

รายการอ้างอิง

1. North American Electric Reliability Council (NERC), 'Available Transfer Capability: Definitions and Determination – A Framework for determining Available Transfer Capabilities of the Interconnected Transmission Networks for a Commercially Viable Electricity Market', June 1996.
2. North American Electric Reliability Council (NERC), Transmission Transfer Capability – A Reference Document for calculating and Reporting the Electric Power Transfer Capability of Interconnected Electric Systems', May 1995.
3. P.W. Sauer. 1997. Technical Challenges of Computing Available Transfer Capability (ATC) in Electrical Power Systems. Proceedings of the Thirtieth Annual (1997) Hawaii International Conference on System Sciences Vol. V. : 589-593.
4. B. Eua-Arporn and G. Sombuttwilailert. November 2000. Determination of Available Transfer Capability. 23rd Electrical Engineering Conference 2000 Vol. 1. : 117-120.
5. Mohamed Shaaban, Yixin Ni, Hongwei Dai, and Felix F. Wu. 1998. Considerations in Calculation Total Transfer Capability. POWERCON '98 Vol. 2 : 1356-1360.
6. M.H. Gravener and C. Nwankpa. May 1999. , "Available Transfer Capability and the first order sensitivity. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 14 : 512-518.
7. M.H. Gravener, C. Nwankpa, and Tai-Sim Yeoh. 1999. ATC Computation Issues. Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference Vol. 1 : 1-6.
8. G.C. Ejebe, J. Tong, J.G. Waight, J.G. Frame, X. Wang, and W.F. Tinney. November 1998. Available Transfer Capability Calculations. IEEE Trans. on Power Systems Vol.13 : 1521-1527.
9. J.C.O. Mello, A.C.G. Melo, and S. Granville. August 1996. Simultaneous Transfer Capability Assessment by Combing Interior Point Methods and Monte Carlo Simulation. IEEE Trans. on Power Systems Vol. 12 No. 2 : 736-742.
10. Mohamed Shaaban, Yixin Ni, and Felix F. Wu. 2000. Total Transfer Capability Calculations for Competitive Power Networks Using Genetic Algorithms. International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructing and Power Technologies 2000 Vol. 1: 114-118.

11. S. Greene, I. Dobson, F.L. Alvarado, and P.W. Sauer. June 1997. , "Initial Concepts for Applying Sensitivity to Transfer Capability. Proceedings of the NSF Workshop on Available Transfer Capability Vol. 1: 1-7.
12. G.C. Ejebe, J.G. Waight, M. Santos-Nieto, and W.F. Tinney. 1999. Fast Calculation of Linear Available Transfer Capability. Proceedings of Power Industry Computer Applications 1999 IEEE International Conference Vol. 1: 255-260.
13. R. Wang, R.H. Lasseter, L. Meng, and F.L. Alvarado. 1999. Fast Determination of Simultaneous Available Transfer Capability (ATC). Internal Report ECE_dept. University of Wisconsin-Madison.
14. A.J. Wood and B.F. Wollenberg. 1984. Power generation operation and control. New York: John Wiley.
15. North American Electric Reliability Council (NERC), 'Transmission Capability Margins and Their ATC Determination', June 1999.
16. Zimmerman R.D., and Gan D. Matpower User Manual V.2.0. Power Systems Engineering Research Center (PSERC) School of Electrical Engineering. NY: Cornell University, Ithaca, 14853
17. G. Sombuttwilailert and B. Eua-Arporn. 2001. A Novel Sensitivity Analysis for Total Transfer Capability Evaluation. 22nd International Conference Conference on Power Industry Computer Applications May 2001.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณเมตริกซ์จาโคเบียนผกผันที่คำนึงถึงผลกระทบจากการขัดข้องของสายส่ง[17]

ก.1 รายละเอียดการคำนวณค่าของเมตริกซ์จาโคเบียนที่มีการเปลี่ยนแปลง

เนื่องจากเมตริกซ์จาโคเบียนของการคำนวณเพาเวอร์โพลาร์ในรูปแบบพิกัดเชิงขั้วนั้นสามารถเขียนในรูปทั่วไปได้ดังนี้

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial P}{\partial \delta} & \frac{\partial P}{\partial V} \\ \frac{\partial Q}{\partial \delta} & \frac{\partial Q}{\partial V} \end{bmatrix} \quad (ก.1)$$

เมื่อ

P, Q คือ กำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟที่ฉีดเข้าที่แต่ละบัส

V, δ คือ ขนาดและมุมของแรงดันไฟฟ้าที่แต่ละบัส

สำหรับสมาชิกในเมตริกซ์จาโคเบียนสามารถคำนวณได้จาก

$$\frac{\partial P_j}{\partial \delta_k} = V_j V_k [g_{jk} \sin(\delta_{jk}) - b_{jk} \cos(\delta_{jk})] \quad (ก.2)$$

$$\frac{\partial P_j}{\partial \delta_j} = -\sum_{\substack{m=1 \\ m=j}}^N V_j V_m [g_{jm} \sin(\delta_{jm}) - b_{jm} \cos(\delta_{jm})] \quad (ก.3)$$

$$\frac{\partial P_j}{\partial V_k} = V_j [g_{jk} \cos(\delta_{jk}) + b_{jk} \sin(\delta_{jk})] \quad (ก.4)$$

$$\frac{\partial P_j}{\partial V_j} = \sum_{m=1}^N V_m [g_{jm} \cos(\delta_{jm}) + b_{jm} \sin(\delta_{jm})] + g_{jj} V_j \quad (ก.5)$$

$$\frac{\partial Q_j}{\partial \delta_k} = -V_j V_k [g_{jk} \cos(\delta_{jk}) + b_{jk} \sin(\delta_{jk})] \quad (ก.6)$$

$$\frac{\partial Q_j}{\partial \delta_j} = \sum_{\substack{m=1 \\ m=j}}^N V_j V_m [g_{jm} \cos(\delta_{jm}) + b_{jm} \sin(\delta_{jm})] \quad (ก.7)$$

$$\frac{\partial Q_j}{\partial V_k} = V_j [g_{jk} \sin(\delta_{jk}) - b_{jk} \cos(\delta_{jk})] \quad (ก.8)$$

$$\frac{\partial Q_j}{\partial V_j} = \sum_{m=1}^N V_m [g_{jm} \sin(\delta_{jm}) - b_{jm} \cos(\delta_{jm})] - b_{jj} V_j \quad (ก.9)$$

เมื่อ

V_j, V_k = คือ ขนาดแรงดันไฟฟ้าของบัสที่ j และ k ตามลำดับ

δ_{jk} = ความต่างของมุมระหว่างบัส j และ k ($\delta_j - \delta_k$)

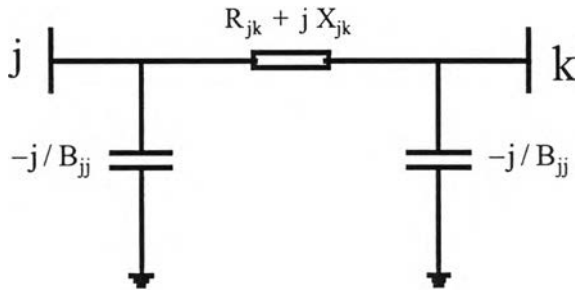
P_j, Q_j = กำลังจริงและกำลังรีแอกทีฟที่ฉีดเข้าที่บัส j

g_{jk}, b_{jk} = ค่าส่วนจริง (conductance) และ ส่วนจินตภาพ (susceptance) ของ Y_{bus} ที่แถว j หลัก k

$\Delta\beta$ = ค่าความเบี่ยงเบนของตัวแปร β เทียบกับค่าเดิม

θ^0 = ตัวกำกับบน 0 ของตัวแปรแสดงถึงว่าเป็นค่าดั้งเดิมของตัวแปรนั้น

จากสมการที่ (ก.2)-(ก.9) พิจารณาแล้วพบว่าสมาชิกในเมตริกซ์จาโคเบียนมีค่าขึ้นกับ ขนาดของแรงดันไฟฟ้า มุมของแรงดันไฟฟ้า และ สมาชิกใน Y_{bus} ดังนั้นหากสมมติว่าขนาดและมุมของแรงดันไฟฟ้ามีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมตริกซ์จาโคเบียนก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลงเฉพาะเมื่อสมาชิกใน Y_{bus} มีค่าเปลี่ยนแปลง สำหรับเหตุการณ์หนึ่งที่ทำให้ Y_{bus} มีค่าเปลี่ยนไปก็คือ การที่ส่งสายในระบบชั่วคราว ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังนี้



รูปที่ ก.1 แบบจำลองสายส่งชนิด π

ในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังสายส่งจะถูกแทนด้วยแบบจำลองสายส่งชนิด π ซึ่งมีลักษณะตามรูปที่ ก.1 จากข้อมูลระบบส่ง เราจะสามารถหา Y_{bus} ของระบบได้ แต่อย่างไรก็ดีในสภาวะที่เกิดสายส่งชั่วคราว Y_{bus} ก็จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป สำหรับในที่นี้หากกำหนดว่าสายส่งที่ต่อเชื่อมระหว่างบัส j และ บัส k ชำรุด สมาชิก 4 ตัวใน Y_{bus} จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามสมการที่ (ก.10)-(ก.13) โดยที่สมาชิกตัวอื่นๆ มีค่าคงที่

$$y_{jj} = y_{jj}^0 - y_{jk,serie} - j \cdot b_{jj} \quad (\text{ก.10})$$

$$y_{jk} = y_{jk}^0 + y_{jk,serie} \quad (\text{ก.11})$$

$$y_{kj} = y_{kj}^0 + y_{kj,serie} \quad (\text{ก.12})$$

$$y_{kk} = y_{kk}^0 - y_{jk,serie} - j \cdot b_{jj} \quad (ก.13)$$

$y_{\alpha,\beta}$ คือ สมาชิกใน Y_{bus} ณ แกวที่ α และ หลักที่ β

$$y_{jk,serie} = 1 / (R_{jk} + jX_{jk})$$

b_{jj} = ค่า half line charging ของสายส่ง

ต่อไปเพื่อความสะดวกในการจัดรูปแบบสมการ จะกำหนดให้สมาชิกใน Y_{bus} ที่มีค่าเปลี่ยนแปลง เขียนใหม่ในรูปของ $g^0 + \Delta g + j \cdot (b^0 + \Delta b)$ โดยตัวแปรที่มีตัวกำกับบน 0 อยู่คือค่าดั้งเดิมก่อนเกิดสายส่งชำรุดและ ตัวแปรที่นำหน้าด้วย Δ คือค่าที่เปลี่ยนแปลงไป จากการกำหนดดังกล่าวและ สมการที่ (ก.2)-(ก.9) เราจะได้สมาชิกในเมตริกซ์จาโคเบียนเมื่อสายส่ง j-k ชำรุด ดังนี้

$$\left[\frac{\partial P_j}{\partial \delta_k} \right]_{mod} = V_j V_k [(g_{jk}^0 + \Delta g_{jk}) \sin(\delta_{jk}) - (b_{jk}^0 + \Delta b_{jk}) \cos(\delta_{jk})] \quad (ก.14)$$

$$\left[\frac{\partial P_j}{\partial \delta_j} \right]_{mod} = - \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq j}}^N V_j V_m [g_{jm} \sin(\delta_{jm}) - b_{jm} \cos(\delta_{jm})] \\ - V_j V_k [\Delta g_{jk} \sin(\delta_{jk}) - \Delta b_{jk} \cos(\delta_{jk})] \quad (ก.15)$$

$$\left[\frac{\partial P_j}{\partial V_k} \right]_{mod} = V_j [(g_{jk}^0 + \Delta g_{jk}) \cos(\delta_{jk}) + (b_{jk}^0 + \Delta b_{jk}) \sin(\delta_{jk})] \quad (ก.16)$$

$$\left[\frac{\partial P_j}{\partial V_j} \right]_{mod} = \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq j,k}}^N V_m [g_{jm} \cos(\delta_{jm}) + b_{jm} \sin(\delta_{jm})] + 2(g_{jj} + \Delta g_{jj}) V_j \\ + V_k [(g_{jk}^0 + \Delta g_{jk}) \cos(\delta_{jk}) + (b_{jk}^0 + \Delta b_{jk}) \sin(\delta_{jk})] \quad (ก.17)$$

$$\left[\frac{\partial Q_j}{\partial \delta_k} \right]_{mod} = -V_j V_k [(g_{jk}^0 + \Delta g_{jk}) \cos(\delta_{jk}) + (b_{jk}^0 + \Delta b_{jk}) \sin(\delta_{jk})] \quad (ก.18)$$

$$\left[\frac{\partial Q_j}{\partial \delta_j} \right]_{mod} = \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq j,k}}^N V_j V_m [g_{jm} \cos(\delta_{jm}) + b_{jm} \sin(\delta_{jm})] \\ + V_j V_k [(g_{jk}^0 + \Delta g_{jk}) \cos(\delta_{jk}) + (b_{jk}^0 + \Delta b_{jk}) \sin(\delta_{jk})] \quad (ก.19)$$

$$\left[\frac{\partial Q_j}{\partial V_k} \right]_{mod} = V_j [(g_{jk}^0 + \Delta g_{jk}) \sin(\delta_{jk}) - (b_{jk}^0 + \Delta b_{jk}) \cos(\delta_{jk})] \quad (ก.20)$$

$$\left[\frac{\partial Q_j}{\partial V_j} \right]_{mod} = \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq j,k}}^N V_m [g_{jm} \sin(\delta_{jm}) - b_{jm} \cos(\delta_{jm})] - 2(b_{jj}^0 + \Delta b_{jj}) V_j \\ + V_k [(g_{jk}^0 + \Delta g_{jk}) \sin(\delta_{jk}) - (b_{jk}^0 + \Delta b_{jk}) \cos(\delta_{jk})] \quad (ก.21)$$

ซึ่งสมการที่ (ก.14) – (ก.21) เมื่อพิจารณาเทียบกับสมการที่ (ก.2)-(ก.9) จะพบว่ามีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ค่าสมาชิกในเมตริกซ์จาโคเบียนที่สภาวะเกิดสายส่งชำรุดจะมีค่าเท่ากับ ค่าสมาชิกในเมตริกซ์จาโคเบียนในสภาวะปกติบวกด้วยค่าๆ หนึ่ง ซึ่งค่าเหล่านั้นคือ

$$\Delta \left[\frac{\partial P_j}{\partial \delta_k} \right] = V_j V_k [\Delta g_{jk} \sin(\delta_{jk}) - \Delta b_{jk} \cos(\delta_{jk})] \quad (\text{ก.22})$$

$$\Delta \left[\frac{\partial P_j}{\partial \delta_j} \right] = -V_j V_k [\Delta g_{jk} \sin(\delta_{jk}) - \Delta b_{jk} \cos(\delta_{jk})] \quad (\text{ก.23})$$

$$\Delta \left[\frac{\partial P_j}{\partial V_k} \right] = V_j [\Delta g_{jk} \cos(\delta_{jk}) + \Delta b_{jk} \sin(\delta_{jk})] \quad (\text{ก.24})$$

$$\Delta \left[\frac{\partial P_j}{\partial V_j} \right] = V_k [\Delta g_{jk} \cos(\delta_{jk}) + \Delta b_{jk} \sin(\delta_{jk})] + 2\Delta g_{jj} V_j \quad (\text{ก.25})$$

$$\Delta \left[\frac{\partial Q_j}{\partial \delta_k} \right] = -V_j V_k [\Delta g_{jk} \cos(\delta_{jk}) + \Delta b_{jk} \sin(\delta_{jk})] \quad (\text{ก.26})$$

$$\Delta \left[\frac{\partial Q_j}{\partial \delta_j} \right] = V_j V_k [\Delta g_{jk} \cos(\delta_{jk}) + \Delta b_{jk} \sin(\delta_{jk})] \quad (\text{ก.27})$$

$$\Delta \left[\frac{\partial Q_j}{\partial V_k} \right] = V_j [\Delta g_{jk} \sin(\delta_{jk}) - \Delta b_{jk} \cos(\delta_{jk})] \quad (\text{ก.28})$$

$$\Delta \left[\frac{\partial Q_j}{\partial V_j} \right] = V_k [\Delta g_{jk} \sin(\delta_{jk}) - \Delta b_{jk} \cos(\delta_{jk})] - 2\Delta b_{jj} V_j \quad (\text{ก.29})$$

จากสมการที่ (ก.22)-(ก.29) เราพบว่าเมื่อเกิดสายส่งชำรุดหนึ่งเส้น สมาชิกในเมตริกซ์จาโคเบียนสามารถเปลี่ยนแปลงได้สูงสุด 16 ตัว ซึ่งสมาชิกกลุ่มดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ ก.2

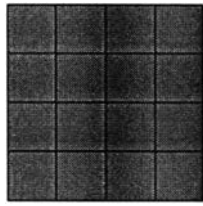
$$\begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial P_j}{\partial \delta_j} \\ \frac{\partial P_k}{\partial \delta_j} \end{bmatrix} & \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial P_j}{\partial \delta_k} \\ \frac{\partial P_k}{\partial \delta_k} \end{bmatrix} & \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial P_j}{\partial |E_j|} \\ \frac{\partial P_k}{\partial |E_j|} \end{bmatrix} & \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial P_j}{\partial |E_k|} \\ \frac{\partial P_k}{\partial |E_k|} \end{bmatrix} \\
 \hline
 \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_j}{\partial \delta_j} \\ \frac{\partial Q_k}{\partial \delta_j} \end{bmatrix} & \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_j}{\partial \delta_k} \\ \frac{\partial Q_k}{\partial \delta_k} \end{bmatrix} & \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_j}{\partial |E_j|} \\ \frac{\partial Q_k}{\partial |E_j|} \end{bmatrix} & \Delta \begin{bmatrix} \frac{\partial Q_j}{\partial |E_k|} \\ \frac{\partial Q_k}{\partial |E_k|} \end{bmatrix} \\
 \hline
 \end{array}$$

รูปที่ ก.2 สมาชิกในเมตริกซ์ Jacobianที่ได้รับผลจากการที่สายส่ง j-k ชำรุด

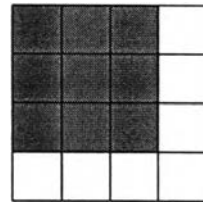
อย่างไรก็ดี จำนวนสมาชิกที่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับชนิดของบัส j และ k ที่ซึ่งสายส่งต่ออยู่ ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 4 กรณีดังนี้

- 1) ถ้าบัส j และ k เป็นบัส PQ ทุกสมาชิกในรูปที่ ก.2 จะมีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ ก.3.1)
- 2) ถ้าบัส j เป็นบัส PQ แต่บัส k เป็นบัส PV สมาชิกที่เกี่ยวข้องกับ Q_k และ V_k จะไม่ถูกนำเข้ามาพิจารณา (รูปที่ ก.3.2)
- 3) ถ้าบัส k เป็นบัส PQ แต่บัส j เป็นบัส PV สมาชิกที่เกี่ยวข้องกับ Q_j และ V_j จะไม่ถูกนำเข้ามาพิจารณา (รูปที่ ก.3.3)
- 4) ถ้าบัส j และ k เป็นบัส PV สมาชิกที่เกี่ยวข้องกับ Q_k , V_k , Q_j และ V_j จะไม่ถูกนำเข้ามาพิจารณา (รูปที่ ก.3.4)

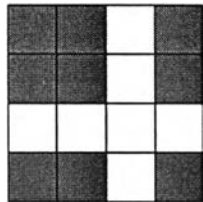
เมื่อกำหนดให้แต่ละช่องในรูปที่ ก.3 แทนสมาชิกของเมตริกซ์ในรูปที่ ก.2 โดยช่องที่แรเงาหมายถึงสมาชิกตัวนั้นต้องมีการคำนวณ ดังนั้นกรณีที่ 1 ถึง 4 สามารถแสดงเป็นรูปได้ดังนี้



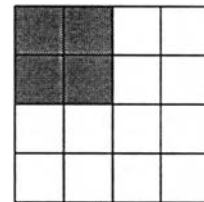
รูปที่ ก.3.1 ถ้าบัส j และ k เป็นบัส PQ



รูปที่ ก.3.2 บัส j เป็นบัส PQ แต่บัส k เป็นบัส PV



รูปที่ ก.3.3 ถ้าบัส k เป็นบัส PQ แต่บัส j เป็นบัส PV



รูปที่ ก.3.4 บัส j และ k เป็นบัส PV

รูปที่ ก.3 สมาชิกในเมตริกซ์จาโคเบียนที่ต้องปรับค่า

นอกจากกรณีที่ 1 ถึง 4 แล้ว ยังมีกรณีพิเศษที่บัส j หรือ บัส k เป็นบัส slack ถ้าเกิดกรณีนี้ขึ้น สมาชิกทุกตัวที่สัมพันธ์กับค่ากำลังจริง ค่ากำลังรีแอกทีฟ ขนาดแรงดันไฟฟ้า และมุมของแรงดันไฟฟ้าจะไม่ถูกนำเข้ามาพิจารณา

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นขณะนี้เราสามารถหาเมตริกซ์จาโคเบียนใหม่เมื่อเกิดสายส่งชำรุดและรวมถึงค่าที่เมตริกซ์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งค่านี้มีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งสำหรับการหาเมตริกซ์จาโคเบียนผกผันที่คิดผลกระทบจากการชำรุดของสายส่ง ทั้งนี้เนื่องจากเราสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการหาเมตริกซ์ผกผันซึ่งสามารถทำให้ลดเวลาในการคำนวณไปได้มากซึ่งจะได้กล่าวถึงในส่วนถัดไป

ก.2 กระบวนการหาเมตริกซ์ผกผัน

เนื่องจากการหาเมตริกซ์ผกผันถือว่าเป็นงานที่ใช้การคำนวณสูง ดังนั้นหากสามารถหลีกเลี่ยงการคำนวณดังกล่าวจะถือว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง วิธีหนึ่งที่รู้จักกันดีคือวิธีของ Sherman-Morrison ที่เสนอวิธีการหาค่าเมตริกซ์ผกผันเมื่อสมาชิกในเมตริกซ์ที่พิจารณามีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงบางส่วน หรือ บางตัว โดยอาศัยข้อมูลค่าเมตริกซ์ผกผันดั้งเดิม ในที่นี้จะอธิบายวิธีการดังกล่าวใน 2 แนวทางดังนี้

- 1) แนวทางที่หนึ่งสมมติว่าสมาชิกบางส่วนมีค่าเปลี่ยนแปลงโดยที่การเปลี่ยนแปลงนี้แสดงอยู่ในรูปเมตริกซ์ U และ V ในสมการที่ (ก.30)

$$\hat{A} = A + U \cdot V^T \quad (\text{ก.30})$$

เมื่อ A คือเมตริกซ์จัตุรัสขนาด $n \times n$ \hat{A} คือ เมตริกซ์ A ที่ถูกเปลี่ยนค่าสมาชิกบางส่วน U และ V คือ เมตริกซ์ที่มีแถวเท่ากับ n และมีหลักเท่ากับ k โดยที่ $k \geq 1$ และถ้าแต่ละหลักในเมตริกซ์ U เป็นอิสระเชิงเส้นซึ่งกันและกันแล้วเราจะเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า rank-k perturbation ซึ่งเราสามารถหาค่าเมตริกซ์ผกผันได้ คือ

$$\hat{A}^{-1} = A^{-1} - (A^{-1}U)\alpha(V^T A^{-1}) \quad (\text{ก.28})$$

เมื่อ

$$\alpha = (I + V^T A^{-1}U)^{-1} \text{ ในที่นี้ } \alpha \text{ คือเมตริกซ์ที่มีมิติ } k \times k$$

- 2) แนวทางที่สองสมมติว่าเมตริกซ์ดั้งเดิมมีการเปลี่ยนแปลงค่าไป เฉพาะที่สมาชิก ณ ตำแหน่งแถวที่ R และหลักที่ S (a_{RS}) โดยที่การเปลี่ยนแปลงเป็นการเพิ่มขึ้นด้วยค่า Δa_{RS} จากการสมมติดังกล่าว เราจะได้เมตริกซ์ผกผันใหม่ คือ

$$\hat{A}^{-1} = A^{-1} - \frac{A^{-1}(:,R) \cdot A^{-1}(S,:) \cdot \Delta a_{RS}}{1 + A^{-1}(R,S) \cdot \Delta a_{RS}} \quad (\text{ก.29})$$

เมื่อ

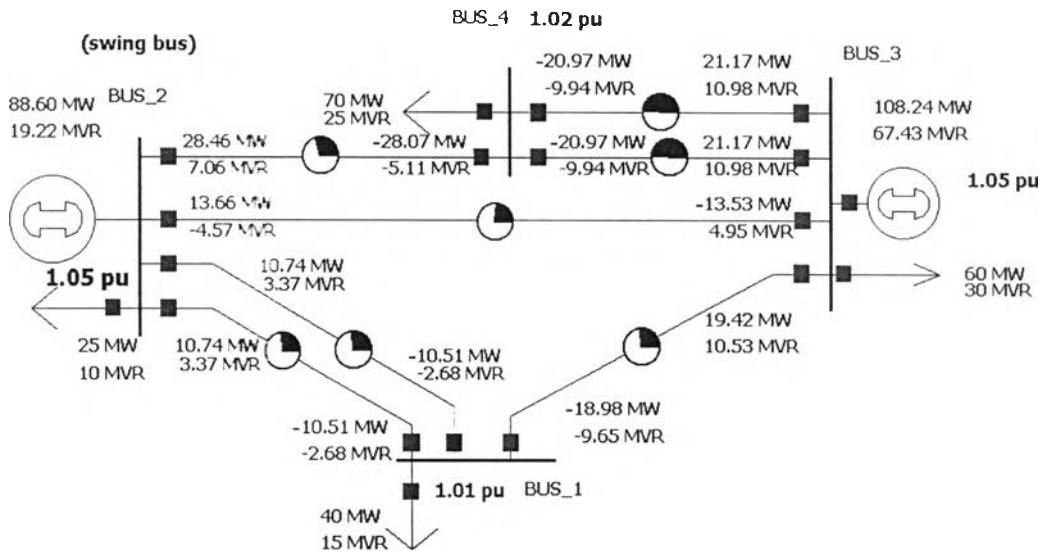
$A^{-1}(:,R)$ คือ เวกเตอร์ที่ประกอบด้วยสมาชิกในหลักที่ R ของเมตริกซ์ A
 $A^{-1}(S,:)$ คือ เวกเตอร์ที่ประกอบด้วยสมาชิกในแถวที่ S ของเมตริกซ์ A
 $A^{-1}(R,S)$ คือ สมาชิกของเมตริกซ์ผกผันของ A ณ แถวที่ R และหลัก S

จากแนวทางที่ได้กล่าวมาข้างต้น สำหรับการหาเมตริกซ์จาโคเบียนผกผันที่คิดผลกระทบจากการชำระของสายส่ง จากประสบการณ์ที่มีผ่านมาพบว่าวิธีการแรกจะให้คำตอบที่ค่าผิดพลาดน้อยกว่า(เทียบกับการหาเมตริกซ์ผกผันโดยตรง) แต่อย่างไรก็ดีวิธีการนี้จะใช้เวลาคำนวณมากกว่าวิธีที่สอง ส่วนวิธีที่สองนั้นนอกจากจุดเด่นด้านเวลาในการคำนวณแล้ว ยังมีข้อดีตรงที่นำมาประยุกต์ได้ง่ายทั้งนี้เนื่องจากสอดคล้องกับปัญหาที่กำลังพิจารณา อย่างไรก็ตาม เมื่อทดสอบทั้งสองวิธีแล้วพบว่าสามารถใช้งานได้ทั้งสองวิธี แต่ในที่นี้เลือกใช้วิธีที่สองเนื่องจากง่ายต่อการจัดการกับปัญหาที่การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้หลายกรณีดังได้แสดงไว้ในรูปที่ ก.3

ภาคผนวก ข

ข้อมูลระบบ

ข.1 ข้อมูลระบบทดสอบขนาด 4 บัส [5]



ตารางที่ ข.1 ข้อมูลสายส่ง (R,X อยู่ในรูป p.u. บนฐาน 100 MVA)

สาย	R	X	ค่าพิกัด
1-2	0.2	0.6	40 MVA
1-2	0.2	0.6	40 MVA
1-3	0.1	0.2	80 MVA
2-3	0.04	0.2	60 MVA
2-4	0.05	0.25	100 MVA
3-4	0.04	0.2	50 MVA
3-4	0.04	0.2	50 MVA

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลโหลดในกรณีพื้นฐาน

บัส	P (MW)	Q (MVAR)
1	40	15
2	25	10
3	60	30
4	70	25

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิด ไฟฟ้า	P_{max} (MW)	P_{min} (MW)	Q_{max} (MVAR)	Q_{min} (MVAR)
G1	200	50	150	-150
G2	200	50	150	-150

ข.2 ระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยเขตภาคเหนือ ขนาด 51 บัส

ระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยเขตภาคเหนือเป็นระบบทดสอบที่ได้มาจากการ ไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งลดขนาดของระบบลงโดยพิจารณาเฉพาะบริเวณเขตภาคเหนือ ประกอบด้วยบัสจำนวน 51 บัส สายส่ง 72 เส้น หม้อแปลงไฟฟ้า 25 ตัว เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 33 เครื่อง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 300 MW ลงไปจนถึง 14 MW โดยมีกำลังติดตั้ง 3,992 MW และโหลด สูงสุดเท่ากับ 2,655 MW โครงสร้างของระบบแสดงไว้ดังรูปที่ ค.1

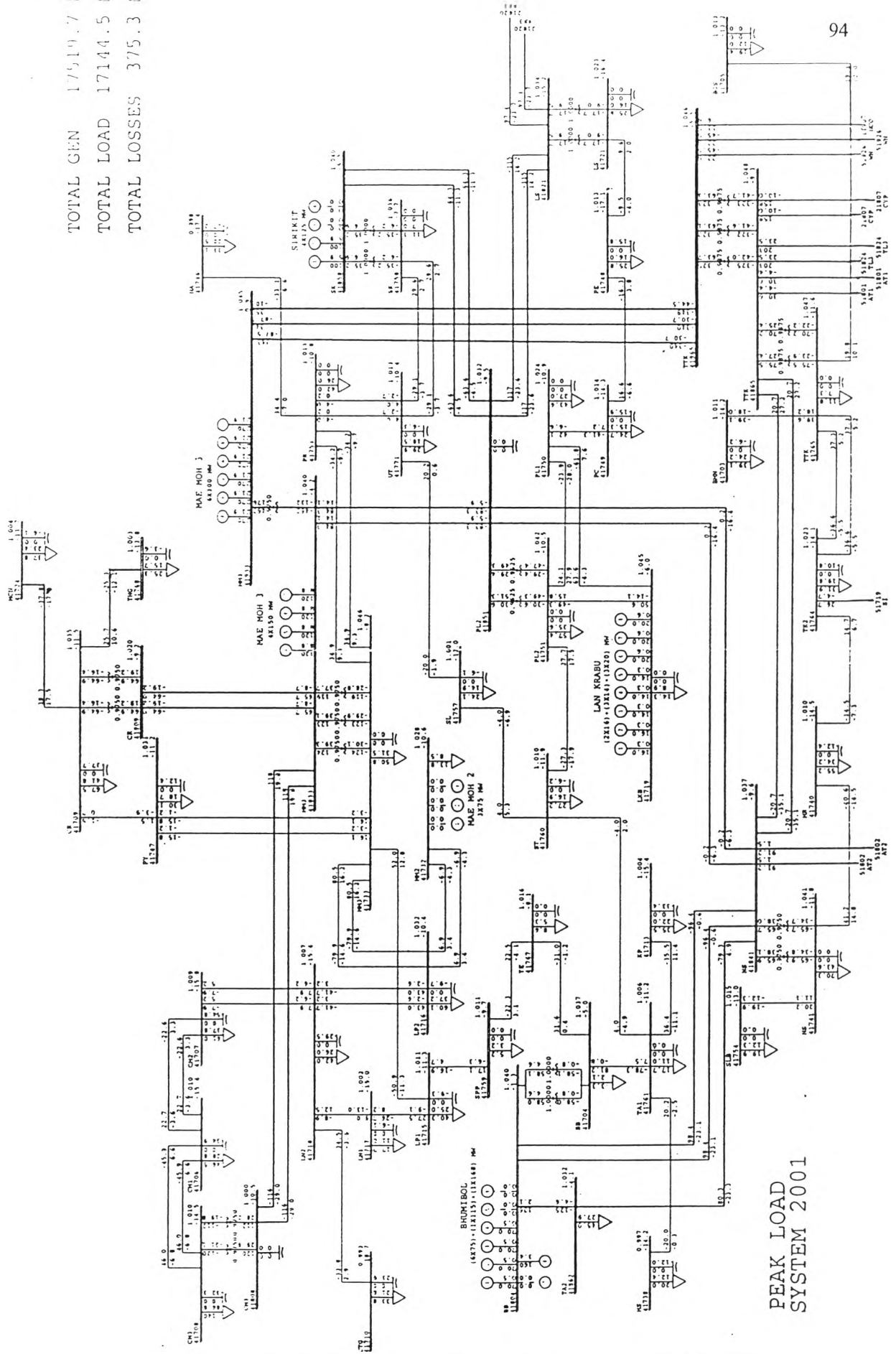
ตารางที่ ข.4 ข้อมูลบัส ระบบไฟฟ้าภาคเหนือ

บัส	Pd	Qd	Gs	Bs	V	$\angle\delta$	BasekV
41703	39.10	24.20	0.00	6.20	1.01119	-14.1668	115
41704	3.30	2.10	0.00	0.00	1.03691	-4.9701	115
41705	19.40	12.00	0.00	0.00	1.01292	-13.2228	115
41706	46.50	28.80	0.00	34.90	1.01037	-15.3751	115
41707	61.00	37.80	0.00	54.80	1.00888	-15.8104	115
41708	140.00	86.80	0.00	32.30	1.01043	-14.4916	115
41709	67.50	41.80	0.00	37.70	1.03484	-11.4517	115
41710	33.80	21.00	0.00	23.90	0.99277	-18.6600	115
41713	35.50	22.00	0.00	33.40	1.00415	-15.4077	115
41715	40.30	25.00	0.00	9.30	1.01095	-11.3172	115
41716	60.10	37.20	0.00	9.70	1.03179	-10.3779	115
41717	17.70	11.00	0.00	6.10	1.00237	-15.0416	115
41718	42.00	26.00	0.00	29.50	1.00675	-15.3936	115
41719	14.30	8.90	0.00	0.00	1.04500	-5.9707	115
41721	25.80	16.00	0.00	0.00	1.02284	-16.3594	115
41724	37.80	23.40	0.00	6.10	1.00376	-13.7380	115
41732	13.80	8.50	0.00	0.00	1.02809	-10.5589	115
41733	50.80	31.50	0.00	0.00	1.04619	-8.1891	115

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลบัส ระบบไฟฟ้าภาคเหนือ (ต่อ)

บัส	Pd	Qd	Gs	Bs	V	$\angle\delta$	BasekV
41738	20.00	12.40	0.00	12.00	0.99652	-14.1867	115
41740	55.20	34.20	0.00	12.40	1.00984	-14.4763	115
41741	70.30	43.60	0.00	0.00	1.01068	-11.7707	115
41746	33.10	20.50	0.00	27.20	0.99802	-17.4154	115
41747	30.10	18.70	0.00	12.40	1.03073	-11.1540	115
41748	25.80	16.00	0.00	15.80	1.01294	-17.1183	115
41749	24.70	15.30	0.00	15.90	1.01396	-14.2893	115
41750	43.60	27.00	0.00	0.00	1.02398	-10.8654	115
41751	57.40	35.60	0.00	0.00	1.04196	-10.4640	115
41753	42.00	26.00	0.00	0.00	1.01290	-10.8301	115
41754	19.90	12.30	0.00	0.00	1.01455	-13.0291	115
41757	24.10	14.90	0.00	6.10	1.00100	-12.0076	115
41758	11.30	7.00	0.00	0.00	1.03589	-7.6740	115
41759	5.20	3.20	0.00	0.00	1.01141	-9.6534	115
41760	27.20	16.90	0.00	6.20	1.01026	-11.8683	115
41761	17.70	11.00	0.00	0.00	1.00551	-11.2037	115
41764	58.60	15.10	0.00	10.80	1.02265	-14.1044	115
41765	11.80	7.30	0.00	0.00	1.04654	-11.6066	115
41767	8.60	5.30	0.00	0.00	1.01618	-8.0862	115
41768	25.30	15.70	0.00	3.60	1.00322	-13.8255	115
41771	29.90	18.50	0.00	6.30	1.01280	-10.3838	115
41804	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04000	-1.3076	230
41808	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00004	-10.4521	230
41809	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01981	-9.2164	230
41821	194.80	-47.40	0.00	0.00	1.03405	-15.1626	230
41833	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04000	-4.2220	230

TOTAL GEN 17519.7 MW
 TOTAL LOAD 17144.5 MW
 TOTAL LOSSES 375.3 MW



PEAK LOAD SYSTEM 2001

รูปที่ ข.2 โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย เขตภาคเหนือ

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลบัส ระบบไฟฟ้าภาคเหนือ (ต่อ)

บัส	Pd	Qd	Gs	Bs	V	$\angle\delta$	BasekV
41841	182.40	3.00	0.00	0.00	1.03660	-9.5541	230
41851	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03152	-9.4835	230
41858	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04000	-6.4566	230
41862	45.00	27.90	0.00	0.00	1.03202	-4.1012	230
41865	783.20	18.20	0.00	0.00	1.01797	-9.2535	230
41933	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04500	0.9271	500
41965	59.10	-84.20	0.00	0.00	1.04588	-5.5183	500

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบภาคเหนือ

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (MVA)	λ (f/yr)	μ (r/yr)
1	41703	41765	0.03055	0.13423	0.02011	163	1.919	13518.519
2	41704	41761	0.04742	0.13958	0.01792	118	1.844	13518.519
3	41704	41767	0.06292	0.18458	0.02389	118	2.448	13518.519
4	41704	41804	0.00000	0.11883	0.00000	100	0.000	10000000.000
5	41704	41804	0.00000	0.11883	0.00000	100	0.000	10000000.000
6	41705	41765	0.06808	0.19117	0.02683	120	2.654	13518.519
7	41706	41707	0.01157	0.03245	0.00455	120	0.450	13518.519
8	41706	41707	0.01157	0.03245	0.00455	120	0.450	13518.519
9	41707	41718	0.02648	0.07433	0.01041	120	1.031	13518.519
10	41707	41718	0.02648	0.07433	0.01041	120	1.031	13518.519
11	41708	41706	0.00503	0.03352	0.00861	326	0.632	13518.519
12	41708	41706	0.00503	0.03352	0.00861	326	0.632	13518.519
13	41708	41808	0.00000	0.06500	0.00000	200	0.000	10000000.000
14	41708	41808	0.00000	0.06100	0.00000	200	0.000	10000000.000

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบภาคเหนือ (ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (MVA)	λ (f/yr)	μ (r/yr)
15	41709	41724	0.02766	0.12153	0.01821	163	1.738	13518.519
16	41709	41747	0.08119	0.23905	0.03051	120	3.167	13518.519
17	41709	41768	0.04271	0.01877	0.02814	163	2.685	13518.519
18	41709	41809	0.00000	0.06500	0.00000	200	0.000	10000000.000
19	41709	41809	0.00000	0.06500	0.00000	200	0.000	10000000.000
20	41710	41718	0.05505	0.16189	0.02066	120	2.144	13518.519
21	41713	41761	0.06211	0.18664	0.02299	118	2.417	13518.519
22	41715	41717	0.09902	0.21113	0.02584	95	2.725	13518.519
23	41715	41733	0.04184	0.12204	0.01594	118	1.627	13518.519
24	41715	41759	0.05361	0.15722	0.02034	118	2.085	13518.519
25	41716	41718	0.07454	0.20945	0.02938	120	2.906	13518.519
26	41716	41718	0.07454	0.20945	0.02938	120	2.906	13518.519
27	41716	41732	0.02161	0.06066	0.00850	120	0.841	13518.519
28	41716	41732	0.02161	0.06066	0.00850	120	0.841	13518.519
29	41716	41733	0.00849	0.05304	0.01552	326	1.066	13518.519
30	41716	41733	0.00849	0.05304	0.01552	326	1.066	13518.519
31	41717	41718	0.01634	0.04586	0.00642	120	0.636	13518.519
32	41719	41750	0.04793	0.14110	0.01811	118	1.864	13518.519
33	41719	41751	0.05272	0.15509	0.01977	120	2.053	13518.519
34	41721	41748	0.05464	0.16070	0.02050	120	2.128	13518.519
35	41721	41821	0.00000	0.12500	0.00000	100	0.000	10000000.000
36	41721	41821	0.00000	0.12500	0.00000	100	0.000	10000000.000
37	41733	41747	0.12152	0.34195	0.04812	120	4.755	13518.519
38	41733	41747	0.12152	0.34195	0.04812	120	4.755	13518.519
39	41733	41753	0.05585	0.15664	0.02202	120	2.176	13518.519

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบภาคเหนือ (ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (MVA)	λ (f/yr)	μ (r/yr)
40	41733	41753	0.05585	0.15664	0.02202	120	2.176	13518.519
41	41733	41833	0.00000	0.06500	0.00000	200	0.000	10000000.000
42	41733	41833	0.00000	0.06270	0.00000	200	0.000	10000000.000
43	41733	41833	0.00000	0.06235	0.00000	200	0.000	10000000.000
44	41738	41761	0.05832	0.25656	0.03851	163	3.673	13518.519
45	41740	41741	0.03005	0.13209	0.01977	163	1.888	13518.519
46	41740	41764	0.05460	0.07200	0.00747	72	0.810	13518.519
47	41741	41754	0.04918	0.14461	0.01845	120	1.915	13518.519
48	41741	41841	0.00000	0.06495	0.00000	200	0.000	10000000.000
49	41741	41841	0.00000	0.06510	0.00000	200	0.000	10000000.000
50	41746	41753	0.10912	0.32152	0.04112	120	4.265	13518.519
51	41748	41749	0.09448	0.27881	0.03547	120	3.688	13518.519
52	41749	41750	0.04776	0.14075	0.01788	120	1.860	13518.519
53	41750	41751	0.01748	0.05143	0.00660	118	0.679	13518.519
54	41751	41760	0.04083	0.12016	0.01543	118	1.587	13518.519
55	41751	41851	0.00000	0.06250	0.00000	200	0.000	10000000.000
56	41751	41851	0.00000	0.06500	0.00000	200	0.000	10000000.000
57	41753	41771	0.06323	0.17737	0.02494	120	2.464	13518.519
58	41753	41771	0.06323	0.17737	0.02494	120	2.464	13518.519
59	41757	41760	0.04246	0.12494	0.01604	118	1.651	13518.519
60	41757	41771	0.04955	0.14585	0.01873	118	1.927	13518.519
61	41758	41771	0.06130	0.17592	0.02381	118	2.385	13518.519
62	41758	41771	0.06130	0.17592	0.02381	118	2.385	13518.519
63	41758	41858	0.00000	0.65000	0.00000	200	0.000	10000000.000
64	41758	41858	0.00000	0.65000	0.00000	200	0.000	10000000.000

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบภาคเหนือ (ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (MVA)	λ (f/yr)	μ (r/yr)
65	41759	41767	0.04063	0.11913	0.01541	118	1.580	13518.519
66	41760	41761	0.07768	0.22881	0.02941	118	3.025	13518.519
67	41764	41765	0.04746	0.13319	0.01868	120	1.848	13518.519
68	41764	41765	0.04746	0.13319	0.01868	120	1.848	13518.519
69	41765	41865	0.00000	0.06040	0.00000	200	0.000	10000000.000
70	41765	41865	0.00000	0.06500	0.00000	200	0.000	10000000.000
71	41804	41841	0.02153	0.15627	0.34985	429	3.853	9584.245
72	41804	41841	0.02153	0.15627	0.34985	429	3.853	9584.245
73	41804	41862	0.00545	0.04175	0.08110	429	0.958	9584.245
74	41808	41833	0.01373	0.09943	0.21925	429	2.430	9584.245
75	41808	41833	0.01373	0.09943	0.21925	429	2.430	9584.245
76	41809	41833	0.01967	0.14297	0.31736	429	3.509	9584.245
77	41809	41833	0.01967	0.14297	0.31736	429	3.509	9584.245
78	41821	41851	0.01231	0.08909	0.19622	429	2.175	9584.245
79	41821	41851	0.01231	0.08909	0.19622	429	2.175	9584.245
80	41833	41851	0.01608	0.11664	0.25775	429	2.854	9584.245
81	41833	41851	0.01608	0.11664	0.25775	429	2.854	9584.245
82	41833	41933	0.00000	0.02167	0.00000	600	0.000	10000000.000
83	41833	41933	0.00000	0.02167	0.00000	600	0.000	10000000.000
84	41833	41933	0.00000	0.02167	0.00000	600	0.000	10000000.000
85	41841	41851	0.02176	0.10422	0.21206	326	2.446	9584.245
86	41841	41851	0.02176	0.10422	0.21206	326	2.446	9584.245
87	41841	41862	0.01617	0.12454	0.24355	429	2.870	9584.245
88	41841	41865	0.00484	0.03481	0.07693	429	0.851	9584.245
89	41841	41865	0.00484	0.03481	0.07693	429	0.851	9584.245

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบภาคเหนือ (ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (MVA)	λ (f/yr)	μ (r/yr)
90	41851	41858	0.01832	0.08764	0.17804	326	2.054	9584.245
91	41851	41858	0.01832	0.08764	0.17804	326	2.054	9584.245
92	41865	41965	0.00000	0.22230	0.00000	600	0.000	10000000.000
93	41865	41965	0.00000	0.22440	0.00000	600	0.000	10000000.000
94	41865	41965	0.00000	0.22390	0.00000	600	0.000	10000000.000
95	41933	41965	0.02650	0.03482	3.34795	2832	9.435	1269.933
96	41933	41965	0.02650	0.03482	3.34795	2832	9.673	1269.933
97	41933	41965	0.02650	0.03482	3.34795	2832	9.673	1269.933

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบภาคเหนือ

Bus	Capacity (MW)	Qmax (MVAR)	Qmin (MVAR)	λ (f/yr)	μ (r/yr)
41719	16	8	-4	0.00013	0.002318
41719	16	8	-4	0.00012	0.004633
41719	14	8	-4	0.00015	0.001165
41719	14	8	-4	0.00014	0.002603
41719	14	8	-4	0.00018	0.002725
41719	20	18.7	-9	0.00012	0.010728
41719	20	18.7	-9	0.00012	0.004131
41719	20	18.7	-9	0.00012	0.004800
41732	75	36.3	-18	0.00013	0.003037
41732	75	36.3	-18	0.00013	0.003140
41732	75	36.3	-18	0.00013	0.002541
41804	75	23	-11	0.00043	0.007971

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบภาคเหนือ (ต่อ)

Bus	Capacity (MW)	Qmax (MVAR)	Qmin (MVAR)	λ (f/yr)	μ (r/yr)
41804	75	23	-11	0.00053	0.004256
41804	75	23	-11	0.00039	0.008288
41804	75	23	-11	0.00037	0.006758
41804	75	23	-11	0.00043	0.009690
41804	75	23	-11	0.00039	0.007441
41804	115	38	-19	0.00042	0.007401
41804	168	81.4	-40	0.00042	0.007401
41833	150	93	-50	0.00012	0.006486
41833	150	93	-50	0.00013	0.004139
41833	150	93	-50	0.00013	0.003828
41833	150	93	-50	0.00013	0.002756
41858	125	41.6	-20	0.00027	0.001819
41858	125	41.6	-20	0.00035	0.004413
41858	125	41.6	-20	0.00029	0.018683
41858	125	41.6	-20	0.00029	0.005929
41933	300	186	-100	0.00014	0.003381
41933	300	186	-100	0.00013	0.003502
41933	300	186	-100	0.00013	0.010982
41933	300	186	-100	0.00015	0.011353
41933	300	186	-100	0.00020	0.005524
41933	300	186	-100	0.00015	0.000849

ภาคผนวก ค

เหตุขัดข้องที่พิจารณาในขั้นตอนการคำนวณค่ากำลังส่งรวม

ตารางที่ ค.1 เหตุขัดข้องที่พิจารณาในขั้นตอนการคำนวณค่ากำลังส่งรวม

เหตุขัดข้องที่	อุปกรณ์ที่ขัดข้อง	เหตุขัดข้องที่	อุปกรณ์ที่ขัดข้อง
1	สายส่งเส้นที่ 3	22	สายส่งเส้นที่ 56
2	สายส่งเส้นที่ 7	23	สายส่งเส้นที่ 57
3	สายส่งเส้นที่ 9	24	สายส่งเส้นที่ 60
4	สายส่งเส้นที่ 11	25	สายส่งเส้นที่ 61
5	สายส่งเส้นที่ 16	26	สายส่งเส้นที่ 63
6	สายส่งเส้นที่ 18	27	สายส่งเส้นที่ 65
7	สายส่งเส้นที่ 22	28	สายส่งเส้นที่ 66
8	สายส่งเส้นที่ 24	29	สายส่งเส้นที่ 67
9	สายส่งเส้นที่ 25	30	สายส่งเส้นที่ 69
10	สายส่งเส้นที่ 27	31	สายส่งเส้นที่ 71
11	สายส่งเส้นที่ 29	32	สายส่งเส้นที่ 73
12	สายส่งเส้นที่ 31	33	สายส่งเส้นที่ 76
13	สายส่งเส้นที่ 34	34	สายส่งเส้นที่ 78
14	สายส่งเส้นที่ 35	35	สายส่งเส้นที่ 80
15	สายส่งเส้นที่ 37	36	สายส่งเส้นที่ 83
16	สายส่งเส้นที่ 41	37	สายส่งเส้นที่ 85
17	สายส่งเส้นที่ 46	38	สายส่งเส้นที่ 87
18	สายส่งเส้นที่ 48	39	สายส่งเส้นที่ 88
19	สายส่งเส้นที่ 51	40	สายส่งเส้นที่ 90
20	สายส่งเส้นที่ 53	41	สายส่งเส้นที่ 92
21	สายส่งเส้นที่ 55	42	สายส่งเส้นที่ 95

ตารางที่ ค.1 เหตุขัดข้องที่พิจารณาในขั้นตอนการคำนวณค่ากำลังสำรองรวม (ต่อ)

43	สายส่งเส้นที่ 97	46	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าลำดับที่ 6
44	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าลำดับที่ 1	47	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าลำดับที่ 12
45	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าลำดับที่ 3	48	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าลำดับที่ 24

ภาคผนวก ง

ผลการคำนวณค่ากำลังส่งรวม

ตารางที่ ง.1 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 4174 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ

สภาวะระบบ	วิธีที่ 1 MW, MVAR		วิธีที่ 2 MW, MVAR		วิธีที่ 1 MW, MVAR		เงื่อนไขขีดจำกัด
ปกติ	207.8244	128.8925	207.6153	128.7628	207.6153	128.7628	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 1	206.9456	128.3475	207.2612	128.5432	207.2612	128.5432	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 2	207.8244	128.8925	207.6138	128.7619	207.6138	128.7619	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 3	207.8244	128.8925	207.6089	128.7589	207.6089	128.7589	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 4	207.8244	128.8925	207.6153	128.7629	207.6153	128.7628	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 5	207.8244	128.8925	207.6033	128.7554	207.6032	128.7553	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 6	207.8244	128.8925	207.6104	128.7598	207.6104	128.7598	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 7	207.8244	128.8925	207.5506	128.7227	207.5506	128.7227	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 8	207.8244	128.8925	207.4216	128.6427	207.4216	128.6427	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 9	207.8244	128.8925	207.6097	128.7593	207.6096	128.7593	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 10	207.8244	128.8925	207.6127	128.7612	207.6127	128.7612	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 11	207.8244	128.8925	207.6034	128.7554	207.6033	128.7554	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 12	207.8244	128.8925	207.5712	128.7355	207.5712	128.7355	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 13	207.8244	128.8925	207.5471	128.7205	207.547	128.7205	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 14	207.8244	128.8925	207.5557	128.7259	207.5557	128.7259	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 15	207.8244	128.8925	207.6018	128.7545	207.6018	128.7545	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 16	207.8244	128.8925	207.489	128.6845	207.489	128.6845	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 17	135.7669	84.2025	135.681	84.1492	135.681	84.1492	V41740
เหตุขัดข้องกรณีที่ 18	119.0706	73.8475	119.3395	74.0142	119.3395	74.0142	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 19	206.9456	128.3475	206.9914	128.3759	206.9914	128.3759	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 20	209.5819	129.9825	209.6484	130.0238	209.6484	130.0238	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 21	210.4606	130.5275	210.0809	130.292	210.0808	130.2919	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 22	209.5819	129.9825	209.9323	130.1998	209.9323	130.1998	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 23	207.8244	128.8925	207.4907	128.6856	207.4907	128.6855	V41754

ตารางที่ ง.1 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 41741 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ (ต่อ)

เหตุขัดข้องกรณีที่ 24	206.9456	128.3475	206.9922	128.3764	206.9921	128.3763	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 25	207.8244	128.8925	207.4894	128.6848	207.4894	128.6847	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 26	206.9456	128.3475	207.3254	128.583	207.3253	128.583	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 27	206.9456	128.3475	207.3691	128.6101	207.369	128.6101	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 28	206.9456	128.3475	207.3777	128.6155	207.3777	128.6155	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 29	190.2494	117.9925	190.4969	118.146	190.4969	118.146	V41740
เหตุขัดข้องกรณีที่ 30	199.9156	123.9875	200.3124	124.2336	200.3124	124.2336	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 31	186.7344	115.8125	186.4968	115.6652	186.4968	115.6652	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 32	179.7044	111.4525	179.4113	111.2707	179.4113	111.2707	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 33	207.8244	128.8925	207.5926	128.7487	207.5925	128.7487	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 34	202.5519	125.6225	202.3755	125.5131	202.3754	125.5131	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 35	202.5519	125.6225	202.8552	125.8106	202.8552	125.8106	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 36	207.8244	128.8925	207.6153	128.7628	207.6153	128.7628	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 37	200.7944	124.5325	200.9849	124.6507	200.9849	124.6507	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 38	194.6431	120.7175	195.0444	120.9664	195.0444	120.9664	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 39	189.3706	117.4475	189.2775	117.3897	189.2774	117.3897	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 40	202.5519	125.6225	202.6362	125.6748	202.6361	125.6748	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 41	188.4919	116.9025	188.2338	116.7424	188.2338	116.7424	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 42	176.1894	109.2725	175.7987	109.0302	175.7987	109.0302	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 43	176.1894	109.2725	175.9358	109.1153	175.9358	109.1153	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 44	207.8244	128.8925	207.6396	128.7779	207.6395	128.7779	V41740
เหตุขัดข้องกรณีที่ 45	207.8244	128.8925	207.6392	128.7776	207.6391	128.7776	V41740
เหตุขัดข้องกรณีที่ 46	207.8244	128.8925	207.6381	128.777	207.6381	128.777	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 47	207.8244	128.8925	207.7509	128.847	207.7509	128.8469	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 48	206.9456	128.3475	207.363	128.6063	207.3629	128.6063	V41754
ค่ากำลังส่งรวม	119.0706	73.8475	119.3395	74.0142	119.3395	74.0142	V41754
เวลาดำเนินการ	56.46วินาที		15.16วินาที		10.38วินาที		

ตารางที่ ง.2 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 41750 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ

สภาวะระบบ	วิธีที่ 1 MW, MVAR		วิธีที่ 2 MW, MVAR		วิธีที่ 1 MW, MVAR		เงื่อนไขขีดจำกัด
ปกติ	143.0625	88.5938	142.9519	88.5253	142.9519	88.5253	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 1	143.0625	88.5938	142.9732	88.5385	142.9732	88.5385	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 2	143.0625	88.5938	142.9567	88.5282	142.9567	88.5282	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 3	143.0625	88.5938	142.9587	88.5295	142.9587	88.5295	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 4	143.0625	88.5938	142.9574	88.5286	142.9574	88.5286	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 5	143.0625	88.5938	142.9685	88.5355	142.9685	88.5355	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 6	143.0625	88.5938	142.961	88.5309	142.961	88.5309	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 7	143.0625	88.5938	142.974	88.5389	142.974	88.5389	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 8	143.0625	88.5938	143.0022	88.5564	143.0022	88.5564	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 9	143.0625	88.5938	142.9704	88.5367	142.9704	88.5367	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 10	143.0625	88.5938	142.9554	88.5274	142.9554	88.5274	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 11	143.0625	88.5938	142.9745	88.5393	142.9745	88.5393	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 12	143.0625	88.5938	142.9885	88.5479	142.9885	88.5479	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 13	56.4075	34.9312	56.1612	34.7787	56.1611	34.7787	V41748
เหตุขัดข้องกรณีที่ 14	139.2475	86.2313	139.2113	86.2088	139.2113	86.2088	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 15	143.0625	88.5938	142.9677	88.5351	142.9677	88.5351	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 16	143.0625	88.5938	143.1721	88.6616	143.1721	88.6616	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 17	143.0625	88.5938	143.0268	88.5717	143.0268	88.5717	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 18	143.0625	88.5938	142.9893	88.5484	142.9893	88.5484	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 19	144.1525	89.2688	144.3981	89.4208	144.3874	89.4142	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 20	64.5825	39.9938	64.4998	39.9425	64.4998	39.9425	V41750
เหตุขัดข้องกรณีที่ 21	149.6025	92.6438	149.497	92.5784	149.497	92.5784	V41750
เหตุขัดข้องกรณีที่ 22	151.2375	93.6563	150.9915	93.5039	151.0374	93.5324	V41750
เหตุขัดข้องกรณีที่ 23	143.0625	88.5938	143.1368	88.6397	143.1367	88.6397	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 24	144.1525	89.2688	144.0467	89.2033	144.0467	89.2033	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 25	143.0625	88.5938	143.1097	88.623	143.1097	88.623	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 26	143.0625	88.5938	143.2941	88.7372	143.2941	88.7372	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 27	143.0625	88.5938	142.9862	88.5465	142.9862	88.5465	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 28	143.6075	88.9313	143.3811	88.791	143.3811	88.791	T53

ตารางที่ ง.2 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 41750 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ (ต่อ)

เหตุขัดข้องกรณี 29	143.0625	88.5938	143.0128	88.563	143.0128	88.563	T53
เหตุขัดข้องกรณี 30	143.0625	88.5938	143.0149	88.5643	143.0149	88.5643	T53
เหตุขัดข้องกรณี 31	143.0625	88.5938	143.289	88.734	143.289	88.734	T53
เหตุขัดข้องกรณี 32	143.6075	88.9313	143.4413	88.8283	143.4413	88.8283	T53
เหตุขัดข้องกรณี 33	143.0625	88.5938	142.9885	88.5479	142.9885	88.5479	T53
เหตุขัดข้องกรณี 34	132.1625	81.8438	132.0535	81.7763	132.0535	81.7763	T53
เหตุขัดข้องกรณี 35	144.1525	89.2688	144.0405	89.1994	144.0405	89.1994	T53
เหตุขัดข้องกรณี 36	143.0625	88.5938	142.9519	88.5253	142.9519	88.5253	T53
เหตุขัดข้องกรณี 37	143.6075	88.9313	143.477	88.8504	143.477	88.8504	T53
เหตุขัดข้องกรณี 38	143.0625	88.5938	143.1076	88.6217	143.1076	88.6217	T53
เหตุขัดข้องกรณี 39	143.0625	88.5938	143.244	88.7061	143.244	88.7061	T53
เหตุขัดข้องกรณี 40	144.1525	89.2688	144.1198	89.2485	144.1198	89.2485	T53
เหตุขัดข้องกรณี 41	143.0625	88.5938	143.2688	88.7215	143.2688	88.7215	T53
เหตุขัดข้องกรณี 42	143.6075	88.9313	143.4901	88.8586	143.4901	88.8586	T53
เหตุขัดข้องกรณี 43	143.6075	88.9313	143.4882	88.8574	143.4882	88.8574	T53
เหตุขัดข้องกรณี 44	138.1575	85.5563	138.2224	85.5965	138.2224	85.5965	T53
เหตุขัดข้องกรณี 45	138.7025	85.8938	138.8269	85.9708	138.8269	85.9708	T53
เหตุขัดข้องกรณี 46	137.0675	84.8813	137.0022	84.8408	137.0022	84.8408	T53
เหตุขัดข้องกรณี 47	143.0625	88.5938	142.9645	88.533	142.9645	88.533	T53
เหตุขัดข้องกรณี 48	143.0625	88.5938	143.0204	88.5677	143.0204	88.5677	T53
ค่ากำลังส่งรวม	56.4075	34.9312	56.1612	34.7787	56.1611	34.7787	V41748
เวลาคำนวณ	63.49วินาที		16.14วินาที		14.22วินาที		

ตารางที่ 3.3 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41833 และ 41716 โดยที่บัส 41933 เป็น slack ของระบบ

สภาวะระบบ	วิธีที่ 1 MW, MVAR		วิธีที่ 2 MW, MVAR		วิธีที่ 1 MW, MVAR		เงื่อนไขขีดจำกัด
ปกติ	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 1	146.8694	90.9075	146.7257	90.8186	146.7257	90.8186	V41768
เหตุขัดข้องกรณีที่ 2	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 3	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 4	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 5	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 6	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 7	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 8	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 9	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 10	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 11	135.6006	83.9325	135.8585	84.0921	135.8585	84.0921	V41710
เหตุขัดข้องกรณีที่ 12	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 13	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 14	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 15	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 16	84.5156	52.3125	84.2076	52.1219	84.2136	52.1255	T43
เหตุขัดข้องกรณีที่ 17	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 18	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 19	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 20	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 21	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 22	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 23	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 24	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 25	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 26	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 27	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 28	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833

ตารางที่ 3.3 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41833 และ 41716 โดยที่บัส 41933 เป็น slack ของระบบ (ต่อ)

เหตุขัดข้องกรณีที่ 29	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 30	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 31	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 32	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 33	89.7744	55.5675	89.8481	55.6132	89.8481	55.6132	V41771
เหตุขัดข้องกรณีที่ 34	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 35	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 36	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 37	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 38	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 39	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 40	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 41	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 42	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 43	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 44	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 45	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 46	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 47	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 48	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	180.1000	111.4762	P41833
ค่ากำลังส่งรวม	84.5156	52.3125	84.2076	52.1219	84.2136	52.1255	T43
เวลาดำเนินการ	43.3วินาที		7.25วินาที		7.03วินาที		

ตารางที่ ง.4 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 41741 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ โดยมีการลดค่าพิกัดสายส่งลง 3 %

สภาวะระบบ	วิธีที่ 1 MW, MVAR		วิธีที่ 2 MW, MVAR		วิธีที่ 1 MW, MVAR		เงื่อนไขขีดจำกัด
ปกติ	207.8244	128.8925	207.6153	128.7628	207.6153	128.7628	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 1	206.9456	128.3475	207.2612	128.5432	207.2612	128.5432	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 2	207.8244	128.8925	207.6138	128.7619	207.6138	128.7619	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 3	207.8244	128.8925	207.6089	128.7589	207.6089	128.7589	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 4	207.8244	128.8925	207.6153	128.7629	207.6153	128.7628	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 5	207.8244	128.8925	207.6033	128.7554	207.6032	128.7553	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 6	207.8244	128.8925	207.6104	128.7598	207.6104	128.7598	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 7	207.8244	128.8925	207.5506	128.7227	207.5506	128.7227	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 8	207.8244	128.8925	207.4216	128.6427	207.4216	128.6427	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 9	207.8244	128.8925	207.6097	128.7593	207.6096	128.7593	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 10	207.8244	128.8925	207.6127	128.7612	207.6127	128.7612	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 11	207.8244	128.8925	207.6034	128.7554	207.6033	128.7554	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 12	207.8244	128.8925	207.5712	128.7355	207.5712	128.7355	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 13	207.8244	128.8925	207.5471	128.7205	207.547	128.7205	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 14	207.8244	128.8925	207.5557	128.7259	207.5557	128.7259	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 15	207.8244	128.8925	207.6018	128.7545	207.6018	128.7545	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 16	207.8244	128.8925	207.489	128.6845	207.489	128.6845	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 17	135.7669	84.2025	135.681	84.1492	135.681	84.1492	V41740
เหตุขัดข้องกรณีที่ 18	119.0706	73.8475	118.8568	73.7149	118.8618	73.718	T49
เหตุขัดข้องกรณีที่ 19	206.9456	128.3475	206.9914	128.3759	206.9914	128.3759	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 20	209.5819	129.9825	209.6484	130.0238	209.6484	130.0238	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 21	210.4606	130.5275	210.0809	130.292	210.0808	130.2919	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 22	209.5819	129.9825	209.9323	130.1998	209.9323	130.1998	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 23	207.8244	128.8925	207.4907	128.6856	207.4907	128.6855	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 24	206.9456	128.3475	206.9922	128.3764	206.9921	128.3763	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 25	207.8244	128.8925	207.4894	128.6848	207.4894	128.6847	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 26	206.9456	128.3475	207.3254	128.583	207.3253	128.583	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 27	206.9456	128.3475	207.3691	128.6101	207.369	128.6101	V41754

ตารางที่ ง.4 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 41741 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ โดยมีการลดค่าพิกัดสายส่งลง 3 % (ต่อ)

เหตุขัดข้องกรณีที่ 28	206.9456	128.3475	207.3777	128.6155	207.3777	128.6155	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 29	190.2494	117.9925	190.4969	118.146	190.4969	118.146	V41740
เหตุขัดข้องกรณีที่ 30	199.9156	123.9875	200.3124	124.2336	200.3124	124.2336	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 31	186.7344	115.8125	186.4968	115.6652	186.4968	115.6652	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 32	179.7044	111.4525	179.4113	111.2707	179.4113	111.2707	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 33	207.8244	128.8925	207.5926	128.7487	207.5925	128.7487	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 34	202.5519	125.6225	202.3755	125.5131	202.3754	125.5131	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 35	202.5519	125.6225	202.8552	125.8106	202.8552	125.8106	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 36	207.8244	128.8925	207.6153	128.7628	207.6153	128.7628	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 37	200.7944	124.5325	200.9849	124.6507	200.9849	124.6507	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 38	194.6431	120.7175	195.0444	120.9664	195.0444	120.9664	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 39	189.3706	117.4475	189.2775	117.3897	189.2774	117.3897	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 40	202.5519	125.6225	202.6362	125.6748	202.6361	125.6748	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 41	188.4919	116.9025	188.2338	116.7424	188.2338	116.7424	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 42	176.1894	109.2725	175.7987	109.0302	175.7987	109.0302	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 43	176.1894	109.2725	175.9358	109.1153	175.9358	109.1153	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 44	207.8244	128.8925	207.6396	128.7779	207.6395	128.7779	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 45	207.8244	128.8925	207.6392	128.7776	207.6391	128.7776	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 46	207.8244	128.8925	207.6381	128.777	207.6381	128.777	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 47	207.8244	128.8925	207.7509	128.847	207.7509	128.8469	V41754
เหตุขัดข้องกรณีที่ 48	206.9456	128.3475	207.363	128.6063	207.3629	128.6063	V41754
ค่ากำลังส่งรวม	119.0706	73.8475	118.8568	73.7149	118.8618	73.718	T49
เวลาดำเนินการ	56.46วินาที		15.55วินาที		10.54วินาที		

ตารางที่ 5 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 41750 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ โดยมีการลดค่าพิกัดสายส่งลง 3 %

สภาวะระบบ	วิธีที่ 1 MW, MVAR		วิธีที่ 2 MW, MVAR		วิธีที่ 1 MW, MVAR		เงื่อนไขที่จำกัด
ปกติ	139.2475	86.2313	139.0203	86.0906	139.0203	86.0906	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 1	139.2475	86.2313	139.0422	86.1041	139.0422	86.1041	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 2	139.2475	86.2313	139.0252	86.0936	139.0252	86.0936	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 3	139.2475	86.2313	139.0272	86.0948	139.0272	86.0948	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 4	139.2475	86.2313	139.0258	86.094	139.0258	86.094	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 5	139.2475	86.2313	139.037	86.1009	139.037	86.1009	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 6	139.2475	86.2313	139.0294	86.0962	139.0294	86.0962	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 7	139.2475	86.2313	139.0426	86.1044	139.0426	86.1044	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 8	139.2475	86.2313	139.0712	86.1221	139.0712	86.1221	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 9	139.2475	86.2313	139.0389	86.1021	139.0389	86.1021	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 10	139.2475	86.2313	139.0238	86.0927	139.0238	86.0927	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 11	139.2475	86.2313	139.0431	86.1047	139.0431	86.1047	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 12	139.2475	86.2313	139.0572	86.1134	139.0572	86.1134	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 13	56.4075	34.9312	56.1612	34.7787	56.1611	34.7787	V41748
เหตุขัดข้องกรณีที่ 14	135.4325	83.8688	135.3068	83.7909	135.3068	83.7909	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 15	139.2475	86.2313	139.0363	86.1004	139.0363	86.1004	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 16	139.2475	86.2313	139.2417	86.2276	139.2417	86.2276	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 17	139.2475	86.2313	139.0959	86.1374	139.0959	86.1374	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 18	139.2475	86.2313	139.0581	86.114	139.0581	86.114	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 19	140.8825	87.2438	140.8221	87.2063	140.8111	87.1996	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 20	64.5825	39.9938	64.4998	39.9425	64.4998	39.9425	V41750
เหตุขัดข้องกรณีที่ 21	149.6025	92.6438	149.497	92.5784	149.5419	92.6062	V41750
เหตุขัดข้องกรณีที่ 22	150.1475	92.9813	150.1024	92.9533	150.1024	92.9533	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 23	139.2475	86.2313	139.205	86.2049	139.205	86.2049	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 24	140.3375	86.9063	140.1033	86.7612	140.1033	86.7612	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 25	139.2475	86.2313	139.1792	86.1889	139.1792	86.1889	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 26	139.2475	86.2313	139.3643	86.3036	139.3643	86.3036	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 27	139.2475	86.2313	139.0551	86.1121	139.0551	86.1121	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 28	139.2475	86.2313	139.4396	86.3502	139.4396	86.3502	T53

ตารางที่ ง.5 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41933 และ 41750 โดยที่บัส 41833 เป็น slack ของระบบ โดยมีการลดค่าพิกัดสายส่งลง 3 % (ต่อ)

เหตุขัดข้องกรณีที่ 29	139.2475	86.2313	139.0818	86.1287	139.0818	86.1287	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 30	139.2475	86.2313	139.0839	86.13	139.0839	86.13	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 31	139.2475	86.2313	139.3605	86.3012	139.3605	86.3012	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 32	139.2475	86.2313	139.5143	86.3965	139.5143	86.3965	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 33	139.2475	86.2313	139.0572	86.1134	139.0572	86.1134	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 34	128.3475	79.4813	128.1369	79.3509	128.1369	79.3509	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 35	140.3375	86.9063	140.1036	86.7614	140.1036	86.7614	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 36	139.2475	86.2313	139.0203	86.0906	139.0203	86.0906	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 37	139.7925	86.5688	139.543	86.4142	139.543	86.4142	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 38	139.2475	86.2313	139.1772	86.1877	139.1772	86.1877	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 39	139.2475	86.2313	139.3143	86.2726	139.3143	86.2726	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 40	140.3375	86.9063	140.1837	86.811	140.1837	86.811	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 41	139.2475	86.2313	139.3399	86.2884	139.3399	86.2884	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 42	139.7925	86.5688	139.5627	86.4265	139.5627	86.4265	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 43	139.7925	86.5688	139.5608	86.4253	139.5608	86.4253	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 44	134.3425	83.1938	134.2911	83.1619	134.2911	83.1619	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 45	134.8875	83.5313	134.8958	83.5364	134.8958	83.5364	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 46	133.2525	82.5188	133.0701	82.4058	133.0701	82.4058	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 47	139.2475	86.2313	139.0324	86.0981	139.0324	86.0981	T53
เหตุขัดข้องกรณีที่ 48	139.2475	86.2313	139.0861	86.1313	139.0861	86.1313	T53
ค่ากำลังส่งรวม	56.4075	34.9312	56.1612	34.7787	56.1611	34.7787	V41748
เวลาคำนวณ	63.13วินาที		16.15วินาที		13.78วินาที		

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41833 และ 41716 โดยที่บัส 41933 เป็น slack ของระบบ โดยมีการลดค่าความจุสายส่งลง 3 %

สภาวะระบบ	วิธีที่ 1 MW, MVAR		วิธีที่ 2 MW, MVAR		วิธีที่ 1 MW, MVAR		เงื่อนไขขีดจำกัด
ปกติ	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 1	146.8694	90.9075	146.7257	90.8186	146.7257	90.8186	V41768
เหตุขัดข้องกรณีที่ 2	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 3	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 4	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 5	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 6	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 7	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 8	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 9	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 10	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 11	135.6006	83.9325	135.8585	84.0921	135.8585	84.0921	V41710
เหตุขัดข้องกรณีที่ 12	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 13	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 14	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 15	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 16	70.9931	43.9425	71.1431	44.0353	71.1481	44.0384	T43
เหตุขัดข้องกรณีที่ 17	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 18	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 19	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 20	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 21	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 22	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 23	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 24	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 25	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 26	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 27	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 28	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833

ตารางที่ 3.6 ผลการคำนวณค่าการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุดและค่ากำลังส่งรวมระหว่างบัส 41833 และ 41716 โดยที่บัส 41933 เป็น slack ของระบบ โดยมีการลดค่าความจุสายส่งลง 3 % (ต่อ)

เหตุขัดข้องกรณีที่ 29	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 30	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 31	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 32	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 33	89.7744	55.5675	89.8481	55.6132	89.8481	55.6132	V41771
เหตุขัดข้องกรณีที่ 34	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 35	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 36	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 37	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 38	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 39	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 40	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 41	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 42	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 43	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 44	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 45	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 46	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 47	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
เหตุขัดข้องกรณีที่ 48	180.1	111.4762	180.1	111.4762	180.1	111.4762	P41833
ค่ากำลังส่งรวม	70.9931	43.9425	71.1431	44.0353	71.1481	44.0384	T43
เวลาคำนวณ	42.73วินาที		7.19วินาที		7.09วินาที		

ประวัติผู้เขียน

นายกันต์ สมบัติวิไลเลิศ เกิดเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2521 ที่ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2542 จากนั้นได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

