เอกสารอ้างอิง

1. D.A. Calahan, "Computer-Aided Network Design", New York, McGraw-Hill, 1972.
2. Olle. I. Elgerd, "Electric Energy System Theory : An Introduction", 2nd ed, McGraw-Hill, 1982.
3. Charles A. Gross, "Power System Analysis", John Wiley and Sons, 1979.
4. G.W. Stagg and El-Abaid, "Computer Methods in Power System Analysis", New York, McGraw-Hill, 1968.
5. William D. Stevenson, JR., "Element of Power System Analysis", 4th ed, McGraw-Hill, 1982.
6. B. Stott, "Decouple Newton Load Flow", IEEE. Trans. Power. App. and Systems, Vol. PAS-91, pp.1955-1957, Sept/Oct. 1972.
7. B. Stott, and O. Alsac, "Fast Decoupled Load Flow", IEEE. Trans. Power App. and Systems, Vol. PAS-93, pp.859-869, May/June 1974.
8. R.L. Sullivan, "Power System Planning", McGraw-Hill, 1977.
9. W.F. Tinney and C.E. Hart, "Power Flow Solution by Newton's Method", IEEE. Trans. Power App. and Systems, Vol. PAS-86, pp.1449-1460, Nov. 1967.
10. Felix F. Wu, "Theoretical Study of The Convergence of The Fast Decoupled Load Flow", IEEE. Trans. Power App. and Systems, Vol. PAS-96 No.1, Jan/Feb. 1977.
11. ชำนาญ ห่อเกียรติ, "ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electric Power System)", ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526
12. สมเกียรติ ผลประการ, "วิศวกรรมการส่งและจ่ายไฟฟ้า", พิมพ์ครั้งที่ 3, ไทยวัฒนาพานิช, 2516

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. ทรงศักดิ์ คงน้อย, สุรปรีชา กาญจนเจริญ, สุธี สุธรักษ์, "การจำลองแบบระบบไฟฟ้ากำลัง", โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

14. สุรเดช มุขยางกูร, "การศึกษาโหลดโฟลว์", โครงการวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524.

15. A.O. Ekwue and B.J. Cory, "Transmission System Expansion Planning By Interactive Methods", IEEE. Trans. Power App. and Systems, Vol. PAS-103 No.7, July 1984.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การจัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ของระบบไฟฟ้ากำลัง

ก.1 การจัดสรรกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (2,8,11)

เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละหน่วยจะมีกำลังผลิตไม่เท่ากัน และต้นทุนการผลิตของแต่ละหน่วยก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นจำเป็นต้องหาจุดที่มีต้นทุนต่ำที่สุดในการผลิตกำลังไฟฟ้า

ถ้ากำหนดให้ต้นทุนการผลิตกำลังไฟฟ้าเป็นฟังก์ชัน (Function) ของกำลังผลิต ดังนั้นสามารถเขียนได้เป็น

$$C_i = C_i(PG_i) \qquad (n.1)$$

C_i แทน ต้นทุนการผลิตกำลังไฟฟ้าในหน่วยของเงินต่อชั่วโมงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า i

PG_i แทน กำลังไฟฟ้าจริงที่จ่ายจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า i

ดังนั้นต้นทุนการผลิตทั้งหมด คือ

$$C = \sum_{i=1}^{M} C_i = \sum_{i=1}^{M} C_i(PG_i) \qquad (n.2)$$

C แทน ต้นทุนการผลิตกำลังไฟฟ้าทั้งหมด

M แทน จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากสมการสมดุลของกำลังไฟฟ้าจริงจะได้

$$\sum_{i=1}^{M} PG_i - P_D - P_L = 0 \qquad (n.3)$$

P_D แทน กำลังไฟฟ้าจริงของโหลดทั้งหมด

P_L แทน กำลังไฟฟ้าจริงที่สูญเสีย (Power Loss)

ซึ่งการผลิตกำลังไฟฟ้าจริงต้องสอดคล้องกับ Constraint

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$PG_i \min \quad \leq \quad PG_i \quad \leq \quad PG_i \max$$

$PG_i \min$ แทน กำลังไฟฟ้าจริงที่น้อยที่สุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า i ขณะทำงานจ่ายได้

$PG_i \max$ แทน กำลังไฟฟ้าจริงที่มากที่สุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า i จ่ายได้

ที่ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดจากสมการ (n.2) ได้

$$dc = \sum_{i=1}^{M} \frac{\partial c_i}{\partial PG_i} dPG_i = 0 \qquad (n.5)$$

ถ้าในขณะเวลาหนึ่งๆ โหลดมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ดังนั้นจะถือว่าโหลดมีค่าคงที่ในช่วงเวลานั้นๆ จากสมการ (n.3) จะได้ว่า

$$\sum_{i=1}^{M} dPG_i - \frac{\partial P_L}{\partial PG_i} dPG_i = 0 \qquad (n.6)$$

คูณสมการ (n.6) ด้วย λ และบวกกับสมการ (n.5) จะได้

$$\sum_{i=1}^{M} \left(\frac{\partial c_i}{\partial PG_i} + \lambda \frac{\partial P_L}{\partial PG_i} - \lambda\right) dPG_i = 0 \qquad (n.7)$$

สมการ (n.7) มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อแต่ละเทอมมีค่าเป็น 0 ดังนั้น

$$\frac{\partial c_i}{\partial PG_i} + \left(\lambda \frac{\partial P_L}{\partial PG_i} - \lambda\right) = 0 \qquad (n.8)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กำหนดให้

$$\frac{\partial P_L}{\partial PG_i} = IT L_i \qquad (n.9)$$

แทนค่าสมการ (n.9) ลงในสมการ (n.8) จัดรูปได้

$$\frac{\partial c_i}{\partial PG_i} = \lambda(1 - ITL_i) \qquad (n.10)$$

จากสมการ (ก.3) จะได้ว่า

$$P_L = \sum_{i=1}^{N} (PG_i - PD_i) \qquad (ก.11)$$

N แทน จำนวนบัส

กำหนดให้

$$PG_i - PD_i = P_i \qquad (ก.12)$$

แทนค่าสมการ (ก.12) ลงในสมการ (ก.11) ได้

$$P_L = \sum_{i=1}^{N} P_i \qquad (ก.13)$$

เนื่องจากในระบบไฟฟ้ากำลังนั้นการเปลี่ยนแปลงขนาดแรงดันมีผลต่อกำลังไฟฟ้าจริงน้อย ส่วนการเปลี่ยนแปลงมุมของแรงดันมีผลต่อกำลังไฟฟ้าจริงมาก ดังนั้นอาจเขียนได้ว่า

$$P_i = P_i(\delta) \qquad i = 1, \ldots, N \qquad (ก.14)$$

δ แทน มุมของแรงดันที่บัส

ดังนั้นจากสมการ (ก.13) และ (ก.14) สามารถเขียนได้เป็น

$$P_L = P_L(\delta) \qquad (ก.15)$$

จากสมการ (ก.13) ได้

$$dP_L = \sum_{i=1}^{N} dP_i \qquad (ก.16)$$

ถ้ากำหนดให้บัส 1 เป็นสวิงบัส และมุมของสวิงบัสไม่เปลี่ยนแปลงดังนั้น

$$\left.\begin{aligned} dP_1 &= \frac{\partial P_1}{\partial \delta_2} d\delta_2 + \ldots + \frac{\partial P_1}{\partial \delta_m} d\delta_n \\ &\vdots \\ dP_n &= \frac{\partial P_n}{\partial \delta_2} d\delta_2 + \ldots + \frac{\partial P_n}{\partial \delta_n} d\delta_n \end{aligned}\right\} \qquad (ก.17)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ้าเขียนเมทริกซ์แนว (Column Matrix) เป็น

$$\left.\begin{aligned} [dP] &= \begin{bmatrix} dP_2 \\ \vdots \\ dP_n \end{bmatrix} \\ \left[\frac{\partial P_1}{\partial \delta}\right] &= \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial \delta_2} \\ \vdots \\ \frac{\partial P_1}{\partial \delta_n} \end{bmatrix} \\ [d\delta] &= \begin{bmatrix} d\delta_2 \\ \vdots \\ d\delta_n \end{bmatrix} \end{aligned}\right\} \qquad (n.18)$$

โดยเมทริกซ์ในสมการ (n.18) มีมิติ $(N-1)\times 1$ และเรียก $\left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]$ ว่าจาโคเบียนส์เมทริกซ์ (Jacobian Matrix) มีมิติ $(N-1)\times(N-1)$ เป็น

$$\left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right] = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \cdots\cdots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_n} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial P_n}{\partial \delta_n} & \cdots\cdots & \frac{\partial P_n}{\partial \delta_n} \end{bmatrix} \qquad (n.19)$$

จากสมการ (n.17), (n.18) และ (n.19) สามารถเขียนได้เป็น

$$dP_1 = \left[\frac{\partial P_1}{\partial \delta}\right]^T [d\delta] \qquad (n.20)$$

$$[dP] = \left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right] [d\delta] \qquad (n.21)$$

$[\ ]^T$ แทน การทรานสโพสส์เมทริกส์ (Transpose Matrix)

จากสมการ (n.21) จะหา $[d\delta]$ ได้โดย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$[d\delta] = \left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]^{-1} [dP] \qquad (n.22)$$

แทนค่าสมการ (n.22) ลงในสมการ (n.20) จะได้

$$dP_1 = \left[\frac{\partial P_1}{\partial \delta}\right]^{T} \left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]^{-1} [dP] \qquad (n.23)$$

กำหนดให้

$$[\alpha] = \left[\frac{\partial P_1}{\partial \delta}\right]^{T} \left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]^{-1} \qquad (n.24)$$

สมการ (n.24) จะหาค่า $[\alpha]$ ได้ โดย $[\alpha]$ เป็นเมทริกซ์แถว (Row Matrix)

$$[\alpha] = [\alpha_2, \ldots, \alpha_n] \qquad (n.25)$$

แทนค่าสมการ (n.23) และ (n.24) ลงในสมการ (n.16) ได้

$$dP_L = [\alpha] [dP] + \sum_{i=2}^{N} dP_i \qquad (n.26)$$

กระจายสมการ (n.26) จะได้

$$dP_L = (1 + \alpha_2) dP_2 + (1 + \alpha_3) dP_3 + \ldots + (1 + \alpha_n) dP_n \qquad (n.27)$$

เนื่องจากกำหนดให้โหลดคงที่ ดังนั้นจากสมการ (n.12) ได้

$$dP_i = d(PG_i - PD_i) = dPG_i \qquad (n.28)$$

และจากสมการ (n.11) ได้

$$dP_L = \frac{\partial P_L}{\partial PG_2} dPG_2 + \ldots + \frac{\partial P_L}{\partial PG_n} dPG_n \qquad (n.29)$$

เทียบสัมประสิทธิ์สมการ (n.27) และ (n.29) จะได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\frac{\partial P_L}{\partial PG_i} = (1 + \alpha_i) \quad i = 2, \ldots, N \qquad (n.30)$$

ดังนั้นจากสมการ (n.9) ได้

$$ITL_i = (1 + \alpha_i) \quad i = 2, \ldots, N \qquad (n.31)$$

เนื่องจาก $d\delta_1$ มีค่าเป็น 0 ดังนั้นจะได้ dP_L เป็นอิสระจาก dPG_1 ซึ่งได้

$$ITL_1 = 0 \qquad (n.32)$$

กำหนดให้

$$I\,C_i = \lambda(1 - ITL_i) \qquad (n.33)$$

แทนค่าสมการ (n.31) และ (n.32) ลงในสมการ (n.33) ได้

$$I\,C_i = -\lambda(\alpha_i) \quad i = 2, \ldots, N \qquad (n.34)$$

$$= \lambda \quad i = 1$$

จากสมการ (n.33) ได้ว่า

$$\lambda = \frac{IC_1}{1-ITL_1} = \frac{IC_2}{1-ITL_2} = \ldots = \frac{IC_n}{1-ITL_n} \qquad (n.35)$$

PG_i สามารถเขียนอยู่ในรูปสมการโพลิโนเมียล์ (Polynomial Form) ได้

$$PG_i = A_i + B_i(I\,C_i) + C_i(I\,C_i)^2 + \ldots \qquad (n.36)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อสังเกตุ

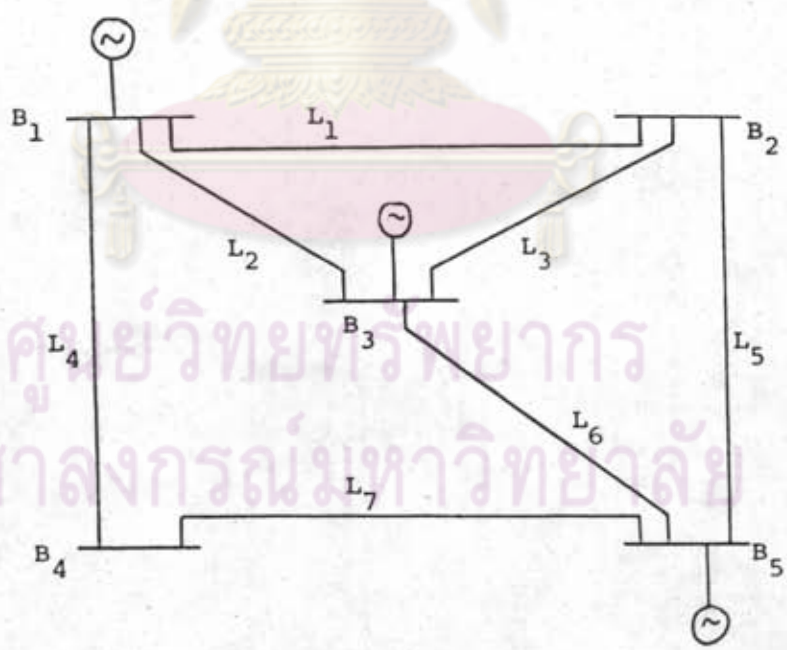
$[\frac{\partial P}{\partial \delta}]$ ก็คือ $[J_1]$ ในการศึกษาไหลดไฟลว์ โดยวิธีของนิวตัน-ราฟสัน แบบไพล่า ไค-ออร์ดิเนต $[\frac{\partial P_1}{\partial \delta}]$ สามารถหาได้โดยใช้สมการ (3.34) โดยที่สับสคริพ (Sub Script) P = 1

หมายเหตุ

การจัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ อาจเรียกได้หลายชื่อ คือ ไหลดไฟลว์ที่เหมาะสม (Optimal Load Flow) หรือการจ่ายไหลดอย่างประหยัด (Optimal - Dispatch)

ตัวอย่าง ก.1 ระบบไฟฟ้ากำลังตามรูป ก.1 มีสภาวะที่บัสต่างๆ ตามตารางที่ ก.1 สายส่งแต่ละเส้นมีพารามิเตอร์ตามตารางที่ ก.2 ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัวมีลักษณะสมบัติเป็น

$$PG_i = -3.00 + 1.50(I\ C_i) - 0.050(I\ C_i)^2$$



รูปที่ ก.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง 5 บัส 7 ไลน์ มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 ชุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BUS	TYPE	GEN MW	GEN MVAR	LOAD MW	LOAD MVAR	VSPEC (PU)	KV	OPTIMUM GEN.
1	3	----	----	231.0	86.0	1.05	100.0	YES
2	1	00.0	00.0	201.0	128.0	1.00	100.0	NO
3	2	300.0	----	161.0	42.0	1.02	100.0	YES
4	1	00.0	00.0	100.0	100.0	1.00	100.0	NO
5	2	300.0	----	211.0	76.0	1.02	100.0	YES

ตารางที่ ก.1 สภาวะที่บัสต่างๆ และค่าเริ่มต้นของตัวอย่าง ก.1

LINE	BUS S-E	IMPEDANCE	LINE CHARGING
1	1-2	0.0410+J0.3146	0.00+J0.0698
2	1-3	0.0308+J0.2378	0.00+J0.0527
3	2-3	0.0238+J0.1823	0.00+J0.0404
4	1-4	0.0419+J0.3213	0.00+J0.0713
5	2-5	0.0366+J0.2806	0.00+J0.0623
6	3-5	0.0178+J0.1367	0.00+J0.0303
7	4-5	0.0571+J0.4297	0.00+J0.0976

ตารางที่ ก.2 พารามิเตอร์ของสายส่งตามตัวอย่าง ก.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	1	2	3	4	5
1	1.3460 -10.2328J	-0.4073 3.1256J	-0.5396 4.1438J	-0.3991 3.0603J	0.0000 0.0000J
2	-0.4073 3.1256J	1.5685 -11.9370J	-0.7041 5.3935J	0.0000 0.0000J	-0.4571 3.5042J
3	-0.5396 4.1438J	-0.7041 5.3935J	2.1804 -16.6689J	0.0000 0.0000J	-0.9367 7.1933J
4	-0.3991 3.0603J	0.0000 0.0000J	0.0000 0.0000J	0.6905 -5.2121J	-0.2914 2.2363J
5	0.0000 0.0000J	-0.4571 3.5042J	-0.9367 7.1933J	-0.2914 2.2363J	1.6852 -12.8386J
6					

ตารางที่ ก.3 มัสแอดมิแดนซ์ เมทริกซ์ของตัวอย่าง ก.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลือกการศึกษาโหลดโฟลว์ด้วยวิธีปรับปรุงฟาสต์คอปเปิล รายละเอียดแต่ละขั้นตอนของการหาโหลดโฟลว์ที่เหมาะสมแสดงดังต่อไปนี้

```
  1.0 - ITL
1.00000
1.02262
1.01308
1.04209
1.01955

 RAM =        100.000000
 RAM =         50.000000
 RAM =         25.000000
 RAM =         12.500000
 RAM =         18.750000
 RAM =         21.875000
 RAM =         23.437500
 RAM =         24.218750
 RAM =         24.609375
 RAM =         24.804687
 RAM =         24.902344
 RAM =         24.951172
 RAM =         24.926758
 RAM =         24.914551
 RAM =         24.908447
 RAM =         24.905396
 RAM =         24.906921
 RAM =         24.907684

 ITE.    0          RAMDA =  24.907684
 BUS     1    NO.GEN    1          POW.GEN    3.34189
 BUS     3    NO.GEN    2          POW.GEN    3.01373
 BUS     5    NO.GEN    3          POW.GEN    2.84768
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
  1.0 - ITL
1.00000
1.02229
1.01273
1.04190
1.01922

  RAM =        100.000000
  RAM =         50.000000
  RAM =         25.000000
  RAM =         12.500000
  RAM =         18.750000
  RAM =         21.875000
  RAM =         23.437500
  RAM =         24.218750
  RAM =         24.609375
  RAM =         24.804687
  RAM =         24.902344
  RAM =         24.951172
  RAM =         24.926758
  RAM =         24.914551
  RAM =         24.908447
  RAM =         24.911499
  RAM =         24.913025

  ITE.     1              RAMDA =  24.913025
  BUS    1       NO.GEN     1          POW.GEN    3.33660
  BUS    3       NO.GEN     2          POW.GEN    3.01710
  BUS    5       NO.GEN     3          POW.GEN    2.85035
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
  1.0 - ITL
1.00000
1.02213
1.01256
1.04177
1.01906

  RAM =        100.000000
  RAM =         50.000000
  RAM =         25.000000
  RAM =         12.500000
  RAM =         18.750000
  RAM =         21.875000
  RAM =         23.437500
  RAM =         24.218750
  RAM =         24.609375
  RAM =         24.804687
  RAM =         24.902344
  RAM =         24.951172
  RAM =         24.926758
  RAM =         24.914551
  RAM =         24.920654
  RAM =         24.917603
  RAM =         24.916077

  ITE.     2            RAMDA =   24.916077
  BUS      1      NO.GEN     1          POW.GEN     3.33357
  BUS      3      NO.GEN     2          POW.GEN     3.01839
  BUS      5      NO.GEN     3          POW.GEN     2.85143
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
  1.0 - ITL
1.00000
1.02206
1.01249
1.04172
1.01899

  RAM =       100.000000
  RAM =        50.000000
  RAM =        25.000000
  RAM =        12.500000
  RAM =        18.750000
  RAM =        21.875000
  RAM =        23.437500
  RAM =        24.218750
  RAM =        24.609375
  RAM =        24.804687
  RAM =        24.902344
  RAM =        24.951172
  RAM =        24.926758
  RAM =        24.914551
  RAM =        24.920654
  RAM =        24.917603
  RAM =        24.916077
  RAM =        24.916840
  RAM =        24.917221

 ITE.    3            RAMDA =  24.917221
 BUS     1    NO.GEN     1          POW.GEN    3.33244
 BUS     3    NO.GEN     2          POW.GEN    3.01902
 BUS     5    NO.GEN     3          POW.GEN    2.85197
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
  1.0 - ITL
1.00000
1.02206
1.01249
1.04172
1.01899

  RAM =       100.000000
  RAM =        50.000000
  RAM =        25.000000
  RAM =        12.500000
  RAM =        18.750000
  RAM =        21.875000
  RAM =        23.437500
  RAM =        24.218750
  RAM =        24.609375
  RAM =        24.804687
  RAM =        24.902344
  RAM =        24.951172
  RAM =        24.926758
  RAM =        24.914551
  RAM =        24.920654
  RAM =        24.917603
  RAM =        24.916077
  RAM =        24.916840

  ITE.     4            RAMDA =  24.916840
  BUS      1     NO.GEN     1          POW.GEN    3.33282
  BUS      3     NO.GEN     2          POW.GEN    3.01941
  BUS      5     NO.GEN     3          POW.GEN    2.85238
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BUS NO.	VOLT		ANGLE	GENERATION		DEMAND	
	PU.	KV	(DEGREE)	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1.0500	144.90	0.0000	333.37	242.92	231.00	86.00
2	0.8750	120.75	-8.8194	0.00	0.00	201.00	128.00
3	1.0200	140.76	1.9639	301.90	94.78	161.00	42.00
4	0.7437	102.63	-12.1652	0.00	0.00	100.00	100.00
5	1.0200	140.76	0.0032	285.20	181.32	211.00	76.00

ตารางที่ ก.4 สภาวะต่างๆที่บัสจากไหลดไฟลว์ที่เหมาะสมของตัวอย่าง ก.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LINE NO.	FROM BUS P	TO BUS Q	FLOW FROM P		FLOW TO Q		LOSS	
			MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1	2	51.96	51.23	-49.82	-41.39	2.13	9.84
2	1	3	-13.48	12.39	13.59	-17.14	0.12	4.75
3	2	3	-97.89	-49.71	101.59	74.39	3.70	24.68
4	1	4	63.89	93.30	-58.75	-59.75	5.14	33.54
5	2	5	-53.28	-36.88	55.21	46.02	1.93	9.14
6	3	5	25.66	-4.48	-25.55	2.19	0.11	2.28
7	4	5	-41.25	-40.18	44.47	57.10	3.22	16.92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.5 การไหลของกำลังไฟฟ้า

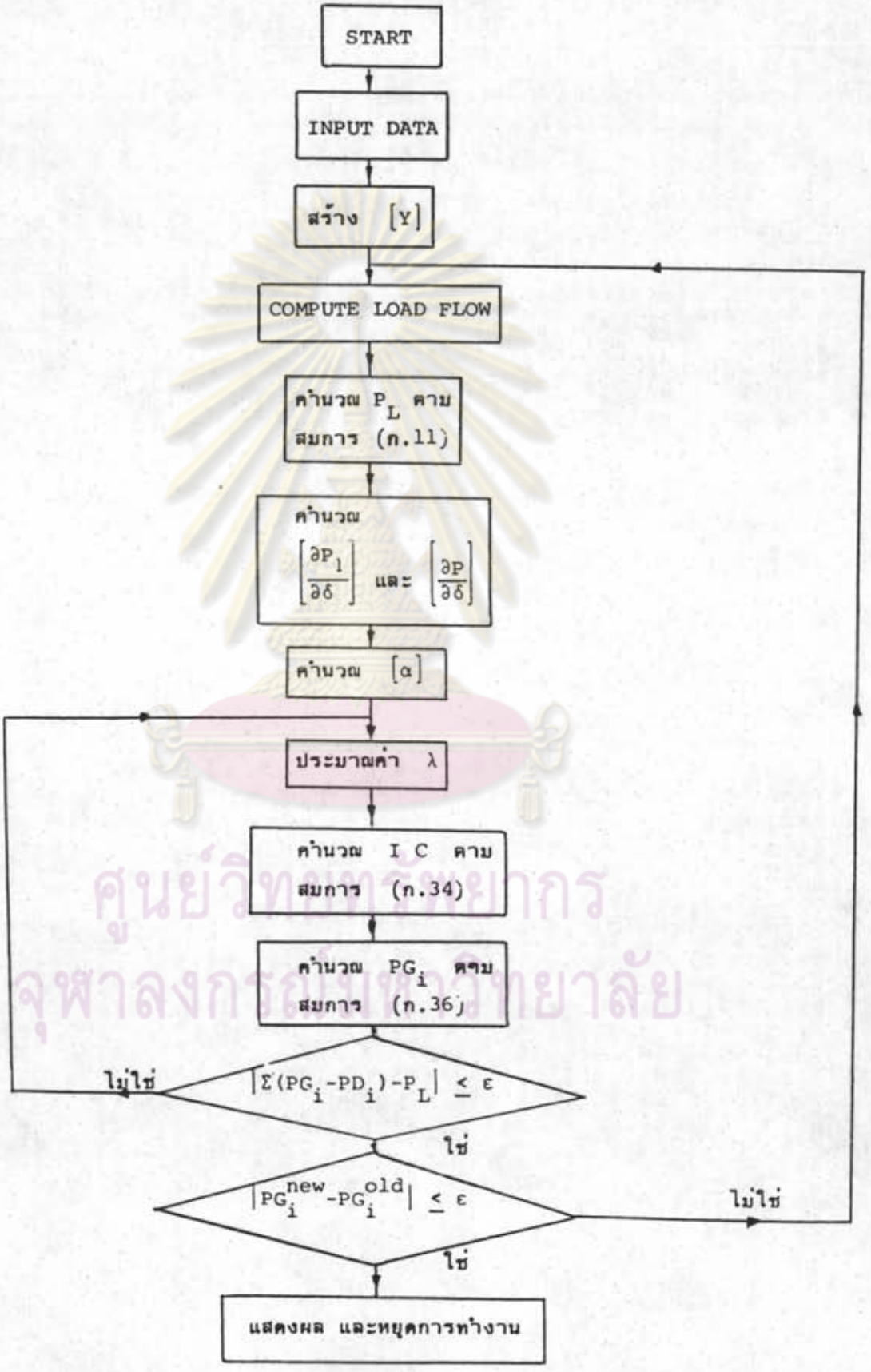
SYSTEM TOTAL

	MW	MVAR
GENERATION	920.47	519.02
LOAD	904.00	432.00
LINE CHARGING	0.00	38.29
STATIC CAPACITOR	0.00	0.00
LOSSES	16.35	101.16
MISMATCH	0.12	24.15

ตารางที่ ก.6 ผลสรุปของระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของการจัดสรรกำลังผลิตให้ต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ของระบบไฟฟ้ากำลัง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

วิธีแก้สมการเชิงเส้นโดยการกำจัดตัวแปรของเก๊าส์-จอร์แดน

ในระบบสมการเชิงเส้น (Linear Equation) สามารถเขียนในรูปของเมทริกซ์ได้ตามสมการ (ข.1)

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} \qquad \text{(ข.1)}$$

หรือ

$$[A]\ [X] = [C] \qquad \text{(ข.2)}$$

ซึ่ง $[A]$ มีมิติ $n \times n$ $[X]$ และ $[C]$ มีมิติ $n \times 1$ เป็นเมทริกซ์แนว (Column Matirx) โดยที่ $[X]$ เป็นตัวแปร $[C]$ และ $[A]$ เป็นค่าคงที่

n แทน จำนวนสมการซึ่งเท่ากับจำนวนตัวแปร

จากสมการ (ข.1) หาร a_{11} ในแถว (Row) แรกตลอดทั้งสองข้างได้เป็นสมการ (ข.3)

$$\begin{bmatrix} 1 & B_{12} & \cdots & B_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} \qquad \text{(ข.3)}$$

โดยที่

$$B_{1i} = \frac{a_{1i}}{a_{11}} \qquad i = 2, \ldots, N$$

$$D_1 = \frac{C_1}{a_{11}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากสมการ (ข.3) คูณแถวแรกด้วย a_{k1} และนำไปลบกับแถวที่ k จะได้สมการ (ข.4)

$$\begin{bmatrix} 1 & B_{12} & \cdots & B_{1n} \\ 0 & E_{22} & \cdots & E_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & E_{n2} & \cdots & E_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_n \end{bmatrix} \qquad (ข.4)$$

โดยที่

$$E_{ki} = a_{ki} - a_{k1} B_{1i} \qquad k, i=1, \ldots, N$$

$$F_k = C_k - a_{k1} D_1$$

ทำตามวิธีดังขั้นต้นจนกระทั่งได้

$$[I]\ [X] = [Y] \qquad (ข.5)$$

$[I]$ แทน ยูนิทเมทริกซ์ (Unit Matrix)

$$[Y] = \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}$$

ดังนั้นคำตอบของสมการเชิงเส้นนี้ คือ

$$x_1 = y_1$$

$$\begin{matrix} x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{matrix} = \begin{matrix} y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{matrix}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

สัญญลักษณ์และการใส่ข้อมูล

ค.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ต้องเตรียมเพื่อใช้ในการโปรแกรมวางแผนงานขยายสายส่ง สามารถแบ่งเป็นส่วนใหญ่ๆ 4 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนควบคุมการทำงานและการแสดงผล
2. ส่วนองค์ประกอบต่างๆ ของระบบไฟฟ้ากำลัง ได้แก่ สายส่ง หม้อแปลง ตัวเก็บประจุ
3. ส่วนของบัส
4. ส่วนลักษณะสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค.1.1 ข้อมูลส่วนควบคุมการทำงานและแสดงผล

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
NB	จำนวนบัสทั้งหมดมีได้มากที่สุด 10 บัส	I 5
NL	จำนวนสายส่งทั้งหมดมีได้มากที่สุด 20 เส้น	I 5
NC	จำนวนตัวเก็บประจุทั้งหมดมีได้มากที่สุด 20 ตัว	I 5
NT	จำนวนหม้อแปลงทั้งหมดมีได้มากที่สุด 20 ชุด	I 5
LNIT	จำนวนรอบสูงสุดของการทำอินเทอเรทีฟ ถ้าเกินค่านี้โปรแกรมจะหยุดการคำนวณ	I 5
NEC	ถ้ามีค่าไม่เท่ากับศูนย์ โปรแกรมจะหาจุดทำงานที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในขณะทำอิทเทอเรทีฟ	I 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
NP	ถ้ามีค่าเป็นศูนย์จะหมายถึงองค์ประกอบต่างๆ (สายส่ง, หม้อแปลง, ตัวเก็บประจุ) ถูกป้อนข้อมูลในระบบต่อหน่วย	I 5
XOR	อัตราส่วนรีแอคแตนซ์ (Reactance) ต่อความต้านทาน (Resistance) ของสายส่งเส้นใหม่	F 10.5
XOC	อัตราส่วนรีแอคแตนซ์ (Reactance) ต่อไลน์ชาร์จ (Line Charge) ของสายส่งเส้นใหม่	F 10.5
ACF	ตัวเร่ง	F 10.5
OPTION (I)	คำสั่งควบคุมการแสดงผล	10 I 2
OPTION (1)	มีค่าไม่เท่ากับศูนย์จะแสดงผลกำลังไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ และกำลังไฟฟ้าที่ออกจากระบบ	I 2
OPTION (2)	มีค่าไม่เท่ากับศูนย์จะแสดงผลข้อมูลของสายส่ง	I 2
OPTION (3)	มีค่าไม่เท่ากับศูนย์จะแสดงผลข้อมูลของหม้อแปลง และตัวเก็บประจุ ถ้าทั้งหม้อแปลงหรือตัวเก็บประจุมีอยู่ในระบบ	I 2
OPTION (4)	มีค่าไม่เท่ากับศูนย์จะแสดงผลบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์	I 2
OPTION (5)	มีค่าไม่เท่ากับศูนย์จะแสดงผลที่ได้จากการศึกษาไหลดไฟลว์ ไลน์ไฟลว์ กระแสในสายส่ง และผลสรุปของระบบ	I 2
OPTION (6) ถึง OPTION (10)	ไม่ได้ใช้งาน แต่เหลือไว้สำหรับแก้ไขแสดงผลในอนาคต	I 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
ERROR	ค่าความผิดพลาดที่ใช้ในการศึกษาไหลดไฟลว์ และหาจุดทำงานที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	F 10.4
PBASE	ค่าฐาน MVA ของระบบ	F 10.4
SEF	ค่าแฟคเตอร์ความปลอดภัย	F 10.4

หมายเหตุ การแสดงผลของโปรแกรมนั้น ค่า OPTION แต่ละตัวมีค่าเท่าไรก็ตาม โปรแกรมจะแสดงค่า PBASE SEF ACF และข้อมูลของสายส่งเส้นใหม่เสมอ

ค.1.2 ข้อมูลส่วนองค์ประกอบต่างๆ ของระบบไฟฟ้ากำลัง

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
LINE	ลำดับที่ของสายส่ง	I 3
SB และ EB	บัสที่สายส่งเชื่อมต่ออยู่	I 3
ZSER	อิมพีแดนซ์ของสายส่ง	2 F 10.4
YSHT	ไลน์ชาร์จของสายส่ง	2 F 10.4
YSER	แอดมิแดนซ์ของสายส่ง	2 F 10.4
ZSHT	ไลน์ชาร์จของสายส่ง	2 F 10.4
LOLD	มีค่าไม่เป็นศูนย์จะหมายถึงสายส่งเส้นใหม่	I 2
VBL	ฐานแรงดันของสายส่ง	F 10.4
CLAMP	ค่ากระแสสูงสุดของสายส่งที่ยอมให้เกิดขึ้น (หน่วย กิโลแอมแปร์)	F 10.4
CPOW	ค่ากำลังไฟฟ้าจริงของสายส่งที่ยอมให้ส่งผ่านได้	F 10.4
T	ลำดับที่ของหม้อแปลง	I 3
TB	บัสที่หม้อแปลงเชื่อมต่ออยู่โดยกำหนดให้บัสนี้มีค่าอัตราส่วนขดลวดมีค่าเป็น 1.0	I 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
AB	บัสที่หม้อแปลงต่อเชื่อมอยู่โดยกำหนดให้ บัสนี้มีอัตราส่วนขดลวดเป็นค่าใดก็ได้	I 3
ZXFMR	อิมพีแดนซ์ของหม้อแปลง	2 F 10.5
A	อัตราส่วนขดลวดที่บัส AB	2 F 10.5
VTF	ฐานแรงดันของหม้อแปลง	F 10.5
C	ลำดับที่ของตัวเก็บประจุ	I 3
CB	บัสที่ตัวเก็บประจุต่อเชื่อมกับกราวน์	I 3
YCAP	แอดมิแดนซ์ของตัวเก็บประจุ	2 F 10.5

หมายเหตุ ข้อมูล ZSER และ YSER หรือ ZSHT และ YSHT เป็นส่วนกลับของกันและกัน ดังนั้นจะเลือกใส่ตัวไหนก็ได้

ค.1.3 ข้อมูลส่วนของบัส

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
NOB	ลำดับที่ของบัส	I 3
NBG	ถ้ามีค่าไม่เท่ากับศูนย์จะหาจุดทำงานที่เหมาะสมให้แก่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัสนี้	I 3
NTYB	ชนิดของบัส ถ้ามีค่าเป็น 1 หมายถึง โหลดบัส 2 หมายถึง บัสควบคุมแรงดัน 3 หมายถึง สวิงบัส	I 3
PD	กำลังไฟฟ้าจริงของโหลด (หน่วย เมกะวัตต์)	F 10.5
QD	กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟของโหลด (หน่วย เมกะวาร์ร)	F 10.5
PG	กำลังไฟฟ้าจริงที่จ่าย (หน่วย เมกะวัตต์)	F 10.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
QG	กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่จ่าย (หน่วยเมกะวาร์ร)	F 10.5
VBASE	ฐานแรงดันที่บัส	F 10.5
VSPEC	แรงดันสมมุติเริ่มต้นของการศึกษาไหลดไฟลว์	F 10.5
QMAX	กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟสูงสุดที่บัส	F 10.5
QMIN	กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟต่ำสุดที่บัส	F 10.5

ค.1.4 ข้อมูลส่วนลักษณะสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

สัญญลักษณ์	ความหมาย	ฟอร์แมท
AL	ค่า A_i ในสมการ (ก.36)	F 10.5
BE	ค่า B_i ในสมการ (ก.36)	F 10.5
GA	ค่า C_i ในสมการ (ก.36)	F 10.5

ค.2 ข้อมูลพิเศษ

เนื่องจากการป้อนข้อมูลบางครั้งอาจผิดพลาดได้ ข้อมูลบางตัวจะตรวจสอบและแก้ไขดังนี้

สัญญลักษณ์	ค่าที่อ่านได้	ค่าที่แก้ไข
ERROR	น้อยกว่า 0.0	0.0001
PBASE	0.0	1.0
SEF	มากกว่า 100.0	SEF/100.0
	น้อยกว่า 1.0	1.0
VBL	0.0	1.0
CLAMP	0.0	1.0
CPOW	0.0	1.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	ค่าที่อ่านได้	ค่าที่แก้ไข
VBASE	0.0	1.0
VSPEC	0.0	1.0
VTF	0.0	1.0

ข้อสังเกต

การใส่ข้อมูลนั้นมักเลือกจากสภาวะโหลดสูงสุด (Peak Load) แต่เนื่องจากในสภาวะนี้ไม่ได้รับรองว่าจะเกิดสภาวะกระแสสูงสุดในสายส่งแต่ละเส้นด้วย จาก

$$|I| = |\frac{S}{\sqrt{3}V}| \qquad (ค.1)$$

เพื่อความมั่นใจว่าระบบยังคงทำงานได้โดยปกติในสภาวะกระแสสูงสุด จึงละค่าคงที่ $\sqrt{3}$ ในสมการ (ค.1) ในการตรวจสอบกระแสที่ไหลในสายส่ง

ข้อแนะนำ

ค่า SFF ควรใช้มากกว่า 200 % หรือ 2.0 ทั้งนี้เพื่อในกรณีที่ต้องตัดสายส่งออกจากระบบมากกว่า 1 เส้น ระบบยังคงไม่เกิดสภาวะโหลดเกิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่างที่ ก.1</u> กำหนดระบบไฟฟ้ากำลังตามตัวอย่าง ก.1 กำหนดสายส่งทุกเส้นเป็นสายส่งเส้นใหม่ และสภาวะเริ่มต้นตามตารางที่ ก.3 ซึ่งการใส่ข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้เป็นดังนี้

```
--------------
 CONTROL DATA
--------------

5, 7, 0, 0, 50, 0, 0
7.67, 2.247, 20.0, 1, 1, 1, 1, 1
0.0, 100.0, 3.0

-----------
 LINE DATA
-----------

1, 1, 2, 0.041, 0.3146, 0.0, 0.14
1, 100.0, 3.0, 300.0
2, 1, 3, 0.0309, 0.2373, 0.0, 0.1056
1, 100.0, 1.5, 150.0
3, 2, 3, 0.0238, 0.1823, 0.0, 0.0812
1, 100.0, 4.5, 390.0
4, 1, 4, 0.0419, 0.3213, 0.0, 0.143
1, 100.0, 3.6, 210.0
5, 2, 5, 0.0366, 0.2806, 0.0, 0.1248
1, 100.0, 3.0, 300.0
6, 3, 5, 0.0173, 0.1367, 0.0, 0.0608
1, 100.0, 1.5, 150.0
7, 4, 5, 0.0573, 0.4397, 0.0, 0.1956
1, 100.0, 1.8, 180.0
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
----------
 BUS DATA
----------

1, 1, 3, 231.0, 86.0
100.0, 1.05, 500.0, -500.0
2, 0, 1, 201.0, 128.0
100.0
3, 1, 2, 161.0, 42.0, 300.0
100.0, 1.02, 500.0, -500.0
4, 0, 1, 100.0, 100.0
100.0
5, 1, 2, 211.0, 76.0, 300.0
100.0, 1.02, 500.0, -500.0

-----------------------
 POWER GENERATION DATA
-----------------------

-3.0, 1.5, -0.05
-3.0, 1.5, -0.05
-3.0, 1.5, -0.05
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลือกการศึกษาไหลผ่านไฟล์โดยวิธีปรับปรุงฟาสดีคอปเปิล ข้อมูลที่คำนวณได้แสดงดังต่อไปนี้

LINE	BUS CODE P-Q	SERIES IMPEDANCE	LINE CHARGING	VOLT (KV)	MAX POWER	MAX (KAMP)
1	1 : 2	4.469 +J 34.277	0.000 +J 0.002	100.0	300.0	3.0
2	1 : 3	1.056 +J 8.103	0.000 +J 0.000	100.0	150.0	1.5
3	2 : 3	1.306 +J 10.016	0.000 +J 0.000	100.0	390.0	4.5
4	1 : 4	1.318 +J 10.107	0.000 +J 0.000	100.0	210.0	3.6
5	2 : 5	1.930 +J 14.805	0.000 +J 0.001	100.0	300.0	3.0
6	3 : 5	1.408 +J 10.796	0.000 +J 0.000	100.0	150.0	1.5
7	4 : 5	2.416 +J 18.534	0.000 +J 0.001	100.0	180.0	1.8

ตารางที่ ค.1 พารามิเตอร์ของสายส่งในรูปของอิมพิแดนซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LINE	BUS CODE P-Q	SERIES IMPEDANCE	LINE CHARGING	VOLT (KV)	MAX POWER	MAX (KAMP)
1	1 : 2	0.045 +J 0.343	0.000 +J 0.153	100.0	3.0	3.0
2	1 : 3	0.011 +J 0.081	0.000 +J 0.036	100.0	1.5	1.5
3	2 : 3	0.013 +J 0.100	0.000 +J 0.045	100.0	3.9	4.5
4	1 : 4	0.013 +J 0.101	0.000 +J 0.045	100.0	2.1	3.6
5	2 : 5	0.019 +J 0.148	0.000 +J 0.066	100.0	3.0	3.0
6	3 : 5	0.014 +J 0.108	0.000 +J 0.048	100.0	1.5	1.5
7	4 : 5	0.024 +J 0.185	0.000 +J 0.082	100.0	1.8	1.8

ตารางที่ ค.2 พารามิเตอร์ของสายส่งในระบบต่อหน่วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	1	2	3	4	5
1	3.2245	-0.3740	-1.5821	-1.2684	0.0000
	-24.6150J	2.8687J	12.1348J	9.7283J	0.0000J
2	-0.3740	2.5198	-1.2799	0.0000	-0.8659
	2.8687J	-19.1955J	9.8168J	0.0000J	6.6415J
3	-1.5821	-1.2799	4.0495	0.0000	-1.1875
	12.1348J	9.8168J	-30.9953J	0.0000J	9.1081J
4	-1.2684	0.0000	0.0000	1.7600	-0.6917
	9.7283J	0.0000J	0.0000J	-14.9698J	5.3052J
5	0.0000	-0.8659	-1.1875	-0.6917	2.7451
	0.0000J	6.6415J	9.1081J	5.3052J	-20.9567J
6					

ตารางที่ ค.3 บัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BUS NO.	GENERATIONS		LOAD	
	MW	MVAR	MW	MVAR
1	309.46	225.79	231.00	86.00
2	0.00	0.00	201.00	128.00
3	305.34	63.33	161.00	42.00
4	0.00	0.00	100.00	100.00
5	295.27	142.02	211.00	76.00

ตารางที่ ค.4 กำลังไฟฟ้าที่เข้าและออกจากบัสต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BUS NO.	VOLT		ANGLE	GENERATION		DEMAND	
	PU.	KV	(DEGREE)	MW	MVAR	MW	MVAR
1	1.0500	105.00	0.0000	309.46	225.79	231.00	86.00
2	0.9426	94.26	-5.0634	0.00	0.00	201.00	128.00
3	1.0200	102.00	1.0230	305.34	63.33	161.00	42.00
4	0.9651	96.51	-3.2404	0.00	0.00	100.00	100.00
5	1.0200	102.00	0.1123	295.27	142.02	211.00	76.00

ตารางที่ ค.5 สภาวะที่บัสต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LINE NO.	FROM BUS P	TO BUS Q	FLOW FROM P MW	FLOW FROM P MVAR	FLOW TO Q MW	FLOW TO Q MVAR	LOSS MW	LOSS MVAR
1	1	2	29.42	21.79	-28.70	-31.45	0.72	9.66
2	1	3	-18.19	39.47	18.39	-41.83	0.20	2.36
3	2	3	-108.72	-55.26	110.87	67.49	2.15	12.23
4	1	4	67.23	78.53	-65.91	-72.94	1.32	5.59
5	2	5	-63.58	-41.29	64.78	44.12	1.20	2.83
6	3	5	15.08	-4.34	-15.05	-0.42	0.03	3.93
7	4	5	-34.09	-27.06	34.53	22.32	0.44	4.75

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.6 การไหลของกำลังไฟฟ้า

SYSTEM TOTAL

	MW	MVAR
GENERATION	910.07	431.14
LOAD	904.00	432.00
LINE CHARGING	0.00	47.41
STATIC CAPACITOR	0.00	0.00
LOSSES	6.07	41.34
MISMATCH	0.00	5.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.7 ผลสรุปของระบบ

ภาคผนวก ง.

วิเคราะห์การทำงานของโปรแกรม

ง.1 ส่วนโปรแกรมหลัก (Main Program)

ลำดับการทำงาน

1. กำหนดรอบการทำงานเป็น 0 ด้วยตัวแปร NITT
2. เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) INPUT เพื่ออ่านหรือป้อนข้อมูลที่จำเป็น
3. เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) YBUS เพื่อสร้างบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์
4. เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) NEW1 เพื่อจัดเรียงข้อมูลให้เหมาะสม
5. ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า NEC = 0 แล้ว เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) NEWTON เพื่อศึกษาโหลดโฟลว์

   ถ้า NEC ≠ 0 แล้ว เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) ECO เพื่อหาโหลดโฟลว์ที่เหมาะสม
6. เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) CHECK เพื่อตรวจสอบมีสภาวะโหลดเกิน กระแสเกินในสายส่งเส้นใดหรือไม่
7. ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า NMM = 0 แล้ว ไปขั้นตอนที่ 10 (ไม่มีสภาวะโหลดและกระแสเกินเกิดขึ้น)
8. จัดข้อมูล

   NITT = NITT + 1

   ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า NITT > LNIT แล้วแสดงผล LNIT และหยุดการทำงาน
9. เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) CHANGE เพื่อคำนวณความไวของเนทเวอค เปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสายส่งเส้นใหม่ สร้างบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์ใหม่ และย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. ตรวจสอบข้อมูล

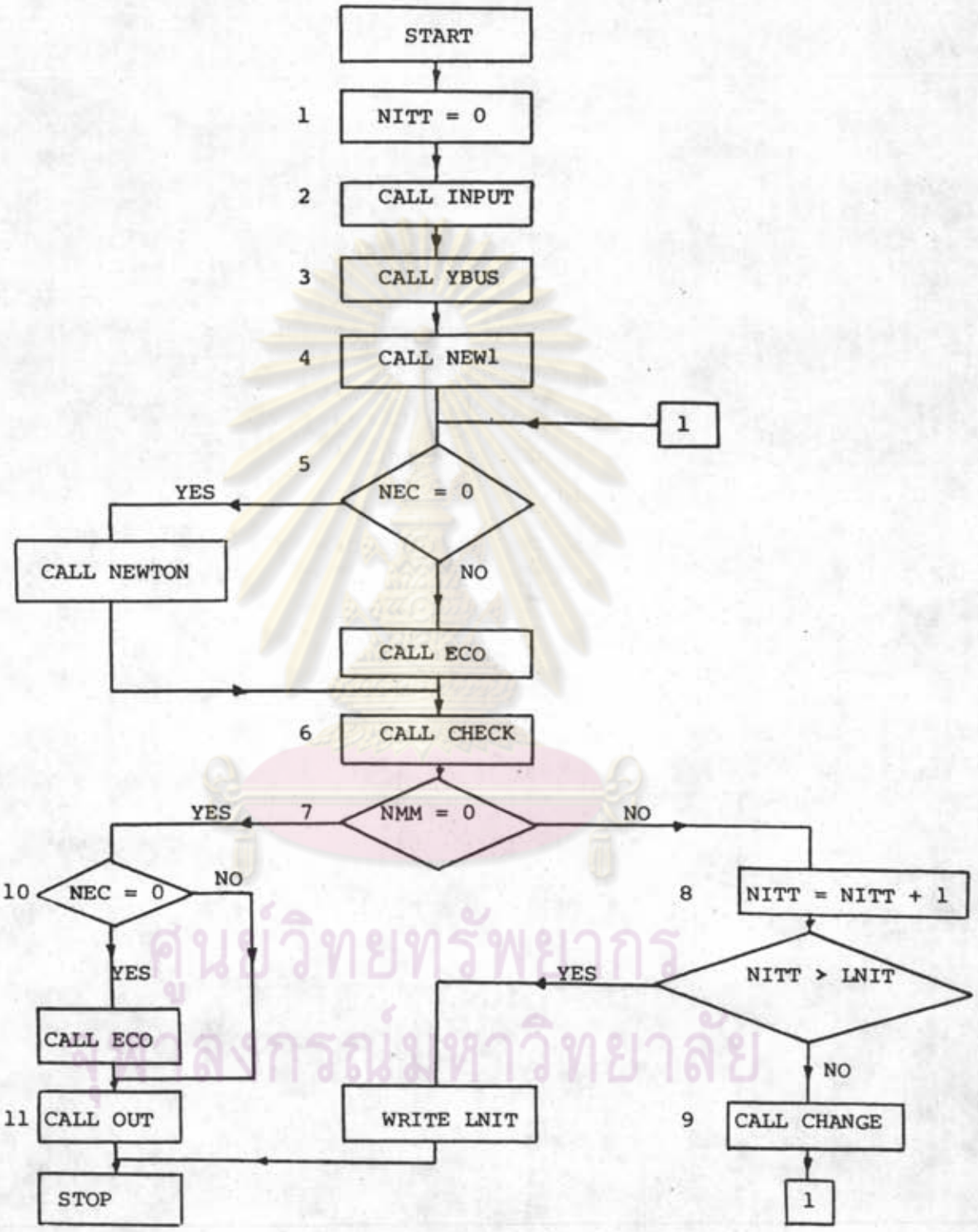
    ถ้า NEC = 0 เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) ECO

11. เรียกใช้โปรแกรมย่อย (Subroutine) OUT เพื่อแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรม

12. หยุดการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมหลัก



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2 ส่วนโปรแกรมย่อย INPUT

ลำดับการทำงาน

1. อ่านข้อมูลส่วนควบคุมการทำงานของโปรแกรม (ดูหัวข้อ ค.1.1)

2. ตรวจสอบข้อมูลต่อไปนี้

ถ้า ERROR $\leq$ 0.0 แล้ว ERROR = 0.0001

ถ้า PBASE = 0.0 แล้ว PBASE = 1.0

ถ้า SEF > 100.0 แล้ว SEF = SFF/100.0 (แสดงว่าใส่ SEF ในหน่วยเปอร์เซนต์)

ถ้า SEF < 1.0 แล้ว SEF = 1.0

3. ข้อมูลของสายส่ง (ดูหัวข้อ ค.1.2) โดยทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NL ดังนี้

3.1 อ่านข้อมูลสายส่ง I

3.2 ตรวจสอบข้อมูลต่อไปนี้

ถ้า VBL(I) = 0.0 แล้ว VBL(I) = 1.0

ถ้า CLAMP(I) = 0.0 แล้ว CLAMP(I) = 1.0

ถ้า CPOW(I) = 0.0 แล้ว CPOW(I) = 1.0

3.3 เปลี่ยนค่า CPOW(I) และ CLAMP(I) อยู่ในระบบต่อหน่วย

ตรวจสอบข้อมูลต่อไปนี้

ถ้า |ZXER(I)| = 0.0 แล้ว ZSER(I) = 1.0/YSER(I)

ถ้า |YSER(I)| = 0.0 แล้ว YSER(I) = 1.0/ZSER(I)

ถ้า |YSHT(I)| = 0.0 แล้ว YSHT(I) = 1.0/ZSHT(I)

4. ข้อมูลของบัส (ดูหัวข้อ ค.1.3) โดยทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB ดังนี้

4.1 อ่านข้อมูลของบัส I

4.2 ตรวจสอบข้อมูลต่อไปนี้

ถ้า VBASE(I) = 0.0 แล้ว VBASE(I) = 1.0

ถ้า VSPEC(I) = 0.0 แล้ว VSPEC(I) = 1.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 เปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าอยู่ในระบบต่อหน่วย

5. อ่านข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ดูหัวข้อ ค.1.4) โดยทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB ดังนี้

5.1 ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NBG(I) = 0 แล้วย้อนไปอ่านบัสใหม่

5.2 อ่านข้อมูลลักษณะสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

6. ตรวจสอบมีหม้อแปลงในระบบหรือไม่

ถ้า NT = 0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 8

7. อ่านข้อมูลของหม้อแปลง (ดูหัวข้อ ค.1.2) โดยทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NT ดังนี้

7.1 อ่านข้อมูลของหม้อแปลง I

7.2 ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า VTF(I) = 0.0 แล้ว VTF(I) = 1.0

7.3 จัดข้อมูล

YXFMR(I) = 1.0/ZXFMR

8. ตรวจสอบมีตัวเก็บประจุในระบบหรือไม่

ถ้า NC = 0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 10

9. อ่านข้อมูลของตัวเก็บประจุ (ดูหัวข้อ ค.1.2) โดยทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NC ดังนี้

9.1 อ่านข้อมูลตัวเก็บประจุ

10. ตรวจสอบข้อมูลสายส่ง หม้อแปลง ตัวเก็บประจุ องค์ประกอบต่างๆ อยู่ในระบบต่อหน่วยหรือไม่

ถ้า NP = 0 แล้วกลับไปยังโปรแกรมหลัก

11. เปลี่ยนองค์ประกอบของสายส่งทุกเส้นให้อยู่ในระบบต่อหน่วย โดยทำงานเป็นรอบจนครบ NL

12. ตรวจสอบมีหม้อแปลงในระบบหรือไม่

ถ้า NT = 0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 14

13. เปลี่ยนองค์ประกอบของหม้อแปลงให้อยู่ในระบบต่อหน่วย โดยทำงานเป็นรอบจนครบ NT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

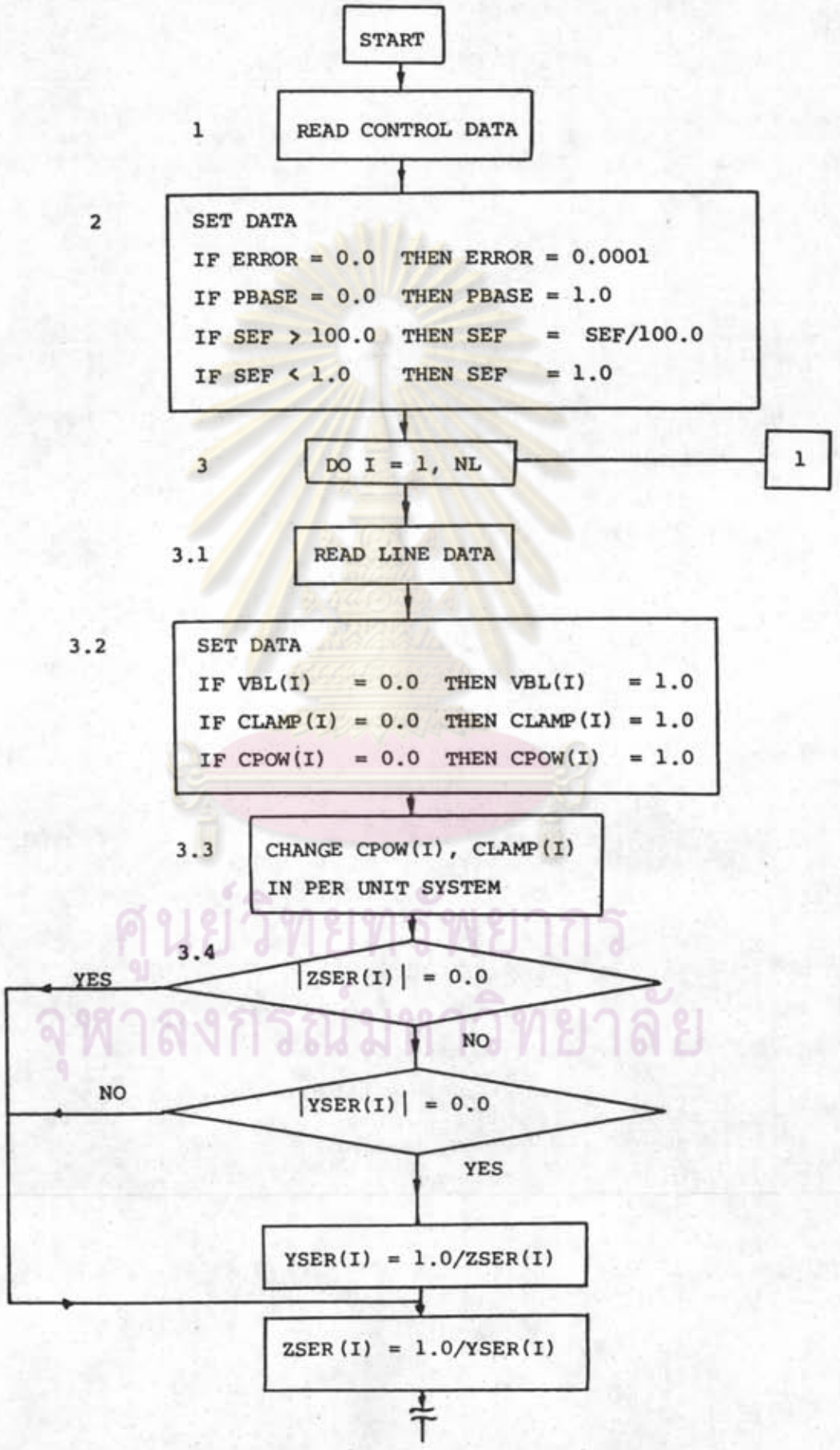
14. ตรวจสอบมีตัวเก็บประจุในระบบหรือไม่

ถ้า NC = 0 แล้วกลับไปยังโปรแกรมหลัก

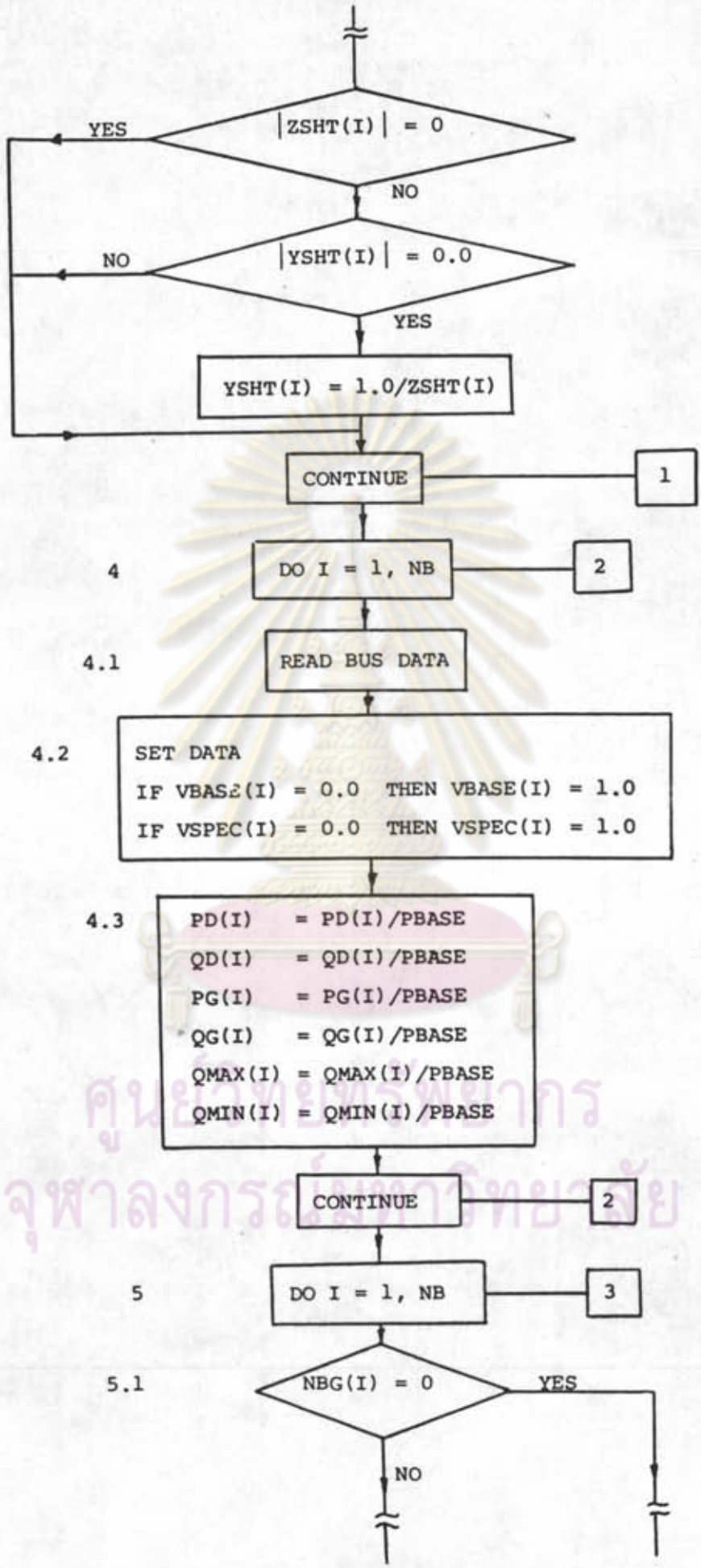
15. เปลี่ยนองค์ประกอบของตัวเก็บประจุให้อยู่ในระบบต่อหน่วย โดยทำงานเป็นรอบ จนครบ NC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

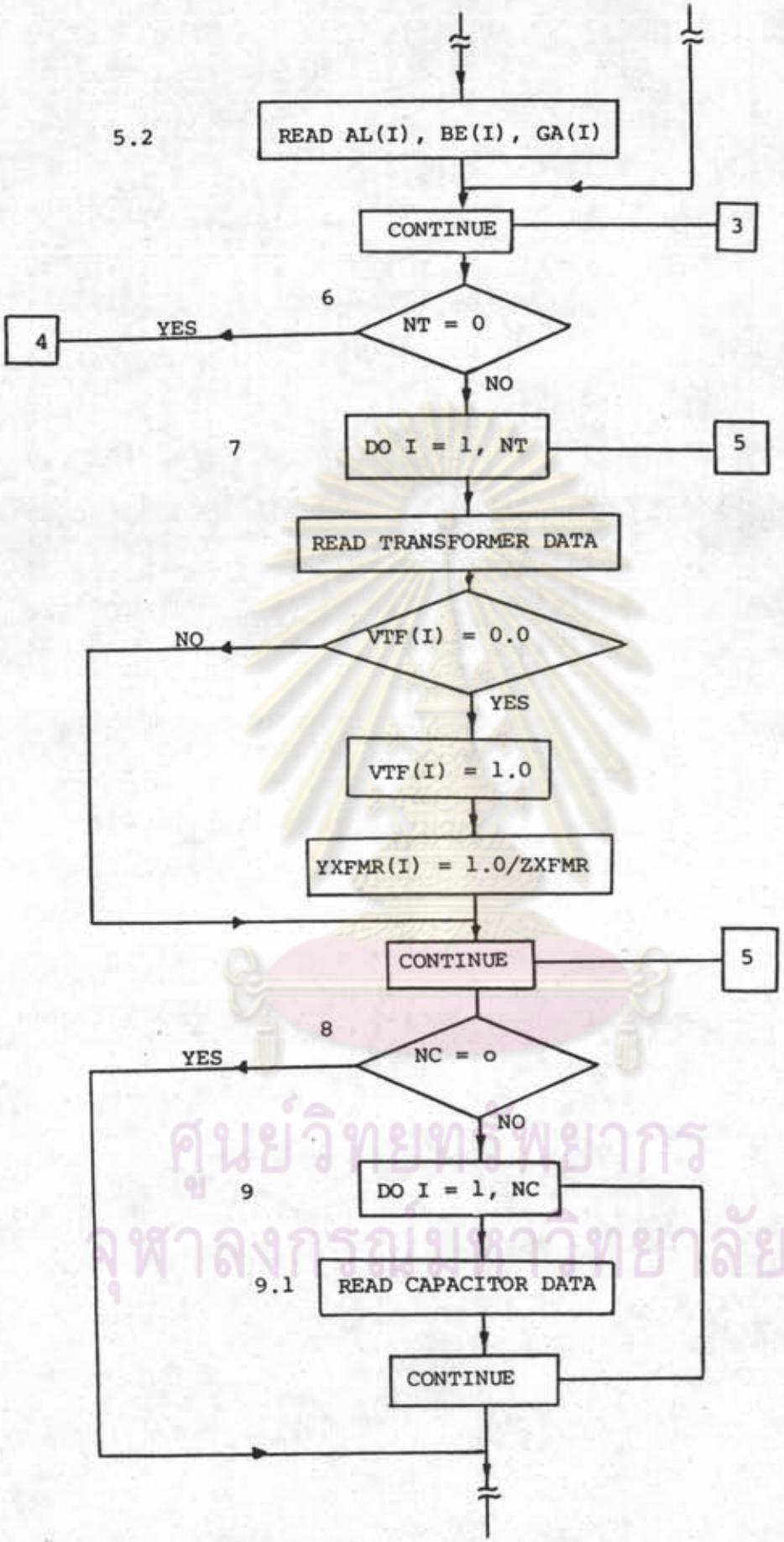
ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย Input



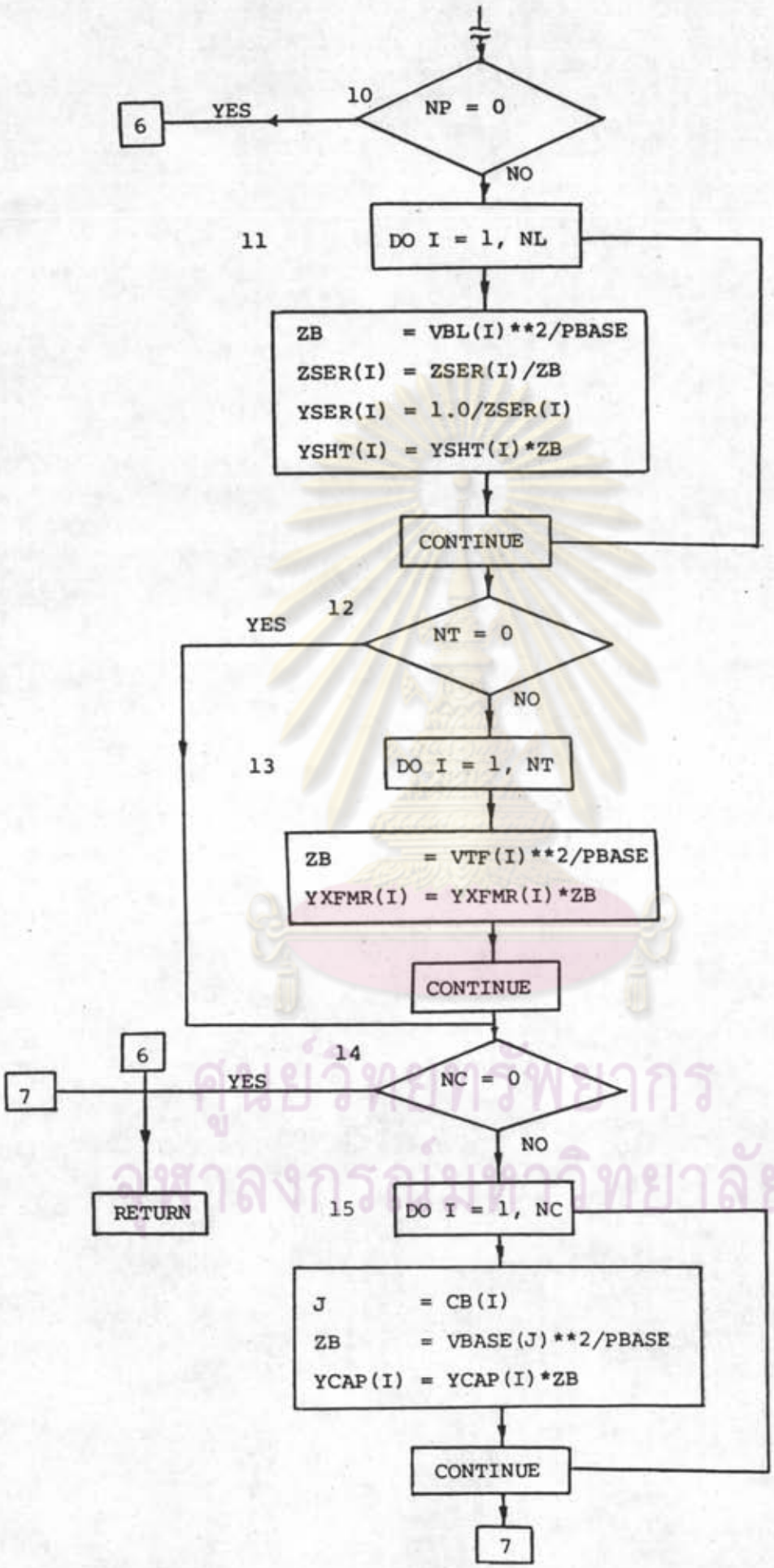
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.3 ส่วนโปรแกรมย่อย YBUS

ลำดับการทำงาน

1. ทำงานเป็นรอบซ้อนกัน

   1.1 I = 1, NB

   1.2 J = 1, NB

   Y(I,J) = CMPLX(0.0, 0.0)

2. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NL สร้างบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์โดยวิธีอิลิเมนต์แสดบป์ ตามสมการ (2.10)

3. ตรวจสอบมีตัวเก็บประจุในระบบหรือไม่

   ถ้า NC = 0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 5

4. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NC สร้างบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์โดยวิธีอิลิเมนต์แสดบป์ ตามสมการ (2.12)

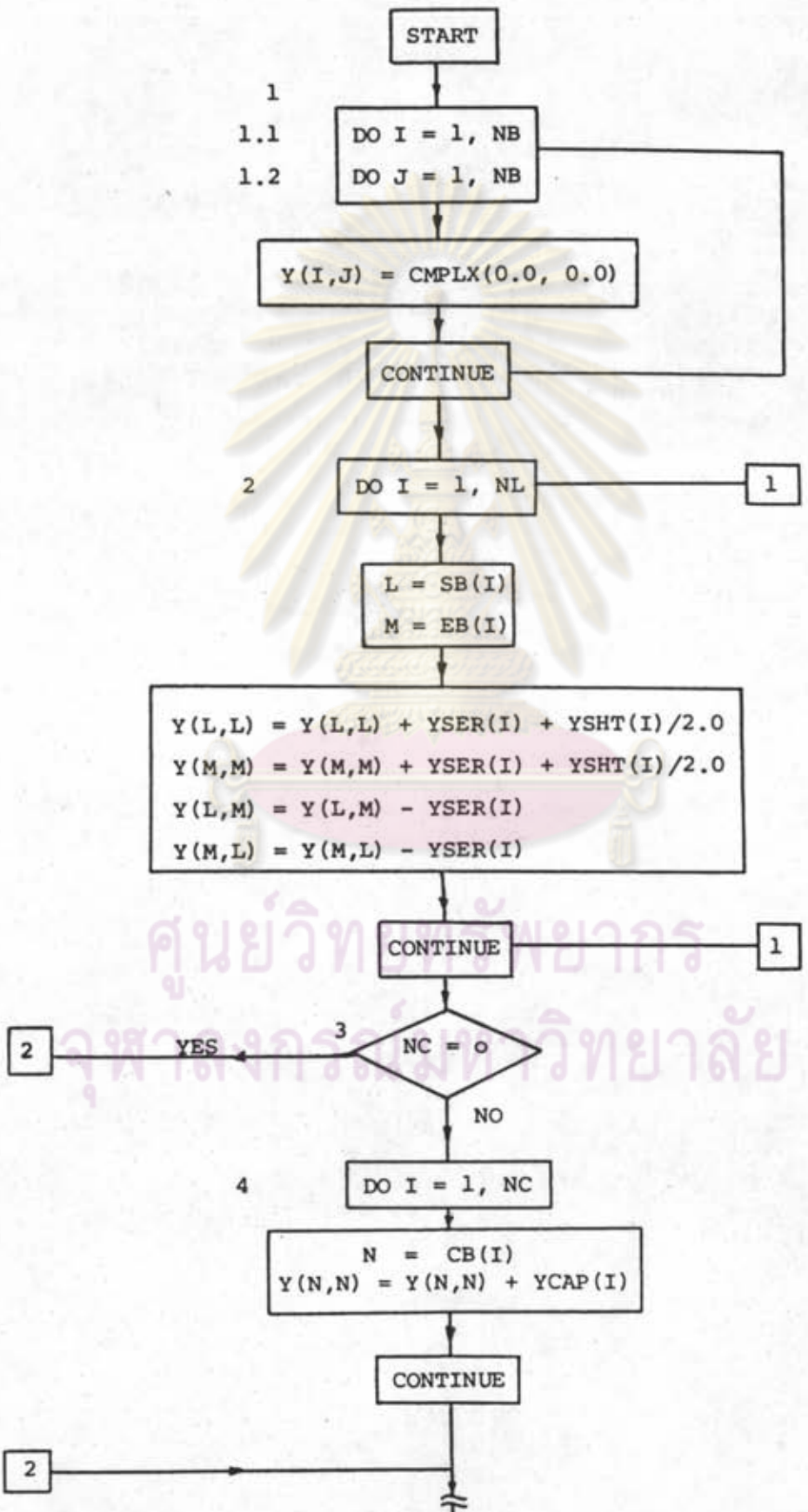
5. ตรวจสอบมีหม้อแปลงในระบบหรือไม่

   ถ้า NT = 0 แล้วกลับไปยังโปรแกรมหลัก

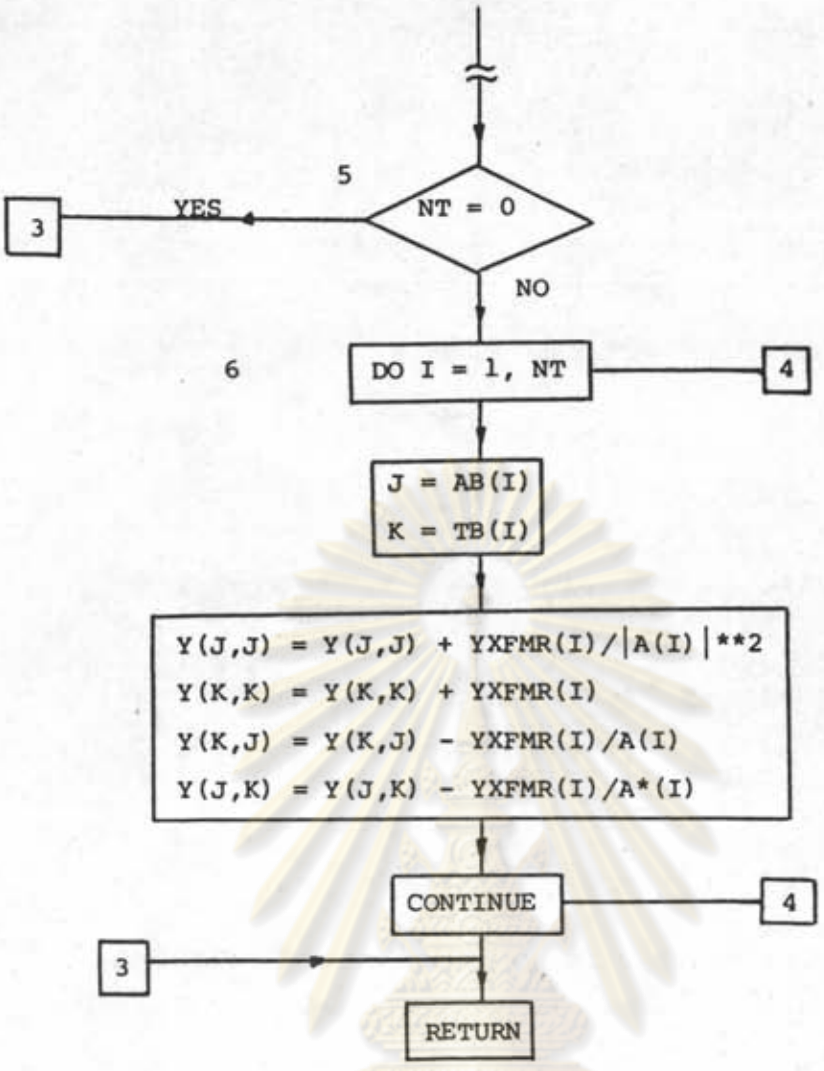
6. ทำงานเป็นวงรอบจนครบจำนวน NT สร้างบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์โดยวิธีอิลิเมนต์แสดบป์ ตามสมการ (2.11)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย YBUS



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.4 ส่วนโปรแกรมย่อย NEW1

ลำดับการทำงาน

1. จัดข้อมูลต่อไปนี้

   NLOAD = 0

   NCON = 0

   NOOB = 1

   NLD = 0

2. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB

   2.1 NBTYPE(I) = NTYB(I)

   2.2 นับจำนวนโหลดบัสและบัสควบคุมแรงดันโดยจำนวนโหลดบัสเก็บข้อมูลที่ NLOAD และจำนวนบัสควบคุมแรงดันเก็บข้อมูลที่ NCON

   2.3 จัดข้อมูล

   V(I) = CMPLX(VSPEC(I), 0.0)

3. จัดข้อมูล

   NGN = NLOAD

4. ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า NBTYPE(I) = 1 แล้ว NLD = NLD+1 และ N = NLD

   ถ้า NBTYPE(I) = 2 แล้ว NGN = NGN+1 และ N = NGN

   ถ้า NBTYPE(I) = 3 แล้ว N = NB

5. จัดข้อมูลต่อไปนี้

   NK(N) = NOOB

   PDN(N) = PD(NOOB)

   PGN(N) = PG(NOOB)

   VSPECN(N) = VSPEC(NOOB)

   QMAXN(N) = QMAX(NOOB)

   QMINN(N) = QMIN(NOOB)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. จัดข้อมูล

   NOOB = NOOB + 1

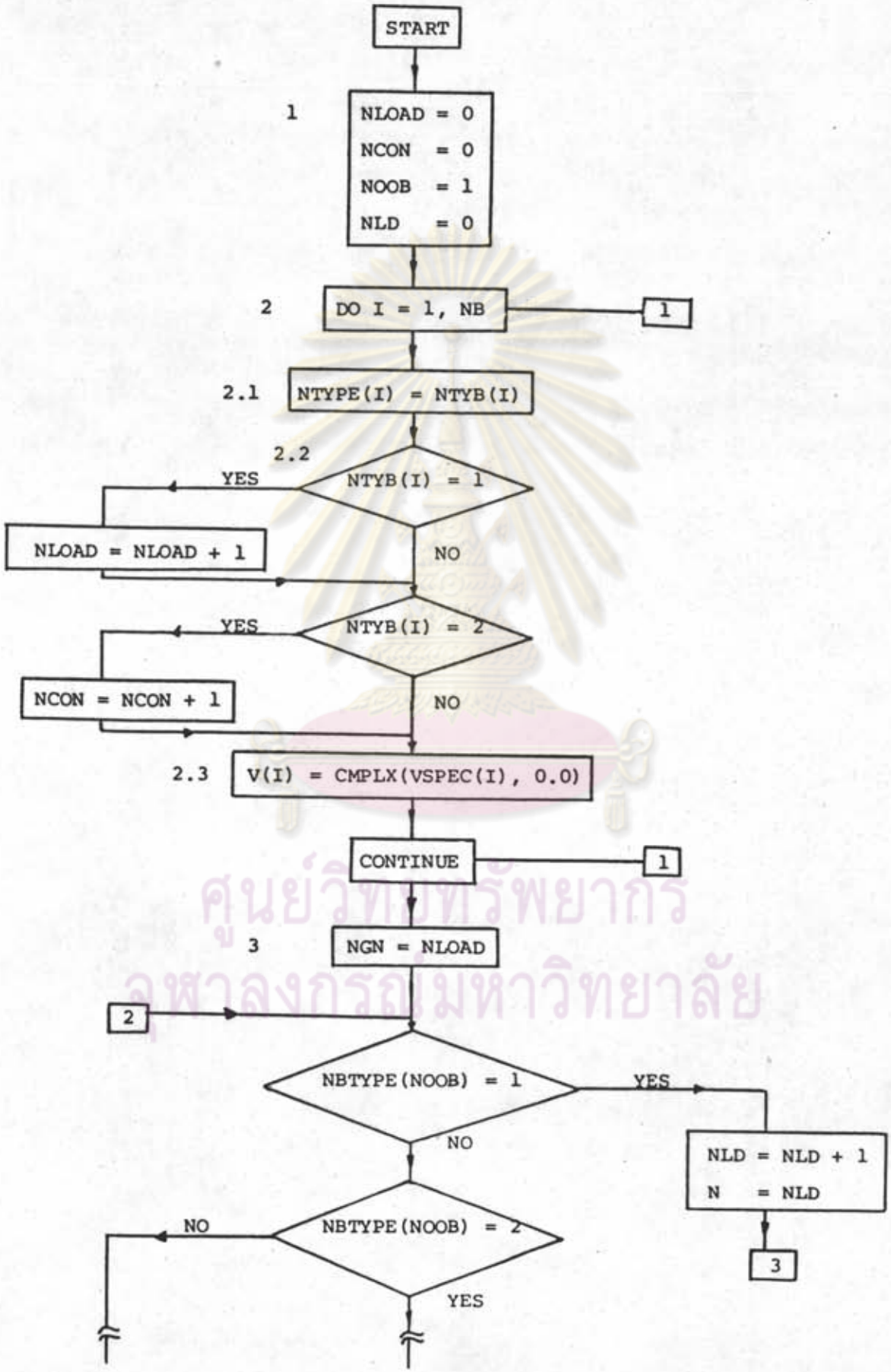
7. ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า NOOB $\leq$ NB แล้วไปทำขั้นตอนที่ 4

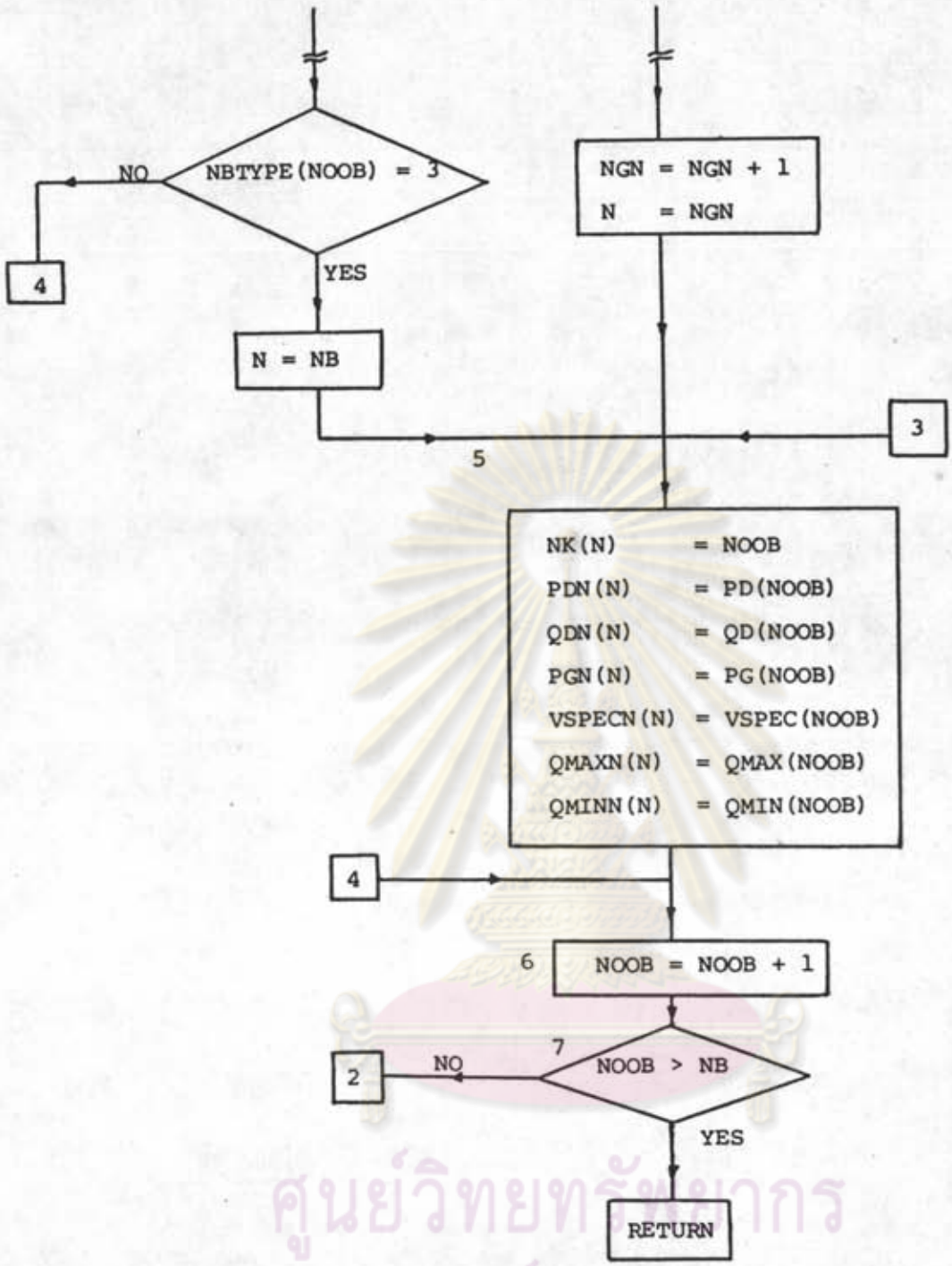
8. กลับไปยังโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย NEW1



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.5 ส่วนโปรแกรมย่อย ECO

ลำดับการทำงาน

1. จัดข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานเป็นรอบ NA และนับจำนวนอิทเทอเรทีฟของการหาโหลดโฟลว์ที่เหมาะสม M1

   NA = NB - 1

   M1 = 0

2. เรียกใช้โปรแกรมย่อย NEWTON เพื่อศึกษาโหลดโฟลว์

3. คำนวณกำลังไฟฟ้าจริงที่สูญเสียในระบบ PL

   PL = 0.0

   3.1 ทำงานเป็นวงรอบจนครบจำนวน NB

      I = 1, NA

      3.1.1 PL = PG(I) - PD(I)

4. ทำงานเป็นวงรอบจนครบจำนวน NA

   I = 1, NA

   4.1 คำนวณค่า $\left[-\frac{\partial P_1}{\partial \delta}\right]$ ในสมการ (ก.18) เก็บลงในข้อมูลชุด DEL(I)

   4.2 คำนวณค่าในแนวทแยง (diagond) ของเมทริกซ์ $\left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]$ ในสมการ (ก.19) เก็บลงในข้อมูลชุด JMAT(I,I)

   4.3 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NA

   J = 1, NA

      4.3.1 ตรวจสอบค่า J

      ถ้า J = I แล้วเพิ่มค่า J

      4.3.2 คำนวณสมาชิกของ $\left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]$ ในสมการ (ก.19) เก็บลงในข้อมูลชุด JMAT(I,J) ($\left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]$ และ $\left[\frac{-\partial P_1}{\partial \delta}\right]$ คำนวณตามหัวข้อ 3.3.2 สมการ (3.34) หรือ $[J_1]$ ตามการศึกษาโหลดโฟลว์วิธีไพล่า ไค-ออร์คิเนต)

5. ทำงานเป็นรอบซ้อนกันจนครบจำนวน NA เพื่อทรานส์โพส $\left[\frac{\partial P}{\partial \delta}\right]$

   5.1 I = 1, NA

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 J = 1, NA

D1 = JMAT(I,J)

JMAT(I,J) = JMAT(J,I)

JMAT(J,I) = D1

6. เรียกใช้โปรแกรมย่อย JORDAN เพื่อแก้สมการหา $[-\alpha]$ ตามสมการ (ก.24) เก็บในข้อมูลชุด DELV(I)

7. กำหนดค่า $[-\alpha]$ ที่ตำแหน่งของสริงบัสมีค่าเป็น 1.0

DELV(NB) = 1.0

8. ทำงานเป็นวงรอบจนครบจำนวน NB เพื่อเรียงข้อมูล $[\alpha]$ ให้ตรงตามตำแหน่งที่บ๊อบข้อมูล โดยอาศัยข้อมูลตามโปรแกรมย่อย NEW1 เก็บข้อมูลที่เรียงใหม่นี้ลงในข้อมูลชุด DP(I)

8.1 I = 1, NB

K = NK(I)

DP(K) = DELV(I)

9. กำหนดค่าข้อมูลต่อไปนี้

RAM = 100.0 (ค่า λ ในสมการ (ก.10) และ (ก.35) ที่มากที่สุด)

RAM2 = 0.0 (ค่า λ ในสมการ (ก.10) และ (ก.35) ที่ต่ำที่สุด)

RAM1 = RAM

10. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB เพื่อคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรจะจ่าย

10.1 I = 1, NB

10.2 DQ(I) = PG(I) (ย้ายข้อมูล PG(I) ลงใน DQ(I) เพื่อตรวจสอบการเข้าสู่คำตอบ)

10.3 ตรวจสอบบัส I มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไม่

ถ้า NBG(I) = 0 แล้วเพิ่มค่า I

10.4 คำนวณค่า IC ตามสมการ (ก.33) เก็บลงในข้อมูล S1

10.5 คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจริงใหม่ที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส I ควรจะจ่ายตามสมการลักษณะสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ตามสมการ (ก.36) เก็บข้อมูลลงใน DQ(I)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. หากำลังไฟฟ้าจริงที่สูญเสียในระบบ ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายตามหัวข้อ 10

    S1 = 0.0

    11.1 ทำงานเป็นวงรอบจนครบจำนวน NB

        I = 1, NB

        S1 = S1 + DQ(I) - PD(I)

12. ตรวจสอบการเข้าสู่คำตอบครั้งที่ 1 กำลังไฟฟ้าจริงที่สูญเสียในระบบแตกต่างกันในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่

    D1 = S1 - PL

    D2 = |D1|

    ถ้า D2 $\leq$ ERROR แล้วไปทำขั้นตอนที่ 15

    ถ้า D1 < 0.0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 14

13. กำหนดข้อมูล λ ใหม่

    RAM2 = RAM

    RAM = (RAM + RAM1)/2.0

    กลับไปทำขั้นตอนที่ 10

14. กำหนดข้อมูล λ ใหม่

    RAM1 = RAM

    RAM = (RAM + RAM2)/2.0

    กลับไปทำขั้นตอนที่ 10

15. ตรวจสอบการเข้าสู่คำตอบครั้งที่ 2 กำลังไฟฟ้าจริงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออกทุกบัสแตกต่างกันในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่

    15.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB

        I = 1, NB

        ถ้า |DQ(I) - PG(I)| > ERROR แล้วไปทำขั้นตอนที่ 17

16. กลับไปยังโปรแกรมหลัก

17. ทำงานเป็นวงรอบจนครบจำนวน NB จัดข้อมูลของกำลังไฟฟ้าจริงที่จ่ายจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

17.1 I = 1, NB

PG(I) = DQ(I)

18. จัดข้อมูลเพื่อนับจำนวนรอบการทำอิทเทอเรทีฟ และทดสอบจำนวนอิทเทอเรทีฟมากกว่าที่กำหนดหรือไม่

M1 = M1 + 1

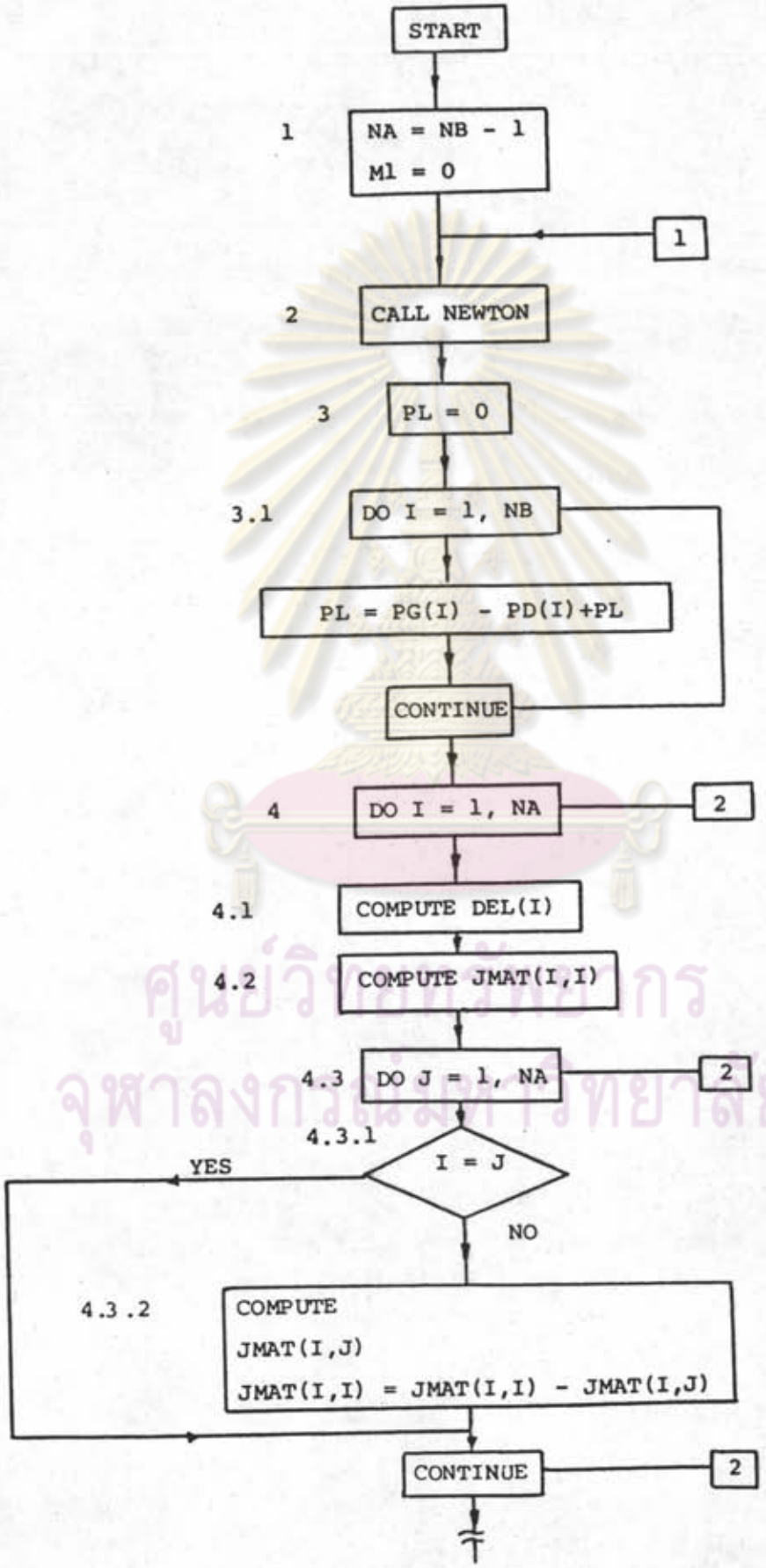
ถ้า M1 > LNIT แล้วไปทำขั้นตอนที่ 19

กลับไปทำขั้นตอนที่ 2

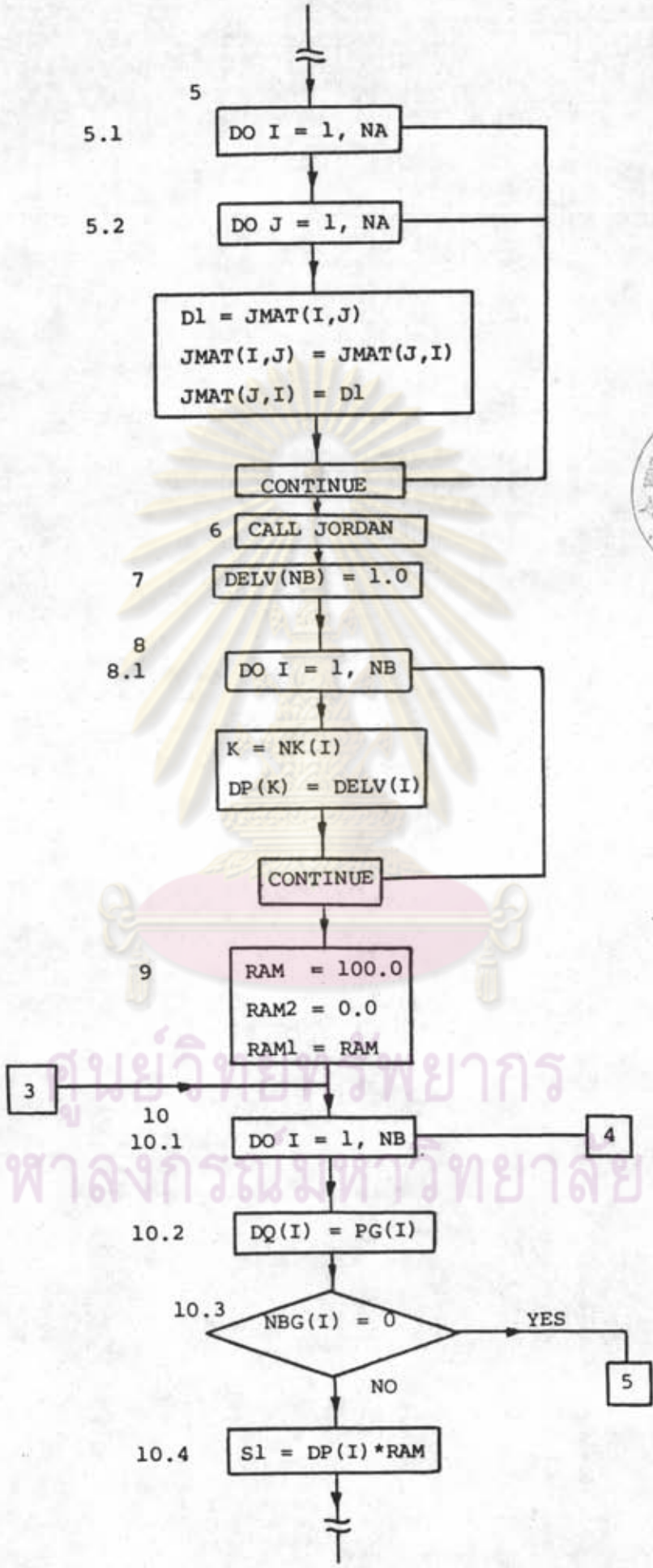
19. แสดงผลจำนวน LNIT แล้วกลับไปยังโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

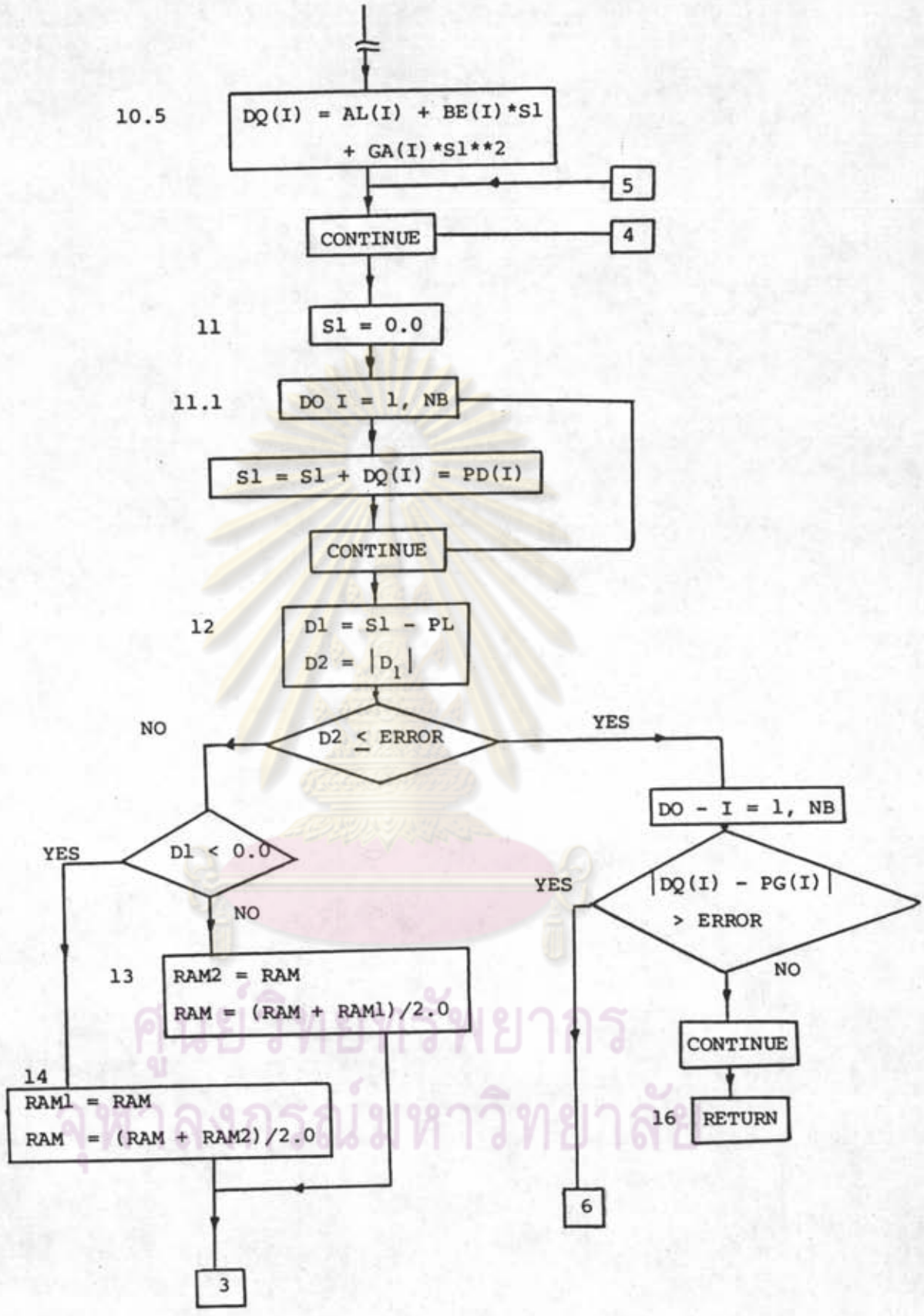
ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย ECO



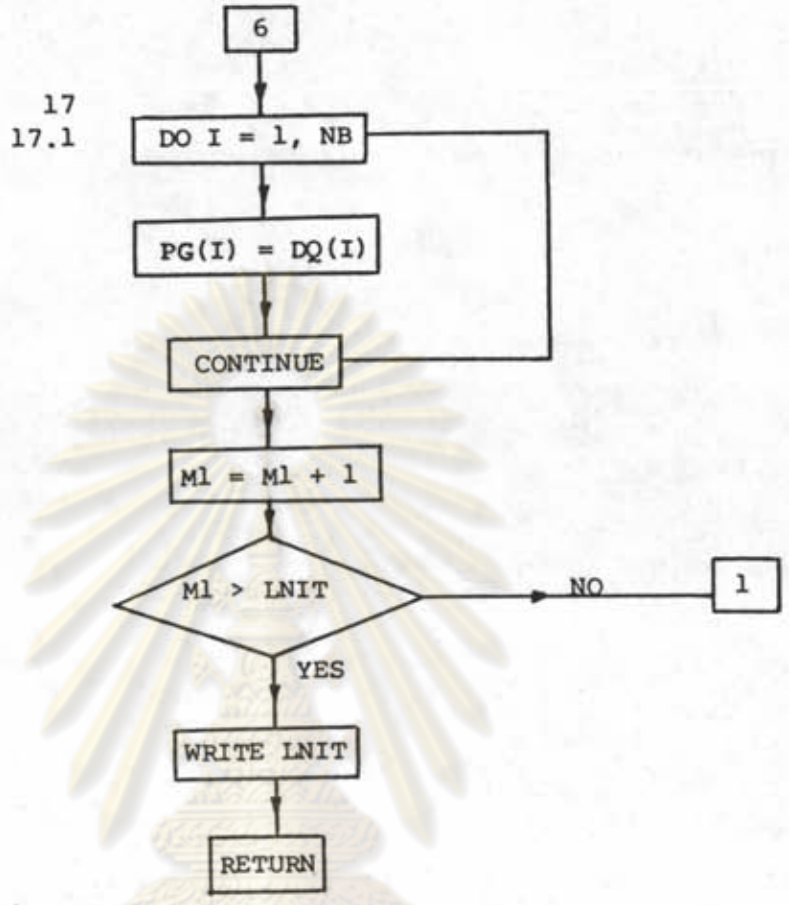
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.6 ส่วนโปรแกรมย่อย NEWTON

โปรแกรมย่อยนี้มีให้เลือกใช้ 5 แบบ ซึ่งแยกได้ 2 พวก คือ พวกเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต และไพล่า ไค-ออร์ดิเนต และในแต่ละพวกแบ่งได้เป็นวิธีตรงและวิธีประมาณ ซึ่งแตกต่างกันในการสร้างจาโคเบียนเมทริกซ์

ง.6.1 วิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต

ลำดับการทำงาน

1. เตรียมข้อมูล

   NSJ = NB-1

   NJ = 2*NSJ

   NOG = NCON

   NGN = NLOAD

   NIT = 0

   NLD = 0

   NOOB = 1

   1.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NJ ซ้อนกัน

      1.1.1 I = 1, NJ

      1.1.2 J = 1, NJ

         JMAT(I,J) = 0.0

2. ตรวจสอบข้อมูล NBTYPE(NOOB)

   ถ้า NBTYPE(NOOB) = 1 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 2.1

   ถ้า NBTYPE(NOOB) = 2 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 2.2

   ถ้า NBTYPE(NOOB) = 3 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 2.3

   2.1 เตรียมข้อมูล

      NLD = NLD + 1

      M = NLD

      ไปทำขั้นตอนที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 เตรียมข้อมูล

NGN = NGN + 1

M = NGN

ไปทำขั้นตอนที่ 3

2.3 เตรียมข้อมูล

NSWG = NOOB

M = NB

3. เรียงข้อมูลให้สอดคล้องตามโปรแกรมย่อย NEW1

QGN(M) = QG(NOOB)

VN(M) = V(NOOB)

NOOB = NOOB + 1

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NOOB < NB แล้วไปทำขั้นตอนที่ 2

4. ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB จัดเรียงข้อมูลให้สอดคล้องตามโปรแกรมย่อย NEW1

4.1 I = 1, NB

K = NK(I)

4.1.2 J = 1, NB

L = NK(J)

G(I,J) = RE(Y(K,L))

H(I,J) = -IM (Y(K,J))

4.2 I = 1, NB

AA(I) = RE(VN(I))

B(I) = IM(VN(I))

5. คำนวณความผิดพลาดของกำลังไฟฟ้า

กำหนดข้อมูล

DMAX = 0.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NLOAD

I = 1, NLOAD

5.1.1 P(I) = PGN(I) - PDN(I)

Q(I) = QGN(I) - QDN(I)

PCAL(I) = 0.0

QCAL(I) = 0.0

5.1.1.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB คำนวณกำลังไฟฟ้าที่บัส

J = 1, NB

คำนวณกำลังไฟฟ้าจริงตามสมการ (3.14) เก็บในข้อมูล PCAL(I)

คำนวณกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟตามสมการ (3.15) เก็บในข้อมูล QCAL(I)

5.1.2 คำนวณกระแสที่บัส I

Y1 = CMPLX(PCAL(I),- QCAP(I)/CONJG(VN(I))

D(I) = IM(Y1)

CC(I) = RE(Y1)

5.1.3 คำนวณ Power Mismatch

DP(I) = P(I) - PCAL(I)

DQ(I) = Q(I) - QCAL(I)

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า |DP(I)| > DMAX แล้ว DMAX = |DP(I)|

ถ้า |DQ(I)| > DMAX แล้ว DMAX = |DQ(I)|

6. ตรวจสอบมีบัสควบคุมแรงดันในระบบหรือไม่

ถ้า NCON = o แล้วไปทำขั้นตอนที่ 8

7. ทำงานวงรอบจนครบจำนวน (NLOAD + 1) จนถึง (NB - 1)

I = (NLOAD + 1), (NB - 1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.1 P(I) = PGN(I) - PDN(I)

ABV(I) = VSPECN(I)**2

PCAL(I) = 0.0

7.1.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

J = 1, NB

คำนวณกำลังไฟฟ้าจริงตามสมการ (3.14) เก็บในข้อมูล

PCAL(I)

คำนวณกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟตามสมการ (3.15) เก็บในข้อมูล

QCAL(I)

7.2 คำนวณขนาดแรงดันที่บัส I

ABVCAL(I) = AA(I)**2 + B(I)**2

คำนวณกระแสที่บัส I

Y1 = CMPLX(PCAL(I), - QCAL(I))/CONJG(VN(I))

CC(I) = RE(Y1)

D(I) = IM(Y1)

7.3 คำนวณ Power และ Voltage Mismatch

DP(I) = P(I) - PCAL(I)

DV(I) = ABV(I) - ABVCAL(I)

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า |DP(I)| > DMAX แล้ว DMAX = |DP(I)|

ถ้า |DV(I)| > DMAX แล้ว DMAX = |DV(I)|

8. ตรวจสอบการเข้าสู่คำตอบ

ถ้า DMAX < ERROR แล้วไปทำขั้นตอนที่ 15

9. คำนวณจาโคเบียนเมทริกซ์ (ดูหัวข้อ ง.6.1.1) เก็บในข้อมูลชุด JMAT(I,J)

10. เรียงข้อมูล [ΔS] ตามสมการ (3.10)

10.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NSJ

I = 1, NSJ

DEL(I) = DP(I)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10.2 ทำงานเป็นวงรอบจนครบจำนวน NLOAD

I = 1, NLOAD

II = NSJ + I

DEL(II) = DQ(I)

10.3 ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NCON = 0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 11

10.4 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NCON

I = 1, NCON

II = N + I

J = NLOAD + I

DEL(II) = DV(J)

11. เรียกใช้โปรแกรมย่อย JORDAN แก้สมการหาค่า $[\Delta E]$ ตามสมการ (3.11)

12. เปลี่ยนแรงดันที่บัสต่างๆ ยกเว้นสวิงบัส

12.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NSJ

I = 1, NSJ

DA(I) = DELV(I)

II = NSJ + I

DB(I) = DELV(II)

AA(I) = AA(I) + DA(I)

B(I) = B(I) + DB(I)

13. ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NCON = 0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 14

I = NLOAD + 1

J = NLOAD + NCON

13.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวนตั้งแต่ I ถึง J

NOOB = I, J

Q(NOOB) = 0.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13.1.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

JJ = 1, NB

คำนวณค่า Q(NOOB) ตามสมการ (3.15)

ตรวจสอบ Q(NOOB) อยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่

ถ้า Q(NOOB) > QMAXN(NOOB) แล้ว Q(NOOB) = QMAXN(NOOB)

Q(NOOB) < QMINN(NOOB) แล้ว Q(NOOB) = QMINN(NOOB)

14. จัดข้อมูลนับจำนวนอิทเทอเรทีฟ

NIT = NIT + 1

ตรวจสอบจำนวนอิทเทอเรทีฟ

ถ้า NIT > LNIT แล้ว แสดงผลจำนวน LNIT และกลับไปยังโปรแกรมหลัก

กลับไปทำขั้นตอนที่ 5

15. เรียงข้อมูลที่บัสต่างๆ

15.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

K = NK(I)

CC(K) = AA(I)

DB(K) = B(I)

DQ(K) = QGN(I)

15.2 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

AA(I) = CC(I)

B(I) = DB(I)

QG(I) = DQ(I)

15.3 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NBTYPE(I) = 1 แล้วไปทำขั้นตอน 15.3.1

V(I) = CMPLX(AA(I), B(I))/CABS(CMPLX(AA(I),B(I))*VSPEC(I)

15.3.1 V(I) = CMPLX(AA(I), B(I))

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15.4 คำนวณกำลังไฟฟ้าที่สวิงบัส

```
Y1 = CMPLX(0.0, 0.0)
```

15.4.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

```
I = 1, NB
Y1 = Y1 + Y(NSWG, I)*V(I)
Y1 = Y1*CONJG(V(NSWG))
P(NSWG) = RE(Y1)
Q(NSWG) = -IM(Y1)
PG(NSWG) = P(NSWG) + PD(NSWG)
QG(NSWG) = Q(NSWG) + QD(NSWG)
```

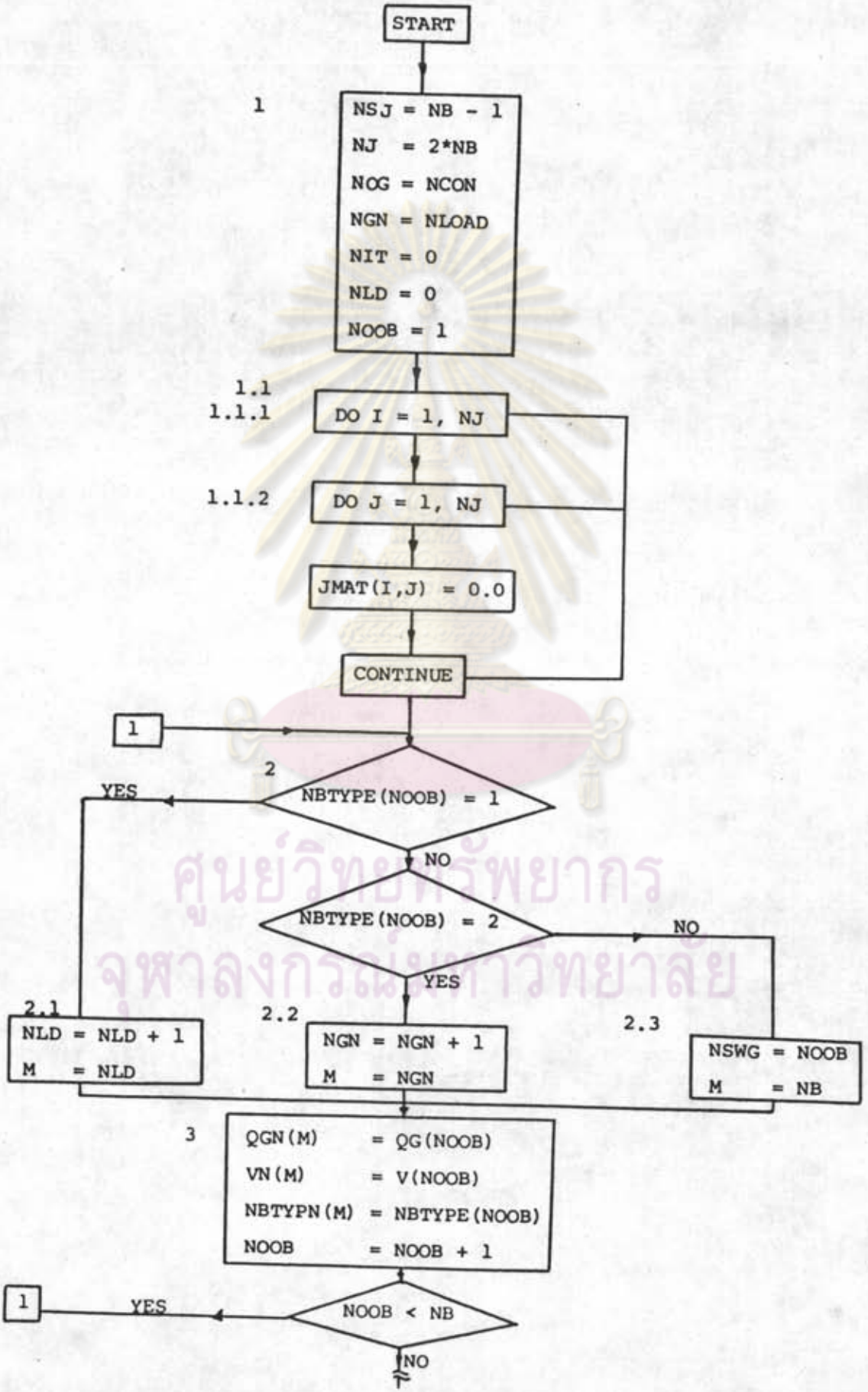
15.5 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

```
I = 1, NB
VMAG(I) = CABS(V(I))
ANGLE(I) = ATAN2(IM(V(I)), RE(V(I)))
```

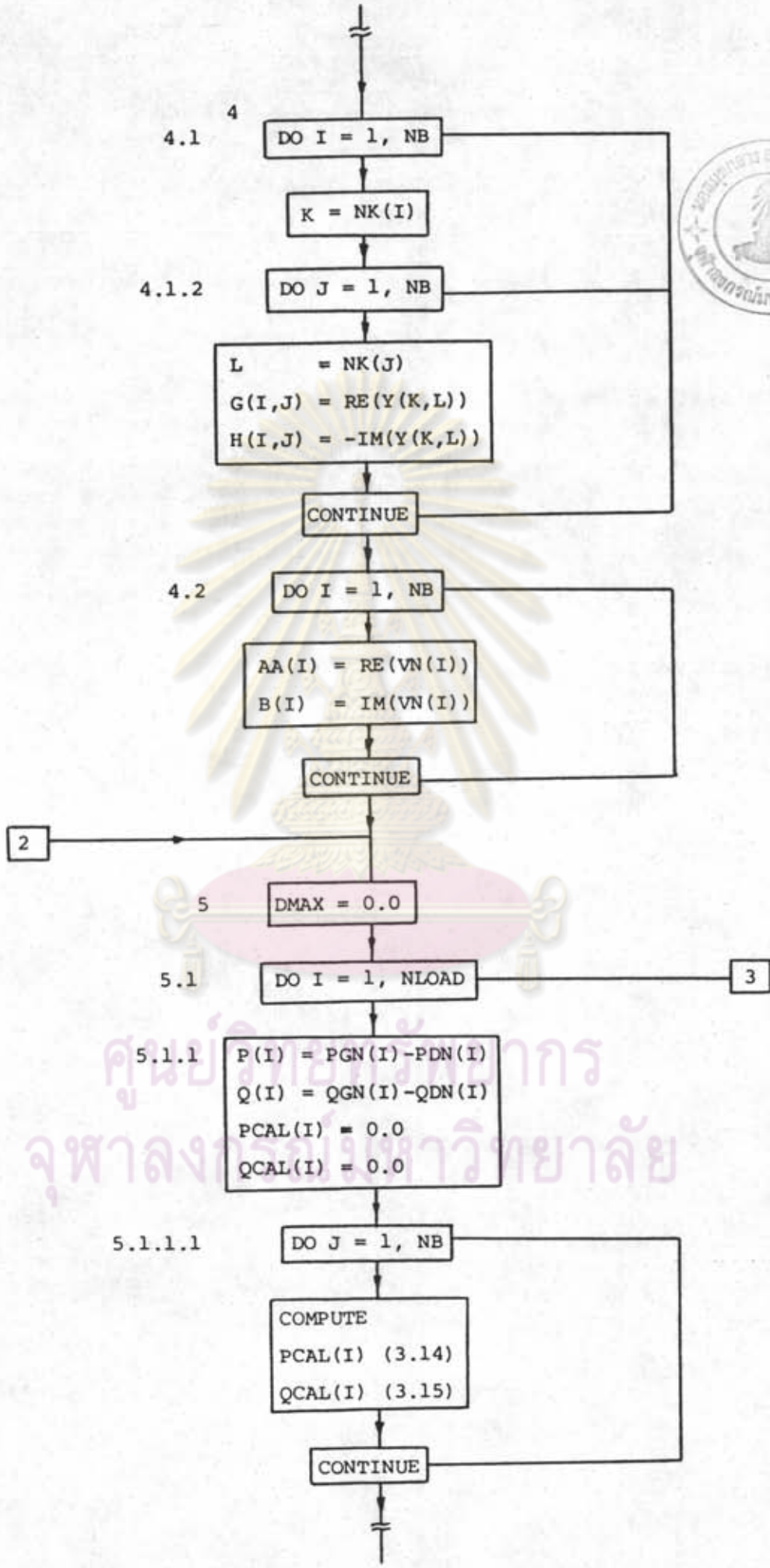
15.6 กลับไปยังโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

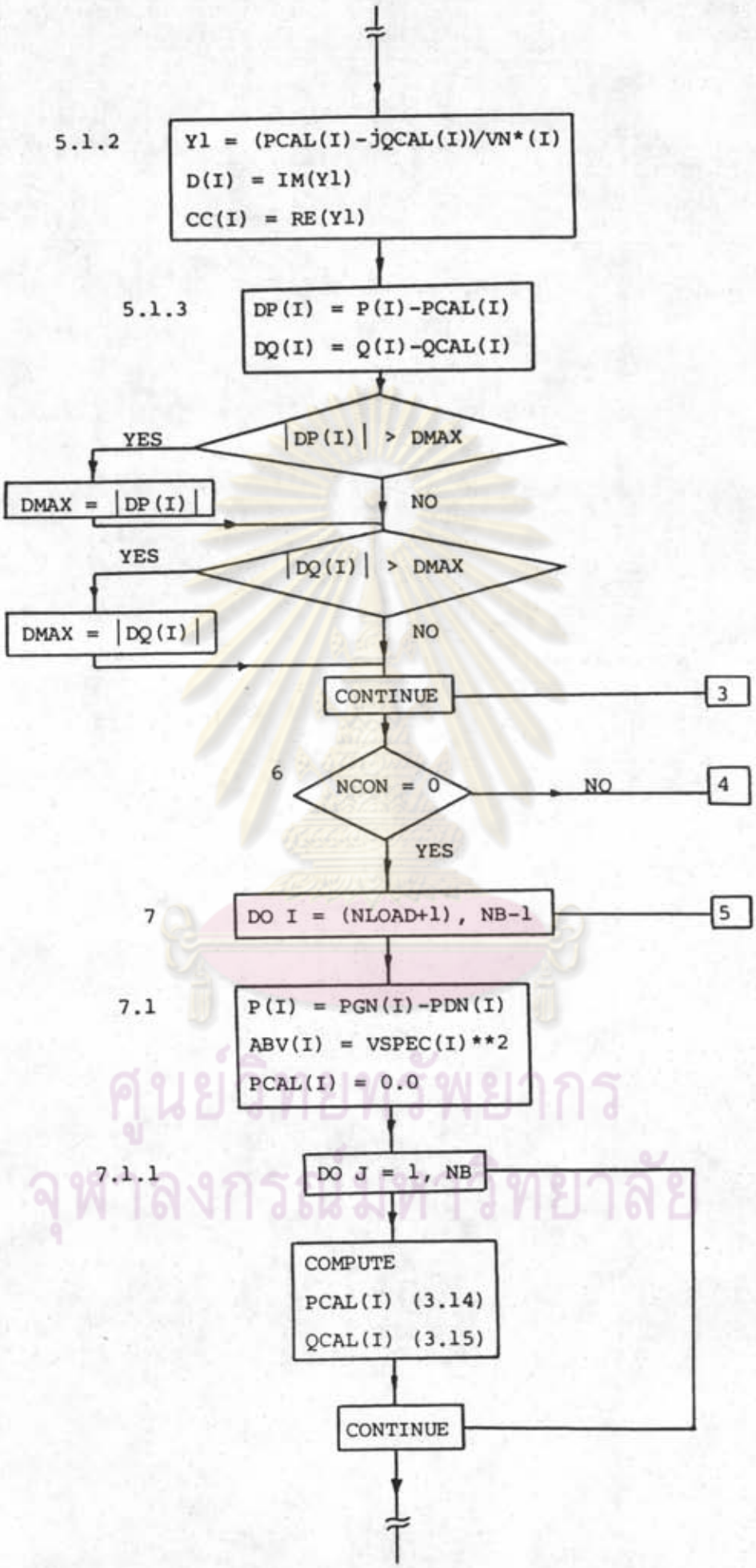
ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย NEWTON วิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต



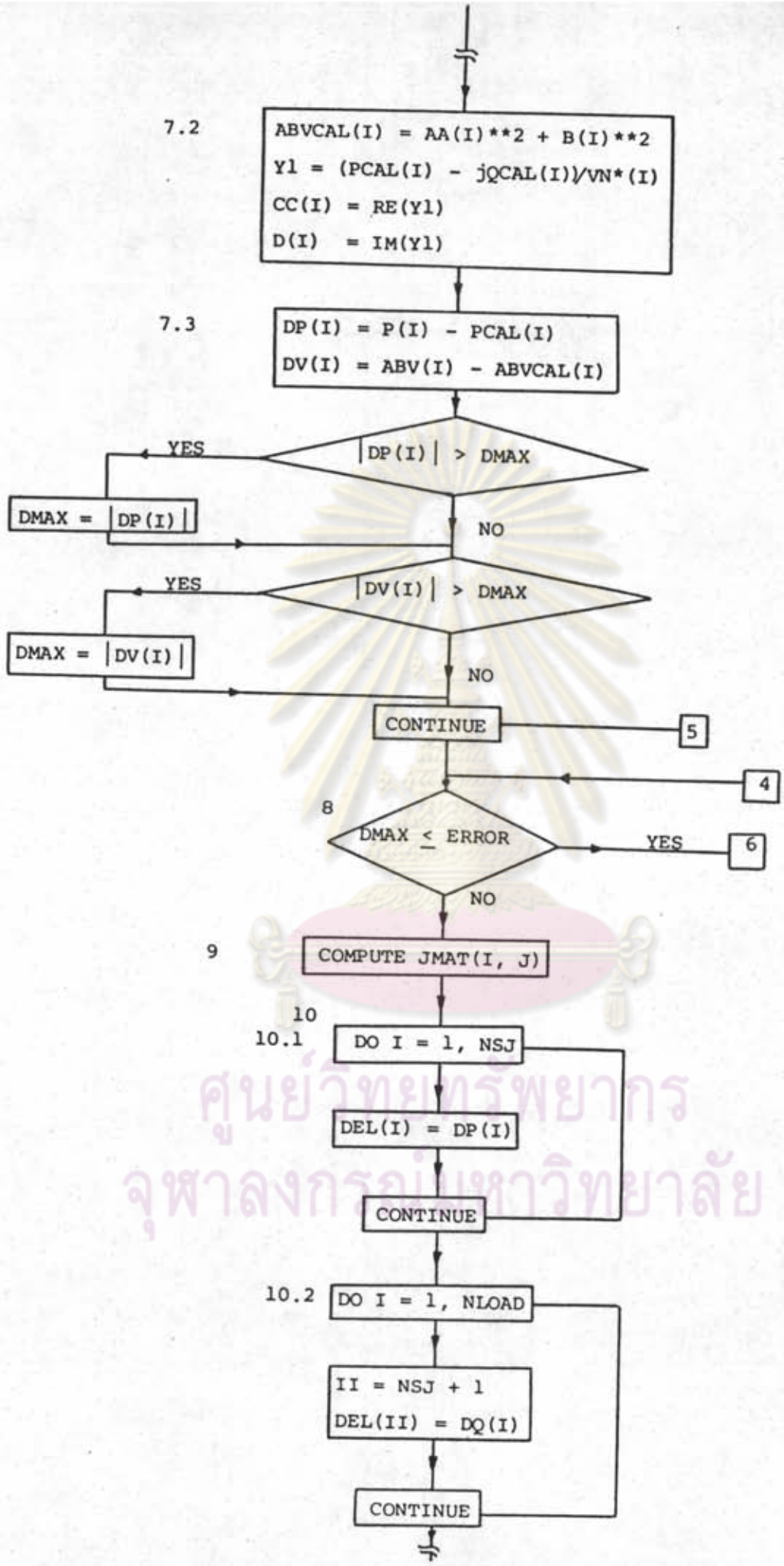
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



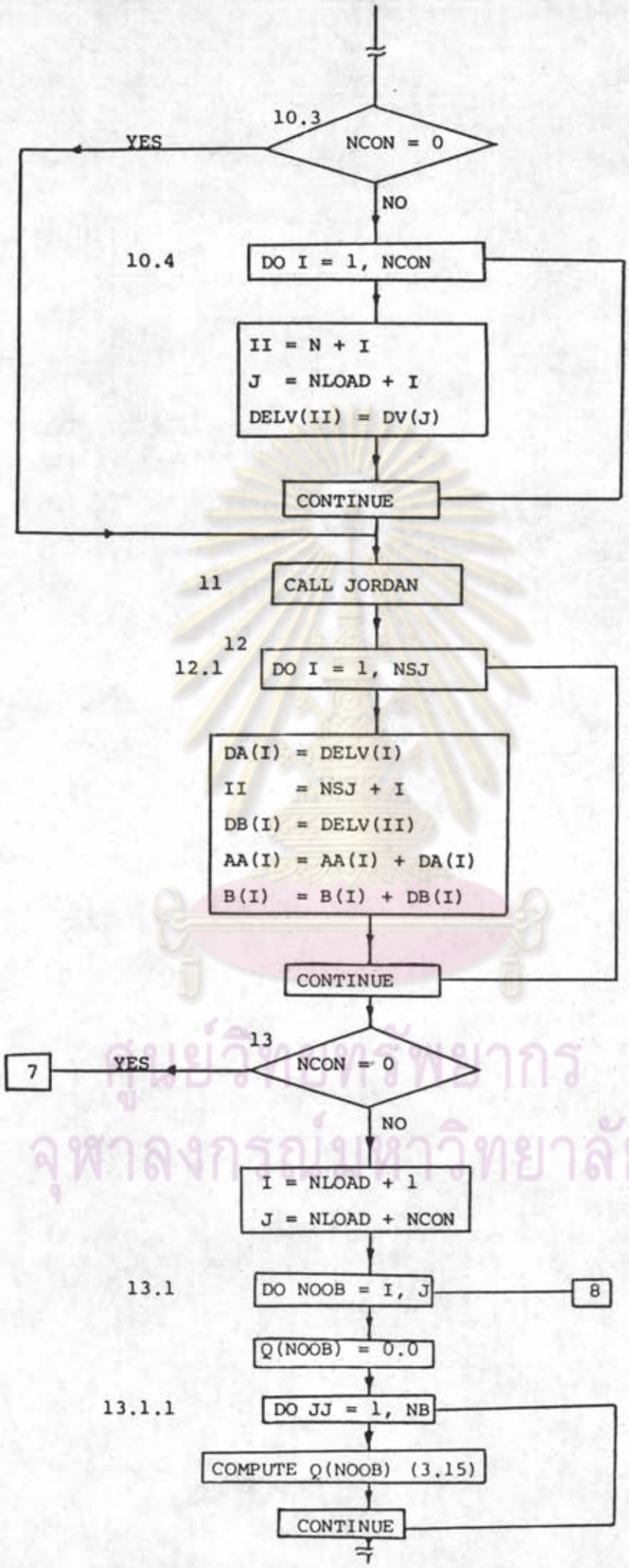
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



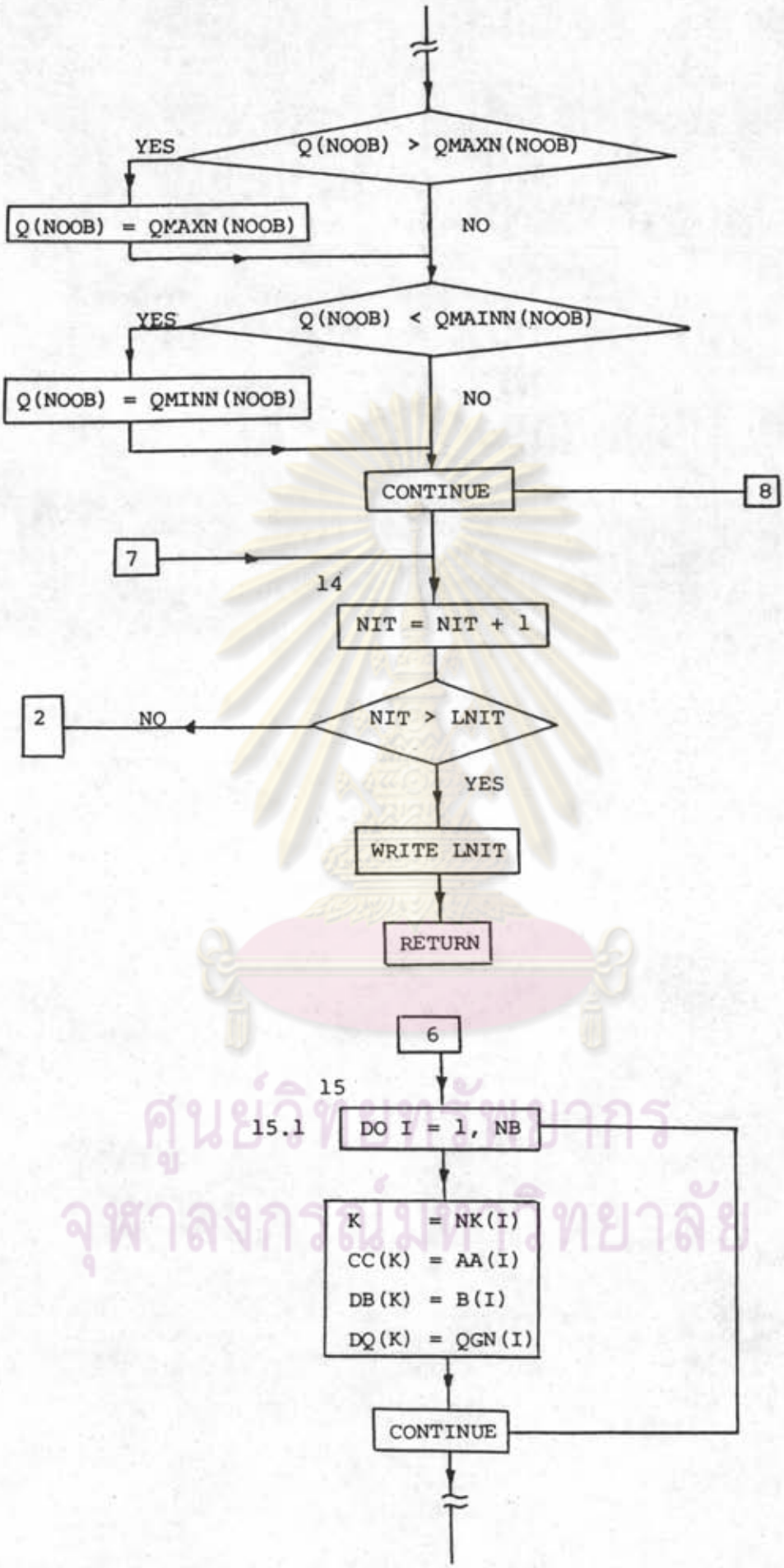
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



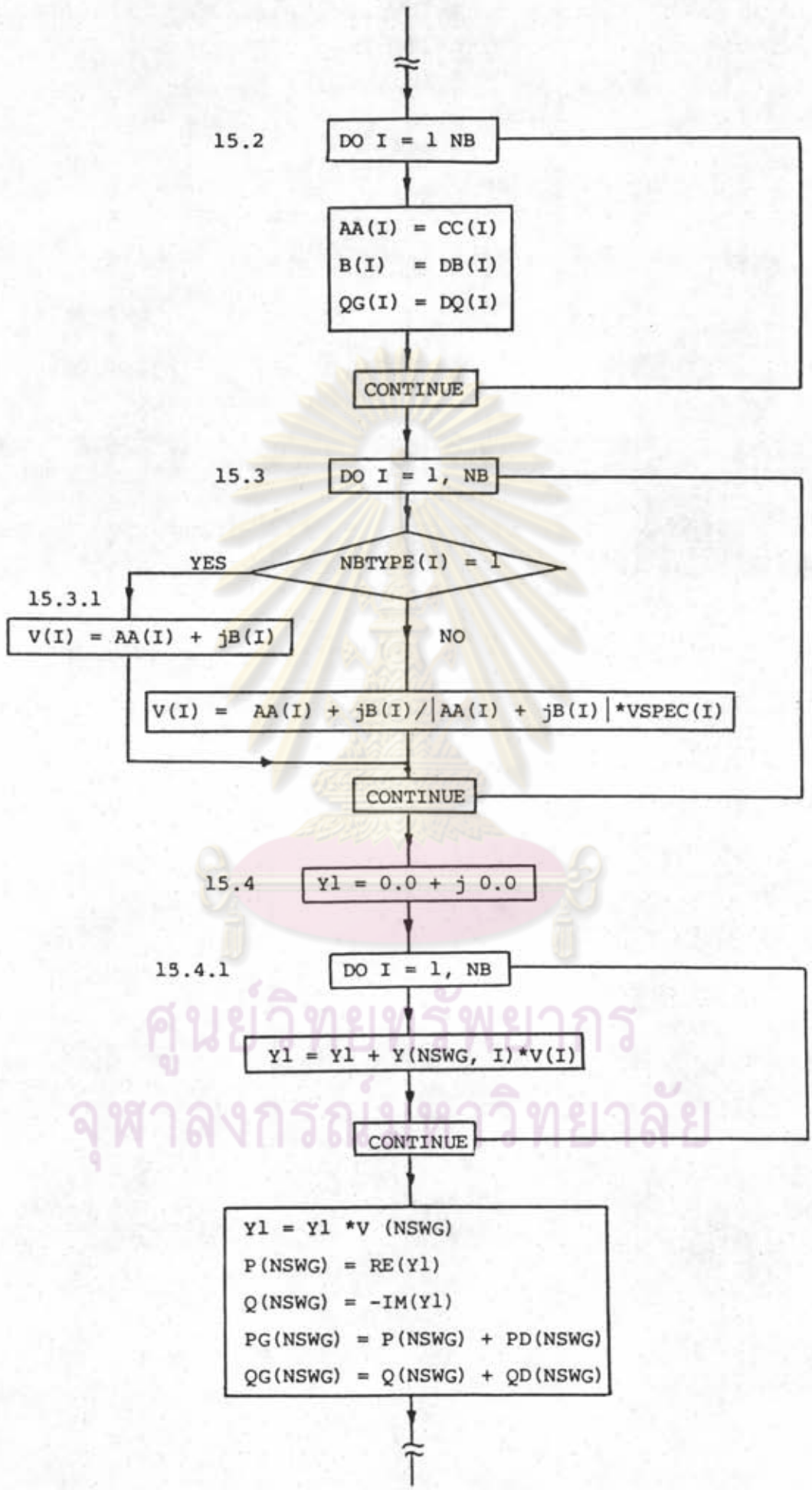
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



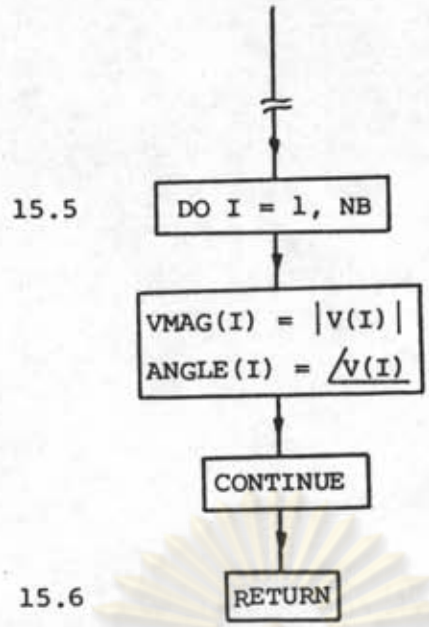
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.6.1.1 <u>จาโคเบียนส์เมทริกซ์สำหรับวิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์คิเนต</u>

ก. <u>วิธีตรง</u>

ลำดับการทำงาน

1. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NSJ เพื่อสร้าง $[J_1]$ ตามสมการ (3.21) และ $[J_2]$ ตามสมการ (3.22)

   1.1 สร้าง $[J_1]$

   I = 1, NSJ

   J = 1, NSJ

   JMAT(I,J) = AA(I)*G(I,J) - B(I)*H(I,J)

   ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า I = J แล้ว JMAT(I,I) = JMAT(I,I) + CC(I)

   1.2 สร้าง $[J_2]$

   I = 1, NSJ

   J = 1, NSJ

   JJ = NSJ + J

   JMAT(I,JJ) = AA(I)*H(I,J) + B(I)*G(I,J)

   ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า I = J แล้ว JMAT(I,JJ) = JMAT(I,JJ) + D(I)

2. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NLOAD และ NSJ เพื่อสร้าง $[J_3]$ ตามสมการ (3.23) และ $[J_4]$ ตามสมการ (3.24)

   2.1 สร้าง $[J_3]$

   I = 1, NLOAD

   J = 1, NSJ

   II = NSJ + I

   JMAT(II,I) = AA(I)*H(I,J) + B(I)*G(I,J)

   ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า I = J แล้ว JMAT(II,J) = JMAT(II,J) - D(I)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 สร้าง $[J_4]$

I = 1, NLOAD

J = 1, NSJ

II = NSJ + I

JJ = NSJ + J.

JMAT(II, JJ) = -AA(I)*G(I,J) + B(I)*H(I,J)

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = J แล้ว JMAT(II, JJ) = JMAT(II, JJ) + CC(I)

3. ตรวจสอบมีบัสควบคุมแรงดันในระบบหรือไม่

ถ้า NCON = 0 แล้ว ไม่ทำขั้นตอนที่ 3.1 และ 3.2

3.1 สร้าง $[J_5]$ ตามสมการ (3.25)

ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NCON และ NSJ

I = 1, NCON

J = 1, NSJ

II = N + I

IJ = I + NLOAD

K = NLOAD + J

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = J แล้ว JMAT(II, K) = 2.0*AA(IJ)

3.2 สร้าง $[J_6]$ ตามสมการ (3.26)

ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NCON และ NSJ

I = 1, NCON

J = 1, NSJ

II = N + I

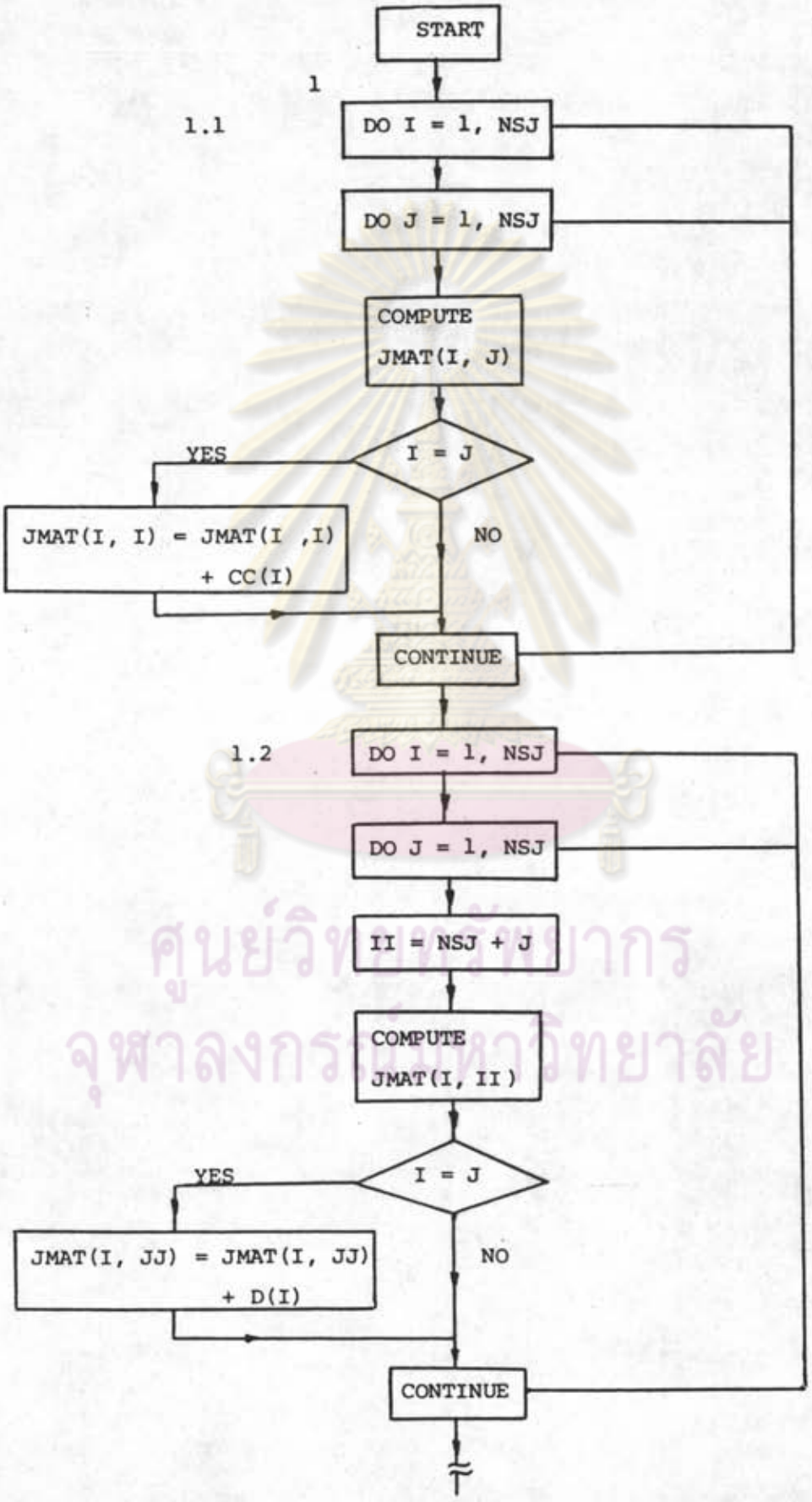
IJ = I + NLOAD

ตรวจสอบข้อมูล

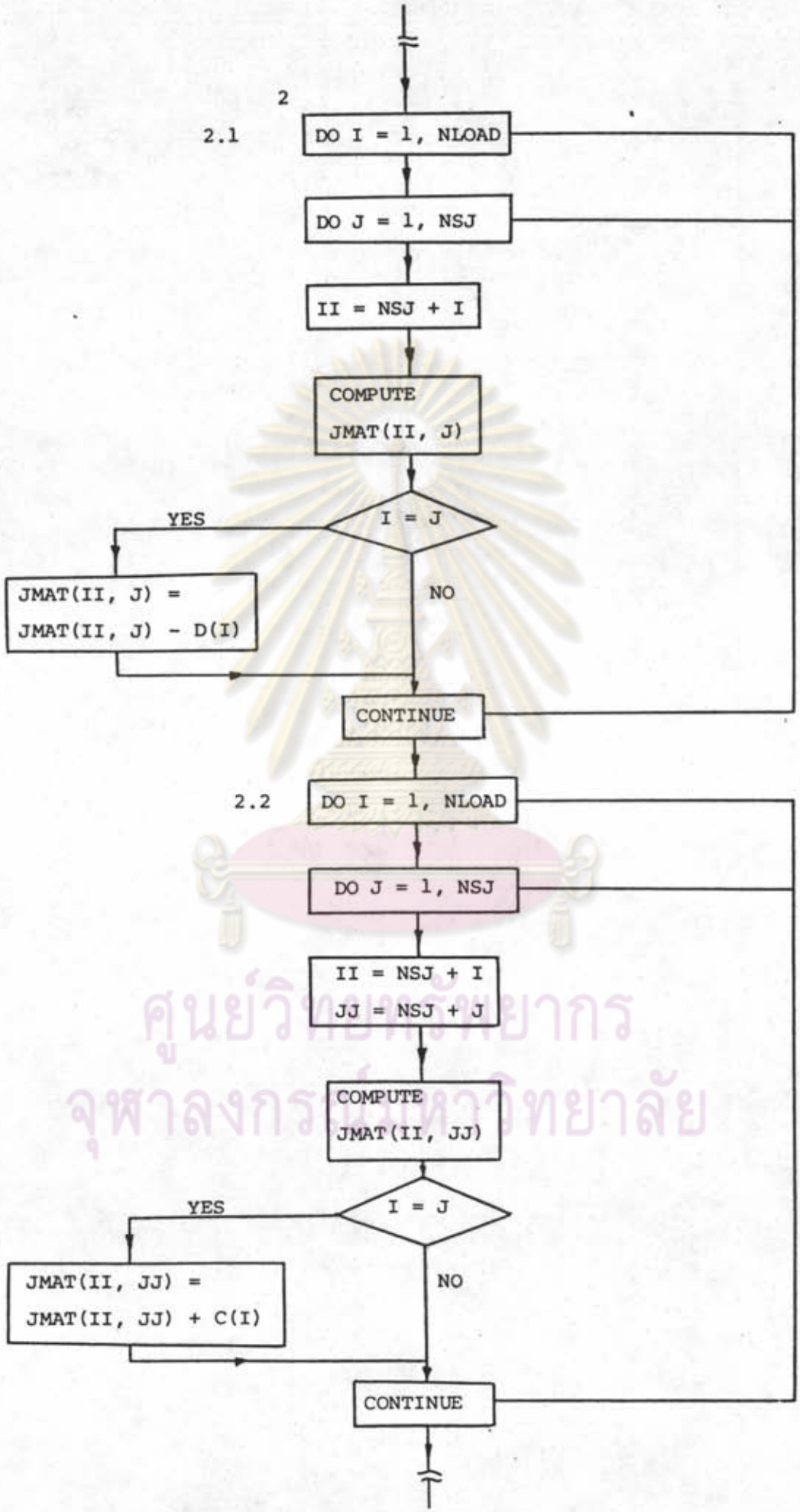
ถ้า I = J แล้ว JMAT(II, II) = 2.0*B(IJ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

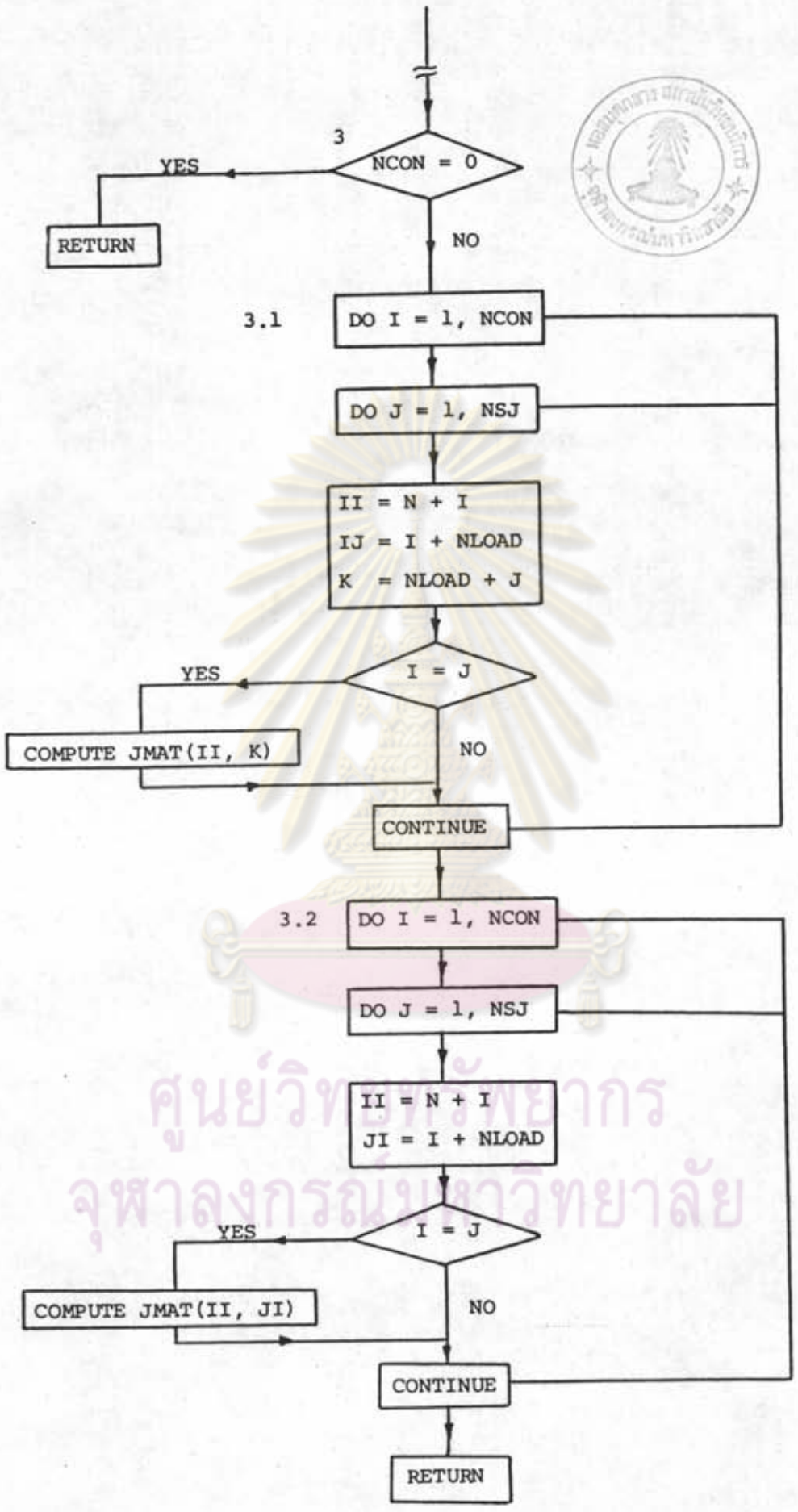
ไฟลว์ชาร์ทของการสร้างจาโคเบียนส์เมทริกซ์วิธีตรงแบบเรคแทงกูล่า โค-ออร์ดิเนต



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. <u>วิธีประมาณ</u>

ลำดับการทำงาน

1. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NSJ

1.1 สร้าง $[J_1]$

```
I = 1, NSJ
JMAT(I, I) = AA(I)*G(I, I) - B(I)*H(I, I) + CC(I)
```

1.2 สร้าง $[J_2]$

```
I = 1, NSJ
JJ = NSJ + I
JMAT(I, JJ) = AA(I)*H(I, I) + B(I)*G(I, I) + D(I)
```

2. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NLOAD และ NSJ

2.1 สร้าง $[J_3]$

```
I = 1, NLOAD
J = 1, NSJ
II = NSJ + I
```

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = J แล้ว JMAT(II, J) = AA(I)*H(I, I) + B(I)*G(I, I) - D(I)

2.2 สร้าง $[J_4]$

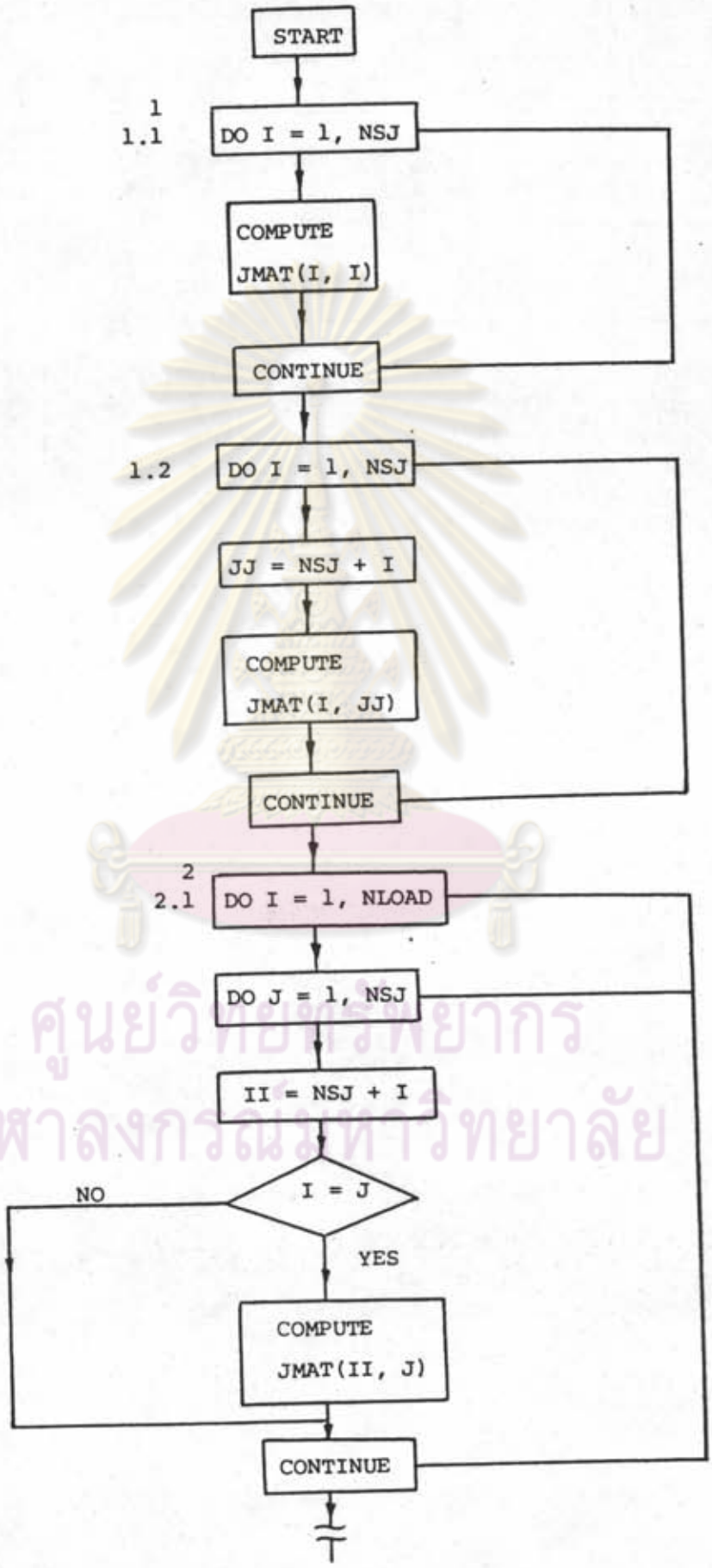
```
I = 1, NLOAD
J = 1, NSJ
II = NSJ + I
JJ = NSJ + J
```

ถ้า I = J แล้ว JMAT(II, JJ) = -AA(I)*G(I, I) + B(I)*H(I, I) + CC(I)

3. เช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 3 โดยวิธีตรง

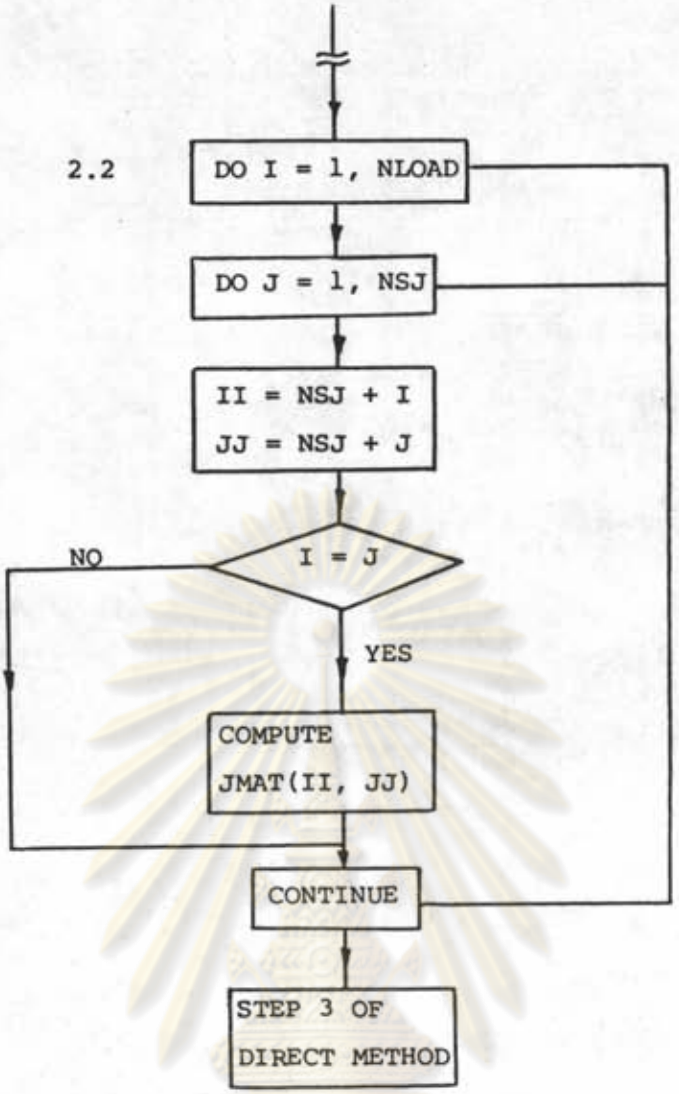
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของการสร้างจาโคเบียนส์เมทริกซ์แบบเรคแทงกูล่า โค-ออร์ดิเนต โดยวิธีประมาณ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.6.2 <u>วิธีไพล่า ไค-ออร์ดิเนต</u>

ลำดับการทำงาน

1-3 ขั้นตอน 1-3 เหมือนกับวิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต

4. ทำงานวงรอบครบจำนวน NB จัดเรียงข้อมูลให้สอดคล้องกับโปรแกรมย่อย NEW1

4.1 I = 1, NB

K = NK(I)

4.2 J = 1, NB

L = NK(J)

G(I, J) = CABS(Y(K, L))

H(I, I) = -ATAN 2(IM(Y(K, L)), RE(Y(K, L))

5. คำนวณความผิดพลาดของกำลังไฟฟ้า

กำหนดข้อมูล

DMAX = 0.0

5.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

P(I) = PGN(I) - PDN(I)

Q(I) = QGN(I) - QDN(I)

PCAL(I) = 0.0

QCAL(I) = 0.0

5.2 คำนวณกำลังไฟฟ้าทุกบัส ยกเว้นสวิงบัส

I = 1, NSJ

J = 1, NB

คำนวณกำลังไฟฟ้าจริงตามสมการ (3.32) เก็บในข้อมูล PCAL(I)

คำนวณกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟตามสมการ (3.33) เก็บในข้อมูล QCAL(I)

5.3 หาความผิดพลาดของกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NSJ

I = 1, NSJ

DP(I) = (P(I) - PCAL(I))/AA(I)

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า ABS(DP(I)) > DMAX แล้ว DMAX = ABS(DP(I))

5.3.2 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NLOAD

I = 1, NLOAD

DQ(I) = (Q(I) - QCAL(I))/AA(I)

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า ABS(DQ(I)) > DMAX แล้ว DMAX = ABS(DQ(I))

6. ตรวจสอบการเข้าสู่คำตอบ

ถ้า DMAX < ERROR แล้วไปทำขั้นตอนที่ 13

7. คำนวณจาโคเบียนส์เมทริกส์ (ดูหัวข้อ ง.6.2.1) เก็บลงในข้อมูลชุด JMAT(I, J)

8. เรียงข้อมูล $[\Delta S]$ ตามสมการ (3.29)

8.1 I = 1, NSJ

DEL(I) = DP(I)

8.2 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NLOAD

I = 1, NLOAD

II = NSJ + I

DEL(II) = DQ(I)

9. เรียกใช้โปรแกรมย่อย JORDAN แก้สมการหาค่า $[\Delta E]$ ตามสมการ (3.30)

10. ทำเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 12 ของวิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต

11. ทำเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 13 ของวิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต แต่ Q(NOOB) คำนวณตามสมการ (3.33)

12. นับจำนวนอิทเทอเรทีฟ

NIT = NIT + 1

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NIT > LNIT แล้วแสดงผล LNIT และกลับไปยังโปรแกรมหลัก กลับไปทำขั้นตอนที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. เรียงข้อมูลที่บัสต่างๆ

13.1 ทำเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 15.1 ของวิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต

13.2 ทำงานวงรอบครบจำนวน NB

I = 1, NB

VMAG(I) = CC(I)

ANGLE(I) = DB(I)

QG(I) = DQ(I)

13.3 เก็บแรงดันที่บัสในรูปตัวแปรเชิงซ้อน

ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

V(I) = CMPLX(COS(ANGLE(I)), SIN(ANGLE(I))*VMAG(I)

14. ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NCON = 0 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 15

14.1 ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NTYB(I) ≠ 2 แล้วเพิ่มค่า I

คำนวณกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่บัส I

14.1.1 Y1 = CMPLX(0.0, 0.0)

ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB

J = 1, NB

Y1 = Y1 + Y(NSWG, J)*V(J)

14.1.2 Y1 = Y1*CONJG(V(I))

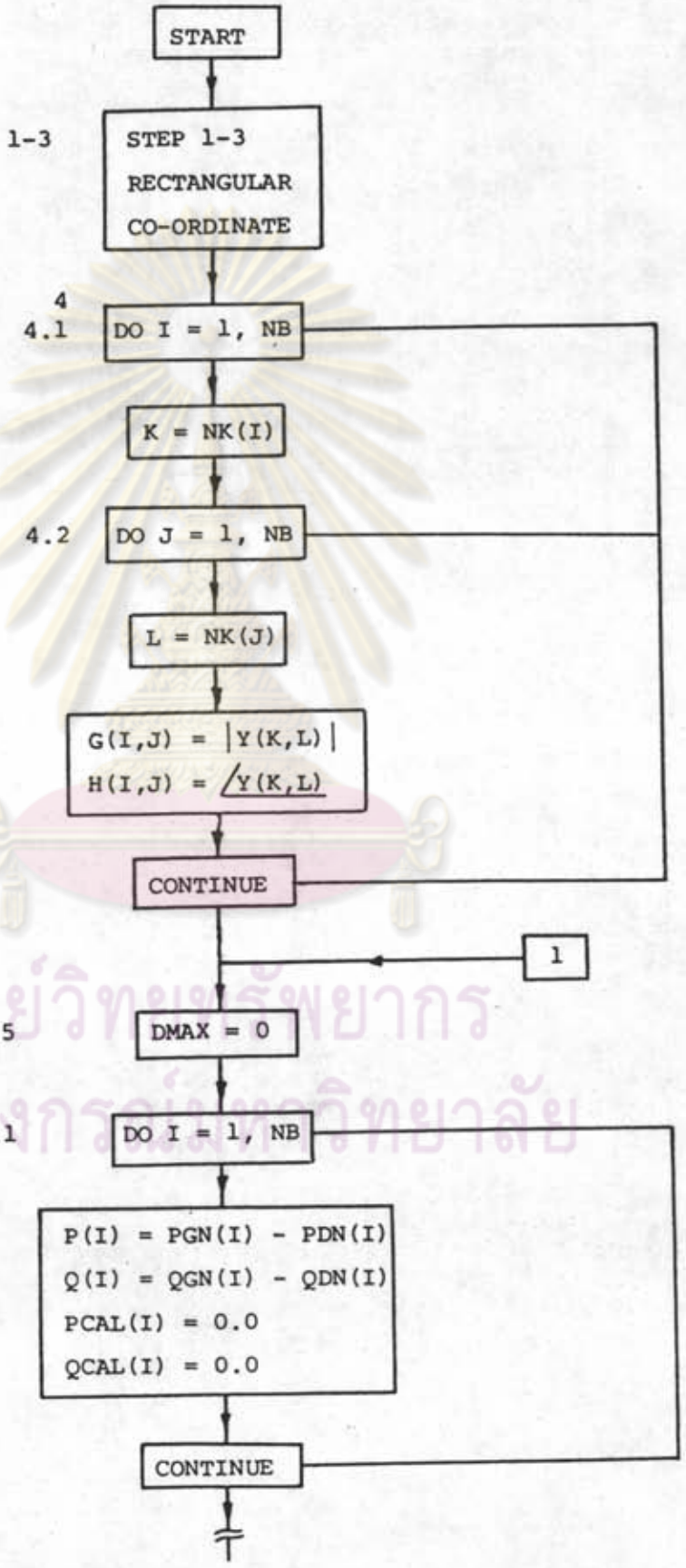
QG(I) = -AIMAG(Y1) + QD(I)

15. ทำงานวงรอบจนครบจำนวน NB หากำลังไฟฟ้าที่สวิงบัส ตามขั้นตอนที่ 15.4 ของวิธีเรคแทงกูล่า ไค-ออร์ดิเนต

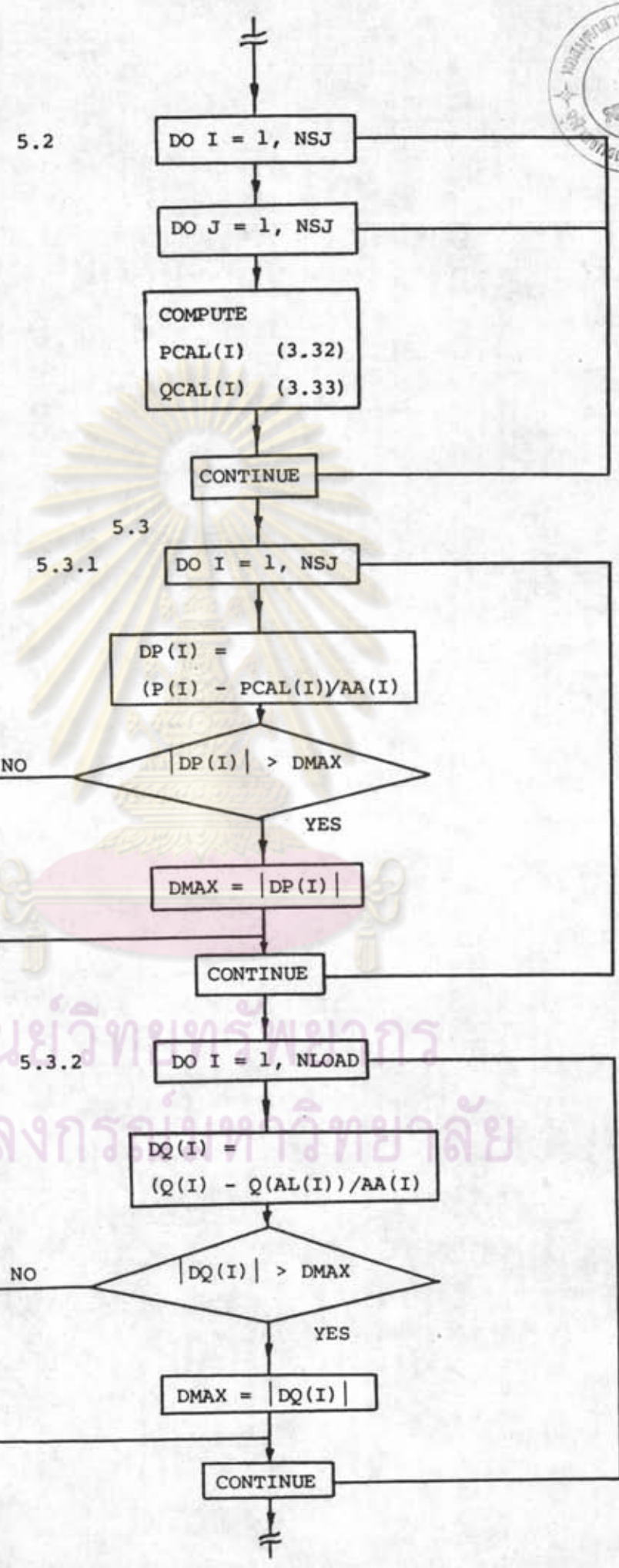
กลับไปยังโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

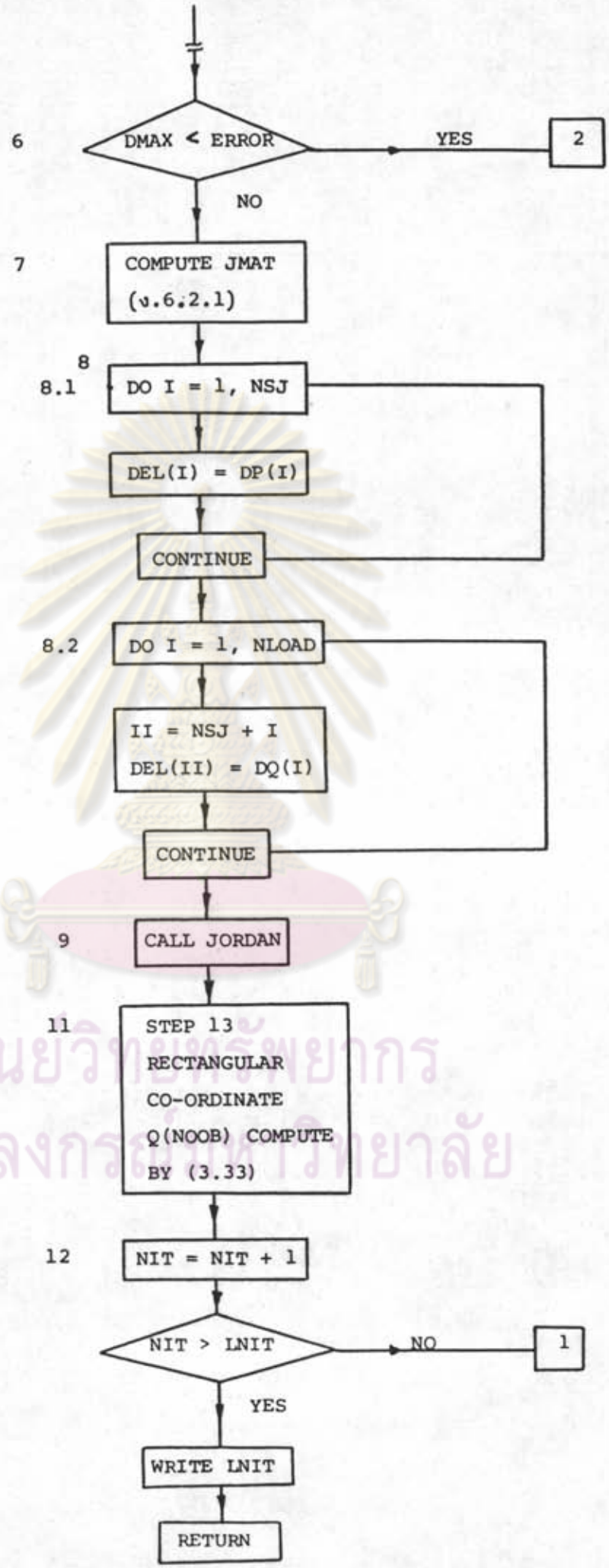
ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย NEWTON วิธีไพล่า ไค-ออร์ดิเนต



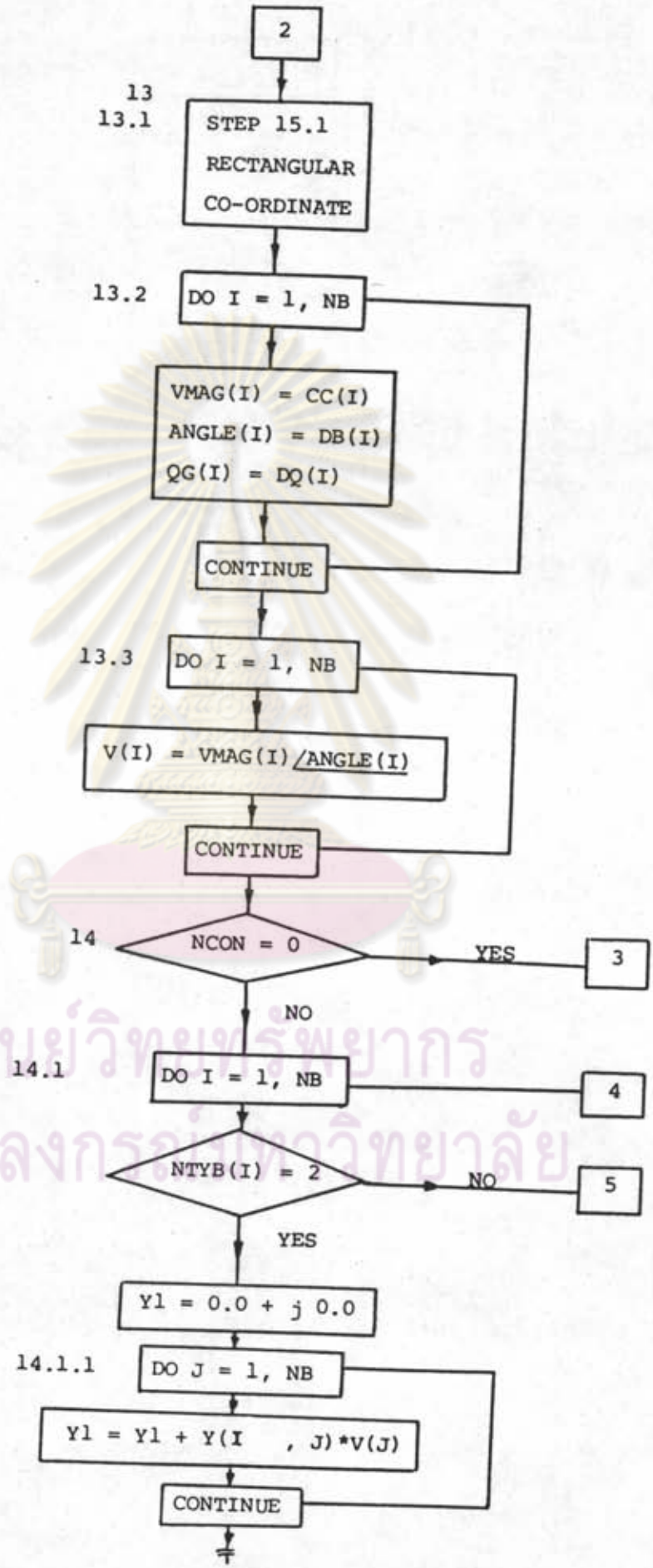
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



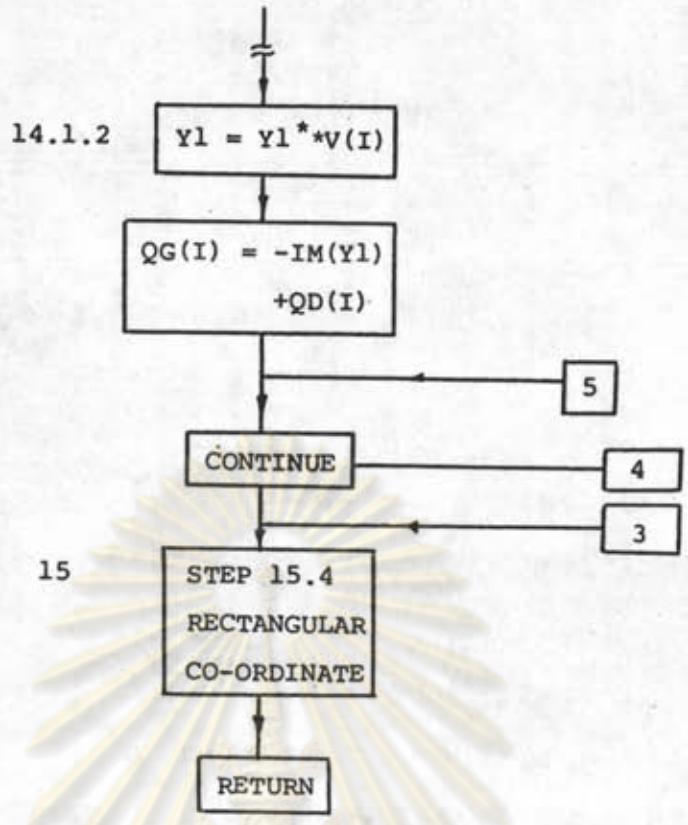
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.6.2.1 <u>จาโคเบียนส์เมทริกซ์สำหรับวิธีไพล่า ไค-ออร์คิเนต</u>

ลำดับการทำงาน

1. สร้าง $[J_1]$ ตามสมการ (3.39)

1.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NSJ

I = 1, NB

JMAT(I, I) = -AA(NB)*G(I,NB)*SIN(B(I) + H(I,NB) - B(NB))

J = 1, NSJ

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = J แล้วเพิ่มค่า J

JMAT(I,J) = AA(J)*G(I,J)*SIN(B(I) + H(I,J) - B(J))

JMAT(I,I) = JMAT(I,I) - JMAT(I,J)

2. สร้าง $[J_2]$ ตามสมการ (3.40)

2.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NSJ

I = 1, NSJ

II = I + NSJ

2.1.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน (NLOAD + 1) ถึง NB

J = (NLOAD + 1), NB

JMAT(I,II) = JMAT(I,II) + G(I,J)*COS(B(I) + H(I,J) - B(J))

2.1.2 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NLOAD

J = 1, NLOAD

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = J แล้วเพิ่มค่า J

JJ = NSJ + J

JMAT(I,JJ) = G(I,J)*COS(B(I) + H(I,J) - B(J))

JMAT(I,II) = JMAT(I,II) + JMAT(I,JJ)

JMAT(I,II) = 2.0*G(I,I)*COS(H(I,I)) + JMAT(I,II)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. สร้าง $[J_3]$ ตามสมการ (3.41)

3.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NLOAD

I = 1, NLOAD

II = I + NSJ

JMAT(II,I) = AA(NB)*G(I,NB)*COS(B(I) + H(I,NB) - B(NB))

3.1.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NSJ

J = 1, NSJ

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = J แล้วเพิ่มค่า J

JMAT(II,J) = -AA(J)*G(I,J)*COS(B(I) + H(I,J) - B(J))

JMAT(II,I) = JMAT(II,I) - JMAT(II,J)

4. สร้าง $[J_4]$ ตามสมการ (3.42)

4.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NLOAD

I = 1, NLOAD

II = I + NSJ

4.1.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน (NLOAD + 1) ถึง NB

J = (NLOAD + 1), NB

JMAT(II,II) = G(I,J)*SIN(B(I) + H(I,J) - B(J))

4.1.2 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NLOAD

J = 1, NLOAD

JJ = NSJ + J

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = J แล้วเพิ่มค่า J

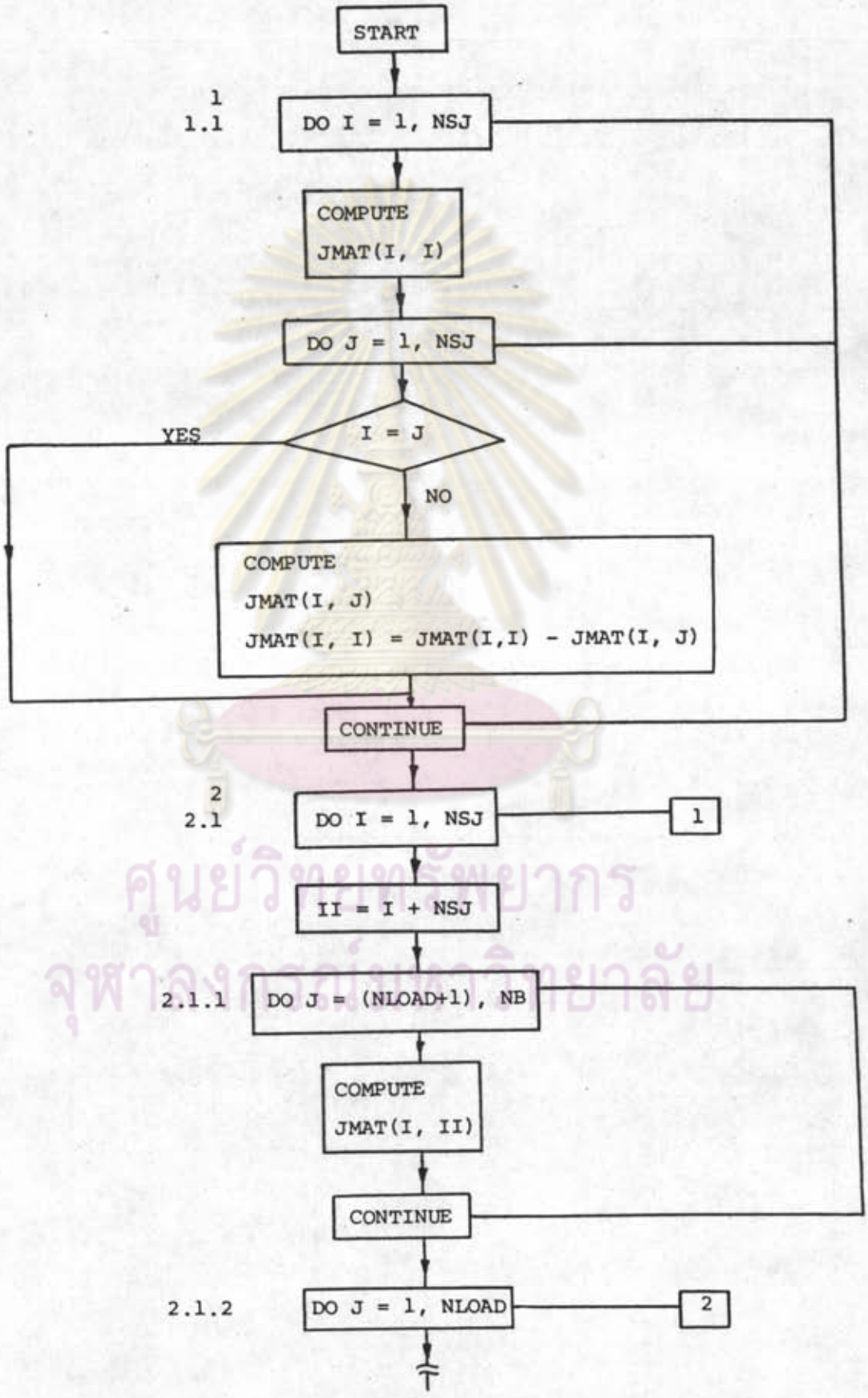
JMAT(II,JJ) = G(I,J)*SIN(B(I) + H(I,J) - B(J))

JMAT(II,II) = JMAT(II,II) + JMAT(II,JJ)

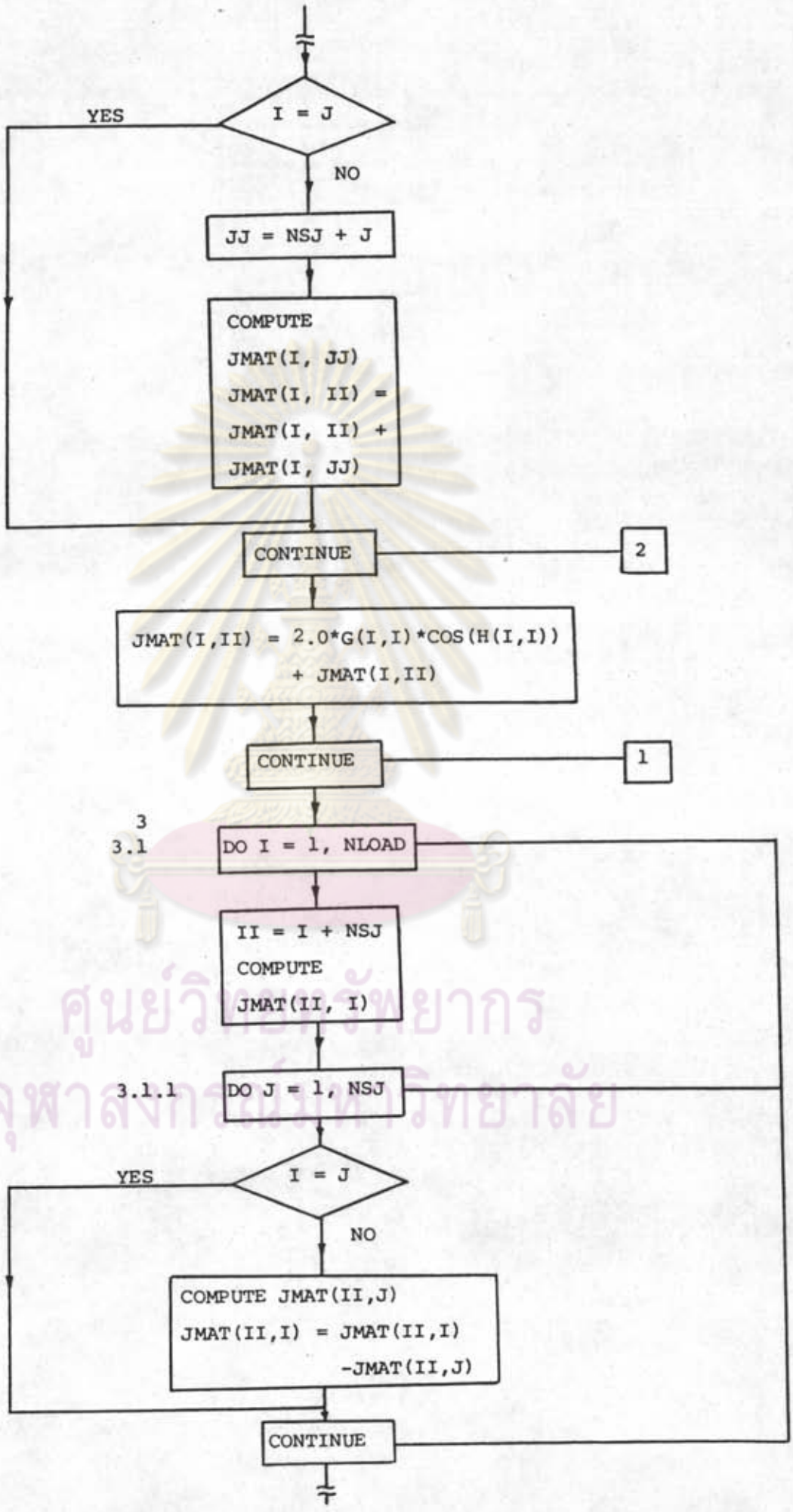
JMAT(II,II) = 2.0*G(I,I)SIN(H(I,I)) + JMAT(II,II)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

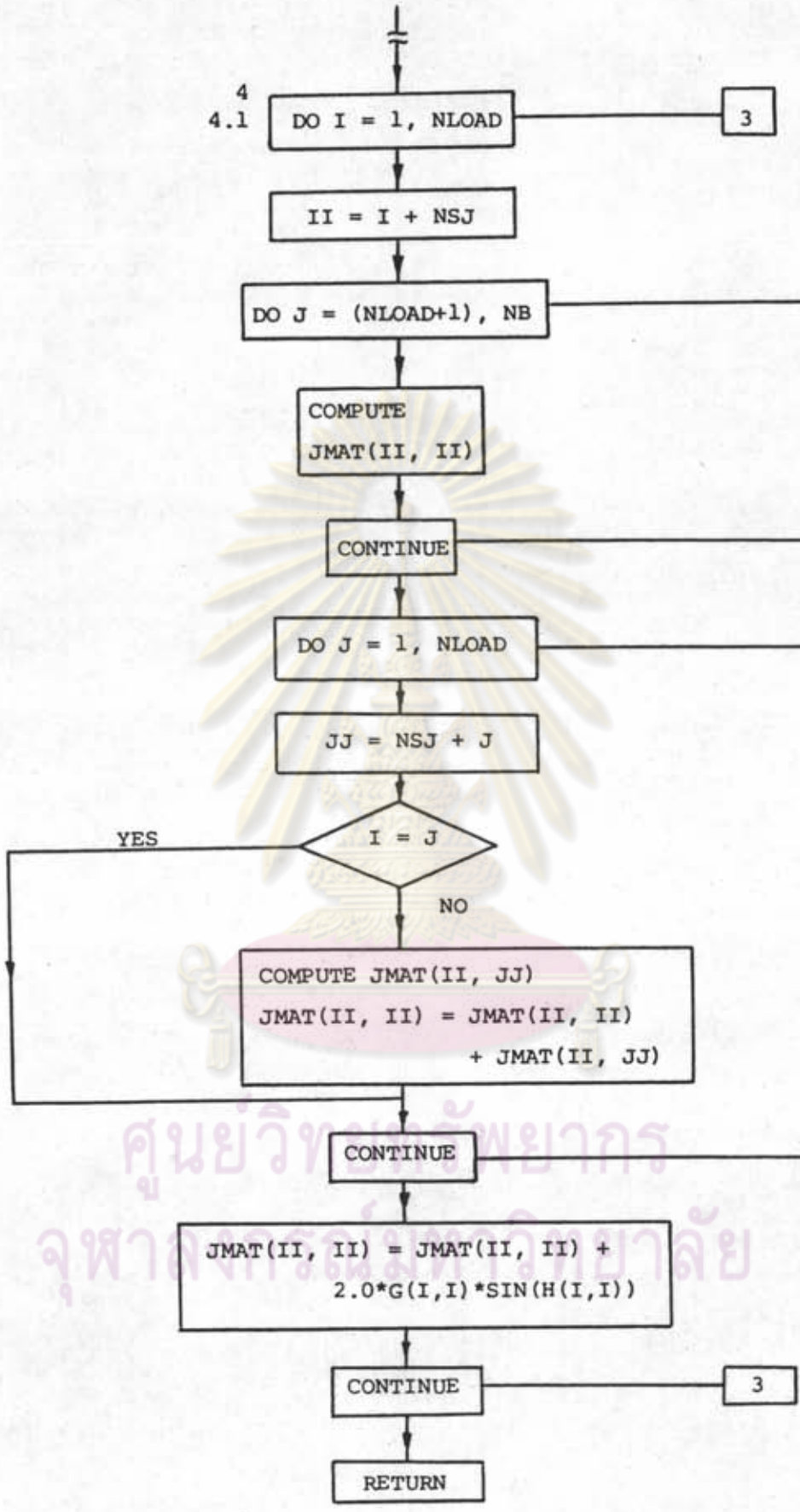
ไฟลว์ชาร์ทของการสร้างจาโคเบียนส์เมทริกซ์วิธีไพล่า ไค-ออร์ดิเนค วิธีตรง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.6.2.2 <u>วิธีประมาณของวิธีไพล่า ไค-ออร์ดิเนต</u>

ก. <u>วิธีฟาส ดี-คอปเปิล</u>

ลำดับการทำงาน

1-6 ขั้นตอนที่ 1-6 ของวิธีตรงไพล่า ไค-ออร์ดิเนต

7. สร้าง $[J_1]$ ตามหัวข้อ ง.6.2.1 (ขั้นตอนที่ 1)

8. เรียกใช้โปรแกรมย่อย JORDAN แก้สมการหา $[\Delta\delta]$ ตามสมการ (3.44)

9. ทำงานวงรอบครบจำนวน NSJ

```
I = 1, NSJ
B(I) = B(I) + DELV(I)
```

10. สร้าง $[J_4]$ ตามหัวข้อ ง.6.2.1 (ขั้นตอนที่ 4)

11. เรียกใช้โปรแกรมย่อย JORDAN แก้สมการ $[\Delta|E|]$ ตามสมการ (3.45)

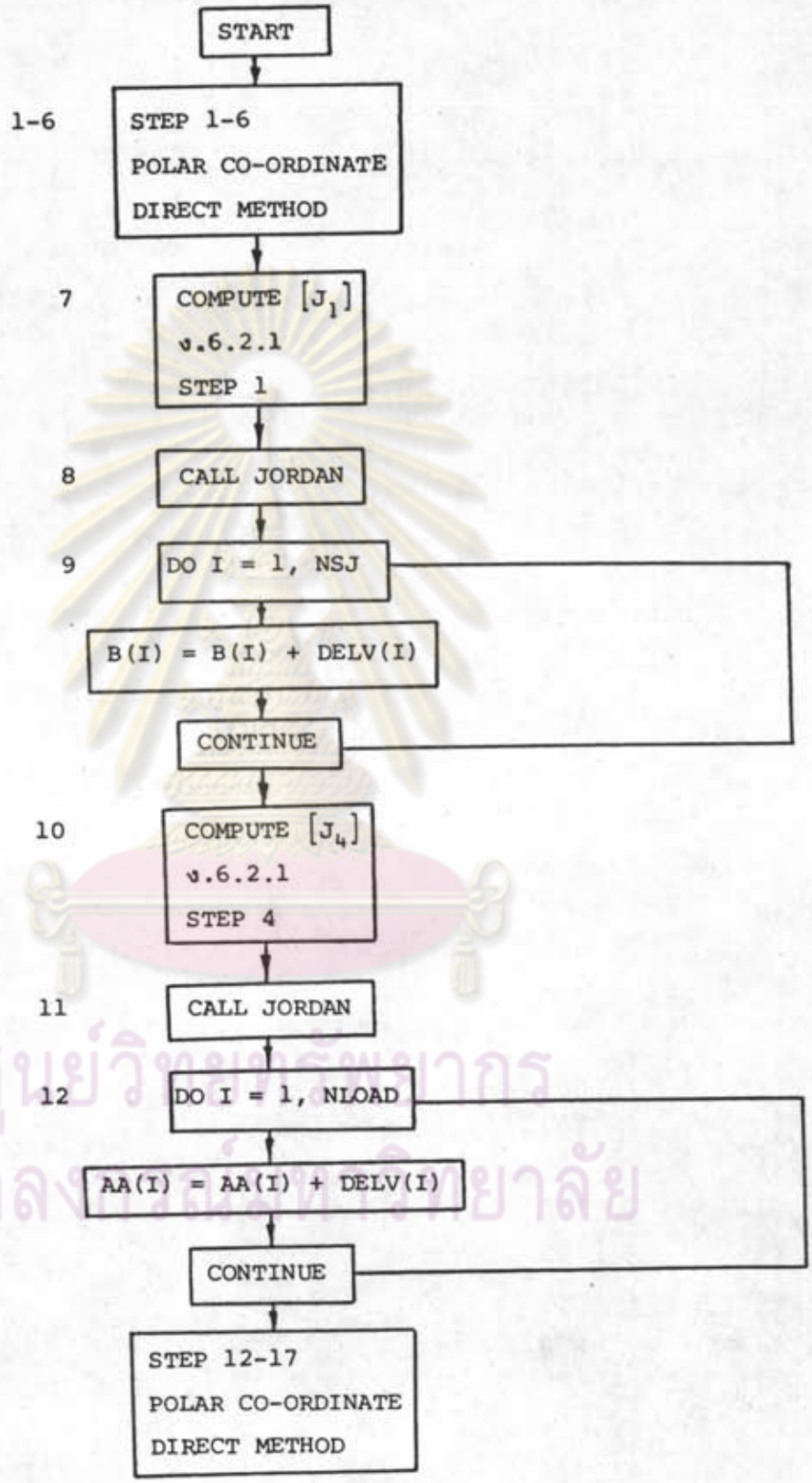
12. ทำงานวงรอบครบจำนวน NLOAD

```
I = 1, NLOAD
AA(I) = AA(I) + DELV(I)
```

13. ขั้นตอนที่ 12-17 ของวิธีไพล่า ไค-ออร์ดิเนต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย NEWTON วิธีฟาส ดี-คอปเปิล



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. <u>วิธีปรับปรุง ฟาส ดี-คอปเปิล</u>

ลำดับการทำงาน

1-6 ขั้นตอน 1-6 วิธีตรงไพล่ ไค-ออร์ดิเนต

7. สร้าง $[J_1]$ หัวข้อ ง.6.2.3

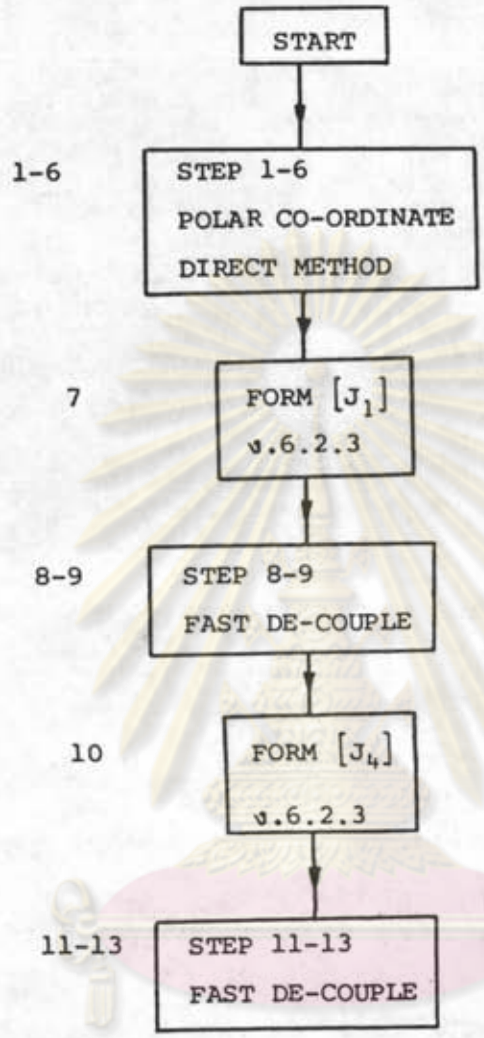
8-9 ขั้นตอน 8 และ 9 วิธีฟาส ดี-คอปเปิล

10. สร้าง $[J_4]$ หัวข้อ ง.6.2.3

11-13 ขั้นตอน 11-13 วิธีฟาส ดี-คอปเปิล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย NEWTON วิธีปรับปรุง ฟาส ดี-คอปเปิล



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.6.2.3 จาโคเบียนส์ เมทริกซ์ของวิธีปรับปรุง ฟาส ดี-คอปเปิล

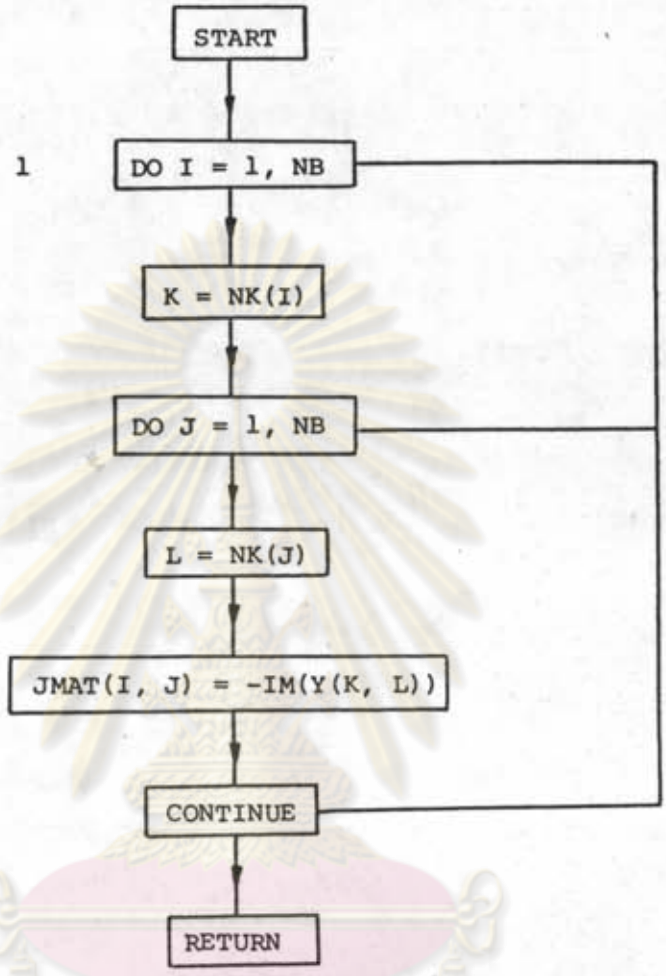
ลำดับการทำงาน

1. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB

```
I = 1, NB
K = NK(I)
J = 1, NB
L = NK(J)
JMAT(I, J) = -AIMAG(Y(K, L))
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทการสร้างจาโคเบียนส์ เมทริกซ์ วิธีปรับปรุง ฟาส ดี-คอปเปิล



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.7 ส่วนโปรแกรมย่อย CHECK

ลำดับการทำงาน

1. เตรียมข้อมูลเพื่อนับจำนวนสภาวะโหลดเกินที่เกิดขึ้น

   NMM = 0

2. ตรวจสอบสภาวะโหลดเกินและกระแสเกินเกิดขึ้นในสายส่งหรือไม่ ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NL

   I = 1, NL

   2.1 ตรวจสอบสภาวะกระแสเกิน

   N = SB(I)

   M = EB(I)

   Y1 = (V(N) - V(M))*(YSER(I))

   CL = CABS(Y1)

   ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า CLAMP(I) < CL แล้ว NMM = NMM + 1

   2.2 ตรวจสอบสภาวะโหลดเกิน

   X1 = ABS(REAL(Y1*V(N)))

   PL = ABS(REAL(Y1*V(M)))

   ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า X1 > PL แล้ว PL = X1

   DP(I) = PL

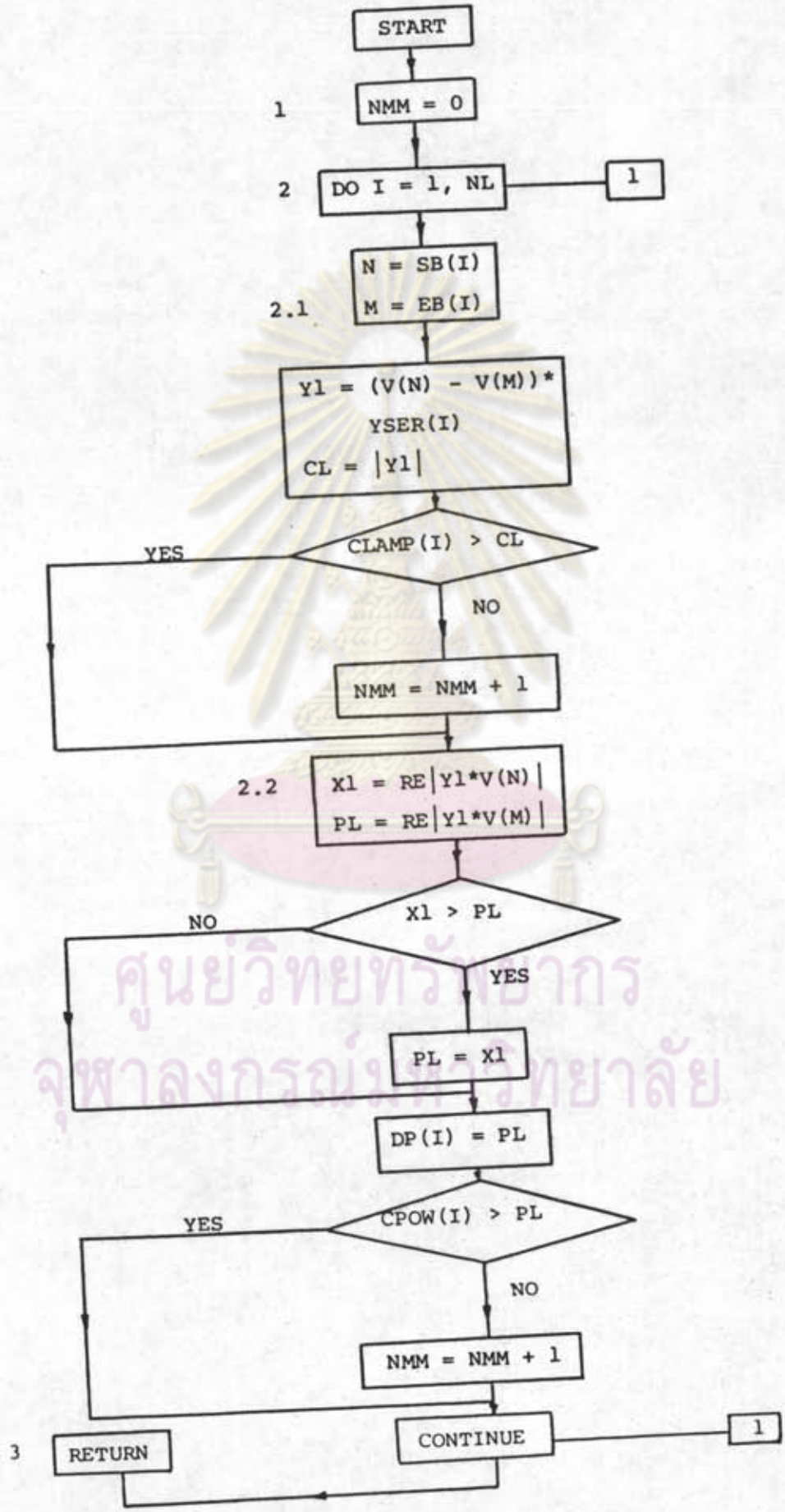
   ตรวจสอบข้อมูล

   ถ้า CPOW(I) < PL แล้ว NMM = NMM + 1

3. กลับไปยังโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CHECK



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.8 ส่วนโปรแกรมย่อย CHANGE

โปรแกรมย่อยนี้มีให้เลือกใช้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้แอคจอยส์เนทเวอคช่วยหาความไวของเนทเวอค และส่วนที่ใช้ข้อมูลจากไหลคไฟลว์หาความไวของเนทเวอคโดยตรง

ก. หาความไวโดยใช้แอคจอยส์เนทเวอค

ลำดับการทำงาน

1. เตรียมข้อมูล

K = 0

MM = 0

1.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NL

I = 1, NL

DP(I) = 0.0

DQ(I) = 0.0

DV(I) = 0.0

1.2 หาตำแหน่งของสวิงบัส

ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า NBTYPE(I) = 3 แล้ว II = I

1.3 ทำงานเป็นวงรอบซ้อนกันจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

J = 1, NB

H(I, J) = 0.0

2. สร้างแอคจอยส์เนทเวอค ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = II แล้วเพิ่มค่า I

K = K + 1

M = 0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB

J = 1, NB

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า J = II แล้วเพิ่มค่า J

M = M + 1

H(K, M) = -AIMAG(Y(I, J))

3. คำนวณ $[\tilde{P}]$

3.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NL

I = 1, NL

BB = AIMAG(1.0/YSER(I))

B1 = -AIMAG(YSER(I))

N = SB(I)

L = EB(I)

คำนวณมุมที่แตกต่างกันที่บัส N และ L

DD = ANGLE(N) - ANGLE(L)

คำนวณกำลังไฟฟ้าจริงที่ไหลในสายส่ง

PL = ABS(CABS(V(N))*CABS(V(L))*SIN(DD)/BB)

DV(I) = CPOW(I) - PL

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า DD < 0 แล้ว DV(I) = - DV(I)

DP(N) = DP(N) + DV(I)*B1

DP(L) = DP(L) - DV(I)*B1

3.2 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB เรียงข้อมูล DP(I) โดยไม่คิดผลของสวิงบัส

I = 1, NB

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = II แล้วเพิ่มค่า I

MM = MM + 1

DQ(MM) = DP(I)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. เรียกใช้โปรแกรมย่อย JORDAN เพื่อแก้สมการ (4.51) หา $[\delta]$ เก็บในข้อมูลชุด DP(I)

5. เรียงข้อมูล DP(I) กำหนดที่ตำแหน่งสวิงบัส DP(I) = 0.0

M = 1

5.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NB

I = 1, NB

DQ(I) = 0.0

ตรวจสอบข้อมูล

ถ้า I = II แล้วเพิ่มค่า I

DQ(I) = DP(M)

M = M + 1

6. คำนวณสายส่งเส้นใหม่โดยอาศัยแกรเดียนส์เวคเตอร์ $\left[\frac{\partial J}{\partial B}\right]$ ตามสมการ (4.48) และอาศัยสมการ (4.54) คำนวณพารามิเตอร์ของสายส่ง

6.1 ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NL

I = 1, NL

N = SB(I)

L = EB(I)

ตรวจสอบสายส่ง I เป็นสายส่งเส้นใหม่หรือไม่

ถ้า LOLD(I) = 0 แล้วเพิ่มค่า I

6.1.1 ตัดสายส่ง I ออกจากระบบ เปลี่ยนบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์โดยวิธีอิลิเมนต์แสดยป์เป็นลบ

6.1.2 คำนวณ $\frac{\partial J}{\partial B}$

DAN = DQ(N) - DQ(L)

DAA = ANGLE(N) - ANGLE(L)

DEY = DAA*(DAN - DV(I))

6.1.3 คำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ ของสายส่งเส้นใหม่

YL = ABS(AIMAG(YSER(I)) + ACF*DEY

GL = YL/XOR

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

YSER(I) = CMPLX(GL,- YL)

ZSER(I) = 1.0/YSER(I)

XL = AIMAG(ZSER(I))

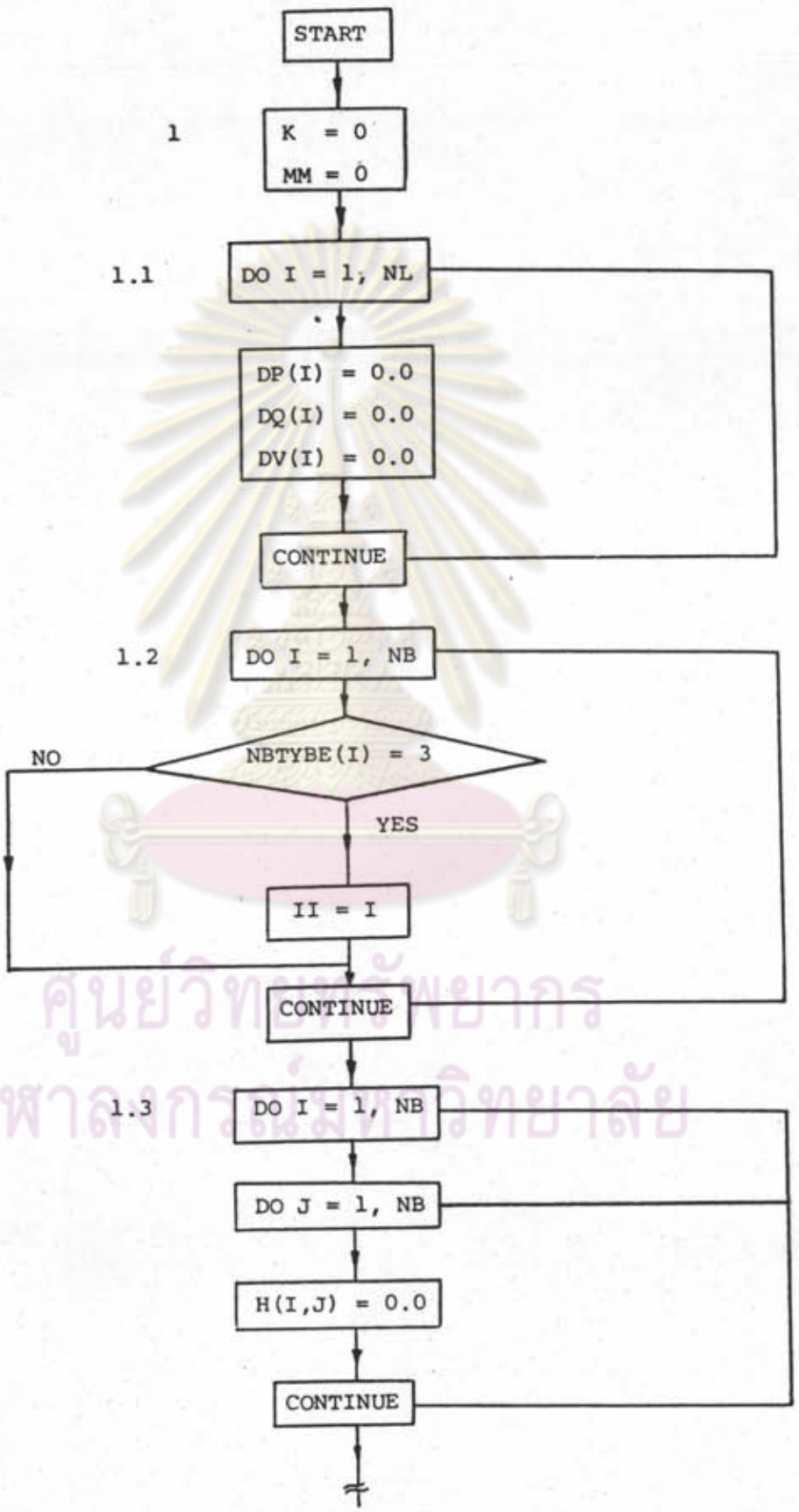
YSHT(I) = CMPLX(0.0, XL/XOC)

6.1.4 สร้างบัสแอดมิแตนซ์เมทริกซ์จากพารามิเตอร์ใหม่ของสายส่ง I โดยวิธีอิลิเมนตส์แสตบป์

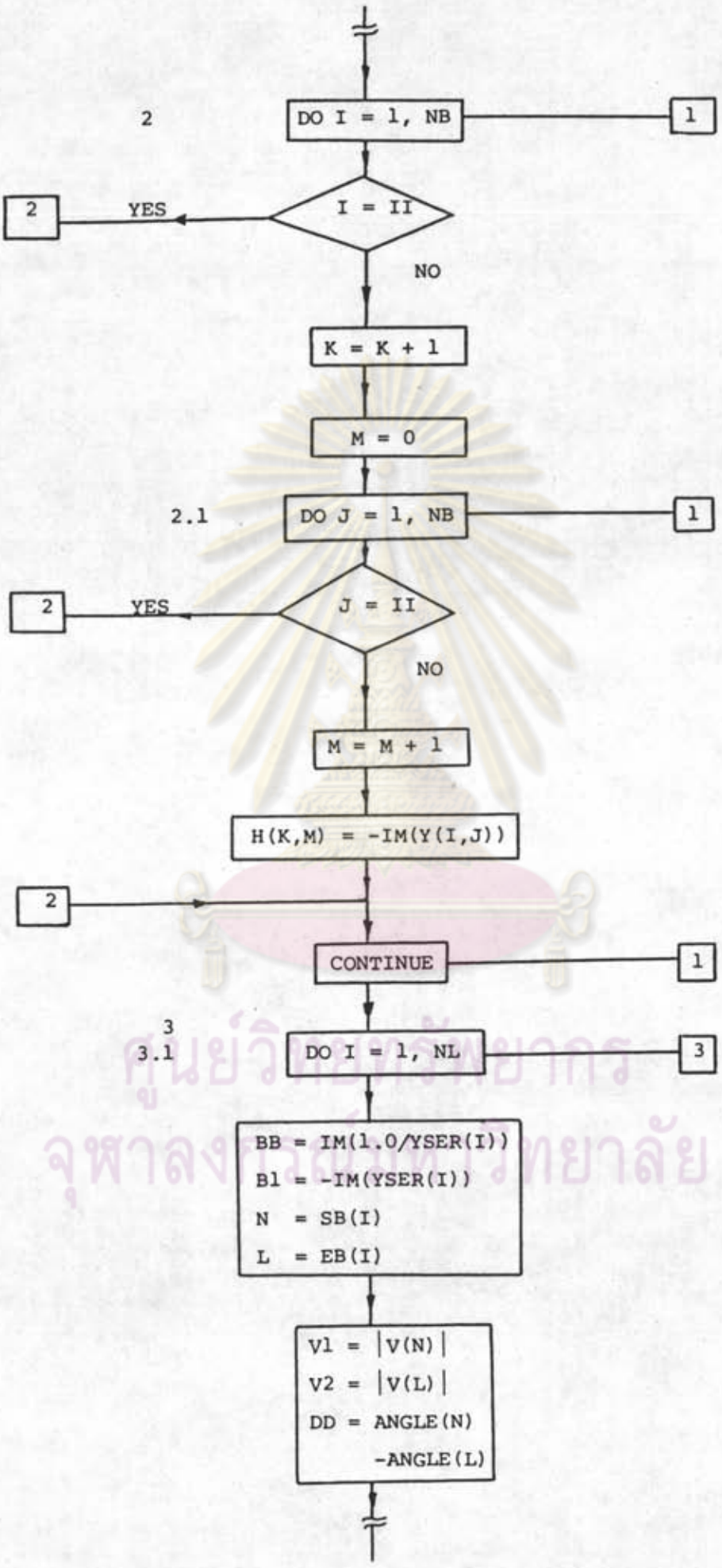
7. กลับไปยังโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

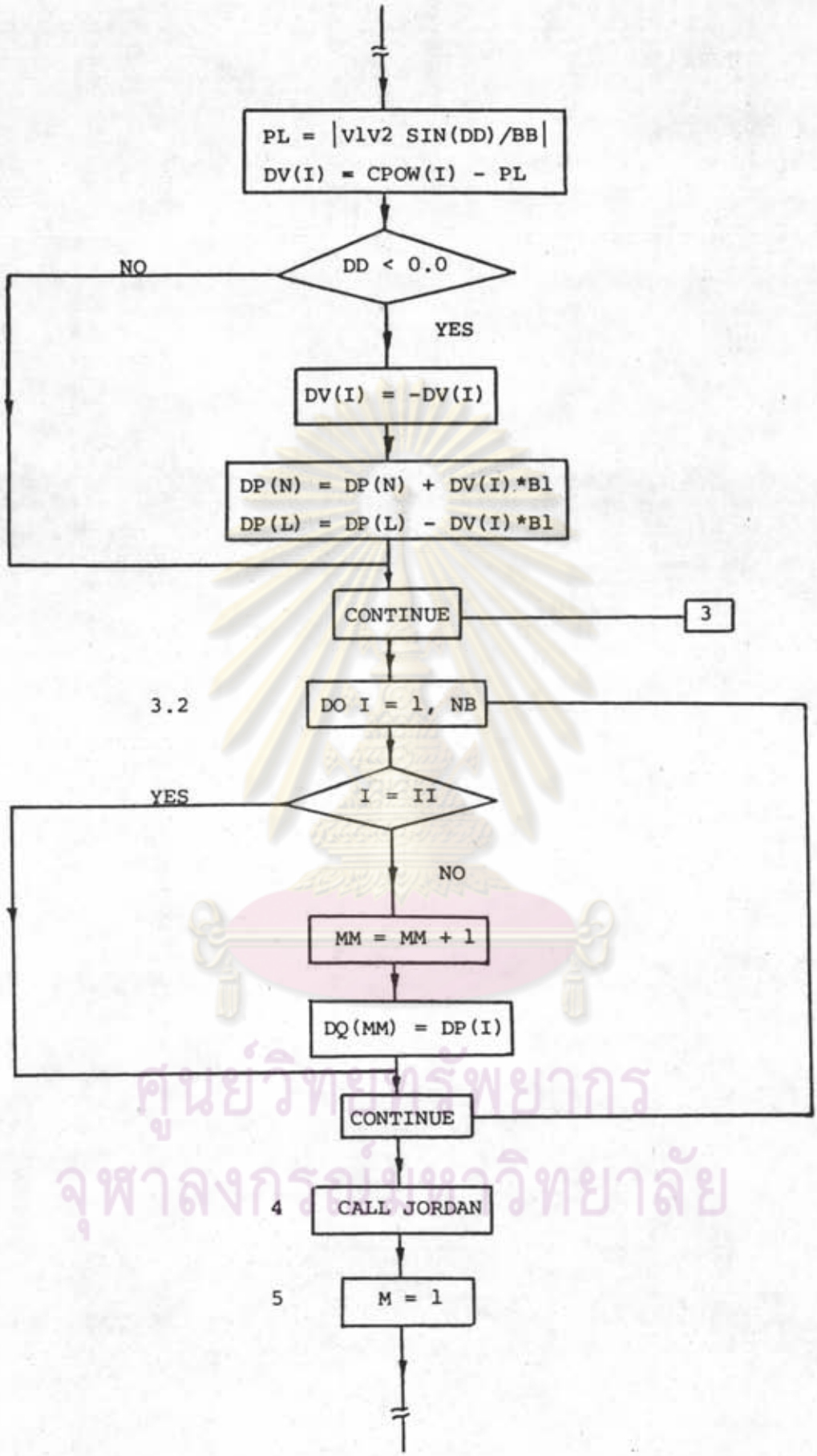
ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CHANGE โดยวิธีแอคจอยส์เนทเวอค



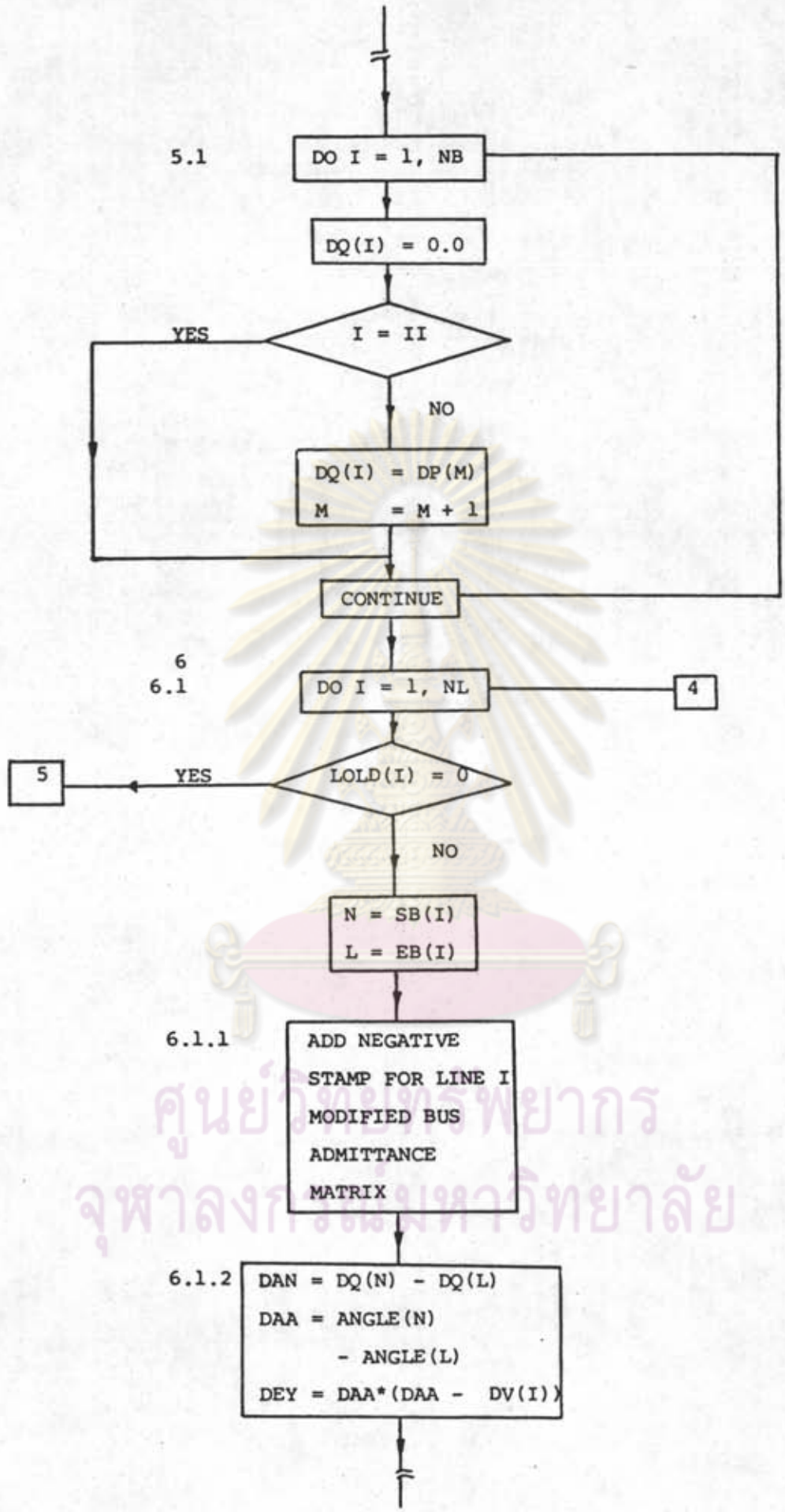
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



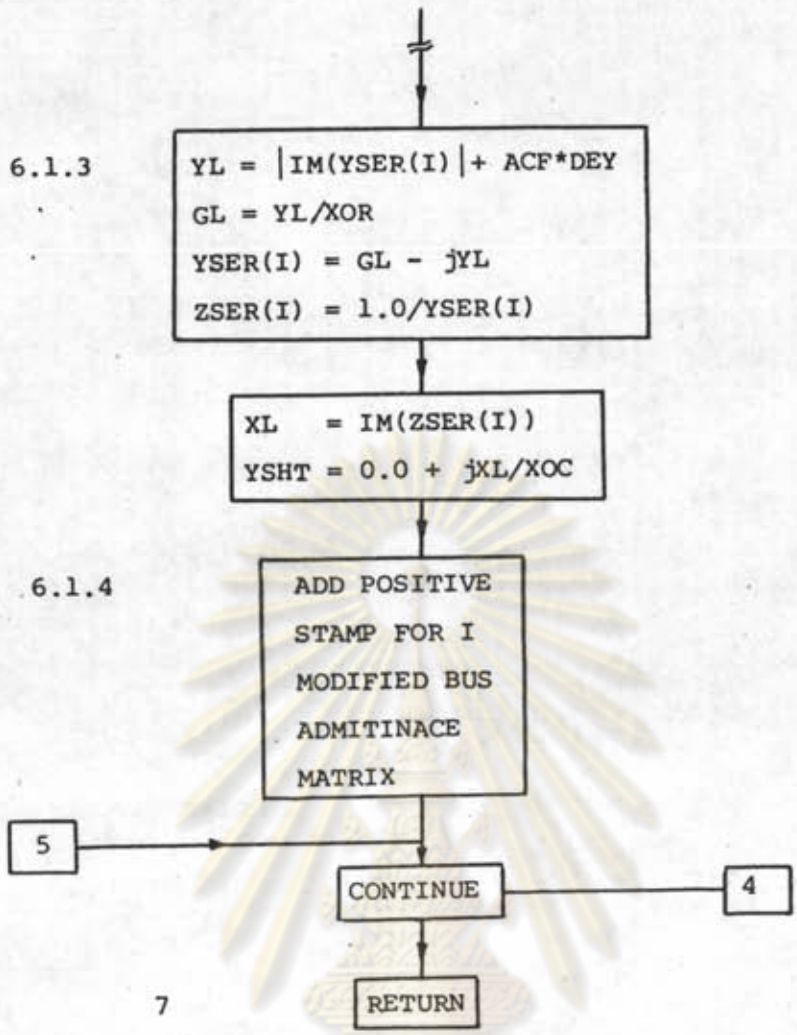
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. <u>หาความไวโดยใช้ข้อมูลจากโหลดโฟลว์โดยตรง</u>

ลำดับการทำงาน

1. ทำงานเป็นรอบจนครบจำนวน NL

   I = 1, NL

   ตรวจสอบสายส่ง I เป็นสายส่งเส้นใหม่หรือไม่

   ถ้า LOLD(I) = 0 แล้วเพิ่มค่า I

   N = SB(I)

   L = EB(I)

   1.1 ทำเช่นเดียวกับหัวข้อ ก. ขั้นตอนที่ 6.1.1

   DAA = ANGLE(N) - ANGLE(L)

   DEE = VMAG(N)*VMAG(L)

   คำนวณ $\frac{\partial J}{\partial B}$ ตามสมการ (4.59) และ (4.61)

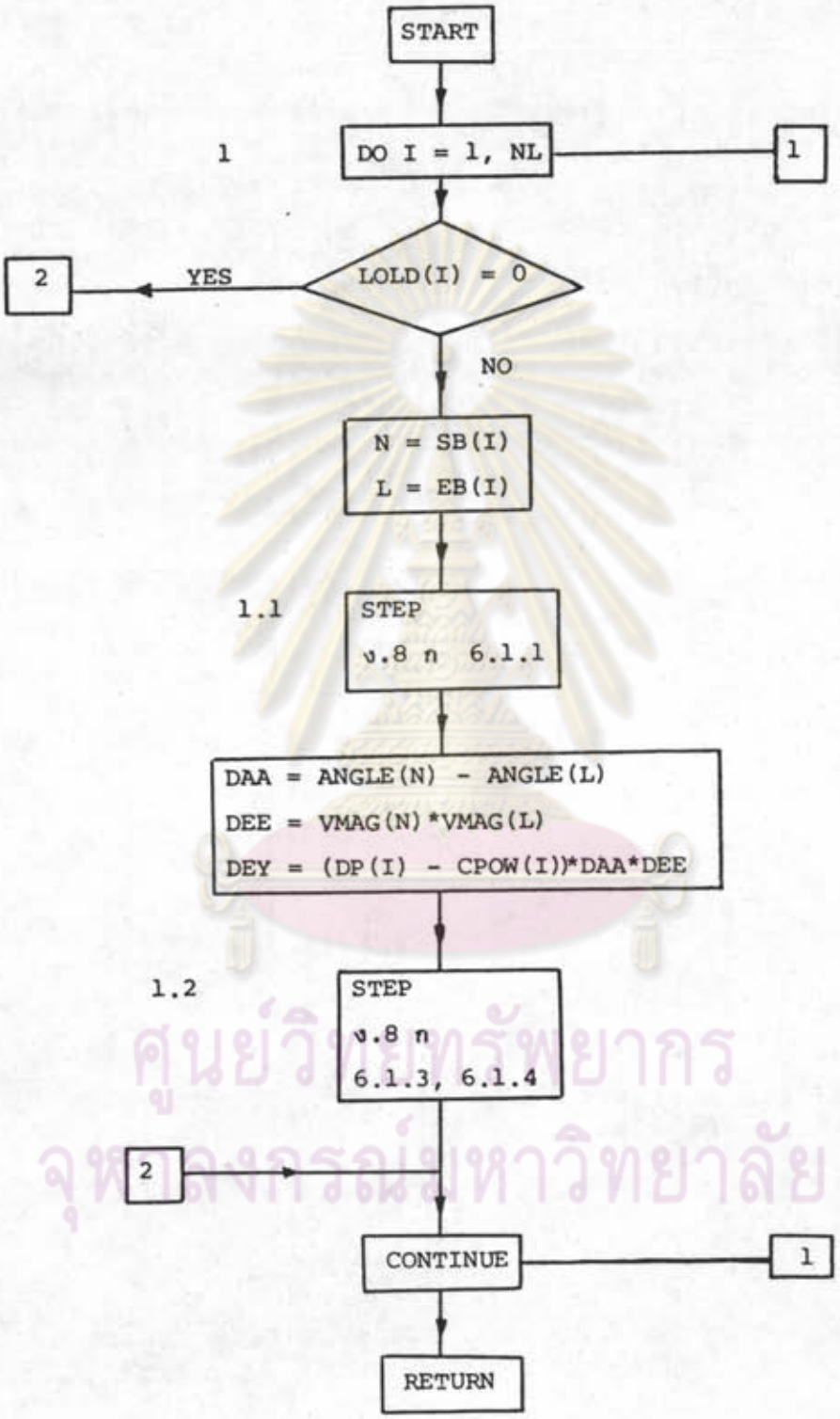
   DEY = (DP(I) - CPOW(I))*DAA*DEE

   1.2 ทำเช่นเดียวกับหัวข้อ ก. ขั้นตอนที่ 6.1.3 และ 6.1.4

2. กลับไปยังโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อย CHANGE โดยใช้ข้อมูลจากไหลดไฟลว์คำนวณความไวของเนทเวอค



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไปรแกรมคอมพิวเตอร์

```
FORTRAN IV      V02.5                                          PAGE 001

0001            INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0002            COMPLEX A,ISER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0003            COMPLEX S,P,Q,R,T3,ZXFMR,Y1,YC,YE
0004            COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0005            COMMON  T(20),C(20),A(20),ISER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0006            COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0007            COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0008            COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0009            COMMON  QMA(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0010            COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0011            COMMON  VTF(20),NCB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0012            COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0013            COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0014            COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0015            COMMON  AL(10),BE(10),GA(10),NBG(10),NEC
0016            DATA IR/5/,IW/7/
0017            NITT=0
0018            CALL INPUT
0019            CALL YBUS
0020            CALL NEW1
0021   200      CONTINUE
0022            IF(NEC.NE.0) CALL ECO
0024            IF(NEC.EQ.0) CALL NEWTON
0026            CALL CHECK
0027            IF(NMM.EQ.0) GO TO 300
0029            NITT=NITT+1
0030            IF(NITT.GT.LNIT) GO TO 400
0032            CALL CHANGE
0033            GO TO 200
0034   300      CONTINUE
0035            IF(NEC.EQ.0) CALL ECO
0037            CALL OUT
0038            GO TO 500
0039   400      CONTINUE
0040            WRITE(IW,700) LNIT
0041   700      FORMAT(///,T20,'NOT CONVERGENCE  IN  ',I5,'  ITERATIONS')
0042   500      CONTINUE
0043            STOP
0044            END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                   PAGE 001

0001            SUBROUTINE INPUT
0002            INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003            COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004            COMPLEX E,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005            COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006            COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007            COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008            COMMON  E(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009            COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010            COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011            COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012            COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013            COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014            COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015            COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016            COMMON  AL(10),BE(10),GA(10),NBG(10),NEC
0017            READ(IR,902) NB,NL,NC,NT,LNIT,NEC,NP
0018  902       FORMAT(7I5)
0019            READ(IR,900)XOR,XOC,ACF,(OPTION(I),I=1,10)
0020  900       FORMAT(3F10.5,10I2)
0021            READ(IR,903) ERROR,PBASE,SEF
0022  903       FORMAT(8F10.4)
0023            IF(ERROR.LE.0.0) ERROR=0.0001
0025            IF(PBASE.EQ.0.0) PBASE=1.0
0027            IF(SEF.GE.100.) SEF=SEF/100.0
0029            IF(SEF.LT.1.0) SEF=1.0
0031            DO 10 I=1,NL
0032            READ(IR,904) LINE(I),SB(I),EB(I),ZSER(I),YSHT(I),YSER(I),ZSHT(I)
0033  904       FORMAT(3I3,8F10.4)
0034            READ(IR,901) LOLD(I),VBL(I),CLAMP(I),CPOW(I)
0035  901       FORMAT(I2,3F10.4)
0036            IF(VBL(I).EQ.0.0) VBL(I)=1.0
0038            CBA=PBASE/VBL(I)
0039            IF(CLAMP(I).EQ.0.0) CLAMP(I)=1.0
0041            IF(CPOW(I).EQ.0.0) CPOW(I)=1.0
0043            CLAMP(I)=CLAMP(I)/(CBA*SEF)
0044            CPOW(I)=CPOW(I)/(PBASE*SEF)
0045            IF(CABS(ZSER(I)).EQ.0.0) GO TO 5
0047            IF(CABS(YSER(I)).EQ.0.0) YSER(I)=1.0/ZSER(I)
0049  5         CONTINUE
0050            ZSER(I)=1.0/YSER(I)
0051            IF(CABS(ZSHT(I)).EQ.0.0) GO TO 10
0053            IF(CABS(YSHT(I)).EQ.0.0) YSHT(I)=1.0/ZSHT(I)
0055  10        CONTINUE
0056            DO 20 I=1,NE
0057            READ(IR,907) NOB(I),NBG(I),NTYB(I),PD(I),QD(I),PG(I),QG(I)
0058            READ(IR,908) VBASE(I),VSPEC(I),QMAX(I),QMIN(I)
0059            IF(VBASE(I).EQ.0.0) VBASE(I)=1.0
0061            PD(I)=PD(I)/PBASE
0062            QD(I)=QD(I)/PBASE
0063            PG(I)=PG(I)/PBASE
0064            QG(I)=QG(I)/PBASE
0065            QMAX(I)=QMAX(I)/PBASE
0066            QMIN(I)=QMIN(I)/PBASE
```

```
0067          IF(VSPEC(I).EQ.0) VSPEC(I)=1.0
0068    907   FORMAT(3I3,6F10.5)
0070    908   FORMAT(6F10.5)
0071    20    CONTINUE
0072          DO 60 I=1,NB
0073          IF(NBG(I).EQ.0) GO TO 60
0075          READ(IR,908) AL(I),BE(I),GA(I)
0076    60    CONTINUE
0077          IF(NT.EQ.0) GO TO 15
0079          DO 12 I=1,NT
0080          READ(IR,905) T(I),TB(I),AB(I),ZXFMR,A(I),VTF(I)
0081    905   FORMAT(3I3,5F10.5)
0082          IF(VTF(I).EQ.0.0) VTF(I)=1.0
0084          YXFMR(I)=1.0/ZXFMR
0085    12    CONTINUE
0086    15    CONTINUE
0087          IF(NC.EQ.0) GO TO 19
0089          DO 17 I=1,NC
0090          READ(IR,906) C(I),CB(I),YCAP(I)
0091    906   FORMAT(2I3,2F10.5)
0092    17    CONTINUE
0093    19    CONTINUE
0094          IF(NP.EQ.0) GO TO 50
0096          DO 25 I=1,NL
0097          ZB=VBL(I)**2/PBASE
0098          ZSER(I)=ZSER(I)/ZB
0099          YSER(I)=1.0/ZSER(I)
0100          YSHT(I)=YSHT(I)*ZB
0101    25    CONTINUE
0102          IF(NT.EQ.0) GO TO 35
0104          DO 30 I=1,NT
0105          ZB=VTF(I)**2/PBASE
0106          YXFMR(I)=YXFMR(I)*ZB
0107    30    CONTINUE
0108    35    CONTINUE
0109          IF(NC.EQ.0) GO TO 50
0111          DO 40 I=1,NC
0112          J=CB(I)
0113          ZB=VBASE(J)**2/PBASE
0114          YCAP(I)=YCAP(I)*ZB
0115    40    CONTINUE
0116    50    CONTINUE
0117          RETURN
0118          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                          PAGE 001

0001            SUBROUTINE YBUS
0002            INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003            COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004            COMPLEX B,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005            COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006            COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007            COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008            COMMON  B(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009            COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010            COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011            COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012            COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013            COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(1
0014            COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015            COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016            DO 310 I=1,NB
0017            DO 310 J=1,NB
0018            Y(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
0019    310     CONTINUE
0020            DO 320 I=1,NL
0021            L=SB(I)
0022            M=EB(I)
0023            Y(L,L)=Y(L,L)+YSER(I)+YSHT(I)/2.0
0024            Y(M,M)=Y(M,M)+YSER(I)+YSHT(I)/2.0
0025            Y(L,M)=Y(L,M)-YSER(I)
0026            Y(M,L)=Y(M,L)-YSER(I)
0027    320     CONTINUE
0028            IF(NC.EQ.0) GO TO 340
0030            DO 330 I=1,NC
0031            N=CB(I)
0032            Y(N,N)=Y(N,N)+YCAP(I)
0033    330     CONTINUE
0034    340     CONTINUE
0035            IF(NT.EQ.0) GO TO 360
0037            DO 350 I=1,NT
0038            J=AB(I)
0039            K=TB(I)
0040            Y(J,J)=Y(J,J)+YXFMR(I)/(CABS(A(I)))**2
0041            Y(K,K)=Y(K,K)+YXFMR(I)
0042            Y(K,J)=Y(K,J)-YXFMR(I)/A(I)
0043            Y(J,K)=Y(J,K)-YXFMR(I)/CONJG(A(I))
0044    350     CONTINUE
0045    360     CONTINUE
0046            RETURN
0047            END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FORTRAN IV V02.5 PAGE 001

```
0001          SUBROUTINE NEW1
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004          COMPLEX S,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016          NLOAD=0
0017          NCON=0
0018          NOOB=1
0019          NLD=0
0020          DO 20 I=1,NB
0021          NBTYPE(I)=NTYB(I)
0022          IF(NTYB(I).EQ.1) NLOAD=NLOAD+1
0024          IF(NTYB(I).EQ.2) NCON=NCON+1
0026          V(I)=CMPLX(VSPEC(I),0.0)
0027    20    CONTINUE
0028          NGN=NLOAD
0029    58    CONTINUE
0030          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.1) GO TO 60
0032          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.2) GO TO 70
0034          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.3) GO TO 75
0036          GO TO 80
0037    60    CONTINUE
0038          NLD=NLD+1
0039          N=NLD
0040          GO TO 90
0041    70    CONTINUE
0042          NGN=NGN+1
0043          N=NGN
0044          GO TO 90
0045    75    CONTINUE
0046          N=NB
0047    90    CONTINUE
0048          NK(N)=NOOB
0049          PDN(N)=PD(NOOB)
0050          QDN(N)=QD(NOOB)
0051          PGN(N)=PG(NOOB)
0052          VSPECN(N)=VSPEC(NOOB)
0053          QMAX(N)=QMAX(NOOB)
0054          QMINN(N)=QMIN(NOOB)
0055    80    CONTINUE
0056          NOOB=NOOB+1
0057          IF(NOOB.LE.NB) GO TO 58
0059          RETURN
0060          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                          PAGE 001

0001            SUBROUTINE ECO
0002            INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003            COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004            COMPLEX B,P,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005            COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006            COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007            COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008            COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009            COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010            COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011            COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012            COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013            COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014            COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015            COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016            COMMON  AL(10),BE(10),DA(10),NBG(10)
0017            REAL JMAT
0018            COMPLEX VN
0019            DIMENSION VN(10),AA(10),B(10),CC(10),D(10)
0020            DIMENSION DB(10),PCAL(10),QCAL(10),ABV(10),QGN(10),NBTYPN(10)
0021            DIMENSION JMAT(20,20),DEL(20),DELV(20),DA(10),ABVCAL(10)
0022            COMMON /SONG/ VN,AA,B,CC,D,DB,PCAL,QCAL,ABV,QGN,NBTYPN,JMAT,
               1DEL,DELV,DA,ABVCAL
0023            NA=NB-1
0024            M1=0
0025  585       CONTINUE
0026            CALL NEWTON
0027            PL=0.0
0028            DO 15 I=1,NB
0029            PL=PL+PG(I)-PD(I)
0030  15        CONTINUE
0031            DO 20 I=1,NA
0032            DEL(I)=-AA(NB)*G(NB,I)*SIN(B(NB)+H(NB,I)-B(I))*AA(I)
0033            JMAT(I,I)=-AA(NB)*G(I,NB)*SIN(B(I)+H(I,NB)-B(NB))*AA(I)
0034            DO 20 J=1,NA
0035            IF(I.EQ.J) GO TO 20
0037            JMAT(I,J)=AA(J)*G(I,J)*SIN(B(I)+H(I,J)-B(J))*AA(I)
0038            JMAT(I,I)=JMAT(I,I)-JMAT(I,J)
0039  20        CONTINUE
0040            DO 10 I=1,NA
0041            DO 10 J=1,NA
0042            D1=JMAT(I,J)
0043            JMAT(I,J)=JMAT(J,I)
0044            JMAT(J,I)=D1
0045  10        CONTINUE
0046            CALL JORDAN(JMAT,DEL,DELV,NA)
0047            DELV(NB)=1.0
0048            DO 25 I=1,NB
0049            K=NK(I)
0050            DP(K)=DELV(I)
0051  25        CONTINUE
0052            RAM=100.0
0053            RAM2=0.0
0054            RAM1=RAM
```

```
0055  100    CONTINUE
0056         DO 30 I=1,NB
0057         DQ(I)=PG(I)
0058         IF(NBG(I).EQ.0) GO TO 30
0060         S1=DF(I)*RAM
0061         DQ(I)=AL(I)+BE(I)*S1+GA(I)*S1**2
0062  30     CONTINUE
0063         S1=0.0
0064         DO 35 I=1,NB
0065         S1=S1+DQ(I)-PD(I)
0066  35     CONTINUE
0067         D1=S1-PL
0068         D2=ABS(D1)
0069         IF(D2.LE.ERROR) GO TO 60
0071         IF(D1.LT.0.0) GO TO 65
0073         RAM2=RAM
0074         RAM=(RAM+RAM1)/2.0
0075         GO TO 100
0076  65     CONTINUE
0077         RAM1=RAM
0078         RAM=(RAM+RAM2)/2.0
0079         GO TO 100
0080  60     CONTINUE
0081         D1=0.0
0082         DO 75 I=1,NB
0083         IF(ABS(DQ(I)-PG(I)).GT.ERROR) GO TO 80
0085  75     CONTINUE
0086         RETURN
0087  80     CONTINUE
0088         DO 85 I=1,NB
0089         PG(I)=DQ(I)
0090  85     CONTINUE
0091         M1=M1+1
0092         IF(M1.GT.LNIT) GO TO 555
0094         GO TO 585
0095  555    CONTINUE
0096         WRITE(IW,205) LNIT
0097  205    FORMAT(5X,'NOT CONVERGENCE IN',5X,I5,'ITTERATIONS')
0098         RETURN
0099         END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FORTRAN IV V02.5 PAGE 001

```
0001          SUBROUTINE CHECK
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004          COMPLEX S,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOLD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016          NMM=0
0017          DO 10 I=1,NL
0018          N=SB(I)
0019          M=EB(I)
0020          Y1=(V(N)-V(M))*YSER(I)
0021          CL=CABS(Y1)
0022          IF((CLAMP(I)-CL).LE.0.0) NMM=NMM+1
0024          Y1=CONJG(Y1)
0025          X1=ABS(REAL(Y1*V(N)))
0026          PL=ABS(REAL(Y1*V(M)))
0027          IF(X1.GT.PL) PL=X1
0029          DP(I)=PL
0030          IF((CPOW(I)-PL).LE.0.0) NMM=NMM+1
0032    10    CONTINUE
0033          RETURN
0034          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                   PAGE 001

0001          SUBROUTINE OUT
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004          COMPLEX B,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016          WRITE(IW,5) PBASE
0017    5     FORMAT(//,T10,'BASE MVA',T45,F10.5)
0018          WRITE(IW,10) SEF
0019    10    FORMAT(//,T10,'SAVETY FACTOR',T48,F4.2)
0020          WRITE(IW,455) ACF
0021    455   FORMAT(//,T10,'ACCELERATION FACTOR',T45,F10.5)
0022          WRITE(IW,111)
0023          WRITE(IW,15)
0024    15    FORMAT(T25,':',17('-'),':')
0025    111   FORMAT(////////////)
0026          WRITE(IW,20)
0027    20    FORMAT(T25,':  NEW LINE DATA  :')
0028          WRITE(IW,15)
0029          WRITE(IW,111)
0030          WRITE(IW,40)
0031    40    FORMAT(T10,':',6('-'),':',10('-'),':',11('-'),':',10('-'),
             1':',6('-'),':',2(7('-'),':'))
0032          WRITE(IW,45)
0033    45    FORMAT(T10,': LINE : BUS CODE :  SERIES   :   LINE   : VOLT :',
             12('  MAX  :'))
0034          WRITE(IW,50)
0035          WRITE(IW,40)
0036    50    FORMAT(T10,':',6X,':',3X,'P-Q',4X,': IMPEDANCE : CHARGING :',
             1' (KV) : POWER : (KAMP):')
0037          DO 25 I=1,NL
0038          IF(LOLD(I).EQ.0) GO TO 25
0040          ZB=VBL(I)**2/PBASE
0041          Y1=YSHT(I)/ZB
0042          RY=REAL(Y1)
0043          AY=AIMAG(Y1)
0044          Y2=Y2/YSER(I)
0045          AX=REAL(Y2)
0046          AZ=AIMAG(Y2)
0047          SS=CPOW(I)*PBASE*SEF
0048          SR=CLAMP(I)*PBASE*SEF/VBL(I)
0049          WRITE(IW,30) LINE(I),SB(I),EB(I),AX,RY,VBL(I),SS,SR
0050    30    FORMAT(T10,': ',I3,2('  :',I3),2(' :  ',F7.3,1X),': ',F5.1,
             12(':  ',F5.1,),':')
0051          WRITE(IW,35) AZ,AY
```

```
FORTRAN IV      V02.5                                          PAGE 002

0052  35    FORMAT(T10,':',6X,':',8X,2('  :+J',F7.3),' :',
           1(6X,' :',2(7(,':'))
0053        WRITE(IW,40)
0054  25    CONTINUE
0055        WRITE(IW,111)
0056        IF(IPTION(1).EQ.0) GO TO 90
0058        WRITE(IW,500)
0059        WRITE(IW,505)
0060        WRITE(IW,500)
0061        WRITE(IW,111)
0062  500   FORMAT(T25,':',27('-'),':')
0063  505   FORMAT(T25,':  INPUT-OUTPUT MWATT-MVAR  :')
0064        WRITE(IW,55)
0065  55    FORMAT(T16,':',3('-'),':',2(20('-'),':'))
0066        WRITE(IW,60)
0067  60    FORMAT(T16,': BUS :',T28,'GENERATIONS',T43,':',T52,'LOAD',T63,
           1' :')
0068        WRITE(IW,65)
0069  65    FORMAT(T16,': NO. :',2(10('-'),':',9('-'),':'))
0070        WRITE(IW,70)
0071  70    FORMAT(T16,':',5X,':',2(4X,'MW',4X,':  MVAR   :'))
0072        WRITE(IW,55)
0073        DO 75 I=1,NB
0074        DO 75 J=1,NB
0075        IF(I-NOB(J)) 75,85,75
0076  85    CONTINUE
0077        AX=PG(J)*PBASE
0078        AY=QG(J)*PBASE
0079        AZ=PD(J)*PBASE
0080        RX=QD(J)*PBASE
0081        WRITE(IW,80) NOB(J),AX,AY,AZ,RX
0082  80    FORMAT(T16,':',I3,T22,':',2(2X,F7.2,' : ',F7.2,' :'))
0083        WRITE(IW,55)
0084  75    CONTINUE
0085        WRITE(IW,111)
0086        WRITE(IW,510)
0087        WRITE(IW,515)
0088        WRITE(IW,510)
0089  510   FORMAT(T25,':',14('-'),':')
0090  515   FORMAT(T25,':  LINE  DATA  :')
0091        WRITE(IW,111)
0092  90    CONTINUE
0093        IF(IPTION(2).EQ.0) GO TO 105
0095        WRITE(IW,40)
0096        WRITE(IW,45)
0097        WRITE(IW,50)
0098        WRITE(IW,40)
0099        DO 95 I=1,NL
0100        DO 95 J=1,NL
0101        IF(I-LINE(J)) 95,100,95
0102  100   CONTINUE
0103        ZB=VBL(J)**2/PBASE
0104        Y1=YSHT(J)*ZB
0105        B1=REAL(Y1)
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0106          AY=AIMAG(Y1)
0107          Y2=ISER(J)*ZB
0108          AX=REAL(Y2)
0109          AZ=AIMAG(Y2)
0110          SS=CPOW(J)*PBASE*SEF
0111          SR=CLAMP(J)*PBASE*SEF/VBL(J)
0112          WRITE(IW,30) LINE(J),SB(J),EB(J),AX,RY,VBL(J),SS,SR
0113          WRITE(IW,35) AZ,AY
0114          WRITE(IW,40)
0115   95     CONTINUE
0116          WRITE(IW,111)
0117          WRITE(IW,600)
0118          WRITE(IW,605)
0119          WRITE(IW,600)
0120          WRITE(IW,111)
0121          WRITE(IW,40)
0122          WRITE(IW,45)
0123          WRITE(IW,50)
0124          WRITE(IW,40)
0125   600    FORMAT(T25,':',25('-'),':')
0126   605    FORMAT(T25,':  LINE DATA IN PER UNIT  :')
0127          DO 610 I=1,NL
0128          DO 610 J=1,NL
0129          IF(I-LINE(J)) 610,615,610
0130   615    CONTINUE
0131          AX=REAL(ZSER(J))
0132          AZ=AIMAG(ZSER(J))
0133          RY=REAL(YSHT(J))
0134          AY=AIMAG(YSHT(J))
0135          SS=CPOW(J)*SEF
0136          SR=CLAMP(J)*SEF
0137          WRITE(IW,30) LINE(J),SB(J),EB(J),AX,RY,VBL(J),SS,SR
0138          WRITE(IW,35) AZ,AY
0139          WRITE(IW,40)
0140   610    CONTINUE
0141          WRITE(IW,111)
0142   105    CONTINUE
0143          IF(OPTION(3).EQ.0) GO TO 220
0145          IF(NT.EQ.0) GO TO 175
0147          WRITE(IW,445)
0148   445    FORMAT(T10,':',57('-'),':')
0149          WRITE(IW,110) NT
0150          WRITE(IW,445)
0151   110    FORMAT(T15,'TOTAL TRANSFORMERS IN SYSTEM',T60,I3)
0152          WRITE(IW,111)
0153          WRITE(IW,125)
0154   125    FORMAT(T7,':',16('-'),':',9('-'),':',8('-'),':',15('-'),':')
0155          WRITE(IW,130)
0156   130    FORMAT(T7,':   TURN RATIO',' :',3X,'BUS  : HIGH  :',
              1'  TRANSFORMER  :')
0157          WRITE(IW,135)
0158   135    FORMAT(T7,':',7('-'),':',8('-'),': CONECT  : VOLT  :',
              1'   IMPEDANCE   :')
0159          WRITE(IW,450)
```

```
0160  450   FORMAT(T7,':   1   :   A',4X,':',9X,':  (KV)  :',15X':')
0161        WRITE(IW,140)
0162  140   FORMAT(T7,':',7('-'),':',8('-'),':',9('-'),':',8('-'),
     1':',15('-'),':')
0163        DO 115 I=1,NT
0164        DO 115 J=1,NT
0165        IF(I-T(J)) 115,120,115
0166  120   CONTINUE
0167        Y1=VTF(J)**2/(PBASE*YXFMR(J))
0168        AX=REAL(Y1)
0169        AY=AIMAG(Y1)
0170        II=TB(J)
0171        IJ=AB(J)
0172        AP=REAL(A(J))
0173        AZ=AIMAG(A(J))
0174        IF(VBASE(II)-VBASE(IJ)) 150,150,155
0175  155   CONTINUE
0176        AA=VBASE(II)
0177        GO TO 160
0178  150   CONTINUE
0179        AA=VBASE(IJ)
0180  160   CONTINUE
0181        WRITE(IW,165) AR,TB(I),AB(I),AA,AX
0182  165   FORMAT(T7,':   1   :',F7.4,T24,':',I3,' :',I3,' : ',
     1F6.2,' :   ',F8.4,T59,':')
0183        WRITE(IW,170) AZ,AY
0184  170   FORMAT(T7,':',7X,':+J',F8.3,T24,': ',2(8X,':'),'+J',F8.4,
     1T59,':')
0185        WRITE(IW,125)
0186  115   CONTINUE
0187        WRITE(IW,111)
0188  175   CONTINUE
0189        IF(NC.EQ.0) GO TO 220
0191        WRITE(IW,445)
0192        WRITE(IW,180) NC
0193        WRITE(IW,445)
0194  180   FORMAT(T15,'TOTAL CAPACITOR BANK IN SYSTEM',T60,I3)
0195        WRITE(IW,111)
0196        WRITE(IW,185)
0197  185   FORMAT(T11,':',6('-'),':',8('-'),':',12('-'),':')
0198        WRITE(IW,190)
0199  190   FORMAT(T11,': CAP. : BUS   :   Y-CAP.    :')
0200        WRITE(IW,195)
0201  195   FORMAT(T11,': NO.  : CONECT :',T40,':')
0202        WRITE(IW,185)
0203        DO 200 I=1,NC
0204        DO 200 J=1,NT
0205        IF(C(I)-J) 200,205,200
0206  205   CONTINUE
0207        Y2=YCAP(J)/(VBASE(J)**2)*PBASE
0208        RY=REAL(Y2)
0209        AY=AIMAG(Y2)
0210        WRITE(IW,210) C(J),CB(J),RY
0211  210   FORMAT(T11,': ',I3,T18,':',T20,I3,T27,':   ',F8.4,T40,':')
```

FORTRAN IV V02.5

```
0212          WRITE(IW,215) AY
0213          WRITE(IW,185)
0214    215   FORMAT(T11,':',6X,':',8X,':+J',F8.4,T40,':')
0215    200   CONTINUE
0216          WRITE(IW,111)
0217    220   CONTINUE
0218          IF(OPTION(4).EQ.0) GO TO 255
0220          WRITE(IW,435)
0221          WRITE(IW,225)
0222          WRITE(IW,435)
0223          WRITE(IW,111)
0224    225   FORMAT(T25,':  BUS ADMITTANCE MATRIX  :')
0225    435   FORMAT(T25,':',25('-'),':')
0226          DO 230 I=1,NB
0227          DO 230 J=1,NB
0228          G(I,J)=REAL(Y(I,J))
0229          H(I,J)=AIMAG(Y(I,J))
0230    230   CONTINUE
0231          DO 235 I=1,NB
0232          WRITE(IW,240) I,(J,J=1,NB)
0233    240   FORMAT(10X,I2,':',10(I1,9('-'),':'))
0234          WRITE(IW,245) (G(I,J),J=1,NB)
0235    245   FORMAT(12X,':',10(F10.4,':'))
0236          WRITE(IW,250) (H(I,J),J=1,NB)
0237    250   FORMAT(12X,':',10(F9.4,'J',':'))
0238    235   CONTINUE
0239          WRITE(IW,240) I,(J,J=1,NB)
0240          WRITE(IW,111)
0241    255   CONTINUE
0242          IF(OPTION(5).EQ.0) RETURN
0244          WRITE(IW,520)
0245          WRITE(IW,525)
0246          WRITE(IW,520)
0247          WRITE(IW,111)
0248    520   FORMAT(T25,':',25('-'),':')
0249    525   FORMAT(T25,':  OUTPUT FROM LOAD FLOW  :')
0250          WRITE(IW,265)
0251    265   FORMAT(T10,':',5('-'),':',3(8('-'),':'),2(17('-'),':'))
0252          WRITE(IW,270)
0253    270   FORMAT(T10,': BUS :',6X,'VOLT',6X,' : ANGLE  :',4X,
             1'GENERATION',3X,':',6X,'DEMAND',5X,':')
0254          WRITE(IW,275)
0255    275   FORMAT(T10,': NO. : ',7(' '),':',6(' '),':',5(6X,':'))
0256          WRITE(IW,280)
0257    280   FORMAT(T10,' : ',5X,': PU.  :  KV   : DEGREE):',
             1T10,17('-'),':')
0258          WRITE(IW,285)
0259    285   FORMAT(T10,':',5X,': ',7X,':',2(8),':'),
             12(3X,'MW  :  MVAR  :'))
0260          WRITE(IW,265)
0261          DO 260 I=1,NB
0262          DO 260 J=1,NB
0263          IF(I-NOB(J)) 260,290,260
0264    290   CONTINUE
```

```
0265          AX=ANGLE(J)*57.29578
0266          ST=PD(J)*PBASE
0267          SY=QD(J)*PBASE
0268          SR=PG(J)*PBASE
0269          SS=QG(J)*PBASE
0270          AY=VMAG(J)
0271          AZ=AY*VBASE(J)
0272          WRITE(IW,590) NOB(J),AY,AZ,AX,SR,SS,ST,SY
0273   590    FORMAT(T10,': ',I3,' : ',F7.4,': ',F7.2,':',F8.4,':',
             14(F7.2,' :'))
0274          WRITE(IW,265)
0275   260    CONTINUE
0276          WRITE(IW,111)
0277          WRITE(IW,530)
0278          WRITE(IW,535)
0279          WRITE(IW,530)
0280          WRITE(IW,111)
0281   530    FORMAT(T25,':',14('-'),':')
0282   535    FORMAT(T25,':  LINE  FLOW  :')
0283          TPLOL=0.0
0284          TQLOL=0.0
0285          DO 295 I=1,NL
0286          L=SB(I)
0287          M=EB(I)
0288          S(I)=V(L)*CONJG((V(L)-V(M))*YSER(I)+V(L)*YSHT(I)/2.0)
0289          R(I)=V(M)*CONJG((V(M)-V(L))*YSER(I)+V(M)*YSHT(I)/2.0)
0290   295    CONTINUE
0291          IF(NT.EQ.0) GO TO 315
0292          DO 310 I=1,NT
0294          N=TB(I)
0295          M=AB(I)
0296          YE=(V(N)-V(M)/A(I))*YXFMR(I)
0297          Y1=V(N)*CONJG(YE)
0298          Y2=-CONJG(YE)*V(M)/A(I)
0299          TPLOL=TPLOL+ABS(ABS(REAL(Y1))-ABS(REAL(Y2)))
0300          QPLOL=QPLOL+ABS(ABS(AIMAG(Y1))-ABS(AIMAG(Y2)))
0301   310    CONTINUE
0302   315    CONTINUE
0303          DO 320 I=1,NL
0304          PLOL(I)=ABS(ABS(REAL(S(I)))-ABS(REAL(R(I))))*PBASE
0305          QLOL(I)=ABS(ABS(AIMAG(S(I)))-ABS(AIMAG(R(I))))*PBASE
0306          TPLOL=TPLOL+PLOL(I)
0307          TQLOL=TQLOL+QLOL(I)
0308   320    CONTINUE
0309          WRITE(IW,335)
0310   335    FORMAT(10X,':',3(4('-'),':'),3(13('-'),':'))
0311          WRITE(IW,340)
0312   340    FORMAT(10X,':LINE:FROM: TO :    FLOW FROM P    :
             1    FLOW TO Q     :',7X,'LOSS',7X,':')
0313          WRITE(IW,345)
0314   345    FORMAT(10X,':NO. :',2('BUS :'),3(8('-'),':',9('-'),':'))
0315          WRITE(IW,350)
0316   350    FORMAT(10X,':',4X,': P  : Q  :',3('   MW   :  MVAR   :'))
0317          WRITE(IW,355)
```

```
0318  355   FORMAT(10X,':',3(4('-'),':'),3(8('-'),':',9('-'),':'))
0319        DO 360 I=1,NL
0320        DO 360 J=1,NL
0321        IF(I-LINE(J)) 360,365,360
0322  365   CONTINUE
0323        AX=REAL(S(J))*PBASE
0324        AY=AIMAG(S(J))*PBASE
0325        AZ=REAL(R(J))*PBASE
0326        RY=AIMAG(R(J))*PBASE
0327        WRITE(IW,370) LINE(J),SB(J),EB(J),AX,AY,AZ,RY,PLOL(J),QLOL(J)
0328        WRITE(IW,385)
0329  370   FORMAT(10X,':',I3,T16,2(': ',I3),3(': ',F7.2,':  ',F7.2),':')
0330  360   CONTINUE
0331        WRITE(IW,111)
0332        WRITE(IW,550)
0333        WRITE(IW,555)
0334        WRITE(IW,550)
0335        WRITE(IW,111)
0336  550   FORMAT(T25,':',21('-'),':')
0337  555   FORMAT(T25,':  CURRENT  IN  LINE  :')
0338        A11=SQRT(3.0)
0339        DO 560 I=1,NL
0340        N=SB(I)
0341        M=EB(I)
0342        Y1=(V(N)-V(M))/ZSER(I)
0343        DV(I)=CABS(Y1)
0344        AX=REAL(Y1)
0345        AY=AIMAG(Y1)
0346        DQ(I)=ATAN2(AY,AX)*57.29578
0347        DP(I)=DV(I)*PBASE/(VBL(I)*A11)
0348  560   CONTINUE
0349        WRITE(IW,565)
0350        WRITE(IW,570)
0351        WRITE(IW,575)
0352        WRITE(IW,580)
0353        WRITE(IW,565)
0354  565   FORMAT(T10,':',3(4('-'),':'),2(9('-'),':'),8('-'),':',
           19('-'),':')
0355  570   FORMAT(T10,':LINE:FROM: TO :',6X,'CURRENT',6X,': ANGLE  :
           1  LINE  :')
0356  575   FORMAT(T10,':NO. :',2('BUS :'),3X,'PU.',3X,':',3X,'KAMP  :',
           1'(DEGREE): VOLTAGE :')
0357  580   FORMAT(T10,':',4X,': P  : Q  :',2(9X,':'),3X,':   (KV)  :')
0358        DO 585 J=1,NL
0359        DO 595 I=1,NL
0360        IF(J-LINE(I)) 595,590,595
0361  595   CONTINUE
0362        WRITE(IW,590) LINE(I),SB(I),EB(I),DV(I),DP(I),DQ(I),VBL(I)
0363  590   FORMAT(9X,':',I3,T15,2(': ',I3),2(':  ',F7.2),':',F8.2,':',
           1F8.2,' :')
0364        WRITE(IW,565)
0365  585   CONTINUE
0366        WRITE(IW,111)
0367        WRITE(IW,385)
```

```
0362          WRITE(IW,111)
0369          WRITE(IW,390)
0370          AX=0.0
0371          AY=0.0
0372          RY=0.0
0373          AZ=0.0
0374          DO 375 I=1,NB
0375          AX=AX-PG(I)*PBASE
0376          AY=AY+QG(I)*PBASE
0377          RY=RY+PD(I)*PBASE
0378          AZ=AZ+QD(I)*PBASE
0379    375   CONTINUE
0380          WRITE(IW,380) AX,AY
0381    380   FORMAT(10X,'GENERATION',T30,2(F7.2,5X),//)
0382    385   FORMAT(25X,'SYSTEM TOTAL',/,25X,12('-'))
0383    390   FORMAT(T34,'MW',T45,'MVAR',//)
0384          WRITE(IW,395) RY,AZ
0385    395   FORMAT(10X,'LOAD',T30,2(F7.2,5X),//)
0386          YS=CMPLX(0.0,0.0)
0387          DO 400 I=1,NL
0388          M=SB(I)
0389          N=EB(I)
0390          YS=YS+YSHT(I)*(CABS(V(N))**2+CABS(V(M))**2)/2.0
0391    400   CONTINUE
0392          YS=YS*PBASE
0393          WRITE(IW,405) YS
0394    405   FORMAT(10X,'LINE CHARGING',T30,2(F7.2,5X),//)
0395          Y2=CMPLX(0.0,0.0)
0396          IF(NC.EQ.0)GO TO 415
0398          DO 410 I=1,NC
0399          N=CB(I)
0400          Y2=Y2+YCAP(I)*CABS(V(N))**2
0401    410   CONTINUE
0402          Y2=Y2*PBASE
0403    415   CONTINUE
0404          WRITE(IW,420) Y2
0405    420   FORMAT(10X,'STATIC CAPACITOR',T30,2(F7.2,5X),//)
0406          YS=YS+Y2
0407          AX=AX-RY-REAL(YS)
0408          AY=AY-AZ+AIMAG(YS)
0409          WRITE(IW,425) TPLOL,TQLOL
0410    425   FORMAT(10X,'LOSSES',T30,2(F7.2,5X),//)
0411          AX=ABS(AX-TPLOL)
0412          AY=ABS(AY-TQLOL)
0413          WRITE(IW,430) AX,AY
0414    430   FORMAT(10X,'MISMATCH',T30,2(F7.2,5X))
0415          RETURN
041C          END
```

FORTRAN IV V02.5 PAGE 001

```
0001          SUBROUTINE JORDAN(A,Y,X,N)
0002          DIMENSION A(20,20),Y(20),X(20)
0003          DO 10 I=1,N
0004          D=A(I,I)
0005          DO 20 J=1,N
0006          A(I,J)=A(I,J)/D
0007    20    CONTINUE
0008          Y(I)=Y(I)/D
0009          DO 30 J=1,N
0010          IF(I.EQ.J) GO TO 30
0012          Y(J)=Y(J)-Y(I)*A(J,I)
0013    30    CONTINUE
0014          IF(I.EQ.N) GO TO 10
0015          DO 40 K=1,N
0017          IF(K.EQ.I) GO TO 40
0019          D=A(K,I)
0020          DO 50 J=I,N
0021          A(K,J)=A(K,J)-A(I,J)*D
0022    50    CONTINUE
0023    40    CONTINUE
0024    10    CONTINUE
0025          DO 60 I=1,N
0026          X(I)=Y(I)
0027    60    CONTINUE
0028          RETURN
0029          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                          PAGE 001

      C
      C                    NETWORK     SENSITIVITIES
      C
0001          SUBROUTINE CHANGE
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,I
0004          COMPLEX S,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOLD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016          DIMENSION HH(20,20)
0017          K=0
0018          DO 5 I=1,NL
0019          DP(I)=0.0
0020          DQ(I)=0.0
0021          DV(I)=0.0
0022    5     CONTINUE
0023          MM=0
0024          DO 10 I=1,NB
0025          IF(NBTYPE(I).EQ.3) II=I
0027   10     CONTINUE
0028          DO 15 I=1,NB
0029          DO 15 J=1,NB
0030          HH(I,J)=0.0
0031   15     CONTINUE
0032          DO 20 I=1,NB
0033          IF(I.EQ.II) GO TO 20
0035          K=K+1
0036          M=0
0037          DO 70 J=1,NB
0038          IF(J.EQ.II) GO TO 70
0040          M=M+1
0041          HH(K,M)=-AIMAG(Y(I,J))
0042   70     CONTINUE
0043   20     CONTINUE
0044          DO 30 I=1,NL
0045          BB=AIMAG(1./ZSER(I))
0046          BI=-AIMAG(YSER(I))
0047          N=SB(I)
0048          L=EB(I)
0049          V1=CABS(V(N))
0050          V2=CABS(V(L))
0051          DD=ANGLE(N)-ANGLE(L)
0052          PL=ABS(V1*V2*SIN(DD)/BB)
0053          DV(I)=CPOW(I)-PL
0054          IF(DD.LT.0.0) DV(I)=-DV(I)
```

```
0056          DP(N)=DP(N)+DV(I)*B1
0057          DP(L)=DP(L)-DV(I)*B1
0058    30    CONTINUE
0059          DO 40 I=1,NB
0060          IF(I.EQ.II) GO TO 40
0061          MM=MM+1
0062          DQ(MM)=DP(I)
0064    40    CONTINUE
0065          CALL JORDAN(HH,DQ,DP,M)
0066          M=1
0067          DO 50 I=1,NB
0068          DQ(I)=0.0
0069          IF(I.EQ.II) GO TO 50
0071          DQ(I)=DP(M)
0072          M=M+1
0073    50    CONTINUE
0074          DO 60 I=1,NL
0075          IF(LOLD(I).EQ.0) GO TO 60
0077          N=SB(I)
0078          L=EB(I)
0079          Y(N,N)=Y(N,N)-YSER(I)-YSHT(I)/2.0
0080          Y(L,L)=Y(L,L)-YSER(I)-YSHT(I)/2.0
0081          Y(L,N)=Y(L,N)+YSER(I)
0082          Y(N,L)=Y(N,L)+YSER(I)
0083          DAN=DQ(N)-DQ(L)
0084          DAA=ANGLE(N)-ANGLE(L)
0085          DEY=DAA*(DAN-DV(I))
0086          YL=ABS(AIMAG(YSER(I))+ACF*DEY)
0087          GL=YL/XOR
0088          YSER(I)=CMPLX(GL,-YL)
0089          ZSER(I)=1.0/YSER(I)
0090          XL=AIMAG(ZSER(I))
0091          YSHT(I)=CMPLX(0.0,(XL/XOC))
0092          Y(N,N)=Y(N,N)+YSER(I)+YSHT(I)/2.0
0093          Y(L,L)=Y(L,L)+YSER(I)+YSHT(I)/2.0
0094          Y(N,L)=Y(N,L)-YSER(I)
0095          Y(L,N)=Y(L,N)-YSER(I)
0096    60    CONTINUE
0097          RETURN
0098          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FORTRAN IV V02.5 PAGE 001

```
      C
      C          MODIFY    NETWORK   SENSITIVITIES
      C
0001          SUBROUTINE CHANGE
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,
0004          COMPLEX S,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOLD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NHM,IR,IW,LNIT
0016          DO 60 I=1,NL
0017          IF(LOLD(I).EQ.0) GO TO 60
0018          N=SB(I)
0020          L=EB(I)
0021          Y(N,N)=Y(N,N)-YSER(I)-YSHT(I)/2.0
0022          Y(L,L)=Y(L,L)-YSER(I)-YSHT(I)/2.0
0023          Y(L,N)=Y(L,N)+YSER(I)
0024          Y(N,L)=Y(N,L)+YSER(I)
0025          DAA=ANGLE(N)-ANGLE(L)
0026          DEE=VMAG(N)*VMAG(L)
0027          DEY=(DP(I)-CPOW(I))*DAA*DEE
0028          YL=ABS(AIMAG(YSER(I))+ACF*DEY)
0029          GL=YL/XOR
0030          YSER(I)=CMPLX(GL,-YL)
0031          ZSER(I)=1.0/YSER(I)
0032          XL=AIMAG(ZSER(I))
0033          YSHT(I)=CMPLX(0.0,(XL/XOC))
0034          Y(N,N)=Y(N,N)+YSER(I)+YSHT(I)/2.0
0035          Y(L,L)=Y(L,L)+YSER(I)+YSHT(I)/2.0
0036          Y(N,L)=Y(N,L)-YSER(I)
0037          Y(L,N)=Y(L,N)-YSER(I)
0038    60    CONTINUE
0039          RETURN
0040          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                   PAGE 001

      C
      C           NEWTON  -  RAPHSON     METHOD
      C           RECTANGULAR      CO-ORDINATES
      C
0001          SUBROUTINE NEWTON
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004          COMPLEX B,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016          REAL JMAT
0017          COMPLEX VN
0018          DIMENSION VN(10),AA(10),B(10),CC(10),D(10)
0019          DIMENSION DB(10),PCAL(10),QCAL(10),ABV(10),QGN(10),NBTYPN(10)
0020          DIMENSION JMAT(20,20),DEL(20),DELV(20),DA(10),ABVCAL(10)
0021          COMMON /SONG/ VN,AA,B,CC,D,DB,PCAL,QCAL,ABV,QGN,NBTYPN,
             1JMAT,DEL,DELV,DA,ABVCAL
0022          NSJ=NB-1
0023          NJ=2*NSJ
0024          N=NLOAD+NSJ
0025          NOG=NCON
0026          NGN=NLOAD
0027          NIT=0
0028          NLD=0
0029          DO 10 I=1,NJ
0030          DO 10 J=1,NJ
0031          JMAT(I,J)=0.0
0032    10    CONTINUE
0033          NOOB=1
0034    91    CONTINUE
0035          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.1) GO TO 96
0037          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.2) GO TO 97
0039          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.3) GO TO 95
0041    96    CONTINUE
0042          NLD=NLD+1
0043          M=NLD
0044          GO TO 98
0045    97    CONTINUE
0046          NGN=NGN+1
0047          M=NGN
0048          GO TO 98
0049    95    CONTINUE
0050          NSNG=NOOB
0051          M=NB
0052    98    CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0053          QGN(M)=QG(NOOB)
0054          VN(M)=V(NOOB)
0055          NBTYPN(M)=NBTYPE(NOOB)
0056   118    CONTINUE
0057          NOOB=NOOB+1
0058          IF(NOOB.LE.NB) GO TO 91
0060          DO 85 I=1,NE
0061          K=NK(I)
0062          DO 85 J=1,NB
0063          L=NK(J)
0064          G(I,J)=REAL(Y(K,L))
0065          H(I,J)=-AIMAG(Y(K,L))
0066   85     CONTINUE
0067          DO 90 I=1,NB
0068          AA(I)=REAL(VN(I))
0069          B(I)=AIMAG(VN(I))
0070   90     CONTINUE
0071   101    CONTINUE
0072          DMAX=0.0
0073   100    CONTINUE
0074          DO 132 I=1,NLOAD
0075          P(I)=PGN(I)-PDN(I)
0076          Q(I)=QGN(I)-QDN(I)
0077          PCAL(I)=0.0
0078          QCAL(I)=0.0
0079          DO 130 J=1,NB
0080          X1=AA(J)*G(I,J)+B(J)*H(I,J)
0081          X2=B(J)*G(I,J)-AA(J)*H(I,J)
0082          PCAL(I)=PCAL(I)+AA(I)*X1+B(I)*X2
0083          QCAL(I)=QCAL(I)+B(I)*X1-AA(I)*X2
0084   130    CONTINUE
0085          Y1=CMPLX(PCAL(I),-QCAL(I))/CONJG(VN(I))
0086          D(I)=AIMAG(Y1)
0087          CC(I)=REAL(Y1)
0088          DP(I)=P(I)-PCAL(I)
0089          DQ(I)=Q(I)-QCAL(I)
0090          IF(ABS(DP(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DP(I))
0092          IF(ABS(DQ(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DQ(I))
0094   132    CONTINUE
0095          IF(NCON.EQ.0) GO TO 160
0097          DO 135 I=(NLOAD+1),(NB-1)
0098          P(I)=PGN(I)-PDN(I)
0099          ABV(I)=VSPECN(I)**2
0100          PCAL(I)=0.0
0101          DO 150 J=1,NB
0102          X1=AA(J)*G(I,J)+B(J)*H(I,J)
0103          X2=B(J)*G(I,J)-AA(J)*H(I,J)
0104          PCAL(I)=PCAL(I)+AA(I)*X1+B(I)*X2
0105          QCAL(I)=QCAL(I)+B(I)*X1-AA(I)*X2
0106   150    CONTINUE
0107          ABVCAL(I)=AA(I)**2+B(I)**2
0108          Q(I)=-QDN(I)
0109          Y1=CMPLX(PCAL(I),-QCAL(I))/CONJG(VN(I))
0111          CC(I)=REAL(Y1)
```

```
0111          D(I)=AIMAG(Y1)
0112          DP(I)=P(I)-PCAL(I)
0113          DV(I)=ABV(I)-ABVCAL(I)
0114          IF(ABS(DP(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DP(I))
0115          IF(ABS(DV(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DV(I))
0118   135    CONTINUE
0119   160    CONTINUE
0120          IF(DMAX.LT.ERROR) GO TO 360
0122          DO 170 I=1,NSJ
0123          DO 170 J=1,NSJ
0124          JMAT(I,J)=AA(I)*G(I,J)-B(I)*H(I,J)
0125          IF(I.EQ.J) JMAT(I,J)=JMAT(I,J)+CC(I)
0127   170    CONTINUE
0128          DO 180 I=1,NSJ
0129          DO 180 J=1,NSJ
0130          JJ=NSJ+J
0131          JMAT(I,JJ)=AA(I)*H(I,J)+B(I)*G(I,J)
0132          IF(I.EQ.J) JMAT(I,JJ)=JMAT(I,JJ)+D(I)
0134   180    CONTINUE
0135          DO 190 I=1,NLOAD
0136          DO 190 J=1,NSJ
0137          II=NSJ+I
0138          JMAT(II,J)=AA(I)*H(I,J)+B(I)*G(I,J)
0139          IF(I.EQ.J) JMAT(II,J)=JMAT(II,J)-D(I)
0141   190    CONTINUE
0142          DO 200 I=1,NLOAD
0143          DO 200 J=1,NSJ
0144          II=NSJ+I
0145          JJ=NSJ+J
0146          JMAT(II,JJ)=-AA(I)*G(I,J)+B(I)*H(I,J)
0147          IF(I.EQ.J) JMAT(II,JJ)=JMAT(II,JJ)+CC(I)
0149   200    CONTINUE
0150          IF(NCON.EQ.0) GO TO 221
0152          DO 210 I=1,NCON
0153          DO 210 J=1,NSJ
0154          II=N+I
0155          IJ=I+NLOAD
0156          K=NLOAD+J
0157          IF(I.EQ.J) JMAT(II,K)=2.0*AA(IJ)
0159   210    CONTINUE
0160          DO 220 I=1,NCON
0161          DO 220 J=1,NSJ
0162          II=N+I
0163          IJ=I+NLOAD
0164          IF(I.EQ.J) JMAT(II,II)=2.0*B(IJ)
0166   220    CONTINUE
0167   221    CONTINUE
0168          DO 230 I=1,NSJ
0169          DEL(I)=DP(I)
0170   230    CONTINUE
0171          DO 240 I=1,NLOAD
0172          II=NSJ+I
0173          DEL(II)=DP(I)
0174   240    CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0175          IF(NCON.EQ.0) GO TO 251
0177          DO 250 I=1,NCON
0178          II=N+I
0179          J=NLOAD+I
0180          DEL(II)=DV(J)
0181   250    CONTINUE
0182   251    CONTINUE
0183          CALL JORDAN(JMAT,DEL,DELV,NJ)
0184          DO 270 I=1,NSJ
0185          DA(I)=DELV(I)
0186          II=NSJ+I
0187          DB(I)=DELV(II)
0188          AA(I)=AA(I)+DA(I)
0189          B(I)=B(I)+DB(I)
0190   270    CONTINUE
0191          IF(NCON.EQ.0) GO TO 355
0193          I=NLOAD+1
0194          J=NLOAD+NCON
0195          DO 350 NOOB=I,J
0196          IF(NBTYPN(NOOB).EQ.2) GO TO 280
0198          GO TO 350
0199   280    CONTINUE
0200          Q(NOOB)=0.0
0201          DO 290 JJ=1,NB
0202          Q(NOOB)=Q(NOOB)+?(NOOB)*(AA(JJ)*G(NOOB,JJ)+B(JJ)*H(NOOB,JJ))
0203          Q(NOOB)=Q(NOOB)+AA(NOOB)*(B(JJ)*G(NOOB,JJ)-AA(JJ)*H(NOOB,JJ))
0204   290    CONTINUE
0205          QGN(NOOB)=Q(NOOB)+QDN(NOOB)
0206          IF(QGN(NOOB)-QMAXN(NOOB)) 300,350,310
0207   300    CONTINUE
0208          IF(QGN(NOOB)-QMINN(NOOB)) 320,350,350
0209   310    CONTINUE
0210          QGN(NOOB)=QMAXN(NOOB)
0211          GO TO 350
0212   320    CONTINUE
0213          QGN(NOOB)=QMINN(NOOB)
0214   350    CONTINUE
0215   355    CONTINUE
0216          NIT=NIT+1
0217          IF(NIT.GT.LNIT) GO TO 420
0219          GO TO 101
0220   360    CONTINUE
0221          DO 362 I=1,NB
0222          K=NF(I)
0223          CC(K)=AA(I)
0224          DB(K)=B(I)
0225          DQ(K)=QGN(I)
0226   362    CONTINUE
0227          DO 365 I=1,NB
0228          AA(I)=CC(I)
0229          B(I)=DB(I)
0230          QG(I)=DQ(I)
0231   365    CONTINUE
0232          DO 380 I=1,NB
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0233          IF(NBTYPE(I).EQ.1) GO TO 370
0235          V(I)=CMPLX(AA(I),B(I))/CABS(CMPLX(AA(I),B(I)))*VSPEC(I)
0236          GO TO 380
0237    370   CONTINUE
0238          V(I)=CMPLX(AA(I),B(I))
0239    380   CONTINUE
0240          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
0241          DO 400 I=1,NB
0242          Y1=Y1+Y(NSWG,I)*V(I)
0243    400   CONTINUE
0244          Y1=Y1*CONJG(V(NSWG))
0245          P(NSWG)=REAL(Y1)
0246          Q(NSWG)=-AIMAG(Y1)
0247          PG(NSWG)=P(NSWG)+PD(NSWG)
0248          QG(NSWG)=Q(NSWG)+QD(NSWG)
0249          DO 410 I=1,NB
0250          VMAG(I)=CABS(V(I))
0251          ANGLE(I)=ATAN2(AIMAG(V(I)),REAL(V(I)))
0252    410   CONTINUE
0253          GO TO 440
0254    420   CONTINUE
0255          WRITE(IW,430) LNIT
0256    430   FORMAT(T5,'CONVERGENCE NOT OBTAINED IN ',I5,' ITEREATIONS')
0257    440   CONTINUE
0258          RETURN
0259          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      C
      C              NEWTON    -    RAPHSON    METHOD
      C          APPROXIMATIONS    RECTANGULAR    CO-ORDINATES
      C
0001          SUBROUTINE NEWTON
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,A1
0004          COMPLEX S,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016          REAL JMAT
0017          COMPLEX VN
0018          DIMENSION VN(10),AA(10),B(10),CC(10),D(10)
0019          DIMENSION DB(10),PCAL(10),QCAL(10),ABV(10),QGN(10),NBTYPN(10)
0020          DIMENSION JMAT(20,20),DEL(20),DELV(20),DA(10),ABVCAL(10)
0021          NSJ=NB-1
0022          NJ=2*NSJ
0023          N=NLOAD+NSJ
0024          NOG=NCON
0025          NGN=NLOAD
0026          NIT=0
0027          NLD=0
0028          DO 10 I=1,NJ
0029          DO 10 J=1,NJ
0030          JMAT(I,J)=0.0
0031    10    CONTINUE
0032          NOOB=1
0033    91    CONTINUE
0034          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.1) GO TO 96
0035          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.2) GO TO 97
0036          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.3) GO TO 95
0040    96    CONTINUE
0041          NLD=NLD+1
0042          M=NLD
0043          GO TO 98
0044    97    CONTINUE
0045          NGN=NGN-1
0046          M=NGN
0047          GO TO 98
0048    95    CONTINUE
0049          NSWG=NOOB
0050          M=NB
0051    98    CONTINUE
0052          QGN(M)=QG(NOOB)
0053          VN(M)=V(NOOB)
```

```
0054          NBTYPN(M)=NBTYPE(NOOB)
0055   118    CONTINUE
0056          NOOB=NOOB+1
0057          IF(NOOB.LE.NB) GO TO 91
0059          DO 85 I=1,NB
0060          K=NK(I)
0061          DO 85 J=1,NB
0062          L=NK(J)
0063          G(I,J)=REAL(Y(K,L))
0064          H(I,J)=-AIMAG(Y(K,L))
0065   85     CONTINUE
0066          DO 90 I=1,NB
0067          AA(I)=REAL(VN(I))
0068          B(I)=AIMAG(VN(I))
0069   90     CONTINUE
0070   101    CONTINUE
0071          NOOB=1
0072          DMAX=0.0
0073   100    CONTINUE
0074          DO 132 I=1,NLOAD
0075          P(I)=PGN(I)-PDN(I)
0076          Q(I)=QGN(I)-QDN(I)
0077          PCAL(I)=0.0
0078          QCAL(I)=0.0
0079          DO 130 J=1,NB
0080          X1=AA(J)*G(I,J)+B(J)*H(I,J)
0081          X2=B(J)*G(I,J)-AA(J)*H(I,J)
0082          PCAL(I)=PCAL(I)+AA(I)*X1+B(I)*X2
0083          QCAL(I)=QCAL(I)+B(I)*X1-AA(I)*X2
0084   130    CONTINUE
0085          Y1=CMPLX(PCAL(I),-QCAL(I))/CONJG(VN(I))
0086          D(I)=AIMAG(Y1)
0087          CC(I)=REAL(Y1)
0088          DP(I)=P(I)-PCAL(I)
0089          DQ(I)=Q(I)-QCAL(I)
0090          IF(ABS(DP(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DP(I))
0092          IF(ABS(DQ(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DQ(I))
0094   132    CONTINUE
0095          IF(NCON.EQ.0) GO TO 160
0097          DO 135 I=(NLOAD+1),(NB-1)
0098          P(I)=PGN(I)-PDN(I)
0099          ABV(I)=VSPECN(I)**2
0100          PCAL(I)=0.0
0101          DO 150 J=1,NB
0102          X1=AA(J)*G(I,J)+B(J)*H(I,J)
0103          X2=B(J)*G(I,J)-AA(J)*H(I,J)
0104          PCAL(I)=PCAL(I)+AA(I)*X1+B(I)*X2
0105          QCAL(I)=QCAL(I)+B(I)*X1-AA(I)*X2
0106   150    CONTINUE
0107          ABVCAL(I)=AA(I)**2+B(I)**2
0108          Q(I)=-QDN(I)
0109          Y1=CMPLX(PCAL(I),-QCAL(I))/CONJG(VN(I))
0110          CC(I)=REAL(Y1)
0111          D(I)=AIMAG(Y1)
```

FORTRAN IV V02.5 PAGE 003

```
0112          DP(I)=P(I)-PCAL(I)
0113          DV(I)=ABV(I)-ABVCAL(I)
0114          IF(ABS(DP(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DP(I))
0116          IF(ABS(DV(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DV(I))
0118   150    CONTINUE
0119   160    CONTINUE
0120          IF(DMAX.LT.ERROR) GO TO 360
0122          DO 170 I=1,NSJ
0123          JMAT(I,I)=AA(I)*G(I,I)-B(I)*H(I,I)+CC(I)
0124   170    CONTINUE
0125          DO 180 I=1,NSJ
0126          JJ=NSJ+I
0127          JMAT(I,JJ)=AA(I)*H(I,I)+B(I)*G(I,I)+D(I)
0128   180    CONTINUE
0129          DO 190 I=1,NLOAD
0130          DO 190 J=1,NSJ
0131          II=NSJ+I
0132          IF(I.EQ.J) JMAT(II,J)=AA(I)*H(I,I)+B(I)*G(I,I)-D(I)
0134   190    CONTINUE
0135          DO 200 I=1,NLOAD
0136          DO 200 J=1,NSJ
0137          II=NSJ+I
0138          JJ=NSJ+J
0139          IF(I.EQ.J) JMAT(II,JJ)=-AA(I)*G(I,I)+B(I)*H(I,I)+CC(I)
0141   200    CONTINUE
0142          IF(NOG.EQ.0) GO TO 221
0144          DO 210 I=1,NOG
0145          DO 210 J=1,NSJ
0146          II=N+I
0147          IJ=I+NLOAD
0148          K=NLOAD+J
0149          IF(I.EQ.J) JMAT(II,K)=2.0*AA(IJ)
0151   210    CONTINUE
0152          DO 220 I=1,NOG
0153          DO 220 J=1,NSJ
0154          II=N+I
0155          IJ=I+NLOAD
0156          IF(I.EQ.J) JMAT(II,II)=2.0*B(IJ)
0158   220    CONTINUE
0159   221    CONTINUE
0160          DO 230 I=1,NSJ
0161          DEL(I)=DP(I)
0162   230    CONTINUE
0163          DO 240 I=1,NLOAD
0164          II=NSJ+I
0165          DEL(II)=DG(I)
0166   240    CONTINUE
0167          IF(NOG.EQ.0) GO TO 251
0169          DO 250 I=1,NOG
0170          II=N+I
0171          J=NLOAD+I
0172          DEL(II)=DV(J)
0173   250    CONTINUE
0174   251    CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0175          CALL JORDAN(JMAT,DEL,DELV,NJ)
0176          DO 270 I=1,NSJ
0177          DA(I)=DELV(I)
0178          II=NSJ+I
0179          DB(I)=DELV(II)
0180          AA(I)=AA(I)+DA(I)
0181          B(I)=B(I)+DB(I)
0182    270   CONTINUE
0183          IF(NOG.EQ.0) GO TO 355
0185          I=NLOAD+1
0186          J=NLOAD+NOG
0187          DO 350       NOOB=I,J
0188          IF(NBTYPN(NOOB).EQ.2) GO TO 280
0190          GO TO 350
0191    280   CONTINUE
0192          Q(NOOB)=0.0
0193          DO 290 JJ=1,NB
0194          Q(NOOB)=Q(NOOB)-B(NOOB)*(AA(JJ)*G(NOOB,JJ)+B(JJ)*H(NOOB,JJ))
0195          Q(NOOB)=Q(NOOB)+AA(NOOB)*(B(JJ)*G(NOOB,JJ)-AA(JJ)*H(NOOB,JJ))
0196    290   CONTINUE
0197          QGN(NOOB)=Q(NOOB)+QDN(NOOB)
0198          IF(QGN(NOOB)-QMAXN(NOOB)) 300,350,310
0199    300   CONTINUE
0200          IF(QGN(NOOB)-QMINN(NOOB)) 320,350,350
0201    310   CONTINUE
0202          QGN(NOOB)=QMAXN(NOOB)
0203          GO TO 350
0204    320   CONTINUE
0205          QGN(NOOB)=QMINN(NOOB)
0206    350   CONTINUE
0207    355   CONTINUE
0208          NIT=NIT-1
0209          IF(NIT.GT.LNIT) GO TO 420
0211          GO TO 101
0212    360   CONTINUE
0213          DO 362 I=1,NB
0214          K=NK(I)
0215          CC(K)=AA(I)
0216          DB(K)=B(I)
0217          DQ(K)=QGN(I)
0218    362   CONTINUE
0219          DO 365 I=1,NB
0221          AA(I)=CC(I)
0221          B(I)=DB(I)
0222          QG(I)=DQ(I)
0223    365   CONTINUE
0224          DO 380 I=1,NE
0225          IF(NBTYPE(I).EQ.1) GO TO 370
0227          V(I)=CMPLX(AA(I),B(I))/CABS(CMPLX(AA(I),B(I)))*VSPEC(I)
0228          GO TO 380
0229    370   CONTINUE
0230          V(I)=CMPLX(AA(I),B(I))
0231    380   CONTINUE
0232          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0233          DO 400 I=1,NB
0234          Y1=Y1+Y(NSWG,I)*V(I)
0235    400   CONTINUE
0236          Y1=Y1*CONJG(V(NSWG))
0237          P(NSWG)=REAL(Y1)
0238          Q(NSWG)=-AIMAG(Y1)
0239          PG(NSWG)=P(NSWG)+PD(NSWG)
0240          QG(NSWG)=Q(NSWG)+QD(NSWG)
0241          DO 410 I=1,NB
0242          VMAG(I)=CABS(V(I))
0243          ANGLE(I)=ATAN2(AIMAG(V(I)),REAL(V(I)))
0244    410   CONTINUE
0245          GO TO 440
0246    420   CONTINUE
0247          WRITE(IW,430) LNIT
0248    430   FORMAT(T5,'CONVERGENCE NOT OBTAINED IN ',I5,' ITEREATIONS')
0249    440   CONTINUE
0250          RETURN
0251          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
      C
      C          NEWTON   -   RAPHSON    METHOD
      C               POLAR    CO-ORDINATES
      C
0001        SUBROUTINE NEWTON
0002        INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C,OPTION
0003        COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004        COMPLEX B,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005        COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006        COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007        COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008        COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009        COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010        COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011        COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012        COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013        COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014        COMMON  NK(10),DF(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015        COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016        REAL JMAT
0017        COMPLEX VN
0018        DIMENSION VN(10),AA(10),B(10),CC(10),D(10)
0019        DIMENSION DB(10),PCAL(10),QCAL(10),ABV(10),QGN(10),NBTYPN(10)
0020        DIMENSION JMAT(20,20),DEL(20),DELV(20),DA(10),ABVCAL(10)
0021        COMMON /SONG/ VN,AA,B,CC,D,DB,PCAL,QCAL,ABV,QGN,NBTYPN-
           1JMAT,DEL,DELV,DA,ABVCAL
0022        NSJ=NB-1
0023        NJ=2*NSJ
0024        N=NLOAD+NSJ
0025        NCG=NCON
0026        NGN=NLOAD
0027        NIT=0
0028        NLD=0
0029        DO 10 I=1,NJ
0030        DO 10 J=1,NJ
0031        JMAT(I,J)=0.0
0032  10    CONTINUE
0033        NOOB=1
0034  91    CONTINUE
0035        IF(NBTYPE(NOOB).EQ.1) GO TO 96
0036        IF(NBTYPE(NOOB).EQ.2) GO TO 97
0038        IF(NBTYPE(NOOB).EQ.3) GO TO 95
0041  96    CONTINUE
0042        NLI=NLD+1
0043        M=NLD
0044        GO TO 98
0045  97    CONTINUE
0046        NGN=NGN+1
0047        M=NGN
0048        GO TO 98
0049  95    CONTINUE
0050        NSWG=NOOB
0051        M=NB
0052  98    CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0053          QGN(M)=QG(NOOB)
0054          VN(M)=V(NOOB)
0055          NBTYPN(M)=NBTYPE(NOOB)
0056   118    CONTINUE
0057          NOOB=NOOB+1
0058          IF(NOOB.LE.NB) GO TO 81
0059          DO 85 I=1,NB
0061          K=NK(I)
0062          DO 85 J=1,NB
0063          L=NK(J)
0064          DR=REAL(Y(K,L))
0065          DI=AIMAG(Y(K,L))
0066          G(I,J)=CABS(Y(K,L))
0067          H(I,J)=-ATAN2(DI,DR)
0068   85     CONTINUE
0069          DO 90 I=1,NB
0070          DR=REAL(VN(I))
0071          DI=AIMAG(VN(I))
0072          B(I)=ATAN2(DI,DR)
0073          AA(I)=CABS(VN(I))
0074   90     CONTINUE
0075   101    CONTINUE
0076          DMAX=0.0
0077          DO 135 I=1,NB
0078          P(I)=PGN(I)-PDN(I)
0079          Q(I)=QGN(I)-QDN(I)
0080          PCAL(I)=0.0
0081          QCAL(I)=0.0
0082   135    CONTINUE
0083          DO 130 I=1,NSJ
0084          DO 130 J=1,NB
0085          DI=AA(I)*AA(J)*G(I,J)
0086          DR=H(I,J)+B(I)-B(J)
0087          PCAL(I)=PCAL(I)+DI*COS(DR)
0088          QCAL(I)=QCAL(I)+DI*SIN(DR)
0089   130    CONTINUE
0090          DO 140 I=1,NSJ
0091          DP(I)=(P(I)-PCAL(I))/AA(I)
0092          IF(ABS(DP(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DP(I))
0094   140    CONTINUE
0095          DO 150 I=1,NLOAD
0096          DQ(I)=(Q(I)-QCAL(I))/AA(I)
0097          IF(ABS(DQ(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DQ(I))
0098   150    CONTINUE
0100          IF(DMAX.LT.ERROR) GO TO 360
0102          DO 170 I=1,NSJ
0103          JMAT(I,I)=-AA(NB)*G(I,NB)*SIN(B(I)+H(I,NB)-B(NB))
0104          DO 170 J=1,NSJ
0105          IF(I.EQ.J) GO TO 170
0107          JMAT(I,J)=AA(J)*G(I,J)*SIN(B(I)+H(I,J)-B(J))
0108          JMAT(I,I)=JMAT(I,I)-JMAT(I,J)
0109   170    CONTINUE
0110          DO 175 I=1,NSJ
0111          II=I+NSJ
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0112          DO 172 J=(NLOAD+1),NB
0113          JMAT(I,II)=JMAT(I,II)+G(I,J)*COS(B(I)+H(I,J)-B(J))
0114   172    CONTINUE
0115          DO 180 J=1,NLOAD
0116          IF(I.EQ.J) GO TO 180
0118          JJ=NSJ+J
0119          JMAT(I,JJ)=G(I,J)*COS(B(I)+H(I,J)-B(J))
0120          JMAT(I,II)=JMAT(I,II)+JMAT(I,JJ)
0121   180    CONTINUE
0122          JMAT(I,II)=2.0*G(I,I)*COS(H(I,I))+JMAT(I,II)
0123   175    CONTINUE
0124          DO 190 I=1,NLOAD
0125          II=I+NSJ
0126          JMAT(II,I)=AA(NB)*G(I,NB)*COS(B(I)+H(I,NB)-B(NB))
0127          DO 190 J=1,NSJ
0128          IF(I.EQ.J) GO TO 190
0130          JMAT(II,J)=-AA(J)*G(I,J)*COS(B(I)+H(I,J)-B(J))
0131          JMAT(II,I)=JMAT(II,I)-JMAT(II,J)
0132   190    CONTINUE
0133          DO 195 I=1,NLOAD
0134          II=I+NSJ
0135          DO 197 J=(NLOAD+1),NB
0136          JMAT(II,II)=G(I,J)*SIN(B(I)+H(I,J)-B(J))
0137   197    CONTINUE
0138          DO 200 J=1,NLOAD
0139          JJ=NSJ+J
0140          IF(I.EQ.J) GO TO 200
0142          JMAT(II,JJ)=G(I,J)*SIN(B(I)+H(I,J)-B(J))
0143          JMAT(II,II)=JMAT(II,II)+JMAT(II,JJ)
0144   200    CONTINUE
0145          JMAT(II,II)=2.0*G(I,I)*SIN(H(I,I))+JMAT(II,II)
0146   195    CONTINUE
0147          DO 230 I=1,NSJ
0148          DEL(I)=DP(I)
0149   230    CONTINUE
0150          DO 240 I=1,NLOAD
0151          II=NSJ+I
0152          DEL(II)=DQ(I)
0153   240    CONTINUE
0154          CALL JORDAN(JMAT,DEL,DELV,N)
0155          DO 270 I=1,NSJ
0156          DB(I)=DELV(I)
0157          II=NSJ+I
0158          DA(I)=DELV(II)
0159          AA(I)=AA(I)+DA(I)
0160          B(I)=B(I)+DB(I)
0161   270    CONTINUE
0162          IF(NOG.EQ.0) GO TO 355
0164          I=NLOAD+1
0165          J=NLOAD+NOG
0166          DO 350 NOOB=I,J
0167          IF(NBTYPN(NOOB).EQ.2) GO TO 280
0169          GO TO 350
0170   280    CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0171          Q(NOOB)=0.0
0172          AA(I)=VSPECN(I)
0173          DO 290 JJ=1,NE
0174          DR=H(NOOB,JJ)-B(JJ)+B(NOOB)
0175          Q(NOOB)=Q(NOOB)+AA(NOOB)*AA(JJ)*G(NOOB,JJ)*SIN(DR)
0176    290   CONTINUE
0177          QGN(NOOB)=Q(NOOB)+QCN(NOOB)
0178          IF(QGN(NOOB)-QMAXN(NOOB)) 300,350,310
0179    300   CONTINUE
0180          IF(QGN(NOOB)-QMINN(NOOB)) 320,350,350
0181    310   CONTINUE
0182          QGN(NOOB)=QMAXN(NOOB)
0183          GO TO 350
0184    320   CONTINUE
0185          QGN(NOOB)=QMINN(NOOB)
0186    350   CONTINUE
0187    355   CONTINUE
0188          NIT=NIT-1
0189          IF(NIT.GT.LNIT) GO TO 420
0191          GO TO 101
0192    360   CONTINUE
0193          DO 362 I=1,NB
0194          K=NK(I)
0195          CC(K)=AA(I)
0196          DB(K)=B(I)
0197          DQ(K)=QGN(I)
0198    362   CONTINUE
0199          DO 365 I=1,NB
0200          VMAG(I)=CC(I)
0201          ANGLE(I)=DB(I)
0202          QG(I)=DQ(I)
0203    365   CONTINUE
0204          DO 380 I=1,NB
0205          DI=VMAG(I)*SIN(ANGLE(I))
0206          DR=VMAG(I)*COS(ANGLE(I))
0207          V(I)=CMPLX(DR,DI)
0208    380   CONTINUE
0209          IF(NCON.EQ.0) GO TO 445
0211          DO 422 I=1,NB
0212          IF(NTYB(I)-2) 422,410,422
0213    410   CONTINUE
0214          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
0215          DO 415 J=1,NB
0216          Y1=Y1+Y(I,J)*V(J)
0217    415   CONTINUE
0218          Y1=Y1*CONJG(V(I))
0219          QG(I)=-AIMAG(Y1)+QD(I)
0220    422   CONTINUE
0221    445   CONTINUE
0222          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
0223          DO 400 I=1,NB
0224          Y1=Y1+Y(NSWG,I)*V(I)
0225    400   CONTINUE
0226          Y1=Y1*CONJG(V(NSWG))
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0227          P(NSWG)=REAL(Y1)
0228          Q(NSWG)=-AIMAG(Y1)
0229          PG(NSWG)=P(NSWG)+PD(NSWG)
0230          QG(NSWG)=Q(NSWG)+QD(NSWG)
0231          GO TO 440
0232    420   CONTINUE
0233          WRITE(IW,430) LNIT
0234    430   FORMAT(T5,'CONVERGENCE NOT OBTAINED IN ',I5,' ITEREATIONS')
0235    440   CONTINUE
0236          RETURN
0237          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                          PAGE 001

      C
      C
      C          NEWTON   -    RAPHSON   METHOD
      C        APPROXIMATIONS   POLAR  CO-ORDINATES
      C              ( FAST  DECOUPLE )
      C
      C
0001          SUBROUTINE NEWTON
0002          INTEGER SB,EB,CB,AB,TB,T,C-OPTION
0003          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0004          COMPLEX S,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0005          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0006          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0007          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0008          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0009          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0010          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0011          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0012          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0013          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0014          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0015          COMMON  ERROR,PBASE,SEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0016          REAL JMAT
0017          COMPLEX VN
0018          DIMENSION VN(10),AA(10),B(10),CC(10),D(10)
0019          DIMENSION DB(10),PCAL(10),QCAL(10),ABV(10),QGN(10),NBTYPN(10)
0020          DIMENSION JMAT(20,20),DEL(20),DELV(20),DA(10),ABVCAL(10)
0021          COMMON /SONG/ VN,AA,B,CC,D,DB,PCAL,QCAL,ABV,QGN,NBTYPN,
             1JMAT,DEL,DELV,DA,ABVCAL
0022          NSJ=NB-1
0023          NJ=2*NSJ
0024          N=NLOAD+NSJ
0025          NOG=NCON
0026          NGN=NLOAD
0027          NIT=0
0028          NLD=0
0029          DO 10 I=1,NJ
0030          DO 10 J=1,NJ
0031          JMAT(I,J)=0.0
0032    10    CONTINUE
0033          NOOB=1
0034    91    CONTINUE
0035          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.1) GO TO 96
0037          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.2) GO TO 97
0039          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.3) GO TO 95
0041    96    CONTINUE
0042          NLO=NLO+1
0043          M=NLD
0044          GO TO 98
0045    97    CONTINUE
0046          NGN=NGN+1
0047          M=NGN
0048          GO TO 98
0049    95    CONTINUE
0050          NSWG=NOOB
0051          M=NE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                   PAGE 002

0052   98     CONTINUE
0053          QGN(M)=QG(NOOB)
0054          VN(M)=V(NOOB)
0055          NBTYPN(M)=NBTYPE(NOOB)
0056   115    CONTINUE
0057          NOOB=NOOB+1
0058          IF(NOOB.LE.NB) GO TO 91
0060          DO 85 I=1,NB
0061          K=NK(I)
0062          DO 85 J=1,NB
0063          L=NK(J)
0064          DR=REAL(Y(K,L))
0065          DI=AIMAG(Y(K,L))
0066          G(I,J)=CABS(Y(K,L))
0067          H(I,J)=-ATAN2(DI,DR)
0068   85     CONTINUE
0069          DO 90 I=1,NB
0070          DR=REAL(VN(I))
0071          DI=AIMAG(VN(I))
0072          B(I)=ATAN2(DI,DR)
0073          AA(I)=CABS(VN(I))
0074   90     CONTINUE
0075   101    CONTINUE
0076          DMAX=0.0
0077          DO 135 I=1,NB
0078          P(I)=PGN(I)-PDN(I)
0079          Q(I)=QGN(I)-QDN(I)
0080          PCAL(I)=0.0
0081          QCAL(I)=0.0
0082   135    CONTINUE
0083          DO 130 I=1,NSJ
0084          DO 130 J=1,NB
0085          DI=AA(I)*AA(J)*G(I,J)
0086          DR=H(I,J)+B(I)-B(J)
0087          PCAL(I)=PCAL(I)+DI*COS(DR)
0088          QCAL(I)=QCAL(I)+DI*SIN(DR)
0089   130    CONTINUE
0090          DO 140 I=1,NSJ
0091          DP(I)=(P(I)-PCAL(I))/AA(I)
0092          IF(ABS(DP(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DP(I))
0094   140    CONTINUE
0095          DO 150 I=1,NLOAD
0096          DQ(I)=(Q(I)-QCAL(I))/AA(I)
0097          IF(ABS(DQ(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DQ(I))
0099   150    CONTINUE
0100          IF(DMAX.LT.ERROR) GO TO 360
0102          DO 170 I=1,NSJ
0103          JMAT(I,I)=-AA(NB)*G(I,NB)*SIN(B(I)+H(I,NB)-B(NB))
0104          DO 170 J=1,NSJ
0105          IF(I.EQ.J) GO TO 170
0107          JMAT(I,J)=AA(J)*G(I,J)*SIN(B(I)+H(I,J)-B(J))
0108          JMAT(I,I)=JMAT(I,I)-JMAT(I,J)
0109   170    CONTINUE
0110          CALL GORCAN(JMAT,DP,DEL,NSJ)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0111          DO 180 I=1,NSJ
0112          B(I)=B(I)+DELV(I)
0113    180   CONTINUE
0114          DO 195 I=1,NLOAD
0115          DO 197 J=(NLOAD+1),NB
0116          JMAT(I,J)=G(I,J)*SIN(B(I)+H(I,J)-B(J))
0117    197   CONTINUE
0118          DO 200 J=1,NLOAD
0119          IF(I.EQ.J) GO TO 200
0121          JMAT(I,J)=G(I,J)*SIN(B(I)+H(I,J)-B(J))
0122          JMAT(I,I)=JMAT(I,I)+JMAT(I,J)
0123    200   CONTINUE
0124          JMAT(I,I)=2.0*G(I,I)*SIN(H(I,I))+JMAT(I,I)
0125    195   CONTINUE
0126          CALL JORDAN(JMAT,DQ,DELV,NLOAD)
0127          DO 270 I=1,NLOAD
0128          AA(I)=AA(I)+DELV(I)
0129    270   CONTINUE
0130          IF(NOG.EQ.0) GO TO 355
0132          I=NLOAD+1
0133          J=NLOAD+NOG
0134          DO 350 NOOB=I,J
0135          IF(NBTYPN(NOOB).EQ.2) GO TO 280
0137          GO TO 350
0138    280   CONTINUE
0139          Q(NOOB)=0.0
0140          AA(I)=VSPECN(I)
0141          DO 290 JJ=1,NB
0142          DR=H(NOOB,JJ)-B(JJ)+B(NOOB)
0143          Q(NOOB)=Q(NOOB)+AA(NOOB)*AA(JJ)*G(NOOB,JJ)*SIN(DR)
0144    290   CONTINUE
0145          QGN(NOOB)=Q(NOOB)+QDN(NOOB)
0146          IF(QGN(NOOB)-QMAXN(NOOB)) 300,350,310
0147    300   CONTINUE
0148          IF(QGN(NOOB)-QMINN(NOOB)) 320,350,350
0149    310   CONTINUE
0150          QGN(NOOB)=QMAXN(NOOB)
0151          GO TO 350
0152    320   CONTINUE
0153          QGN(NOOB)=QMINN(NOOB)
0154    350   CONTINUE
0155    355   CONTINUE
0156          NIT=NIT+1
0157          IF(NIT.GT.LNIT) GO TO 420
0159          GO TO 101
0160    360   CONTINUE
0161          DO 362 I=1,NB
0162          K=NK(I)
0163          CC(K)=AA(I)
0164          DB(K)=B(I)
0165          DQ(K)=QGN(I)
0166    362   CONTINUE
0167          DO 365 I=1,NB
0168          VMAG(I)=CC(I)
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
FORTRAN IV      V02.5                                   PAGE 004

0169          ANGLE(I)=DB(I)
0170          QG(I)=DQ(I)
0171    365   CONTINUE
0172          DO 380 I=1,NB
0173          DI=VMAG(I)*SIN(ANGLE(I))
0174          DR=VMAG(I)*COS(ANGLE(I))
0175          V(I)=CMPLX(DR,DI)
0176    380   CONTINUE
0177          IF(NCON.EQ.0) GO TO 445
0179          DO 422 I=1,NB
0180          IF(NTYB(I)-2) 422,410,422
0181    410   CONTINUE
0182          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
0183          DO 415 J=1,NB
0184          Y1=Y1+Y(I,J)*V(J)
0185    415   CONTINUE
0186          Y1=Y1*CONJG(V(I))
0187          QG(I)=-AIMAG(Y1)+QD(I)
0188    422   CONTINUE
0189    445   CONTINUE
0190          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
0191          DO 400 I=1,NB
0192          Y1=Y1+Y(NSWG,I)*V(I)
0193    400   CONTINUE
0194          Y1=Y1*CONJG(V(NSWG))
0195          P(NSWG)=REAL(Y1)
0196          Q(NSWG)=-AIMAG(Y1)
0197          PG(NSWG)=P(NSWG)+PD(NSWG)
0198          QG(NSWG)=Q(NSWG)+QD(NSWG)
0199          GO TO 440
0200    420   CONTINUE
0201          WRITE(IW,430) LNIT
0202    430   FORMAT(T5,'CONVERGENCE NOT OBTAINED IN ',I5,' ITEREATIONS')
0203    440   CONTINUE
0204          RETURN
0205          END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
ORTRAN IV      V02.5                                            PAGE 001

0001 C
0002 C                  NEWTON   -   RAPHSON   METHOD
0003 C                APPROXIMATIONS   POLAR   CO-ORDINATES
0004 C                   MODIFY     FAST     DECOPLE
0005 C
0006          SUBROUTINE NEWTON
0007          INTEGER SB,EB,CB,AE,TB,T,C-OPTION
0008          COMPLEX A,ZSER,YSER,ZSHT,YSHT,YCAP,YXFMR,V,Y
0009          COMPLEX S,R,YB,YR,YS,ZXFMR,Y1,Y2,YE
0010          COMMON  LINE(20),SB(20),EB(20),CB(20),AB(20),TB(20)
0011          COMMON  T(20),C(20),A(20),ZSER(20),ZSHT(20),YSER(20)
0012          COMMON  YSHT(20),YCAP(20),YXFMR(20),PLOL(20),QLOL(20)
0013          COMMON  S(20),R(20),VBL(20),CLAMP(20),CPOW(20),NBTYPE(10)
0014          COMMON  PD(10),QD(10),PG(10),QG(10),VSPEC(10)
0015          COMMON  QMAX(10),QMIN(10),P(10),Q(10),V(10),VMAG(10)
0016          COMMON  ANGLE(10),Y(10,10),NTYB(10),VBASE(10),LOLD(20)
0017          COMMON  VTF(20),NOB(10),OPTION(10),G(10,10),H(10,10)
0018          COMMON  PDN(10),QDN(10),PGN(10),QMAXN(10),QMINN(10),VSPECN(10)
0019          COMMON  NK(10),DP(20),DQ(20),DV(20),NLOAD,NCON,NITT,NC,NT
0020          COMMON  ERROR,PBASE,BEF,NB,NL,XOR,XOC,ACF,NMM,IR,IW,LNIT
0021          REAL JMAT
0022          COMPLEX VN
0023          DIMENSION VN(10),AA(10),B(10),CC(10),D(10)
0024          DIMENSION DB(10),PCAL(10),QCAL(10),ABV(10),QGN(10),NBTYPN(10)
0025          DIMENSION JMAT(20,20),DEL(20),DELV(20),DA(10),ABVCAL(10)
0026          COMMON /SONG/ VN,AA,B,CC,D,DB,PCAL,QCAL,ABV,QGN,NBTYPN,
             1JMAT,DEL,DELV,DA,ABVCAL
0027          NSJ=NB-1
0028          NJ=2*NSJ
0029          N=NLOAD+NSJ
0030          NOG=NCON
0031          NGN=NLOAD
0032          NIT=0
0033          NLD=0
0034          DO 10 I=1,NJ
0035          DO 10 J=1,NJ
0036          JMAT(I,J)=0.0
0037    10    CONTINUE
0038          NOOB=1
0039    91    CONTINUE
0040          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.1) GO TO 96
0041          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.2) GO TO 97
0042          IF(NBTYPE(NOOB).EQ.3) GO TO 95
0043    96    CONTINUE
0044          NLD=NLD+1
0045          M=NLD
0046          GO TO 98
0047    97    CONTINUE
0048          NGN=NGN+1
0049          M=NGN
0050          GO TO 98
0051    95    CONTINUE
0052          NSWG=NOOB
0053          M=NB
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0052  98     CONTINUE
0053         QGN(M)=QG(NOOB)
0054         VN(M)=V(NOOB)
0055         NBTYPN(M)=NBTYPE(NOOB)
0056  118    CONTINUE
0057         NOOB=NOOB+1
0058         IF(NOOB.LE.NB) GO TO 91
0060         DO 85 I=1,NB
0061         K=NK(I)
0062         DO 85 J=1,NB
0063         L=NK(J)
0064         DR=REAL(Y(K,L))
0065         DI=AIMAG(Y(K,L))
0066         G(I,J)=CABS(Y(K,L))
0067         H(I,J)=-ATAN2(DI,DR)
0068  85     CONTINUE
0069         DO 90 I=1,NE
0070         DR=REAL(VN(I))
0071         DI=AIMAG(VN(I))
0072         B(I)=ATAN2(DI,DR)
0073         AA(I)=CABS(VN(I))
0074  90     CONTINUE
0075         DO 68 I=1,NB
0076         P(I)=PGN(I)-PDN(I)
0077         Q(I)=QGN(I)-QDN(I)
0078  68     CONTINUE
0079         NNN=2
0080         NNP=999
0081         NNQ=999
0082  101    CONTINUE
0083         NIT=NIT+1
0084         IF(NIT.GT.LNIT) GO TO 420
0086         IF(NNN) 228,370,228
0087  228    CONTINUE
0088         IF(NNP) 240,244,240
0089  240    CONTINUE
0090         DMAX=0.0
0091         DO 135 I=1,NB
0092         PCAL(I)=0.0
0093  135    CONTINUE
0094         DO 130 I=1,NSJ
0095         DO 130 J=1,NB
0096         PCAL(I)=PCAL(I)+G(I,J)*AA(I)*AA(J)*COS(H(I,J)+B(I)-B(J))
0097  130    CONTINUE
0098         DO 140 I=1,NSJ
0099         DP(I)=(P(I)-PCAL(I))/AA(I)
0100         IF(ABS(DP(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DP(I))
0101  140    CONTINUE
0103         IF(DMAX.LT.ERROR) GO TO 193
0105         DO 236 I=1,NB
0106         K=NK(I)
0107         DO 236 J=1,NB
0108         L=NK(J)
0109         JMAT(I,J)=-AIMAG(Y(K,L))
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0110  236    CONTINUE
0111           CALL JORDAN(JMAT,DF,DELV,NSJ)
0112           DO 180 I=1,NSJ
0113           B(I)=B(I)-DELV(I)
0114  180      CONTINUE
0115           GO TO 244
0116  193      CONTINUE
0117           NNP=0
0118           NNN=NNN-1
0119  244      CONTINUE
0120           IF(NNN)210,101,210
0121  210      CONTINUE
0122           DMAX=0.0
0123           DO 276 I=1,NB
0124           QCAL(I)=0.0
0125  276      CONTINUE
0126           DO 283 I=1,NLOAD
0127           DO 283 J=1,NB
0128           DI=AA(I)*AA(J)*G(I,J)
0129           QCAL(I)=QCAL(I)+DI*SIN(H(I,J)+B(I)-B(J))
0130  283      CONTINUE
0131           DO 246 I=1,NLOAD
0132           DQ(I)=(Q(I)-QCAL(I))/AA(I)
0133           IF(ABS(DQ(I)).GT.DMAX) DMAX=ABS(DQ(I))
0135  246      CONTINUE
0136           IF(DMAX.LT.ERROR) GO TO 360
0138           DO 375 I=1,NB
0139           N=NK(I)
0140           DO 375 J=1,NLOAD
0141           K=NK(J)
0142           JMAT(I,J)=-AIMAG(Y(N,K))
0143  375      CONTINUE
0144           CALL JORDAN(JMAT,DQ,DELV,NLOAD)
0145           DO 270 I=1,NLOAD
0146           AA(I)=AA(I)+DELV(I)
0147  270      CONTINUE
0148           IF(NOG.EQ.0) GO TO 355
0150           I=NLOAD+1
0151           J=NLOAD+NOG
0152           DO 350 NOOB=I,J
0152           IF(NSTYPN(NOOB).EQ.2) GO TO 280
0153           GO TO 350
0156  280      CONTINUE
0157           Q(NOOB)=0.0
0158           AA(I)=QSPECN(I)
0159           DO 290 JJ=1,NB
0160           DR=H(NOOB,JJ)-B(JJ)+B(NOOB)
0161           Q(NOOB)=Q(NOOB)+AA(NOOB)*AA(JJ)*G(NOOB,JJ)*SIN(DR)
0162  290      CONTINUE
0163           QGN(NOOB)=Q(NOOB)+QDN(NOOB)
0164           IF(QGN(NOOB)-QMAXN(NOOB)) 300,350,310
0165  300      CONTINUE
0166           IF(QGN(NOOB)-QMINN(NOOB)) 320,350,350
0167  310      CONTINUE
```

FORTRAN IV V02.5 PAGE 004

```
0158          QGN(NQOB)=QMAXN(NQOB)
0159          GO TO 330
0160    320   CONTINUE
0161          QGN(NQOB)=QMINN(NQOB)
0162    350   CONTINUE
0163    355   CONTINUE
0164          GO TO 101
0165    360   CONTINUE
0166          NNQ=0
0167          NNN=NNN-1
0168          GO TO 101
0169    370   CONTINUE
0170          DO 362 I=1,NB
0171          K=NK(I)
0172          CC(K)=AA(I)
0173          DD(K)=B(I)
0174          DQ(K)=QSH(I)
0175    362   CONTINUE
0176          DO 365 I=1,NB
0177          VMAG(I)=CC(I)
0178          ANGLE(I)=DD(I)
0179          QG(I)=DQ(I)
0180    365   CONTINUE
0181          DO 380 I=1,NB
0182          DI=VMAG(I)*SIN(ANGLE(I))
0183          DR=VMAG(I)*COS(ANGLE(I))
0184          V(I)=CMPLX(DR,DI)
0185    380   CONTINUE
0186          IF(NCON.EQ.0) GO TO 445
0187          DO 422 I=1,NB
0188          IF(NTYB(I)-2) 422,410,422
0189    410   CONTINUE
0190          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
0191          DO 415 J=1,NB
0192          Y1=Y1+Y(I,J)*V(J)
0193    415   CONTINUE
0194          Y1=Y1*CONJG(V(I))
0195          QG(I)=-AIMAG(Y1)+QD(I)
0196    422   CONTINUE
0197    445   CONTINUE
0198          Y1=CMPLX(0.0,0.0)
0199          DO 400 I=1,NB
0200          Y1=Y1+Y(NSWG,I)*V(I)
0201    400   CONTINUE
0202          Y1=Y1*CONJG(V(NSWG))
0203          P(NSWG)=REAL(Y1)
0204          Q(NSWG)=-AIMAG(Y1)
0205          PG(NSWG)=P(NSWG)+PD(NSWG)
0206          QG(NSWG)=Q(NSWG)+QD(NSWG)
0207          GO TO 440
0208    420   CONTINUE
0209          WRITE(IW,430) LNIT
0210    430   FORMAT(15H CONVERGENCE NOT OBTAINED IN ,I5,' ITERATIONS')
0211    440   CONTINUE
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
0223          RETURN
0224          END
```


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายทรงศักดิ์ คงน้อย เกิดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2504 ณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2526 เข้าศึกษาในบัณฑิตวิทยาลัยปีเดียวกัน ขณะศึกษาอยู่ได้กระทำหน้าที่ผู้ช่วยสอนในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย