--------|--------|------|-------|-------|
| 52 | 1 | 4.9 | 2.2 | 0 | 0 | 1 | 0.98 | -11.47 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 53 | 1 | 20 | 10 | 0 | 6.3 | 1 | 0.971 | -12.23 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 54 | 1 | 4.1 | 1.4 | 0 | 0 | 1 | 0.996 | -11.69 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 55 | 1 | 6.8 | 3.4 | 0 | 0 | 1 | 1.031 | -10.78 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 56 | 1 | 7.6 | 2.2 | 0 | 0 | 1 | 0.968 | -16.04 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |
| 57 | 1 | 6.7 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0.965 | -16.56 | 0 | 1 | 1.06 | 0.94 |

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From bus | To bus | R | x | b | rateA | rateB | rateC | ratio | angle |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 0.0083 | 0.028 | 0.129 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 3 | 0.0298 | 0.085 | 0.0818 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 4 | 0.0112 | 0.0366 | 0.038 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 5 | 0.0625 | 0.132 | 0.0258 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 6 | 0.043 | 0.148 | 0.0348 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 7 | 0.02 | 0.102 | 0.0276 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 8 | 0.0339 | 0.173 | 0.047 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 9 | 0.0099 | 0.0505 | 0.0548 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 10 | 0.0369 | 0.1679 | 0.044 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 11 | 0.0258 | 0.0848 | 0.0218 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 12 | 0.0648 | 0.295 | 0.0772 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 13 | 0.0481 | 0.158 | 0.0406 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 14 | 0.0132 | 0.0434 | 0.011 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 15 | 0.0269 | 0.0869 | 0.023 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 15 | 0.0178 | 0.091 | 0.0988 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 16 | 0.0454 | 0.206 | 0.0546 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From bus | To bus | R | x | b | rateA | rateB | rateC | ratio | angle |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 17 | 0.0238 | 0.108 | 0.0286 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 15 | 0.0162 | 0.053 | 0.0544 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 18 | 0 | 0.555 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.97 | 0 |
| 4 | 18 | 0 | 0.43 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.978 | 0 |
| 5 | 6 | 0.0302 | 0.0641 | 0.0124 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 8 | 0.0139 | 0.0712 | 0.0194 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 12 | 0.0277 | 0.1262 | 0.0328 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 13 | 0.0223 | 0.0732 | 0.0188 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 13 | 0.0178 | 0.058 | 0.0604 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 16 | 0.018 | 0.0813 | 0.0216 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 17 | 0.0397 | 0.179 | 0.0476 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 15 | 0.0171 | 0.0547 | 0.0148 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 19 | 0.461 | 0.685 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 20 | 0.283 | 0.434 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 20 | 0 | 0.7767 | 0 | 200 | 0 | 0 | 1.043 | 0 |
| 21 | 22 | 0.0736 | 0.117 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 23 | 0.0099 | 0.0152 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 24 | 0.166 | 0.256 | 0.0084 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 25 | 0 | 1.182 | 0 | 200 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 24 | 25 | 0 | 1.23 | 0 | 200 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 24 | 26 | 0 | 0.0473 | 0 | 200 | 0 | 0 | 1.043 | 0 |
| 26 | 27 | 0.165 | 0.254 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 28 | 0.0618 | 0.0954 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 29 | 0.0418 | 0.0587 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 29 | 0 | 0.0648 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.967 | 0 |
| 25 | 30 | 0.135 | 0.202 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 31 | 0.326 | 0.497 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | 32 | 0.507 | 0.755 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From bus | To bus | R | x | b | rateA | rateB | rateC | ratio | angle |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32 | 33 | 0.0392 | 0.036 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 32 | 0 | 0.953 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.975 | 0 |
| 34 | 35 | 0.052 | 0.078 | 0.0032 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | 36 | 0.043 | 0.0537 | 0.0016 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | 37 | 0.029 | 0.0366 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 38 | 0.0651 | 0.1009 | 0.002 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 39 | 0.0239 | 0.0379 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | 40 | 0.03 | 0.0466 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | 38 | 0.0192 | 0.0295 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 41 | 0 | 0.749 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.955 | 0 |
| 41 | 42 | 0.207 | 0.352 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 43 | 0 | 0.412 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 44 | 0.0289 | 0.0585 | 0.002 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 45 | 0 | 0.1042 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.955 | 0 |
| 14 | 46 | 0 | 0.0735 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.9 | 0 |
| 46 | 47 | 0.023 | 0.068 | 0.0032 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 47 | 48 | 0.0182 | 0.0233 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 48 | 49 | 0.0834 | 0.129 | 0.0048 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | 50 | 0.0801 | 0.128 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 51 | 0.1386 | 0.22 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 51 | 0 | 0.0712 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.93 | 0 |
| 13 | 49 | 0 | 0.191 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.895 | 0 |
| 29 | 52 | 0.1442 | 0.187 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 52 | 53 | 0.0762 | 0.0984 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 54 | 0.1878 | 0.232 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 54 | 55 | 0.1732 | 0.2265 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 43 | 0 | 0.153 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.958 | 0 |
| 44 | 45 | 0.0624 | 0.1242 | 0.004 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From bus | To bus | R | x | b | rateA | rateB | rateC | ratio | angle |
|----------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 40 | 56 | 0 | 1.195 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.958 | 0 |
| 56 | 41 | 0.553 | 0.549 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 56 | 42 | 0.2125 | 0.354 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | 57 | 0 | 1.355 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.98 | 0 |
| 57 | 56 | 0.174 | 0.26 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 49 | 0.115 | 0.177 | 0.006 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 48 | 0.0312 | 0.0482 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 55 | 0 | 0.1205 | 0 | 200 | 0 | 0 | 0.94 | 0 |

ตารางที่ ก.3 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าที่บัสต่างๆ ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Bus Number | Voltage | | Generation | | Load | |
|------------|---------|----------|------------|----------|--------|----------|
| | Mag(pu) | Ang(deg) | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) |
| 1 | 1.04 | 0 | 478.66 | 128.81 | 55 | 17 |
| 2 | 1.01 | -1.188 | 0 | -0.76 | 3 | 88 |
| 3 | 0.985 | -5.988 | 40 | -0.99 | 41 | 21 |
| 4 | 0.981 | -7.337 | - | - | - | - |
| 5 | 0.976 | -8.546 | - | - | 13 | 4 |
| 6 | 0.98 | -8.673 | 0 | 0.86 | 75 | 2 |
| 7 | 0.984 | -7.601 | - | - | - | - |
| 8 | 1.005 | -4.477 | 450 | 62.08 | 150 | 22 |
| 9 | 0.98 | -9.584 | 0 | 2.2 | 121 | 26 |
| 10 | 0.986 | -11.449 | - | - | 5 | 2 |
| 11 | 0.974 | -10.193 | - | - | - | - |
| 12 | 1.015 | -10.471 | 310 | 128.52 | 377 | 24 |
| 13 | 0.979 | -9.804 | - | - | 18 | 2.3 |
| 14 | 0.97 | -9.351 | - | - | 10.5 | 5.3 |

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าที่บัสต่างๆ ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Bus Number | Voltage | | Generation | | Load | |
|---------------|---------|----------|------------|----------|--------|----------|
| | Mag(pu) | Ang(deg) | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) |
| 15 | 0.988 | -7.191 | - | - | 22 | 5 |
| 16 | 1.013 | -8.859 | - | - | 43 | 3 |
| 17 | 1.017 | -5.396 | - | - | 42 | 8 |
| 18 | 1.001 | -11.729 | - | - | 27.2 | 9.8 |
| 19 | 0.97 | -13.227 | - | - | 3.3 | 0.6 |
| 20 | 0.964 | -13.446 | - | - | 2.3 | 1 |
| 21 | 1.009 | -12.931 | - | - | - | - |
| 22 | 1.01 | -12.876 | - | - | - | - |
| 23 | 1.009 | -12.941 | - | - | 6.3 | 2.1 |
| 24 | 0.999 | -13.293 | - | - | - | - |
| 25 | 0.983 | -18.172 | - | - | 6.3 | 3.2 |
| 26 | 0.959 | -12.982 | - | - | - | - |
| 27 | 0.982 | -11.513 | - | - | 9.3 | 0.5 |
| 28 | 0.997 | -10.481 | - | - | 4.6 | 2.3 |
| 29 | 1.01 | -9.771 | - | - | 17 | 2.6 |
| 30 | 0.963 | -18.718 | - | - | 3.6 | 1.8 |
| 31 | 0.936 | -19.382 | - | - | 5.8 | 2.9 |
| 32 | 0.95 | -18.511 | - | - | 1.6 | 0.8 |
| 33 | 0.948 | -18.551 | - | - | 3.8 | 1.9 |
| 34 | 0.959 | -14.15 | - | - | - | - |
| 35 | 0.966 | -13.907 | - | - | 6 | 3 |
| 36 | 0.976 | -13.636 | - | - | - | - |
| 37 | 0.985 | -13.447 | - | - | - | - |
| 38 | 1.013 | -12.737 | - | - | 14 | 7 |
| 39 | 0.983 | -13.492 | - | - | - | - |
| 40 | 0.973 | -13.659 | - | - | - | - |
| 41 | 0.996 | -14.076 | - | - | 6.3 | 3 |

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าที่บัสต่างๆ ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Bus Number | Voltage | | Generation | | Load | |
|------------|---------|----------|------------|----------|--------|----------|
| | Mag(pu) | Ang(deg) | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) |
| 42 | 0.967 | -15.533 | - | - | 7.1 | 4.4 |
| 43 | 1.01 | -11.354 | - | - | 2 | 1 |
| 44 | 1.017 | -11.858 | - | - | 12 | 1.8 |
| 45 | 1.036 | -9.27 | - | - | - | - |
| 46 | 1.06 | -11.116 | - | - | - | - |
| 47 | 1.033 | -12.512 | - | - | 29.7 | 11.6 |
| 48 | 1.028 | -12.612 | - | - | - | - |
| 49 | 1.036 | -12.938 | - | - | 18 | 8.5 |
| 50 | 1.024 | -13.413 | - | - | 21 | 10.5 |
| 51 | 1.052 | -12.532 | - | - | 18 | 5.3 |
| 52 | 0.98 | -11.497 | - | - | 4.9 | 2.2 |
| 53 | 0.971 | -12.252 | - | - | 20 | 10 |
| 54 | 0.996 | -11.709 | - | - | 4.1 | 1.4 |
| 55 | 1.031 | -10.8 | - | - | 6.8 | 3.4 |
| 56 | 0.968 | -16.066 | - | - | 7.6 | 2.2 |
| 57 | 0.965 | -16.585 | - | - | 6.7 | 2 |
| Total: | | | 1278.66 | 320.72 | 1250.8 | 336.4 |

ตารางที่ ก.4 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From Bus | To Bus | From Bus Injection | | To Bus Injection | | Loss ($I^2 \cdot Z$) | |
|----------|--------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|----------|
| | | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) |
| 1 | 2 | 102.08 | 75 | -100.77 | -84.12 | 1.315 | 4.44 |
| 2 | 3 | 97.77 | -4.64 | -94.98 | 4.46 | 2.792 | 7.96 |
| 3 | 4 | 60.21 | -8.18 | -59.78 | 5.9 | 0.423 | 1.38 |
| 4 | 5 | 13.8 | -4.43 | -13.67 | 2.23 | 0.13 | 0.28 |

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From Bus | To Bus | From Bus Injection | | To Bus Injection | | Loss ($I^2 \cdot Z$) | |
|----------|--------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|----------|
| | | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) |
| 4 | 6 | 14.15 | -5.09 | -14.06 | 2.07 | 0.095 | 0.33 |
| 6 | 7 | -17.78 | -1.72 | 17.85 | -0.61 | 0.066 | 0.34 |
| 6 | 8 | -42.5 | -6.56 | 43.15 | 5.22 | 0.644 | 3.29 |
| 8 | 9 | 178.03 | 19.83 | -174.87 | -9.12 | 3.157 | 16.1 |
| 9 | 10 | 17.17 | -9.24 | -17.03 | 5.6 | 0.133 | 0.6 |
| 9 | 11 | 12.91 | 2.03 | -12.86 | -3.96 | 0.047 | 0.16 |
| 9 | 12 | 2.55 | -15.85 | -2.45 | 8.64 | 0.104 | 0.47 |
| 9 | 13 | 2.32 | -1.99 | -2.32 | -1.9 | 0.003 | 0.01 |
| 13 | 14 | -10.36 | 22.3 | 10.45 | -23.06 | 0.087 | 0.28 |
| 13 | 15 | -48.9 | 4.9 | 49.58 | -4.92 | 0.681 | 2.2 |
| 1 | 15 | 148.99 | 33.74 | -145.09 | -23.95 | 3.905 | 19.96 |
| 1 | 16 | 79.24 | -0.87 | -76.61 | 7.08 | 2.638 | 11.97 |
| 1 | 17 | 93.34 | 3.94 | -91.42 | 1.77 | 1.924 | 8.73 |
| 3 | 15 | 33.77 | -18.26 | -33.54 | 13.73 | 0.231 | 0.76 |
| 4 | 18 | 13.96 | 2.44 | -13.96 | -1.35 | 0 | 1.09 |
| 4 | 18 | 17.87 | 1.19 | -17.87 | 0.18 | 0 | 1.37 |
| 5 | 6 | 0.67 | -6.23 | -0.66 | 5.07 | 0.01 | 0.02 |
| 7 | 8 | -77.93 | -12.4 | 78.82 | 15.04 | 0.89 | 4.56 |
| 10 | 12 | -17.6 | -20.06 | 17.78 | 17.62 | 0.185 | 0.84 |
| 11 | 13 | -9.92 | -4.41 | 9.95 | 2.71 | 0.026 | 0.09 |
| 12 | 13 | -0.48 | 60.27 | 1.18 | -64.01 | 0.694 | 2.26 |
| 12 | 16 | -33.39 | 8.82 | 33.61 | -10.08 | 0.212 | 0.96 |
| 12 | 17 | -48.46 | 9.17 | 49.42 | -9.77 | 0.957 | 4.31 |
| 14 | 15 | -68.84 | -9.56 | 69.71 | 10.94 | 0.875 | 2.8 |
| 18 | 19 | 4.63 | 1.38 | -4.53 | -1.22 | 0.108 | 0.16 |
| 19 | 20 | 1.23 | 0.62 | -1.22 | -0.61 | 0.006 | 0.01 |
| 21 | 20 | 1.08 | 0.4 | -1.08 | -0.39 | 0 | 0.01 |

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From Bus | To Bus | From Bus Injection | | To Bus Injection | | Loss ($I^2 \cdot Z$) | |
|----------|--------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|----------|
| | | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) |
| 21 | 22 | -1.08 | -0.4 | 1.08 | 0.4 | 0.001 | 0 |
| 22 | 23 | 9.66 | 3.13 | -9.65 | -3.11 | 0.01 | 0.02 |
| 23 | 24 | 3.35 | 1.01 | -3.33 | -1.83 | 0.022 | 0.03 |
| 24 | 25 | 7.07 | 1.71 | -7.07 | -1.09 | 0 | 0.63 |
| 24 | 25 | 6.79 | 1.65 | -6.79 | -1.04 | 0 | 0.6 |
| 24 | 26 | -10.53 | -1.53 | 10.53 | 1.59 | 0 | 0.06 |
| 26 | 27 | -10.53 | -1.59 | 10.73 | 1.9 | 0.204 | 0.31 |
| 27 | 28 | -20.03 | -2.4 | 20.3 | 2.8 | 0.261 | 0.4 |
| 28 | 29 | -24.9 | -5.1 | 25.17 | 5.49 | 0.272 | 0.38 |
| 7 | 29 | 60.09 | 13 | -60.09 | -10.64 | 0 | 2.36 |
| 25 | 30 | 7.56 | 4.63 | -7.45 | -4.46 | 0.11 | 0.16 |
| 30 | 31 | 3.85 | 2.66 | -3.77 | -2.55 | 0.077 | 0.12 |
| 31 | 32 | -2.03 | -0.35 | 2.05 | 0.39 | 0.025 | 0.04 |
| 32 | 33 | 3.81 | 1.91 | -3.8 | -1.9 | 0.008 | 0.01 |
| 34 | 32 | 7.46 | 3.79 | -7.46 | -3.1 | 0 | 0.69 |
| 34 | 35 | -7.46 | -3.79 | 7.5 | 3.55 | 0.039 | 0.06 |
| 35 | 36 | -13.5 | -6.55 | 13.6 | 6.53 | 0.103 | 0.13 |
| 36 | 37 | -17.07 | -10.62 | 17.19 | 10.78 | 0.123 | 0.16 |
| 37 | 38 | -21.05 | -13.71 | 21.47 | 14.17 | 0.422 | 0.65 |
| 37 | 39 | 3.86 | 2.94 | -3.85 | -2.93 | 0.006 | 0.01 |
| 36 | 40 | 3.47 | 4.1 | -3.46 | -4.08 | 0.009 | 0.01 |
| 22 | 38 | -10.74 | -3.53 | 10.76 | 3.57 | 0.024 | 0.04 |
| 11 | 41 | 9.19 | 3.52 | -9.19 | -2.83 | 0 | 0.7 |
| 41 | 42 | 8.88 | 3.27 | -8.69 | -2.95 | 0.187 | 0.32 |
| 41 | 43 | -11.59 | -2.94 | 11.59 | 3.54 | 0 | 0.59 |
| 38 | 44 | -24.34 | 5.3 | 24.52 | -5.15 | 0.175 | 0.35 |
| 15 | 45 | 37.33 | -0.79 | -37.33 | 2.15 | 0 | 1.36 |

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่งของระบบทดสอบ 57 บัส

| From Bus | To Bus | From Bus Injection | | To Bus Injection | | Loss ($I^2 \cdot Z$) | |
|----------|--------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|----------|
| | | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) | P (MW) | Q (MVAR) |
| 14 | 46 | 47.89 | 27.32 | -47.89 | -25.39 | 0 | 1.92 |
| 46 | 47 | 47.89 | 25.39 | -47.29 | -23.96 | 0.603 | 1.78 |
| 47 | 48 | 17.59 | 12.36 | -17.51 | -12.26 | 0.079 | 0.1 |
| 48 | 49 | 0.08 | -7.4 | -0.04 | 6.95 | 0.04 | 0.06 |
| 49 | 50 | 9.68 | 4.47 | -9.59 | -4.34 | 0.085 | 0.14 |
| 50 | 51 | -11.41 | -6.16 | 11.63 | 6.51 | 0.222 | 0.35 |
| 10 | 51 | 29.63 | 12.47 | -29.63 | -11.81 | 0 | 0.65 |
| 13 | 49 | 32.45 | 33.7 | -32.45 | -30.21 | 0 | 3.49 |
| 29 | 52 | 17.92 | 2.55 | -17.46 | -1.95 | 0.463 | 0.6 |
| 52 | 53 | 12.56 | -0.25 | -12.43 | 0.41 | 0.125 | 0.16 |
| 53 | 54 | -7.57 | -4.47 | 7.72 | 4.66 | 0.154 | 0.19 |
| 54 | 55 | -11.82 | -6.06 | 12.13 | 6.46 | 0.308 | 0.4 |
| 11 | 43 | 13.59 | 4.85 | -13.59 | -4.54 | 0 | 0.31 |
| 44 | 45 | -36.52 | 3.35 | 37.33 | -2.15 | 0.812 | 1.62 |
| 40 | 56 | 3.46 | 4.08 | -3.46 | -3.75 | 0 | 0.33 |
| 56 | 41 | -5.43 | 0.67 | 5.6 | -0.49 | 0.176 | 0.18 |
| 56 | 42 | -1.58 | 1.47 | 1.59 | -1.45 | 0.011 | 0.02 |
| 39 | 57 | 3.85 | 2.93 | -3.85 | -2.61 | 0 | 0.32 |
| 57 | 56 | -2.85 | 0.61 | 2.86 | -0.59 | 0.016 | 0.02 |
| 38 | 49 | -4.66 | -10.69 | 4.81 | 10.28 | 0.145 | 0.22 |
| 38 | 48 | -17.23 | -19.34 | 17.43 | 19.66 | 0.204 | 0.32 |
| 9 | 55 | 18.93 | 10.38 | -18.93 | -9.86 | 0 | 0.52 |
| Total: | | | | | | 27.857 | 121.63 |

ตารางที่ ก.5 ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|----------|-------------|
| 1 | 2.7074 | 1 | 8.71E+12 | 37 |
| 2 | 2.4571 | 2 | 9.84E+08 | 65 |
| 3 | 2.2738 | 22 | 8.71E+08 | 49 |
| 4 | 1.6198 | 41 | 2.29E+08 | 59 |
| 5 | 1.4722 | 15 | 8.38E+07 | 50 |
| 6 | 1.1512 | 17 | 1.95E+07 | 47 |
| 7 | 0.94492 | 16 | 1.38E+07 | 80 |
| 8 | 0.8216 | 7 | 1.15E+07 | 42 |
| 9 | 0.73061 | 40 | 64969 | 43 |
| 10 | 0.71587 | 67 | 30323 | 52 |
| 11 | 0.67201 | 18 | 29748 | 41 |
| 12 | 0.63011 | 39 | 29592 | 40 |
| 13 | 0.62873 | 27 | 14023 | 51 |
| 14 | 0.5867 | 68 | 11413 | 71 |
| 15 | 0.55795 | 8 | 5459.4 | 31 |
| 16 | 0.52765 | 37 | 4084.7 | 58 |
| 17 | 0.52621 | 26 | 1514.7 | 1 |
| 18 | 0.48837 | 38 | 1495.4 | 8 |
| 19 | 0.47811 | 28 | 1494.4 | 67 |
| 20 | 0.46948 | 14 | 666.52 | 39 |
| 21 | 0.44952 | 6 | 277.45 | 60 |
| 22 | 0.40783 | 23 | 241.95 | 61 |
| 23 | 0.39927 | 24 | 240.27 | 70 |
| 24 | 0.39484 | 42 | 177.05 | 29 |
| 25 | 0.38844 | 63 | 119.9 | 66 |
| 26 | 0.38579 | 50 | 105.01 | 79 |
| 27 | 0.38559 | 29 | 83.923 | 44 |
| 28 | 0.38417 | 65 | 75.645 | 33 |

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|--------|-------------|
| 29 | 0.38348 | 13 | 47.234 | 53 |
| 30 | 0.38116 | 43 | 38.321 | 38 |
| 31 | 0.38036 | 59 | 38.275 | 55 |
| 32 | 0.38004 | 58 | 33.787 | 25 |
| 33 | 0.3775 | 20 | 28.147 | 15 |
| 34 | 0.37512 | 51 | 22.731 | 68 |
| 35 | 0.3748 | 52 | 22.161 | 64 |
| 36 | 0.37477 | 35 | 14.715 | 69 |
| 37 | 0.37428 | 36 | 10.785 | 34 |
| 38 | 0.37381 | 19 | 9.3796 | 72 |
| 39 | 0.37368 | 73 | 8.4101 | 78 |
| 40 | 0.37364 | 76 | 6.1072 | 35 |
| 41 | 0.37225 | 30 | 5.9244 | 36 |
| 42 | 0.37169 | 71 | 5.9106 | 20 |
| 43 | 0.36771 | 62 | 5.5302 | 28 |
| 44 | 0.36742 | 25 | 5.266 | 22 |
| 45 | 0.36666 | 49 | 4.9999 | 77 |
| 46 | 0.36641 | 75 | 4.9077 | 3 |
| 47 | 0.36618 | 57 | 4.7505 | 19 |
| 48 | 0.36608 | 72 | 4.6873 | 2 |
| 49 | 0.36425 | 21 | 4.6666 | 57 |
| 50 | 0.36353 | 32 | 4.4271 | 13 |
| 51 | 0.36346 | 54 | 4.3685 | 74 |
| 52 | 0.36336 | 31 | 4.3412 | 46 |
| 53 | 0.36258 | 78 | 4.2761 | 30 |
| 54 | 0.36249 | 74 | 4.2586 | 62 |
| 55 | 0.36186 | 77 | 4.0741 | 9 |
| 56 | 0.36072 | 55 | 4.0663 | 23 |

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|----------|-------------|--------|-------------|
| 57 | 0.36068 | 44 | 4.0052 | 56 |
| 58 | 0.35989 | 12 | 3.9575 | 11 |
| 59 | 0.35948 | 11 | 3.8627 | 24 |
| 60 | 0.35753 | 56 | 3.8366 | 54 |
| 61 | 0.35271 | 66 | 3.7552 | 17 |
| 62 | 0.34753 | 61 | 3.7116 | 7 |
| 63 | 0.34599 | 79 | 3.6977 | 10 |
| 64 | 0.34553 | 64 | 3.672 | 32 |
| 65 | 0.34332 | 47 | 3.6448 | 4 |
| 66 | 0.34287 | 46 | 3.608 | 12 |
| 67 | 0.34065 | 34 | 3.5968 | 73 |
| 68 | 0.32877 | 60 | 3.5851 | 75 |
| 69 | 0.32586 | 10 | 3.5829 | 6 |
| 70 | 0.31513 | 9 | 3.5455 | 5 |
| 71 | 0.30368 | 4 | 3.4779 | 16 |
| 72 | 0.29505 | 33 | 3.4765 | 14 |
| 73 | 0.29268 | 53 | 3.4698 | 76 |
| 74 | 0.29147 | 5 | 3.4698 | 18 |
| 75 | 0.27742 | 69 | 3.4189 | 21 |
| 76 | 0.24155 | 80 | 3.2838 | 26 |
| 77 | 0.24006 | 70 | 3.2756 | 27 |
| 78 | 0.086552 | 3 | 2.9854 | 63 |

ตารางที่ ก.6 ผลการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ข้อด้ยการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|----------|-------------|
| 1 | 3.0367 | 41 | 2.06E+08 | 42 |
| 2 | 2.771 | 1 | 9.89E+07 | 47 |
| 3 | 2.4962 | 2 | 5.58E+07 | 46 |
| 4 | 2.1518 | 22 | 2.06E+07 | 50 |
| 5 | 1.6788 | 15 | 1.24E+07 | 41 |
| 6 | 1.2724 | 17 | 1.73E+06 | 49 |
| 7 | 1.0091 | 16 | 3.22E+05 | 80 |
| 8 | 0.80265 | 7 | 68305 | 40 |
| 9 | 0.71584 | 40 | 47541 | 43 |
| 10 | 0.70867 | 67 | 12946 | 67 |
| 11 | 0.685 | 18 | 1828.8 | 39 |
| 12 | 0.66012 | 27 | 384.26 | 70 |
| 13 | 0.63287 | 39 | 335.11 | 60 |
| 14 | 0.58649 | 68 | 265.43 | 59 |
| 15 | 0.54154 | 26 | 183.01 | 33 |
| 16 | 0.50722 | 8 | 182.64 | 55 |
| 17 | 0.49119 | 37 | 109.79 | 52 |
| 18 | 0.49119 | 38 | 101.97 | 66 |
| 19 | 0.48899 | 28 | 84.954 | 53 |
| 20 | 0.47558 | 14 | 75.353 | 65 |
| 21 | 0.44892 | 6 | 71.258 | 79 |
| 22 | 0.40486 | 23 | 65.329 | 38 |
| 23 | 0.39975 | 24 | 64.623 | 68 |
| 24 | 0.39721 | 50 | 59.353 | 37 |
| 25 | 0.39496 | 42 | 56.473 | 44 |
| 26 | 0.38896 | 63 | 45.13 | 51 |
| 27 | 0.38446 | 29 | 36.557 | 8 |

ตารางที่ ก.6 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|--------|-------------|
| 28 | 0.38207 | 13 | 34.569 | 61 |
| 29 | 0.37931 | 43 | 29.892 | 35 |
| 30 | 0.3792 | 20 | 24.663 | 36 |
| 31 | 0.37539 | 35 | 24.14 | 25 |
| 32 | 0.37524 | 19 | 17.413 | 15 |
| 33 | 0.37486 | 36 | 16.255 | 34 |
| 34 | 0.37464 | 76 | 15.569 | 72 |
| 35 | 0.37464 | 51 | 14.7 | 58 |
| 36 | 0.37418 | 73 | 12.971 | 22 |
| 37 | 0.37418 | 52 | 11.4 | 69 |
| 38 | 0.37219 | 30 | 10.339 | 29 |
| 39 | 0.37153 | 49 | 9.3805 | 71 |
| 40 | 0.36814 | 62 | 8.677 | 64 |
| 41 | 0.36572 | 75 | 8.4119 | 78 |
| 42 | 0.36494 | 72 | 7.1704 | 56 |
| 43 | 0.36494 | 58 | 7.0607 | 28 |
| 44 | 0.36476 | 57 | 6.4947 | 76 |
| 45 | 0.36449 | 25 | 6.2844 | 57 |
| 46 | 0.36422 | 78 | 5.5654 | 54 |
| 47 | 0.36399 | 21 | 5.0574 | 3 |
| 48 | 0.36388 | 55 | 4.9812 | 74 |
| 49 | 0.36367 | 32 | 4.9512 | 13 |
| 50 | 0.36367 | 31 | 4.8173 | 23 |
| 51 | 0.3634 | 77 | 4.7089 | 10 |
| 52 | 0.36246 | 74 | 4.373 | 62 |
| 53 | 0.36136 | 44 | 4.0641 | 30 |
| 54 | 0.3602 | 54 | 3.9465 | 20 |

ตารางที่ ก.6 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|----------|-------------|--------|-------------|
| 55 | 0.35981 | 12 | 3.9271 | 14 |
| 56 | 0.35893 | 11 | 3.92 | 17 |
| 57 | 0.35661 | 56 | 3.8868 | 24 |
| 58 | 0.35467 | 71 | 3.8835 | 19 |
| 59 | 0.35314 | 61 | 3.847 | 1 |
| 60 | 0.34944 | 79 | 3.8329 | 2 |
| 61 | 0.34795 | 46 | 3.8303 | 16 |
| 62 | 0.34793 | 47 | 3.8207 | 77 |
| 63 | 0.34684 | 64 | 3.777 | 75 |
| 64 | 0.34248 | 34 | 3.7542 | 7 |
| 65 | 0.33945 | 66 | 3.7179 | 12 |
| 66 | 0.33428 | 59 | 3.7096 | 27 |
| 67 | 0.33426 | 60 | 3.6686 | 26 |
| 68 | 0.32554 | 10 | 3.6518 | 21 |
| 69 | 0.32453 | 65 | 3.65 | 5 |
| 70 | 0.31415 | 9 | 3.646 | 4 |
| 71 | 0.30104 | 4 | 3.6205 | 11 |
| 72 | 0.29758 | 33 | 3.6196 | 31 |
| 73 | 0.29593 | 53 | 3.6196 | 32 |
| 74 | 0.28368 | 5 | 3.4604 | 18 |
| 75 | 0.28102 | 69 | 3.4409 | 9 |
| 76 | 0.24361 | 70 | 3.3384 | 6 |
| 77 | 0.19315 | 80 | 3.2749 | 73 |
| 78 | 0.087143 | 3 | 2.8693 | 63 |

ตารางที่ ก.7 ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส ซึ่งตัดค่าความ
ด้านทานของสายส่งในระบบออก

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|----------|-------------|
| 1 | 2.2489 | 22 | 1.65E+12 | 37 |
| 2 | 1.4403 | 1 | 1.53E+08 | 65 |
| 3 | 1.4226 | 41 | 5.87E+07 | 59 |
| 4 | 1.3294 | 2 | 3.23E+05 | 80 |
| 5 | 0.88769 | 15 | 20743 | 71 |
| 6 | 0.80199 | 17 | 1490 | 1 |
| 7 | 0.75827 | 7 | 1191.5 | 8 |
| 8 | 0.67349 | 16 | 923.6 | 41 |
| 9 | 0.63516 | 67 | 334.64 | 50 |
| 10 | 0.61272 | 40 | 309.99 | 58 |
| 11 | 0.57606 | 8 | 148.26 | 31 |
| 12 | 0.56151 | 18 | 106.87 | 60 |
| 13 | 0.54318 | 39 | 76.367 | 49 |
| 14 | 0.53094 | 68 | 43.758 | 61 |
| 15 | 0.48741 | 27 | 23.238 | 18 |
| 16 | 0.43539 | 37 | 18.402 | 79 |
| 17 | 0.42459 | 38 | 16.89 | 15 |
| 18 | 0.41782 | 26 | 15.953 | 42 |
| 19 | 0.41717 | 28 | 12.306 | 9 |
| 20 | 0.41047 | 14 | 12.253 | 47 |
| 21 | 0.39133 | 6 | 10.992 | 22 |
| 22 | 0.34526 | 23 | 10.992 | 24 |
| 23 | 0.34021 | 24 | 10.639 | 64 |
| 24 | 0.33559 | 42 | 10.53 | 46 |
| 25 | 0.334 | 63 | 10.528 | 53 |
| 26 | 0.33193 | 13 | 9.9814 | 33 |
| 27 | 0.32888 | 50 | 9.9415 | 67 |

ตารางที่ ก.7 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส ซึ่งตัดค่าความต้านทานของสายส่งในระบบออก

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|--------|-------------|
| 28 | 0.3273 | 58 | 9.7777 | 12 |
| 29 | 0.32712 | 29 | 9.6245 | 7 |
| 30 | 0.32486 | 43 | 9.3261 | 63 |
| 31 | 0.32277 | 20 | 9.3073 | 35 |
| 32 | 0.32166 | 59 | 9.2467 | 36 |
| 33 | 0.3199 | 35 | 9.2141 | 11 |
| 34 | 0.31951 | 19 | 9.0442 | 56 |
| 35 | 0.3195 | 36 | 8.9836 | 10 |
| 36 | 0.31949 | 65 | 8.8462 | 6 |
| 37 | 0.31891 | 76 | 8.8149 | 32 |
| 38 | 0.31863 | 51 | 8.7954 | 55 |
| 39 | 0.31832 | 73 | 8.7882 | 76 |
| 40 | 0.31787 | 52 | 8.7644 | 44 |
| 41 | 0.31754 | 72 | 8.745 | 3 |
| 42 | 0.31701 | 30 | 8.7241 | 73 |
| 43 | 0.31697 | 71 | 8.6908 | 70 |
| 44 | 0.31615 | 57 | 8.6249 | 69 |
| 45 | 0.31446 | 49 | 8.5446 | 17 |
| 46 | 0.31427 | 62 | 8.5267 | 72 |
| 47 | 0.31372 | 25 | 8.5173 | 4 |
| 48 | 0.31293 | 75 | 8.4899 | 5 |
| 49 | 0.31193 | 21 | 8.4784 | 16 |
| 50 | 0.31077 | 78 | 8.447 | 74 |
| 51 | 0.30997 | 32 | 8.4398 | 21 |
| 52 | 0.30984 | 31 | 8.4177 | 57 |
| 53 | 0.30972 | 54 | 8.4143 | 77 |
| 54 | 0.30955 | 77 | 8.3834 | 68 |

ตารางที่ ก.7 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ของด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส ซึ่งตัดค่าความต้านทานของสายส่งในระบบออก

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|----------|-------------|--------|-------------|
| 55 | 0.30869 | 74 | 8.3498 | 2 |
| 56 | 0.30827 | 44 | 8.2741 | 34 |
| 57 | 0.30814 | 55 | 8.1913 | 51 |
| 58 | 0.30556 | 11 | 8.1118 | 75 |
| 59 | 0.3044 | 61 | 8.1026 | 30 |
| 60 | 0.30409 | 56 | 8.0756 | 27 |
| 61 | 0.30213 | 12 | 7.9479 | 14 |
| 62 | 0.29996 | 79 | 7.8629 | 78 |
| 63 | 0.29941 | 66 | 7.6554 | 29 |
| 64 | 0.2969 | 34 | 7.6355 | 62 |
| 65 | 0.29502 | 46 | 7.5614 | 23 |
| 66 | 0.29466 | 64 | 7.5282 | 43 |
| 67 | 0.29405 | 47 | 7.4163 | 26 |
| 68 | 0.28402 | 60 | 7.3695 | 38 |
| 69 | 0.26997 | 10 | 7.2153 | 39 |
| 70 | 0.26669 | 9 | 6.8598 | 52 |
| 71 | 0.25718 | 4 | 6.5222 | 40 |
| 72 | 0.25659 | 33 | 6.0846 | 54 |
| 73 | 0.25393 | 53 | 5.8301 | 19 |
| 74 | 0.25346 | 5 | 5.1206 | 66 |
| 75 | 0.25258 | 69 | 4.6729 | 20 |
| 76 | 0.21693 | 70 | 4.3926 | 13 |
| 77 | 0.21167 | 80 | 3.7797 | 25 |
| 78 | 0.054254 | 3 | 2.5592 | 28 |

ตารางที่ ก.8 ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าของระบบทดสอบ 57 บัส ซึ่งตัดค่าความต้านทานของสายส่งในระบบออก

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|--------|-------------|
| 1 | 2.4289 | 41 | 16168 | 50 |
| 2 | 2.2328 | 22 | 7468.3 | 42 |
| 3 | 1.3718 | 1 | 2384.8 | 49 |
| 4 | 1.2561 | 2 | 1860.9 | 47 |
| 5 | 0.83377 | 15 | 415.52 | 46 |
| 6 | 0.78437 | 17 | 166.53 | 60 |
| 7 | 0.75696 | 7 | 70.271 | 61 |
| 8 | 0.66283 | 16 | 27.702 | 79 |
| 9 | 0.60886 | 67 | 13.515 | 18 |
| 10 | 0.5941 | 40 | 12.153 | 63 |
| 11 | 0.55413 | 18 | 10.607 | 52 |
| 12 | 0.52977 | 39 | 10.389 | 9 |
| 13 | 0.5215 | 8 | 10.27 | 73 |
| 14 | 0.51492 | 68 | 9.7751 | 53 |
| 15 | 0.4834 | 27 | 9.7306 | 24 |
| 16 | 0.41842 | 38 | 9.2797 | 76 |
| 17 | 0.41842 | 37 | 9.2788 | 51 |
| 18 | 0.41688 | 28 | 9.2704 | 33 |
| 19 | 0.41572 | 26 | 9.1815 | 12 |
| 20 | 0.40906 | 14 | 8.9959 | 6 |
| 21 | 0.38941 | 6 | 8.9958 | 43 |
| 22 | 0.34465 | 23 | 8.8504 | 31 |
| 23 | 0.33955 | 24 | 8.8185 | 32 |
| 24 | 0.33259 | 42 | 8.7981 | 75 |
| 25 | 0.3322 | 63 | 8.7483 | 67 |
| 26 | 0.3317 | 13 | 8.6649 | 10 |
| 27 | 0.32986 | 50 | 8.6205 | 7 |

ตารางที่ ก.8 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องด้วยการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าของระบบทดสอบ 57 บัส ซึ่งตัดค่าความต้านทานของสายส่งในระบบออก

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|--------|-------------|
| 28 | 0.32656 | 29 | 8.5484 | 68 |
| 29 | 0.32432 | 20 | 8.5284 | 57 |
| 30 | 0.32321 | 43 | 8.479 | 44 |
| 31 | 0.32064 | 19 | 8.4516 | 11 |
| 32 | 0.31945 | 35 | 8.4354 | 21 |
| 33 | 0.31909 | 36 | 8.3596 | 77 |
| 34 | 0.3184 | 76 | 8.3401 | 4 |
| 35 | 0.3184 | 51 | 8.3267 | 5 |
| 36 | 0.31779 | 73 | 8.2383 | 74 |
| 37 | 0.31779 | 52 | 8.2181 | 64 |
| 38 | 0.3169 | 30 | 8.1239 | 78 |
| 39 | 0.31582 | 49 | 8.0968 | 80 |
| 40 | 0.3146 | 25 | 8.0918 | 30 |
| 41 | 0.31433 | 62 | 8.0666 | 34 |
| 42 | 0.31369 | 72 | 8.0252 | 69 |
| 43 | 0.31366 | 58 | 8.0079 | 19 |
| 44 | 0.31342 | 57 | 7.9523 | 20 |
| 45 | 0.31283 | 75 | 7.896 | 36 |
| 46 | 0.3119 | 21 | 7.8564 | 35 |
| 47 | 0.3114 | 78 | 7.8293 | 70 |
| 48 | 0.31027 | 32 | 7.7486 | 26 |
| 49 | 0.31027 | 31 | 7.7131 | 55 |
| 50 | 0.3097 | 77 | 7.6115 | 54 |
| 51 | 0.309 | 44 | 7.4441 | 14 |
| 52 | 0.30851 | 74 | 7.4096 | 29 |
| 53 | 0.30801 | 55 | 7.409 | 62 |
| 54 | 0.30715 | 54 | 7.3813 | 27 |

ตารางที่ ก.8 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ข้อด้วยการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าของระบบทดสอบ 57 บัส ซึ่งตัดค่าความต้านทานของสายส่งในระบบออก

| Ranking | PIMW | Line outage | PIV | Line outage |
|---------|---------|-------------|---------|-------------|
| 55 | 0.30605 | 61 | 7.3075 | 56 |
| 56 | 0.30542 | 11 | 6.9669 | 2 |
| 57 | 0.30372 | 56 | 6.9638 | 71 |
| 58 | 0.30218 | 79 | 6.944 | 22 |
| 59 | 0.30209 | 12 | 6.9051 | 1 |
| 60 | 0.30201 | 71 | 6.8861 | 58 |
| 61 | 0.29834 | 34 | 6.684 | 16 |
| 62 | 0.29683 | 47 | 6.6331 | 72 |
| 63 | 0.29682 | 46 | 6.3299 | 17 |
| 64 | 0.29622 | 64 | 6.2787 | 3 |
| 65 | 0.28897 | 60 | 6.1825 | 37 |
| 66 | 0.28896 | 59 | 6.1825 | 38 |
| 67 | 0.28821 | 66 | 5.0126 | 39 |
| 68 | 0.26993 | 10 | 4.6861 | 23 |
| 69 | 0.2695 | 65 | 3.9707 | 13 |
| 70 | 0.266 | 9 | 3.895 | 8 |
| 71 | 0.26154 | 33 | 3.8892 | 41 |
| 72 | 0.25895 | 53 | 3.7434 | 40 |
| 73 | 0.25701 | 4 | 2.9682 | 28 |
| 74 | 0.25665 | 69 | 2.4434 | 15 |
| 75 | 0.25321 | 5 | 2.0789 | 65 |
| 76 | 0.2227 | 70 | 1.5451 | 66 |
| 77 | 0.17665 | 80 | 1.3583 | 25 |
| 78 | 0.05445 | 3 | 0.34697 | 59 |

ภาคผนวก ข

ผลการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ของระดับที่ 2 ด้วยวิธี Z_{bus}

จากหลักการดังที่กล่าวมาแล้ว เมื่อเกิดเหตุการณ์ของสายส่งในระบบไฟฟ้ากำลังพร้อมกัน 2 เส้น จะเรียกว่าเกิดเหตุการณ์ของระดับที่ 2 (second level contingency) ซึ่งสามารถคำนวณค่าแรงดันที่บัส และกำลังไฟฟ้าจริงในสายส่งที่เหลือในระบบได้โดยอาศัยทฤษฎีบททับซ้อน ร่วมกับการวิเคราะห์เหตุการณ์ของด้วยวิธี Z_{bus} หลังจากนั้นจึงนำค่าแรงดันและกำลังไฟฟ้าจริงที่คำนวณได้ไปทำการคำนวณค่าดัชนีสถานะกำลังไฟฟ้าและค่าดัชนีสถานะแรงดัน เพื่อใช้ในการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ของตามระดับความรุนแรง ซึ่งได้ผลการจัดเรียงดังตารางที่ ข.1

จากผลการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ของระดับที่ 2 ด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส จะพบว่าเหตุการณ์ของที่ส่งผลกระทบต่อระบบในเหตุการณ์ของระดับที่ 2 จะเป็นกลุ่มเดียวกันกับเหตุการณ์ของที่ส่งผลกระทบต่อระบบในเหตุการณ์ของระดับที่ 1 ซึ่งหมายถึงระดับความรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อระบบมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากเหตุการณ์ของระดับที่ 1

ตารางที่ ข.1 ผลการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ของระดับที่ 2 ด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | Line outage |
|---------|--------|-------------|-------------|
| 1 | 39.074 | 1 | 2 |
| 2 | 13.743 | 1 | 17 |
| 3 | 12.615 | 2 | 17 |
| 4 | 10.92 | 1 | 16 |
| 5 | 10.007 | 2 | 16 |
| 6 | 8.495 | 22 | 41 |
| 7 | 6.4992 | 1 | 27 |
| 8 | 5.9327 | 2 | 27 |
| 9 | 5.7056 | 1 | 18 |
| 10 | 5.2088 | 2 | 18 |
| 11 | 4.9973 | 1 | 26 |
| 12 | 4.7186 | 7 | 22 |

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องระดับที่ 2 ด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | Line outage |
|---------|--------|-------------|-------------|
| 13 | 4.636 | 15 | 17 |
| 14 | 4.5534 | 2 | 26 |
| 15 | 4.2564 | 17 | 22 |
| 16 | 4.2231 | 22 | 40 |
| 17 | 4.1773 | 22 | 67 |
| 18 | 3.9502 | 15 | 16 |
| 19 | 3.8877 | 16 | 17 |
| 20 | 3.8752 | 15 | 22 |
| 21 | 3.8253 | 16 | 22 |
| 22 | 3.7805 | 1 | 41 |
| 23 | 3.7029 | 22 | 39 |
| 24 | 3.6289 | 1 | 22 |
| 25 | 3.6024 | 1 | 8 |
| 26 | 3.5032 | 2 | 41 |
| 27 | 3.5019 | 18 | 22 |
| 28 | 3.4956 | 22 | 68 |
| 29 | 3.413 | 7 | 41 |
| 30 | 3.4031 | 2 | 22 |
| 31 | 3.3116 | 2 | 8 |
| 32 | 3.3081 | 17 | 41 |
| 33 | 3.1285 | 22 | 37 |
| 34 | 3.1183 | 1 | 37 |
| 35 | 3.1169 | 1 | 40 |
| 36 | 3.0828 | 22 | 27 |
| 37 | 3.0776 | 1 | 3 |
| 38 | 3.0521 | 40 | 41 |
| 39 | 3.03 | 1 | 65 |
| 40 | 3.0164 | 22 | 28 |

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องระดับที่ 2 ด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | Line outage |
|---------|--------|-------------|-------------|
| 41 | 3.0156 | 1 | 39 |
| 42 | 3.0143 | 41 | 67 |
| 43 | 2.9488 | 14 | 22 |
| 44 | 2.9463 | 22 | 38 |
| 45 | 2.9395 | 1 | 23 |
| 46 | 2.9224 | 16 | 41 |
| 47 | 2.8709 | 1 | 67 |
| 48 | 2.8594 | 1 | 38 |
| 49 | 2.8543 | 1 | 64 |
| 50 | 2.8492 | 2 | 40 |
| 51 | 2.8466 | 1 | 59 |
| 52 | 2.8465 | 1 | 7 |
| 53 | 2.8394 | 2 | 37 |
| 54 | 2.834 | 1 | 66 |
| 55 | 2.8095 | 1 | 68 |
| 56 | 2.7949 | 22 | 26 |
| 57 | 2.7804 | 1 | 71 |
| 58 | 2.7801 | 2 | 3 |
| 59 | 2.7686 | 1 | 29 |
| 60 | 2.7607 | 1 | 10 |
| 61 | 2.7598 | 1 | 20 |
| 62 | 2.7515 | 2 | 39 |
| 63 | 2.7514 | 2 | 65 |
| 64 | 2.7485 | 1 | 80 |
| 65 | 2.7482 | 6 | 22 |
| 66 | 2.7402 | 1 | 19 |
| 67 | 2.7367 | 1 | 42 |
| 68 | 2.7317 | 1 | 56 |

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ของระดับที่ 2 ด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | Line outage |
|---------|--------|-------------|-------------|
| 69 | 2.7306 | 1 | 54 |
| 70 | 2.7232 | 1 | 30 |
| 71 | 2.7221 | 1 | 43 |
| 72 | 2.7216 | 1 | 55 |
| 73 | 2.7214 | 1 | 35 |
| 74 | 2.7204 | 1 | 36 |
| 75 | 2.7201 | 1 | 78 |
| 76 | 2.7184 | 1 | 77 |
| 77 | 2.7179 | 1 | 74 |
| 78 | 2.7159 | 1 | 12 |
| 79 | 2.7113 | 1 | 5 |
| 80 | 2.71 | 1 | 4 |
| 81 | 2.7099 | 1 | 75 |
| 82 | 2.7074 | 1 | 45 |
| 83 | 2.7073 | 1 | 21 |
| 84 | 2.7071 | 1 | 62 |
| 85 | 2.7014 | 1 | 79 |
| 86 | 2.6997 | 1 | 44 |
| 87 | 2.6981 | 1 | 73 |
| 88 | 2.6978 | 1 | 76 |
| 89 | 2.6969 | 1 | 6 |
| 90 | 2.6956 | 15 | 27 |
| 91 | 2.6936 | 1 | 51 |
| 92 | 2.6931 | 1 | 32 |
| 93 | 2.6925 | 1 | 46 |
| 94 | 2.692 | 1 | 52 |
| 95 | 2.6917 | 1 | 25 |
| 96 | 2.691 | 1 | 31 |

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ผลการจัดเรียงลำดับเหตุขัดข้องระดับที่ 2 ด้วยวิธี Z_{bus} ของระบบทดสอบ 57 บัส

| Ranking | PIMW | Line outage | Line outage |
|---------|--------|-------------|-------------|
| 97 | 2.6807 | 1 | 47 |
| 98 | 2.6791 | 1 | 11 |
| 99 | 2.6783 | 1 | 24 |
| 100 | 2.6713 | 1 | 34 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายวันชัย ไพบูลย์รัตนานุกูล เกิดเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2516 ที่อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2538 แล้วได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย