



รายงานผลการวิจัย

ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช

4
เรื่อง

การใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังโดยวิธีไดกอบตติค

โดย

สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร

จรรยา บุญชูบุตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสัมภเวสี

รายงานผลการวิจัย

การใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังโดยวิธีไดกอบติก

โดย

สุชุมวิทย์

ภูมิวิมลสาร

จรรยา

บุญยวบถ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มกราคม 2526

ศาสตราจารย์ - ในกำกับของมหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะกรรมการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้การสนับสนุนงานวิจัย โดยเงินทุนวิจัยรายคาบ เชกกลุ่ม โภช สถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้บริการ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ ^{สาขา} กค 15
เลขทะเบียน 001932
วัน เดือน ปี 15 มีค. ๕๗

v

สารบัญ

<u>บทที่</u>		<u>หน้า</u>
1	บทนำ	1
	1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย	1
2	การประยุกต์วิธีไดกอบติคเข้าในระบบไฟฟ้ากำลัง	3
	2.1 บทนำ	3
	2.2 การใช้ไดกอบติคในระบบไฟฟ้ากำลัง	3
3	การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังโดยวิธีไดกอบติค	12
	3.1 บทนำ	12
	3.2 การวิเคราะห์การสั่นวงจร	12
	3.3 การคัดสรรกำลังผลิตของระบบไฟฟ้ากำลังให้ถูกต้องตามหลัก เศรษฐศาสตร์	18
	3.4 การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังในภาวะทรานเซียนท์	23
4	การเตรียมข้อมูล การใช้โปรแกรมและตัวอย่างการคำนวณ	27
	4.1 บทนำ	27
	4.2 การเตรียมข้อมูล และ การใช้โปรแกรม	27
	4.3 ตัวอย่างการคำนวณ	31
5	สรุปและข้อเสนอแนะ	66
	เอกสารอ้างอิง	67
ภาคผนวก 1	ไฟล์เวิร์คของโปรแกรมคอมพิวเตอร์	69
ภาคผนวก 2	โปรแกรมคอมพิวเตอร์	82



1. บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการสัณฐาน การคัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ และเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในภาวะทรานเซียนท์ ฯลฯ ของระบบไฟฟ้ากำลัง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากระบบที่ศึกษามีขนาดใหญ่ขึ้นทุกที และความต้องการเกี่ยวกับความเร็ว (Speed) ความแม่นยำ (Accuracy) ในการคำนวณ และการประหยัดเนื้อที่เก็บข้อมูลในหน่วยความจำ (Storage) ของเครื่องคอมพิวเตอร์มีมากขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ในปัจจุบันอาจใช้วิธี sparse เทคนิค (Sparse Technique) และ/หรือวิธีไดโอบอดิก (Diakoptic Method) โดยมีขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอนคือ

- 1) สร้าง (formulate) สมการคณิตศาสตร์ที่แสดงสมรรถนะของระบบ
- 2) หาคำตอบของสมการดังกล่าวในรูปของ Numerical Solution

ในการศึกษาเกี่ยวกับการสัณฐาน การคัดสรรกำลังผลิต ให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ และเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังในภาวะทรานเซียนท์นั้น สมการคณิตศาสตร์ที่ได้เป็นสมการพีชคณิตเชิงเส้น สมการพีชคณิตไม่เชิงเส้น และสมการพีชคณิตไม่เชิงเส้น / สมการดิฟเฟอเรนเชียลตามลำดับ ซึ่งสร้างมาจากการใช้บัส (Bus) หรือลูป (Loop) ในรูปของอิมพีแดนซ์ (Impedance) หรือแอดมิทแตนซ์ (Admittance) ขึ้นอยู่กับการเลือกตัวแปรอิสระเป็นกระแสหรือแรงดันตามลำดับ

เนื่องจากการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังโดยวิธีไดโอบอดิกสามารถลดจำนวนข้อมูลที่จะต้องบันทึกค่าไว้ในหน่วยความจำลงได้มากเช่น ระบบไฟฟ้าหนึ่งมี 100 บัส จำเป็นต้องบันทึกค่าอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ (Impedance Matrix) ไว้เป็นจำนวนถึง $100 \times 100 = 10,000$ ค่า แต่ถ้าแบ่งระบบออกเป็น 5 ส่วน ๆ ละ 20 บัส จะต้องบันทึกค่าอิมพีแดนซ์เพียง $20 \times 20 \times 5 = 2,000$ ค่าเท่านั้น นอกจากนี้การใช้บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ (Bus Impedance Matrix) สามารถเปลี่ยนเชิงหรือลด เอลเมนต์ (Element) ของระบบได้ง่าย ฯลฯ ดังนั้นจุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์วิธีไดโอบอดิกเข้าในการศึกษาระบบกำลังไฟฟ้าขนาดใหญ่ สำหรับขอบเขตของการวิจัยคือ การนำไปประยุกต์เข้ากับ การวิเคราะห์ การสัณฐาน การคัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลัก

เศรษฐศาสตร์ และเสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่
พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การประยุกต์วิธีโดกอบติดเค้เข้าในระบบไฟฟ้ากำลัง

2.1 บทนำ

ในบทนี้เราจะอธิบายถึงหลักการประยุกต์วิธีโดกอบติดเค้เข้าในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้ บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ (Bus Impedance Matrix) โดยเริ่มอธิบายถึงการแบ่งระบบไฟฟ้าออกเป็นระบบย่อย ๆ หาผลลัพท์ของระบบย่อย แล้วรวมผลลัพท์ของระบบย่อยเข้าด้วยกัน เพื่อให้ ผลลัพท์รวมของระบบทั้งหมด

2.2 การใช้โดกอบติดเค้ในระบบไฟฟ้ากำลัง

พิจารณาระบบไฟฟ้ากำลังตามที่แสดงในรูปที่ 2.1 (ก) ซึ่งประกอบด้วย 8 บัสและสาย ลัง 12 เส้นต่อเชื่อมโยงกันอยู่ เส้นประเป็นเส้นที่แบ่งระบบเป็น 2 ส่วน สายที่ถูกตัดเรียกว่า คัทลายน์ (cut line)

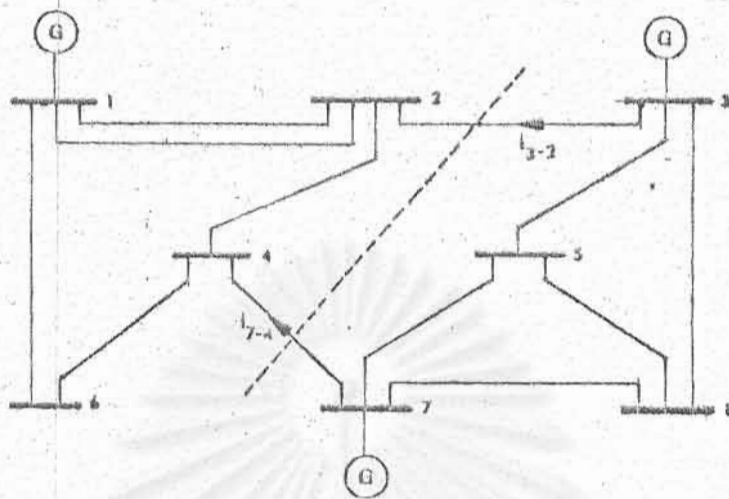
โดยที่ I_T คือ กระแสบัสเนื่องจากแหล่งกำเนิดกระแสประกอบด้วย I_1, I_2, \dots, I_8 ซึ่งลุ่มมตัวำรู้ค่า

E_T คือ แรงดันคร่อมบัสเทียบกับกราวนด์ (Ground) ประกอบด้วย E_1, E_2, \dots, E_8 ซึ่งต้องการหาค่า

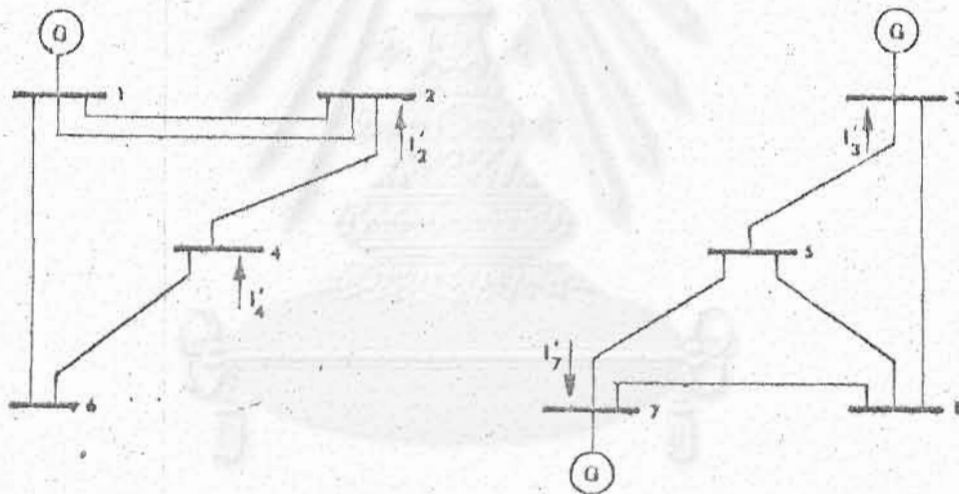
i_c คือ กระแสในคัทลายน์ ประกอบด้วย i_{3-2}, i_{7-4} ซึ่งเป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่า

โดยวิธีการของโดกอบติดเค้ ลุ่มมตักลัทางของกระแสในคัทลายน์ตามที่แสดงรูปที่ 2.1 (ก) ในที่นี้คัทลายน์คือสาย 3-2 และสาย 7-4 เมื่อตัดคัทลายน์ออกจากระบบจะแยกระบบเดิมออกเป็น ระบบย่อย 2 ระบบ คือ ระบบย่อย A และระบบย่อย B

เพื่อที่จะให้ระบบย่อยและคัทลายน์ที่แยกออกมา มีความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันในส่วน ต่าง ๆ มีค่าคงเดิม จึงแทนคัทลายน์ด้วยแหล่งกำเนิดกระแสลุ่มมุด I_T' ซึ่งประกอบด้วย I_2' และ I_4' โหลดเข้าบัส 2 และบัส 4 ในระบบย่อย A และ I_3' และ I_7' โหลดเข้าบัส 3 และบัส 7 ในระบบย่อย B ตามลำดับ โดยมีขนาดและทิศทางที่จะทำให้แรงดันคร่อมบัสของแต่ละระบบย่อยมี



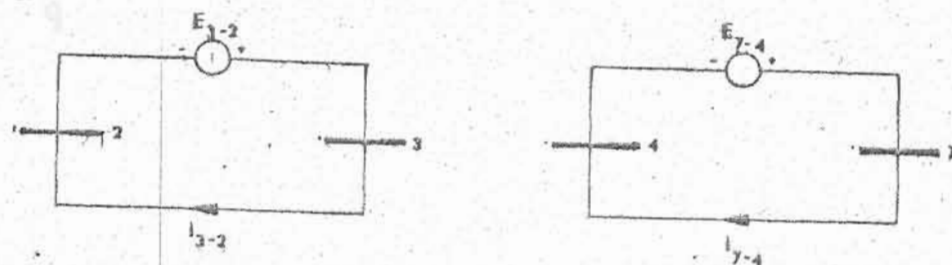
รูป 2.1 (ก) แสดงระบบไฟฟ้ากำลังก่อนแบ่งโซน



ระบบย่อย A

ระบบย่อย B

รูปที่ 2.1 (ข) แสดงระบบย่อยหลังแบ่งโซน



รูปที่ 2.1 (ค) แสดงคัมมูลของคัทดาเน

ค่าเท่ากับแรงดันคร่อมขั้วของระบบเดิมทุกประการตามที่แสดงในรูป 2.1 (ข)

ในทำนองเดียวกัน ใล่แหล่งกำเนิดแรงดันสมมูล E_L ซึ่งประกอบด้วย E_{3-2} และ E_{7-4} คร่อม คัทลายนี่โดยมีขนาดและทิศทางที่จะทำให้กระแสในคัทลายนี้นี้ค่าเท่ากับกระแสในสายของระบบเดิมทุกประการตามที่แสดงในรูปที่ 2.1 (ค)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดกระแสสมมูล I'_T กับกระแส i_c ในศัลยกรรมที่สามารถเขียน

ได้ดังนี้

$$I'_2 = i_{3-2}$$

$$I'_3 = -i_{3-2}$$

$$I'_4 = i_{7-4}$$

$$I'_7 = -i_{7-4}$$

สำหรับปัลอื่น ๆ ที่ไม่ได้ติดกับศัลยกรรม ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์ดังกล่าว จากสมการข้างบนสามารถจัดให้อยู่ในรูปของ เมตริกซ์ได้คือ

$$\begin{bmatrix} I'_1 \\ I'_6 \\ I'_2 \\ I'_4 \\ I'_3 \\ I'_5 \\ I'_7 \\ I'_8 \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \text{ปัล} \\ \begin{array}{c} 1 \\ 6 \\ 2 \\ 4 \\ 3 \\ 5 \\ 7 \\ 8 \end{array} \end{array} \begin{array}{c} \text{ศัลยกรรม} \\ \begin{array}{c} 3-2 \\ 7-4 \end{array} \end{array} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{3-2} \\ i_{7-4} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

ในรูปทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้

$$I'_T = C_{Tc} i_c \quad (2.2)$$

ในทำนองเดียวกันความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดแรงดันลุ่มมูล E_L ที่ใช้หลายชนิดต่าง ๆ กับแรงดันคร่อมบัส E_T สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} E_{3-2} &= E_3 - E_2 \\ E_{7-4} &= E_7 - E_4 \end{aligned}$$

จากสมการข้างบนสามารถจัดให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ได้คือ

$$\begin{bmatrix} E_{3-2} \\ E_{7-4} \end{bmatrix} = \begin{matrix} \text{บัส} \\ \text{ใช้หลายชนิด} \end{matrix} \begin{matrix} 1 & 6 & 2 & 4 & 3 & 5 & 7 & 8 \end{matrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_6 \\ E_2 \\ E_4 \\ E_3 \\ E_5 \\ E_7 \\ E_8 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

ในรูปทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้

$$E_L = -C_{TC}^t E_T \quad (2.4)$$

โดยที่

$$E_T = \begin{bmatrix} E_A \\ E_B \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสบัสในระบบย่อยและแรงดันคร่อมบัสในระบบย่อยสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\text{ระบบย่อย A: } Y_{AA} E_A = I_{TA} + I'_{TA} \quad (2.6)$$

$$\text{ระบบย่อย B: } Y_{BB} E_B = I_{TB} + I'_{TB} \quad (2.7)$$

โดยที่

Y_{AA} และ Y_{BB} คือ บัสแอดมิตแตนซ์เมตริกซ์ของระบบย่อย A และ B

E_A และ E_B คือ แรงดันคร่อมบัสของระบบย่อย A และ B

I_{TA} และ I_{TB} คือ กระแสบัสเนื่องจากแหล่งกำเนิดกระแสของระบบย่อย A และ B

I'_{TA} และ I'_{TB} คือ กระแสบัสเนื่องจากแหล่งกำเนิดกระแสสมมูลของระบบย่อย A และ B

สมการที่ (2.6) และ (2.7) สามารถเขียนรวมกันในรูปของเมตริกซ์ดังนี้

$$\begin{bmatrix} Y_{AA} & \\ & Y_{BB} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_A \\ E_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{TA} + I'_{TA} \\ I_{TB} + I'_{TB} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

ในรูปสมการทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_{TT} E_T = I_T + I'_T \quad (2.9)$$

โดยที่

Y_{TT} คือ บัสแอดมิตแตนซ์ของระบบย่อยซึ่งเขียนอยู่ในกลุ่มเมตริกซ์แนวทแยง (Block Diagonal Matrix)

ขอให้สังเกตว่า Y_{TT} มีลำดับ $n \times n$ (n คือจำนวนบัสทั้งหมดยกเว้นบัสกราวนด์หรือบัสอ้างอิง) ซึ่งมีลำดับเท่ากับบัสแอดมิตแตนซ์ของระบบเดิมคือ Y_{BUS} ข้อแตกต่างกันก็คือ Y_{BUS} ไม่อยู่ในรูปกลุ่มเมตริกซ์แนวทแยงเหมือน Y_{TT} ข้อดีของกลุ่มเมตริกซ์แนวทแยงคือลดการใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำของเครื่องดิจิทัลคอมพิวเตอร์

จากสมการที่ (2.9) เมื่อแก้สมการเมตริกซ์จะหาค่าแรงดันคร่อมบัสได้ นั่นคือ

$$E_T = Z_{TT} I_T + Z_{TT} I'_T \quad (2.10)$$

โดยที่

Z_{TT} คือ บัลติมพีแดนซ์เมตริกซ์ของระบบย่อยซึ่งอยู่ในรูปของกรุปเมตริกซ์แนวทแยง ในการคำนวณหาสมาชิกต่าง ๆ ของ Z_{TT} จะไม่ทำจากค่ากลับของ Y_{TT} แต่จะใช้วิธีการสร้าง บัลติมพีแดนซ์เมตริกซ์ของแต่ละระบบย่อยโดยตรงตามวิธีของ Stagg และ El-Abiad (13)

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสในคัทลาายน์และแหล่งกำเนิดแรงดันลุ่มมูลสามารถเขียนได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} E_{3-2} \\ \text{---} \\ E_{7-4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{32} & \\ & \\ & Z_{74} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{3-2} \\ \text{---} \\ i_{7-4} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

ในรูปทั่วไปสามารถเขียนได้ดังนี้

$$E_L = Z_{LL} i_c \quad (2.12)$$

โดยที่

E_L คือ แหล่งกำเนิดแรงดันลุ่มมูลคร่อมคัทลาายน์

Z_{LL} คือ บัลติมพีแดนซ์เมตริกซ์ของคัทลาายน์

i_c คือ กระแสในคัทลาายน์

แทนค่า I_T' จากสมการที่ (2.2) ลงในสมการที่ (2.10) จะได้

$$E_T = Z_{TT} I_T + Z_{TT} C_{TC} i_c \quad (2.13)$$

แทนค่า E_L จากสมการที่ (2.12) ลงในสมการที่ (2.4) จะได้

$$Z_{LL} i_c = -C_{TC}^t E_T \quad (2.14)$$

แทนค่า E_T จากสมการที่ (2.13) ลงในสมการที่ (2.14) จะได้

$$Z_{LL} i_c = -C_{TC}^t (Z_{TT} I_T + Z_{TT} C_{TC} i_c) \quad (2.15)$$

สมการที่ (2.15) จัดให้อยู่ในรูปเหมาะสมจะได้

$$0 = C_{TC}^t Z_{TT} I_T + (C_{TC}^t Z_{TT} C_{TC} + Z_{LL}) i_c \quad (2.16)$$

จากสมการที่ (2.13) และ (2.16) จะได้

$$\begin{bmatrix} E_T \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{TT} & Z_{TT} C_{TC} \\ C_{TC}^t Z_{TT} & C_{TC}^t Z_{TT} C_{TC} + Z_{LL} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_T \\ i_c \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

จะเห็นว่าสมการที่ (2.17) สามารถจัดให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} E_T \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_1 & Z_2 \\ Z_3 & Z_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_T \\ i_c \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

โดยทั่วไปถ้าเราแบ่งระบบออกเป็นระบบย่อยทั้งหมด N ระบบ สมการที่ (2.18)

สามารถเขียนได้ในรูปของ

		A	B	C ...	N		
E_A	A	Z_{AA}			Z_{2AA}	}	I_{TA}
E_B	B		Z_{BB}	Z_1	Z_{2BB}		I_{TB}
E_C	C			Z_{CC}	Z_{2CC}		I_{TC}
E_N	N			Z_{NN}	Z_{2NN}		I_{TN}
0	Z_2^t	Z_{2AA}^t	Z_{2BB}^t	$Z_{2CC}^t \dots$	Z_{2NN}^t		i_c

(2.19)

จากสมการที่ (2.18) สามารถหาค่า E_T โดยกำจัดตัวแปร i_c ได้โดยใช้วิธีขจัด

หรือใช้วิธีของ Kron's Reduction Scheme จะได้

$$E_T = (Z_1 - Z_2 Z_4^{-1} Z_2^t) I_T \quad (2.20)$$

จะเห็นว่าถ้าทราบค่า I_T จะสามารถหาผลลัพธ์ของ E_T ได้ โดยใช้ขั้นตอนการคำนวณ

ประมาณ 6 ขั้นตอน นั่นคือ

- 1) $E_T^{(0)} = Z_{TT} I_T$
- 2) $e_c = E_L^{(0)}$, $E_L^{(0)}$ คือแรงดันคร่อมค้ำหลายพัน
- 3) $i_c = Z_4^{-1} e_c$
- 4) I_T^* หาได้จากการกำหนดเครื่องหมาย i_c
- 5) $E_T^{(1)} = Z_{TT} I_T^*$
- 6) $E_T = E_T^{(0)} + E_T^{(1)}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง โดยวิธีโดกอบตติค

3.1 บทนำ

ในบทที่แล้วได้อธิบายถึงหลักการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังโดยวิธีโดกอบตติค โดยใช้บัลลิมพีแดนซ์เมตริกซ์ (Bus Impedance Matrix) ในบทนี้จะอธิบายถึงรายละเอียดของวิเคราะห์การลัดวงจร (Short Circuit) การลัดวงจรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ (Economic Operation of Power System) และการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ (Transient Stability) ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่

3.2 การวิเคราะห์การลัดวงจร

การศึกษาเกี่ยวกับการลัดวงจร หรือฟอลท์ในระบบไฟฟ้ากำลังทำให้เราทราบถึงค่าของกระแส และแรงดันในส่วนต่าง ๆ ของระบบในขณะที่มีฟอลท์เกิดขึ้น ปริมาณเหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องการและจำเป็นในการออกแบบการป้องกันระบบไฟฟ้าด้วยรีเลย์ และใช้ในการกำหนดความล้มเหลวในการตัดตอนของเซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยคำนวณค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 1) กระแสฟอลท์และระดับฟอลท์ที่บัลล์ต่าง ๆ
- 2) แรงดันภายหลังฟอลท์ที่บัลล์ต่าง ๆ
- 3) กระแสภายหลังฟอลท์ที่บัลล์ต่าง ๆ
- 4) กระแสภายหลังฟอลท์ในล่ายสิ่งต่าง ๆ

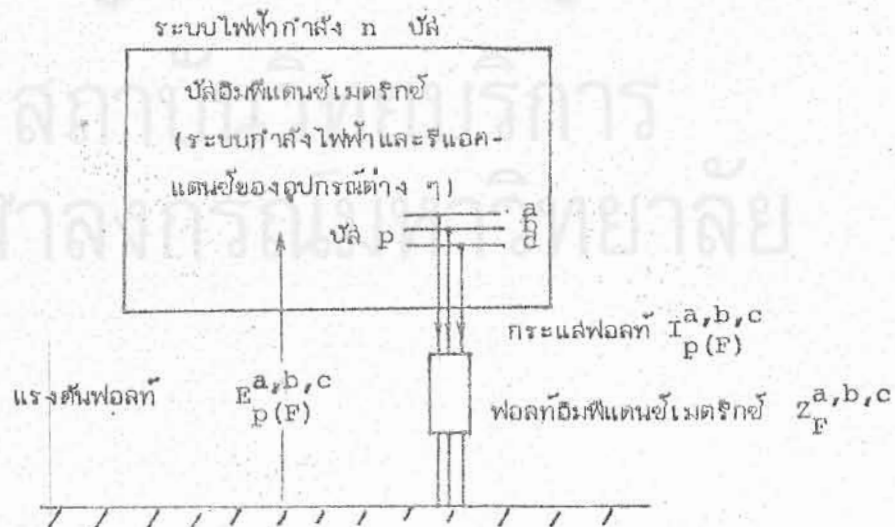
ในการศึกษาเกี่ยวกับการลัดวงจร เรานิยามแทนอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งจะลดการคำนวณที่มีค่าเป็นลบ โดยค่าต่อที่ได้มีความแม่นยำ และสามารถยอมรับได้ นั่นคือ

- 1) แทนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครลิตด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้าหลังรีแอกแตนซ์
- 2) ตัดขั้วที่โหลดต่าง ๆ (Line Charging, Susceptance etc.)
- 3) ปรับ Tap ของหม้อแปลงไว้ที่ค่า Nominal Tap

นอกจากนั้น เราจำเป็นต้องแยกให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างภาวะก่อนฟอลต์ ภาวะหลังฟอลต์ กระแส/แรงดัน ในเฟสต่าง ๆ และค่าส่วนประกอบสมมาตร (Symmetrical Component) ของกระแส/แรงดัน ซึ่งควรมีข้อตกลงเกี่ยวกับเครื่องหมายต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ภาวะก่อนฟอลต์ใช้ Subscript 0
- 2) ภาวะหลังฟอลต์ใช้ Subscript F
- 3) กระแสและแรงดันในเฟสต่าง ๆ ใช้ Superscript abc
- 4) กระแสและแรงดันในซีเคานซ์ต่าง ๆ ใช้ Superscript 012
- 5) ตำแหน่งของบัสต่าง ๆ ใช้ Subscript เป็นตัวเลข เช่น 0,1,2,...,n

โดยการใช้ทฤษฎีการทับซ้อน (Superposition) จะได้ว่าแรงดันคร่อมบัสใด ๆ ภายหลังฟอลต์จะมีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันคร่อมบัสเดิม ๆ ก่อนเกิดฟอลต์ กับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันคร่อมบัสเดิม ๆ เนื่องจากกระแสฟอลต์ นั่นคือ ถ้ามีฟอลต์เกิดขึ้นที่บัส p ในระบบไฟฟ้ากำลังตามที่แสดงในรูป 3.1 เราสามารถสรุปผลของการสัดวงจรแบบสามเฟสลงดิน (Three-phase-to-ground Fault) และการสัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน (Line-to-ground Fault) ได้ตามที่แสดงในตารางที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ⁽¹³⁾



ตารางที่ 3.1 กระแสและแรงดันสำหรับการสวิตจอร์แบบสามเฟสลงดินที่บัส p

ส่วนประกอบสามเฟส

ส่วนประกอบสมมาตร

$$I_{p(F)}^{a,b,c} = \frac{E_{p(0)}}{z_F + z_{pp}^{(1)}} \begin{bmatrix} 1 \\ a^2 \\ a \end{bmatrix}; \quad I_p^{0,1,2} = \frac{\sqrt{3} E_{p(0)}}{z_F + z_{pp}^{(1)}} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$E_{p(F)}^{a,b,c} = \frac{z_F E_{p(0)}}{z_F + z_{pp}^{(1)}} \begin{bmatrix} 1 \\ a^2 \\ a \end{bmatrix}; \quad E_p^{0,1,2} = \frac{\sqrt{3} z_F E_{p(0)}}{z_F + z_{pp}^{(1)}} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$E_{i(F)}^{a,b,c} = \begin{pmatrix} E_{i(0)} - \frac{z_{ip}^{(1)} E_{p(0)}}{z_F + z_{pp}^{(1)}} \\ i \neq p \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ a^2 \\ a \end{bmatrix}; \quad E_{i(F)}^{0,1,2} = \sqrt{3} \begin{pmatrix} E_{i(0)} - \frac{z_{ip}^{(1)} E_{p(0)}}{z_F + z_{pp}^{(1)}} \\ i \neq p \end{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

ตารางที่ 3.2 กระแสและแรงดันสำหรับการสวิตจกรแบบหนึ่งสายลงดินที่ปิด p

ส่วนประกอบสามเฟส

ส่วนประกอบสมมาตร

$$I_{P(F)}^{a,b,c} = \frac{3E_{P(0)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad I_{P(F)}^{0,1,2} = \frac{\sqrt{3} E_{P(0)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$E_{P(F)}^{a,b,c} = E_{P(0)} \begin{bmatrix} \frac{3Z_F}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \\ a^2 - \frac{Z_{PP}^{(0)} - Z_{PP}^{(1)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \\ a - \frac{Z_{PP}^{(0)} - Z_{PP}^{(1)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \end{bmatrix}; \quad E_{P(F)}^{0,1,2} = \frac{\sqrt{3} E_{P(0)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \begin{bmatrix} -Z_{PP}^{(0)} \\ Z_{PP}^{(0)} + Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F \\ -Z_{PP}^{(1)} \end{bmatrix}$$

$$E_{i(F)}^{a,b,c} = E_{i(0)} \begin{bmatrix} 1 \\ a^2 - E_{P(0)} \frac{Z_{ip}^{(0)} + 2Z_{ip}^{(1)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \\ a \frac{Z_{ip}^{(0)} - Z_{ip}^{(1)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \end{bmatrix}; \quad E_{i(F)}^{0,1,2} = E_{i(0)} \begin{bmatrix} 0 \\ \sqrt{3} \\ 0 \end{bmatrix} - \frac{\sqrt{3} E_{P(0)}}{Z_{PP}^{(0)} + 2Z_{PP}^{(1)} + 3Z_F} \begin{bmatrix} Z_{ip}^{(0)} \\ Z_{ip}^{(1)} \\ Z_{ip}^{(1)} \end{bmatrix}$$

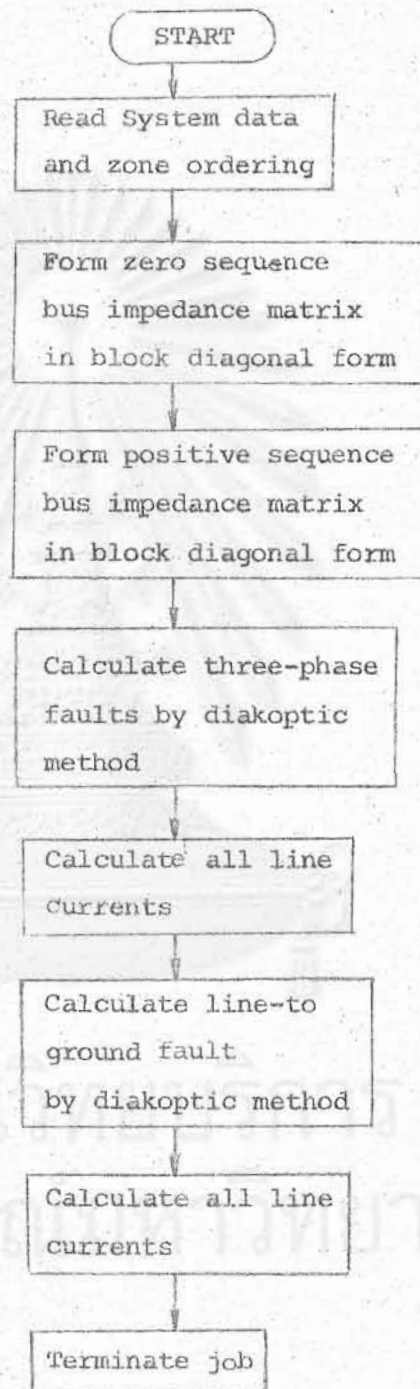
 $i \neq p$ $i \neq p$

การวิเคราะห์วงจรโดยวิธีไดกอบติคอาจทำได้โดยการพิจารณาลมการที่ (2.20) จะเห็นว่า บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ของระบบในรูปของกลุ่มเมตริกซ์แนวทแยง (Block Diagonal Matrix) นั้นคือ

$$\text{Bus} = \begin{matrix} Z_1 & & & \\ & Z_2 & & \\ & & Z_4^{-1} & \\ & & & Z_2^t \end{matrix}$$

ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณในตารางที่ 3.1 และ 3.2 ได้โดยตรง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวิธีของไดกอบติคเป็นวิธีที่ต้องการประหยัดเนื้อที่ของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการหาค่าเอลเมนทซ์ของบัสอิมพีแดนซ์ เราจะไม่หาค่าเอลเมนทซ์ทั้งหมดของ Z_{BUS} แต่จะคำนวณเฉพาะเอลเมนทซ์ที่ต้องการแล้วนำไปคำนวณในลมการของพอลท์ที่บัสนั้น ๆ ตามที่แสดงในรูปที่ 3.2 สำหรับโพล์ซาร์ทีอื่น ๆ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์การลัดวงจรโดยวิธีไดกอบติคได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก 1 และ 2 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2

3.3 การจัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับการจัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ เป็นการศึกษาถึงการจัดสรรกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับในระบบไฟฟ้ากำลังภายใต้เงื่อนไขของการส่งกำลังไฟฟ้า และแรงดันในปัลต์ต่าง ๆ ค่าแพชเตอร์ (หรือ ซิงโครไนส์คอนเทนเซอร์) หม้อแปลงแบบที่สามารถเปลี่ยน Tap ได้ในขณะจ่ายโหลด และการถ่ายเทกำลังไฟฟ้าที่กำหนดให้ระหว่างระบบไฟฟ้าที่เชื่อมโยงกัน ฯลฯ ที่มีค่าเหมาะสมในแง่เศรษฐศาสตร์ การศึกษาดังกล่าวเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินผลการดำเนินงาน การวางแผนก่อสร้าง ระบบสายส่ง และจำหน่ายไฟฟ้า ฯลฯ

การจัดสรรกำลังผลิตฯ อาจอธิบายได้โดยไปปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการ Minimize ต้นทุนเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิต กระแสไฟฟ้า C ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับทั้งหมด n หน่วย

$$C = \sum_{i=1}^n c_i(P_{Gi}) \quad (3.1)$$

โดยที่ C คือต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดในหน่วย \$/h

c_i คือต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดในแต่ละหน่วยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และสัมพันธ์ให้แต่ละหน่วยเป็นฟังก์ชันของกำลังผลิต P_{Gi} ของแต่ละหน่วย

และสอดคล้องกับ Equality Constraint นั้นคือสมการสมดุลของกำลังงาน (Real Power Balance Equation)

$$\sum_{i=1}^n P_{Gi} - P_D - P_L = 0 \quad (3.2)$$

โดยที่ P_D คือกำลังงานของโหลดในระบบในหน่วย MW

P_L คือกำลังสูญเสียในสายส่งในหน่วย MW

และสอดคล้องกับ Inequality Constraint นั้นคือ

$$\left. \begin{array}{l} P_{Gi, \min} \leq P_{Gi} \leq P_{Gi, \max} \\ |V_i|_{\min} \leq |V_i| \leq |V_i|_{\max} \\ Q_{Gi, \min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi, \max} \end{array} \right\} \text{สำหรับ } i = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

โดยที่ $|V_i|$ คือระดับแรงดันที่บัสต่าง ๆ

Q_{Gi} คือกำลังงานรีแอกทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในหน่วย MVAR โดยใช้วิธีการของ Lagrange Multiplier เราจะได้สมการการจำกัดลุ่มกำลังผลิตฯ

$$\frac{\partial c_i}{\partial P_{Gi}} = (IC)_i = \lambda [1 - (ITL)_i] \quad \text{สำหรับ } i = 1, 2, \dots, n \quad (3.4)$$

โดยที่ $(IC)_i$ คือ Incremental Cost ของยูนิต i ในหน่วย \$/MWh

λ คือ Lagrange Multiplier

$(ITL)_i$ คือ Incremental Transmission Loss สำหรับยูนิต i

โดยทั่วไป ค่าของ $(ITL)_i$ อาจหาได้จาก (7)

$$(ITL)_i = 2 \sum_{k=1}^n (P_k \alpha_{ik} - Q_k \beta_{ik}) \quad (3.5)$$

โดยที่ P_k คือกำลังงานที่บัส k (Bus Power)

Q_k คือกำลังงานรีแอกทีฟที่บัส k (Bus Reactive Power)

α_{ik} และ β_{ik} คือค่าคงที่ ซึ่งมีค่าเท่ากับ

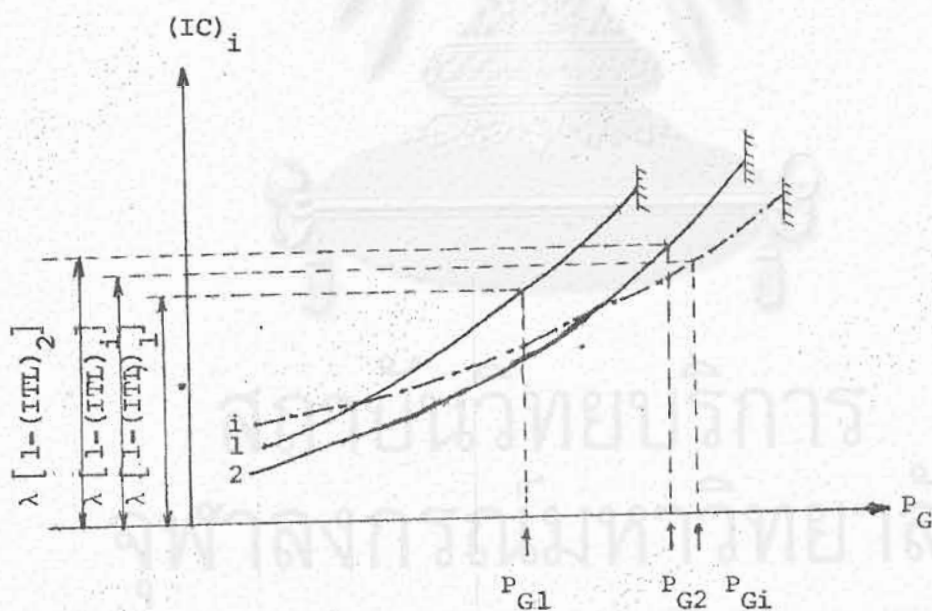
$$\alpha_{ik} \triangleq \frac{r_{ik}}{|V_i| |V_k|} \cos(\alpha_i - \alpha_k) \quad (3.6)$$

$$\beta_{ik} \triangleq \frac{r_{ik}}{|V_i| |V_k|} \sin(\alpha_i - \alpha_k) \quad (3.7)$$

โดยที่ r_{ik} คือ เอลเมนต์ของบัสรีซิสแตนซ์เมตริกซ์ (Bus Resistance Matrix)

α_i และ α_k คือมุมเฟสของแรงดันที่บัส i และ k เทียบกับบัสอ้างอิงของระบบ

สมการการตัดสรรกำลังผลิตฯ (3.4) n สมการและสมการสมดุลของกำลังไฟฟ้า (3.2) พอเพียงที่จะหากำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า $P_{G1}, P_{G2}, \dots, P_{Gn}$ และ λ ใดๆก็ได้จากการสังเกตสมการทั้งสองจะเห็นว่าประกอบด้วยเทอมของกำลังงานสูญเสีย P_L ซึ่งเป็นฟังก์ชันของกำลังผลิต P_{Gi} ที่ต้องการ การหาคำตอบที่ต้องการอาจทำได้โดยการทำอีเทอเรทีฟ (Iterative) ของ λ ในสมการการตัดสรรกำลังผลิต ตามที่แสดงในรูป 3.3 และในขณะเดียวกันก็ตรวจสอบดูว่า ค่าของ P_{Gi} ที่ได้สอดคล้องกับสมการสมดุลของกำลังไฟฟ้าในค่าที่ยอมรับได้หรือไม่



รูปที่ 3.3

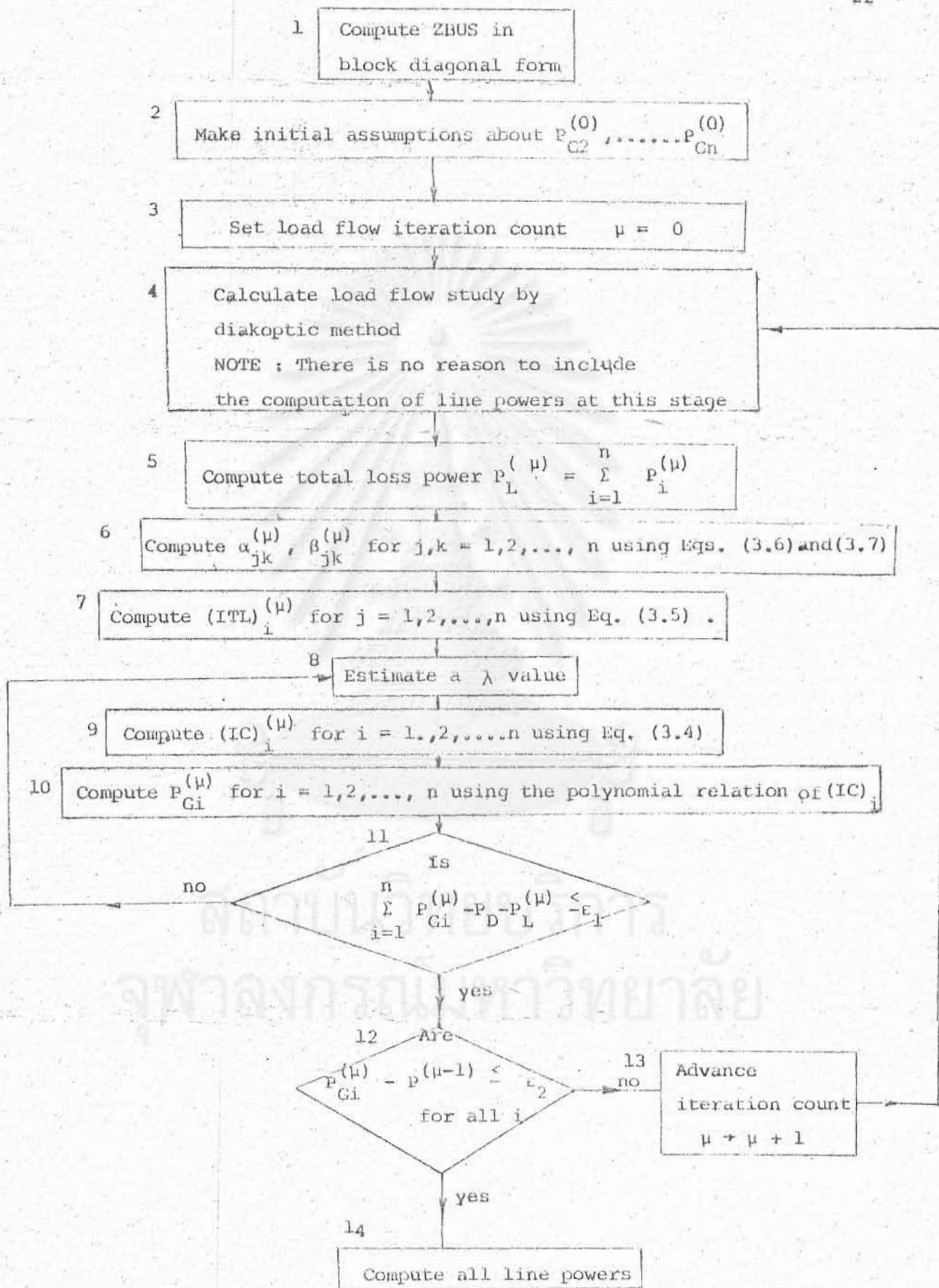
ค่าของ P_{Gi} ที่ได้จากสมการ (3.4) และ (3.2) จำเป็นต้องสอดคล้องกับสภาวะการทำงานของระบบ นั่นคือจำเป็นต้องสอดคล้องกับสภาวะโหลดโพลีของระบบไฟฟ้า นั่นคือเราจำเป็นต้องหาปริมาณโหลดโพลีของระบบในทุก ๆ รอบของการทำอิเทอเรชัน (Iteration)

โดยทั่วไป การวิเคราะห์โหลดโพลีจะกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าที่บัสให้ ดังนั้นค่า I_{Tj} จากสมการที่ 2.20) จะยังไม่ทราบค่าแน่นอน ขึ้นอยู่กับ E_{Tj} ซึ่งยังไม่ทราบค่า และจะมีอยู่ 1 บัส เรียกว่า สวิงบัส (Swing Bus) ซึ่งยังไม่กำหนดกำลังไฟฟ้าให้สำหรับเอาไว้คอยปรับกำลังไฟฟ้าชดเชยกับกำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายส่งจึงยังไม่ทราบค่า ดังนั้นการคำนวณหาผลสัมฤทธิ์ของโหลดโพลี โดยวิธีโดกอบติก (1,2) อาจทำได้โดยใช้วิธีอิเทอเรทีฟ (Iterative) โดยมีรายละเอียดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์⁽⁷⁾ ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การอ่านข้อมูลและจัดข้อมูลแบ่งออกเป็นโซน
- 2) การสร้างเมตริกซ์ Z_1 และ Z_2
- 3) การสร้างเมตริกซ์ Z_4 และ Y_4
- 4) การกำหนดค่าเริ่มต้น
- 5) การหาผลสัมฤทธิ์ของแรงดันไฟฟ้า โดยวิธีอิเทอเรทีฟ
- 6) ส่วนแสดงผลลัพธ์

เราอาจสรุปขั้นตอนของการคำนวณการคัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ โดยวิธีโดกอบติกตามที่ได้แสดงในรูปที่ 3.4 สำหรับโพลีชาร์ตอื่น ๆ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการวิเคราะห์การคัดสรรกำลังผลิตฯ ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก 1 และ 2 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



3.4 การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์

การศึกษาเกี่ยวกับเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังในภาวะทรานเซียนท์ เป็นการศึกษาถึงความสามารถของระบบไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ยังคงเชื่อมโยงกันอยู่ในระบบ (Synchronism) หลังจากเกิดการผิดปกติอย่างมากในระบบอันเนื่องมาจากการสูญเสียอุปกรณ์สำคัญในการผลิตหรือส่งกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงโหลดอย่างกะทันหัน หรือการเปลี่ยนแปลงโหลดที่มีขนาดใหญ่ หรือเนื่องจากฟอลต์ในระบบ การศึกษาดังกล่าวจะทำให้เราทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของกระแสแรงดัน กำลังไฟฟ้า ความเร็วและแรงบิดในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของแรงดันและกำลังไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของระบบ ในขณะที่เกิดการผิดปกติในระบบและหลังจากการผิดปกตินั้น ปริมาณเหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องการ และจำเป็นสำหรับการวางแผนก่อสร้างระบบไฟฟ้า เนื่องจากระบบไฟฟ้าที่ดีจะต้องมีความเชื่อถือได้ (reliabilities) ว่าพร้อมที่จะจ่ายกำลังไฟฟ้าตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบระบบไฟฟ้าจำเป็นต้องออกแบบให้ระบบมีเสถียรภาพเสมอ ไม่ว่าจะเกิดการผิดปกติอย่างไรในระบบ

ในการศึกษาเสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ ขั้นแรกเป็นการศึกษาวงจรโหลดโพลาร์ของระบบก่อนเกิดการผิดปกติ ซึ่งเป็นภาวะแรกเริ่มของระบบ หลังจากนั้นจำเป็นต้องตัดแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ

ลักษณะสมบัติของเครื่องจักรไฟฟ้าแบบซิงโครนัส ถูกกำหนดโดยเชิงของสมการดิฟเฟอเรนเชียล โดยที่จำนวนของสมการที่ใช้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดที่ต้องการหาลักษณะของเครื่องจักรในช่วงเวลาต่าง ๆ การแทนเครื่องจักรอย่างง่ายที่สุด จำเป็นต้องใช้สมการดิฟเฟอเรนเชียลอันดับหนึ่งสองสมการ เรียกว่าสมการ Swing (Swing Equation) ⁽¹³⁾ นั่นคือ

$$\frac{d^2\delta}{dt^2} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{\pi f}{H} (P_m - P_e) \quad (3.8)$$

$$\text{และ} \quad \frac{d\delta}{dt} = \omega - 2\pi f \quad (3.9)$$

โดยที่ δ คือตำแหน่งเฟสของโรเตอร์ที่เทียบกับแกนอ้างอิงที่หมุนด้วยความเร็วเชิงโคจรแล้ว (Synchronous Rotating Reference) ในหน่วยเรเดียน

ω คือความเร็วเชิงมุม ในหน่วยเรเดียน/วินาที

P_m คือกำลังงานทางกล

P_e คือกำลังงานทางไฟฟ้า

และ H คือค่าคงที่ของความเฉื่อยของเครื่องจักรไฟฟ้า

การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลังในภาวะทรานเซียนท์ ทำได้โดยรวมคำตอบของสมการที่ขั้วคณิต ที่แสดงสมรรถนะของระบบเข้ากับคำตอบของสมการดิฟเฟอเรนเชียล ที่แสดงสมรรถนะของเครื่องจักรไฟฟ้า โดยทั่วไปคำตอบของสมการดิฟเฟอเรนเชียลที่ใช้ในการศึกษาเสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์นั้นใช้วิธีตัดแปลงของ Euler และวิธีของ Runge-Kutta

เนื่องจากการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ จำเป็นต้องคำนวณโพลดิฟเฟอเรนเชียลของระบบก่อนเกิดการผิดปกติ ดังนั้นเราอาจวิเคราะห์โพลดิฟเฟอเรนเชียลของระบบ โดยวิธีใดกอบตติค ตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 และเราอาจสรุปขั้นตอนการคำนวณเสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ โดยวิธีใดกอบตติค ตามที่ได้แสดงในรูปที่ 3.5 สำหรับโพลีชาร์ตอื่น ๆ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก 1 และ 2 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Calculate Load flow
prior to disturbance
by diakoptic method

Modify network data
for new representation

Calculate machine currents

$$I_{ti} = \frac{P_{ti} - jQ_{ti}}{E_{ti}^*}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Calculate voltages behind machine equivalents

$$E'_{i(0)} = E_{ti} + r_{ai} I_{ti} + jx'_{di} I_{ti}$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Set time
 $t = 0$

Is there a
switching operation
or change in fault
condition?

No

Yes

Modify system data

Set $j = 0$

Solve network performance equations

$$E_p^{k+1} = - \sum_{q=1}^{p-1} Y_{Lpq} E_q^{k+1} - \sum_{q=p+1}^n Y_{Lpq} E_q^k - \sum_{i=1}^m Y_{Lpi} E'_i$$

$$p = 1, 2, \dots, n \quad p \neq f \text{ (when fault on bus } f)$$

Calculate initial estimates of power
angles and machine speeds at $t + \Delta t$

$$\delta_{i(t+\Delta t)} = \delta_{i(t)} + \left. \frac{d\delta_i}{dt} \right|_{(t)} \Delta t$$

$$\omega_{i(t+\Delta t)} = \omega_{i(t)} + \left. \frac{d\omega_i}{dt} \right|_{(t)} \Delta t$$

$i = 1, 2, \dots, m$

Calculate initial estimates of voltages
behind machine impedances at $t + \Delta t$

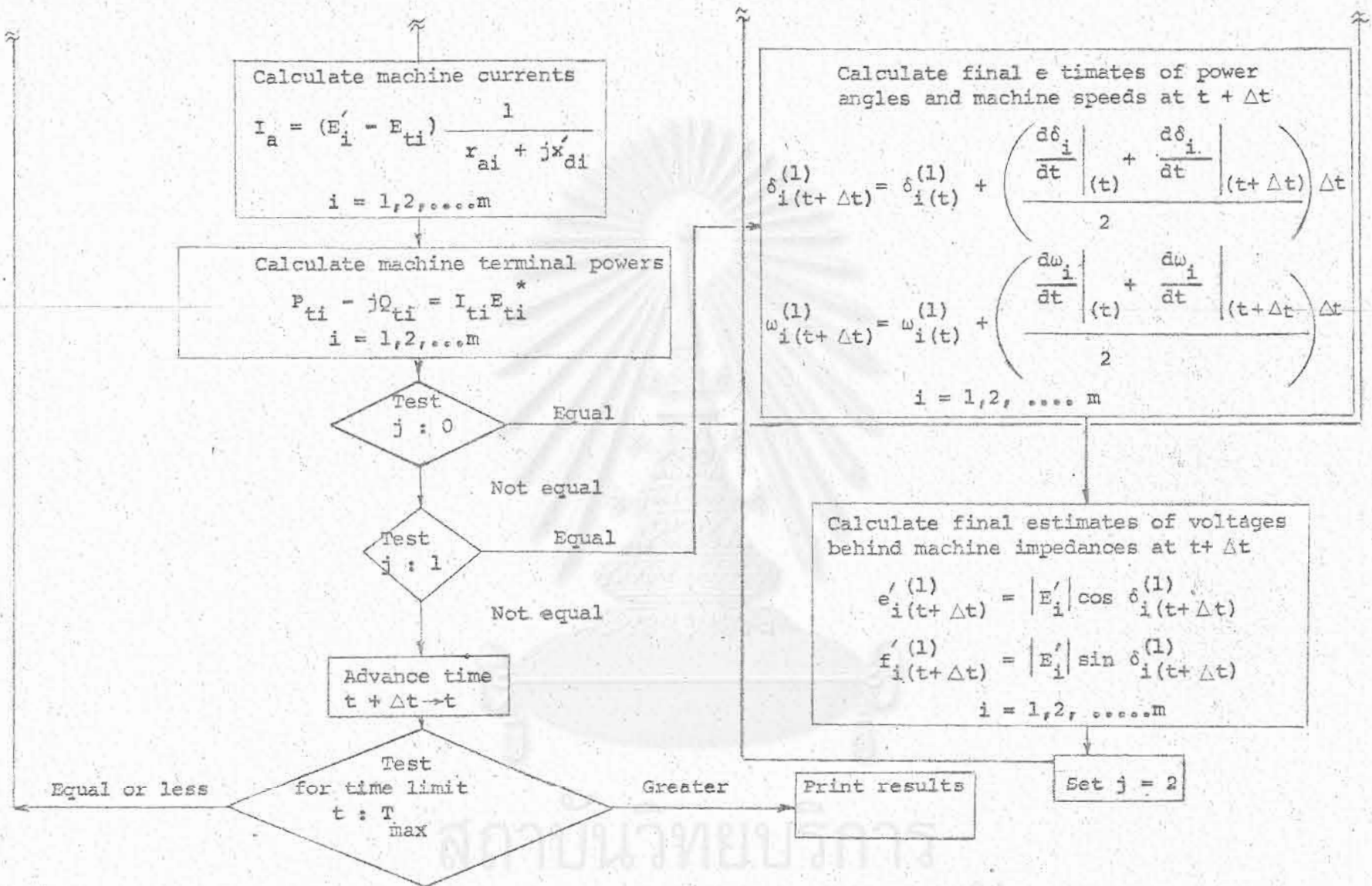
$$e'_{i(t+\Delta t)} = |E'_i| \cos \delta_{i(t+\Delta t)}$$

$$f'_{i(t+\Delta t)} = |E'_i| \sin \delta_{i(t+\Delta t)}$$

$i = 1, 2, \dots, m$

Set $j = 1$





รูป 3.5

สัญลักษณ์ที่ใช้	ความหมายและคำอธิบาย
TOR	ค่าที่ใช้เปรียบเทียบในการหาคำตอบของระบบ
OPTION (I), I = 1, 15	รหัสควบคุม เป็นเลขจำนวนเต็ม 1 รหัส ถ้ามีค่าไม่เท่ากับศูนย์โปรแกรมจะพิมพ์ข้อมูลเกี่ยวกับบัส สายส่ง/หม้อแปลง คัทลายนี่ ค่าสาย/สายลุ่มมุด Z_1 Z_2 Z_4 Y_4 ผลลัพธ์ในแต่ละรอบของการทำโหลดโพลาร์วิทเทอเรทีฟ บัส สายส่ง/หม้อแปลง ผลสรุปของระบบทั้งหมด ผลลัพธ์พิมพ์แบบเว้นบรรทัด ผลลัพธ์ของตัวแปรในทุกขั้นตอนของการทำโหลดโพลาร์วิทเทอเรทีฟ ตามลำดับ

4.2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับบัส

สัญลักษณ์ที่ใช้	ความหมายและคำอธิบาย
BUSNAM	ชื่อของบัส
BUS	รหัสประจำบัส เป็นค่าตัวเลขจำนวนเต็มไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับกัน
ZONE	รหัสประจำโซน
TYPE	รหัสประจำบัส แสดงถึงชนิดของบัส นั่นคือ บัส TYPE 1, 2 และ 3 หมายถึง โหลดบัส (Load Bus) บัสที่มีการควบคุมแรงดัน (Voltage Controlled Bus) และบัสอ้างอิง (Reference Bus) ตามลำดับ
BASEKV	ค่าเบส kV ของระบบ
VOLT	ค่าแรงดันของบัสต่าง ๆ ในหน่วย kV
GEN	กำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ในหน่วย MW และ MVAR ซึ่งเป็นเลขเชิงซ้อน
LOAD	กำลังไฟฟ้าของโหลดเป็นเลขเชิงซ้อนเดียวกับ GEN

สัญลักษณ์ที่ใช้	ความหมายและคำอธิบาย
VARMAX	ขีดจำกัดสูงสุดของกำลังงานรีแอกทีฟของบัส TYPE2 ในหน่วย MVAR
VARMIN	ขีดจำกัดต่ำของกำลังงานรีแอกทีฟของบัส TYPE 2 ในหน่วย MVAR
STATC	ค่าคาปาซิเตอร์ (+) หรือรีแอกเตอร์ (-) ในหน่วย MVAR

4.2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า

สัญลักษณ์ที่ใช้	ความหมายและคำอธิบาย
LINE	รหัสประจำสาย เป็นค่าตัวเลขจำนวนเต็มไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับกัน
NP	รหัสประจำบัสที่สายส่งต่ออยู่ และเป็นบัสต้นทาง
NQ	รหัสประจำบัสที่สายส่งต่ออยู่ และเป็นบัสปลายทาง
ZPRI	ค่าอิมพีแดนซ์ของสายส่งในหน่วย pu และเป็นเลขเชิงซ้อน
BC	ค่าชับเซลล์แดนซ์ (Susceptance) เนื่องจาก Line Charging ตลอดสายส่ง ในหน่วย pu
T	อัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลง (Off-normal Turn Ratio) สำหรับข้อมูลที่เป็นสายส่งไม่ต้องใส่ค่า

4.2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์ระบบ

สัญลักษณ์ที่ใช้	ความหมายและคำอธิบาย
VCO	แรงดันที่บัสต่าง ๆ ก่อนเกิดฟลลท์
ZF	ฟลลท์อิมพีแดนซ์เมตริกซ์
ZGEN	อิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
TOLER 1, TOLER 2	ค่าที่ใช้เปรียบเทียบในการหาค่าตอบของระบบ
KOMAX	จำนวนรอบสูงสุดของการทำอิเทเรทีฟ ถ้าเกินค่านี้จะหยุดการคำนวณ

สัญลักษณ์ที่ใช้

ความหมายและคำอธิบาย

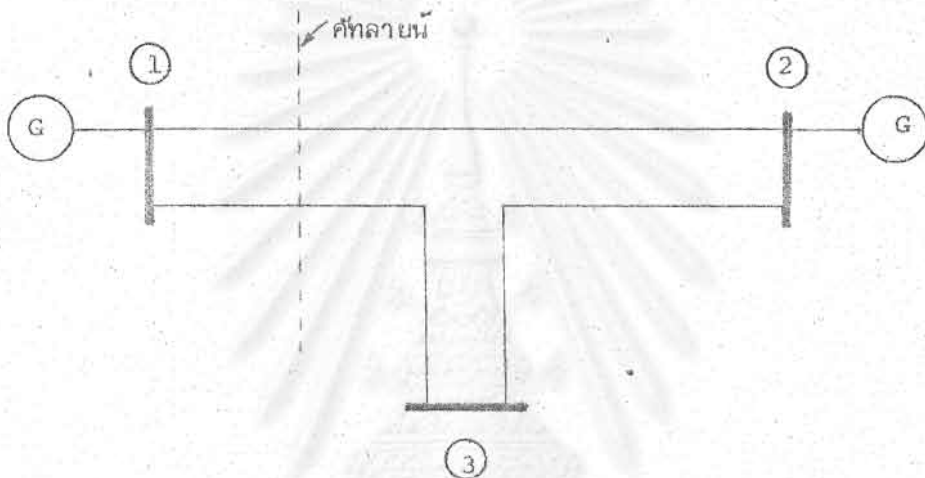
GBUS	รหัสที่แสดงถึงตำแหน่งของบัสที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่
MBUS	ค่ามวลปฏิกิริยาของระบบ
H	ค่าคงที่ของความเฉื่อย (Inertia Constant)
NFB	รหัสที่แสดงถึงบัสที่เกิดฟลลท์
TSTOP	เวลาสูงสุดที่ใช้ในการคำนวณ
TCF	เวลาที่เกิดฟลลท์
DT	ช่วงเวลา (Step Size) ที่ใช้ในการคำนวณ
F	ความถี่ของระบบไฟฟ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8 ตัวอย่างการคำนวณ

4.3.1 ตัวอย่างการคำนวณการสัตวงจร

ในการวิเคราะห์การสัตวงจรโดยวิธีโดกอบดิคัมน์ เราใช้ตัวอย่างของระบบไฟฟ้ากำลังตามที่แสดงในรูปที่ 4.1 และมีค่าของอิมพีแดนซ์ในซีเคอร์นซ์ต่าง ๆ ตามที่แสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง

ตารางที่ 4.1 อิมพีแดนซ์ในซีเคอร์นซ์ศูนย์, บวกและลบของระบบไฟฟ้ากำลังในรูปที่ 4.1

Element number	Bus code p-q	Self Impedance $Z_{p,q,pq}$
1	0-1	$\begin{bmatrix} 0.035 & & \\ & 0.1025 & \\ & & 0.1025 \end{bmatrix}$
2	0-2	$\begin{bmatrix} 0.035 & & \\ & 0.1025 & \\ & & 0.1025 \end{bmatrix}$

Element number	BUS code p-q	Self Impedance $z_{pq,pq}$ 0,1,2
3	1-2	$\begin{bmatrix} 2.50 & & \\ & 1.00 & \\ & & 1.00 \end{bmatrix}$
4	1-3	$\begin{bmatrix} 1.00 & & \\ & 0.40 & \\ & & 0.40 \end{bmatrix}$
5	3-2	$\begin{bmatrix} 1.50 & & \\ & 0.60 & \\ & & 0.60 \end{bmatrix}$

ในการวิเคราะห์การสั่นพ้อง เราแบ่งระบบออกเป็น 2 โชน โดยให้บัส 1 อยู่ในโชนที่ 1 และบัส 2,3 อยู่ในโชนที่ 2 โดยที่สายส่ง 1-2 และ 1-3 เป็นค้ำกลางนัยของระบบตามที่แสดงในรูปที่ 4.1

การทำงานของโปรแกรมอาจแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) โปรแกรมจะอ่านข้อมูลทั้งหมดจากบัตรข้อมูล และสร้างเมตริกซ์ต่าง ๆ สำหรับซีควีนซ์ศูนย์ (Zero Sequence) แล้วพิมพ์ข้อมูลของบัสตามที่แสดงในตารางที่ 4.2 และพิมพ์ข้อมูลของสายตามที่แสดงในตารางที่ 4.3 ในส่วนนี้ โปรแกรมจะทำการแยกกลุ่มของบัสแบ่งออกเป็นโชนและหาค้ำกลางนัย แล้วพิมพ์ค่าค้ำกลางนัยตามที่แสดงในตารางที่ 4.4

2) โปรแกรมจะสร้างเมตริกซ์ Z_1, Z_2 ของระบบย่อยโชน 1 และโชน 2 และพิมพ์ค่าตามตาราง 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ

3) โปรแกรมจะสร้างเมตริกซ์ Z_4 และ Y_4 ตามที่แสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

4) โปรแกรมจะสร้างเมตริกซ์ต่าง ๆ สำหรับซีควเอนซ์บวก (Positive Sequence) แล้วพิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ ในหัวข้อ 1, 2 และ 3 ข้างบนนี้ ตามที่แสดงในตารางที่ 4.11 ถึงตารางที่ 4.19 ตามลำดับ

5) โปรแกรมจะคำนวณค่าต่าง ๆ เนื่องจากการสัตวงจร เริ่มคือ แรงดันฟอลท์ที่ บัสต่าง ๆ กระแสฟอลท์ที่บัสต่าง ๆ กระแสฟอลท์ในสายส่งทั้งหมด ในรูปของเฟส abc และ ซีควเอนซ์ 012 สำหรับการสัตวงจรแบบสามเฟสลงดิน และการสัตวงจรแบบหนึ่งสายลงดิน ตามที่แสดง ในตารางที่ 4.20 และ 3.21 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FORM 2-BUS LF ZERO SEQUENCE

ตารางที่ 4.2 BUS INPUT DATA

BUS	ZCNE

NO.	
1	1
2	2
3	2

ตารางที่ 4.3 LINE LIST

LINE NO.	BUS F	BUS G	IMPEDANCE		Y SHUNT	TRANSF. RATIO
			R	X		
1	1	2	0.6	2.5000	0.0	1.000
2	1	3	0.0	1.0000	0.0	1.000
3	3	2	0.0	1.5000	0.0	1.000

ตารางที่ 4.4 CUT LINE

BETWEEN		IMPEDANCE	
BUS NO.	BUS NO.	R	X
1	2	0.0	2.5000
1	3	0.0	1.0000

ตารางที่ 4.5

Z1 MATRIX FOR ZONE 1

BUS 1

BUS 1 0.000000 0.025000J

ตารางที่ 4.6

Z2 MATRIX FOR ZONE 1

CUT BUS LINE 1- 2 1- 3

BUS 1 0.000000 0.035000J 0.000000 0.025000J

ตารางที่ 4.7

Z1 MATRIX FOR ZONE 2

BUS 2

BUS 3

BUS 2 0.000000 0.035000J 0.000000 0.025000J

BUS 3 0.000000 0.035000J 0.000000 1.534999J

ตารางที่ 4.8

Z2 MATRIX FOR ZONE 2

CUT BUS LINE 1- 2 1- 3

BUS 2 -0.000000 -0.035000J -0.000000 -0.025000J

BUS 3 -0.000000 -0.035000J -0.000000 -1.534999J

ตารางที่ 4.10 Y4 MATRIX

CUT BUS LINE 1- 2 1- 3

1- 2 0.000000 -0.389394J 0.000000 0.010606J

1- 3 0.000000 0.010606J 0.000000 -0.389394J

ตารางที่ 4.9

Z4 MATRIX

CUT BUS LINE 1- 2 1- 3

1- 2 0.000000 2.570000J 0.000000 0.070000J

1- 3 0.000000 0.070000J 0.000000 2.569999J

FORM Z-BUS OF POSITIVE SEQUENCE

ตารางที่ 4.11 BUS INPUT DATA

BUS	ZONE
1	1
2	2
3	2

ตารางที่ 4.12 LINE LIST

LINE NO.	BUS F	BUS C	IMPEDANCE		Y SHUNT	TRANSF. RATIO
			F	X		
1	1	2	0.0	1.0000	0.0	1.000
2	1	3	0.0	0.4000	0.0	1.000
3	3	2	0.0	0.4000	0.0	1.000

ตารางที่ 4.13 CUT LINE

BETWEEN		IMPEDANCE	
BUS NO.	BUS NO.	F	X
1	2	0.0	1.0000
1	3	0.0	0.4000

ตารางที่ 4.14 Z1 MATRIX FOR ZONE 1

BUS 1

BUS 1	0.000000	0.102500J
-------	----------	-----------

ตารางที่ 4.15 Z2 MATRIX FOR ZONE 1

CUT BUS LINE	1-2	1-3
BUS 1	0.000000	0.102500J
	0.000000	0.102500J

ตารางที่ 4.16 Z1 MATRIX FOR ZONE 2

BUS 2	BUS 3	
BUS 2	0.000000	0.102500J
BUS 3	0.000000	0.702500J

ตารางที่ 4.17 Z2 MATRIX FOR ZONE 2

CUT BUS LINE	1-2	1-3
BUS 2	-0.000000	-0.102500J
BUS 3	-0.000000	-0.702500J

ตารางที่ 4.19 Y4 MATRIX

CUT BUS LINE	1-2	1-3
1-2	0.000000	-0.854610J
1-3	0.000000	-0.145390J

ตารางที่ 4.18 Z4 MATRIX

CUT BUS LINE	1-2	1-3
1-2	0.000000	-1.205000J
1-3	0.000000	-1.205000J

REPORT OF FAULT CALCULATIONS
THE RESULT OF THREE PHASE FAULT

THREE PHASE COMPONENTS (SYMMETRICAL COMPONENTS)						LINE CURRENT DURING FAULTS			
BUS NAME	PHASE (SEQUENCE)	VCITS		AMPS		LINE NO.	PHASE (SEQUENCE)	MAGNITUDE	DEGREE
		MAG	DEG	MAG	DEG				
ZPP1	C.000000	0.087598							
Z1P1	C.000000	0.014903							
Z1P1	C.000000	0.058520							

1 (FLT.)	1	0.0	0.0	11.416	-90.00				
2	1	0.830	0.00						
3	1	0.832	0.00						
						1-2	1	0.830	90.00
						1-3	1	0.830	90.00
						2-3	1	0.830	-90.00

1 (FLT.)	PCS.	0.0	0.0	19.773	-90.00				
2	PCS.	1.437	0.00						
3	PCS.	0.575	0.00						
						1-2	PCS.	1.437	90.00
						1-3	PCS.	1.437	90.00
						2-3	PCS.	1.437	-90.00

ZPP1	C.000000	0.087598							
Z1P1	C.000000	0.014903							
Z1P1	C.000000	0.042981							

2 (FLT.)	1	0.0	0.0	11.416	-90.00				
1	1	0.830	0.00						
3	1	0.498	0.00						
						1-2	1	0.830	-90.00
						1-3	1	0.830	-90.00
						2-3	1	0.830	90.00

2 (FLT.)	PCS.	0.0	0.0	19.773	-90.00				
1	PCS.	1.437	0.00						
3	PCS.	0.862	0.00						
						1-2	PCS.	1.437	-90.00
						1-3	PCS.	1.437	-90.00
						2-3	PCS.	1.437	90.00

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

ZPP1 0.000000 0.252764
 Z1P1 0.000000 0.058520
 Z1P1 0.000000 0.043961

3 (FLT.)	T	0.0	0.0	3.416	-50.00			
1	T	0.800	0.00					
2	T	0.850	0.00					
						1-2	T	0.050 90.00
						1-3	T	2.000 -90.00
						2-3	T	1.416 -90.00

3 (FLT.)	PCS.	0.0	0.0	5.917	-90.00			
1	PCS.	1.386	0.00					
2	PCS.	1.472	-0.00					
						1-2	PCS.	0.086 90.00
						1-3	PCS.	3.464 -90.00
						2-3	PCS.	2.453 -90.00

REMARK : T IS THE REFERENCE PHASE. IF YOU WANT TO KNOW ALL OF PHASES, YOU MUST ADD THE ANGLE 0,120,-120 DEGREES FOR PHASE A, B AND C. FOR SYMMETRICAL COMPONENTS, THERE IS A POSITIVE COMPONENT ONLY.

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21

REPORT OF FAULT CALCULATIONS
THE RESULT OF SINGLE LINE TO GROUND FAULT (PHASE A)

THREE PHASE COMPONENTS (SYMMETRICAL COMPONENTS)						LINE CURRENT DURING FAULTS			
BUS NAME	PHASE (SEQUENCE)	VOLTS		AMPS		LINE NO.	PHASE (SEQUENCE)	MAGNITUDE	DEGREE
		MAG	DEG	MAG	DEG				
1 (FLT.)	A	0.0	0.0	14.336	-90.00				
	B	0.500	-105.75	0.0	0.0				
	C	0.500	105.75	0.0	0.0				
2	A	0.553	0.00						
	B	0.568	-116.58						
	C	0.568	116.58						
3	A	0.541	0.00						
	B	0.522	-110.27						
	C	0.522	110.27						
						1-2	A	85.888	90.00
							E	85.846	90.00
							C	85.846	90.00
						1-3	A	13.444	90.00
							E	13.444	90.00
							C	13.444	90.00
						2-3	A	31.724	-90.00
							E	30.682	-90.00
							C	30.682	-90.00
1 (FLT.)	ZLRC	0.282	-180.00	8.277	-90.00				
	PLS.	1.007	0.00	8.277	-90.00				
	NEG.	0.725	180.00	8.277	-90.00				
2	ZERC	0.006	-180.00						
	PLS.	1.605	0.00						
	NEG.	0.123	180.00						
3	ZERC	0.172	-180.00						
	PLS.	1.244	0.00						
	NEG.	0.484	180.00						
						1-2	ZERC	149.292	90.00
							PLS.	0.602	90.00
							NEG.	0.602	90.00
						1-3	ZERC	23.867	90.00
							PLS.	0.602	90.00
							NEG.	0.602	90.00
						2-3	ZERC	53.745	-90.00
							PLS.	0.602	-90.00
							NEG.	0.602	-90.00

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

2 (FLT.)	A	C.C	0.0	14.336	-50.00
	B	C.900	-105.75	0.0	0.0
	C	C.900	105.75	0.0	0.0
1	A	C.852	0.00		
	B	C.508	-110.58		
	C	C.508	110.58		
2	A	C.512	0.00		
	B	C.537	-112.44		
	C	C.537	112.44		

1-2	A	86.888	-90.00
	B	85.846	-90.00
	C	85.846	-90.00
1-3	A	14.444	-90.00
	B	13.444	-90.00
	C	13.444	-90.00
2-3	A	31.724	90.00
	B	30.682	90.00
	C	30.682	90.00

2 (FLT.)	ZERC	C.282	-180.00	8.277	-50.00
	PCS.	1.007	0.00	8.277	-50.00
	NEG.	C.725	180.00	8.277	-50.00
1	ZERC	C.008	-180.00		
	PCS.	1.009	0.00		
	NEG.	C.122	180.00		
3	ZERC	C.117	-180.00		
	PCS.	1.368	0.00		
	NEG.	C.264	180.00		

1-2	ZERC	149.252	-90.00
	PCS.	0.602	-90.00
	NEG.	0.602	-90.00
1-3	ZERC	23.887	-90.00
	PCS.	0.602	-90.00
	NEG.	0.602	-90.00
2-3	ZERC	53.745	90.00
	PCS.	0.602	90.00
	NEG.	0.602	90.00

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

3 (FLT.)	A	C.C	0.0	2.493	-50.00
	B	1.155	-131.66	0.C	C.C
	C	1.155	131.66	0.C	0.0
1	A	C.885	0.00		
	B	C.985	-118.42		
	C	C.985	118.42		
2	A	C.915	0.00		
	B	C.986	-118.76		
	C	C.986	118.76		

1-2	A	3.021	90.00
	B	2.985	90.00
	C	2.985	90.00
1-3	A	105.014	-90.00
	B	107.554	-90.00
	C	107.554	-90.00
2-3	A	164.545	-90.00
	B	163.515	-90.00
	C	163.515	-90.00

3 (FLT.)	ZERC	C.890	-180.00	1.439	-50.00
	PCS.	1.311	0.00	1.439	-50.00
	NEG.	C.421	180.00	1.439	-50.00
1	ZERC	C.030	180.00		
	PCS.	1.248	0.00		
	NEG.	C.084	180.00		
2	ZERC	C.020	180.00		
	PCS.	1.665	0.00		
	NEG.	C.063	180.00		

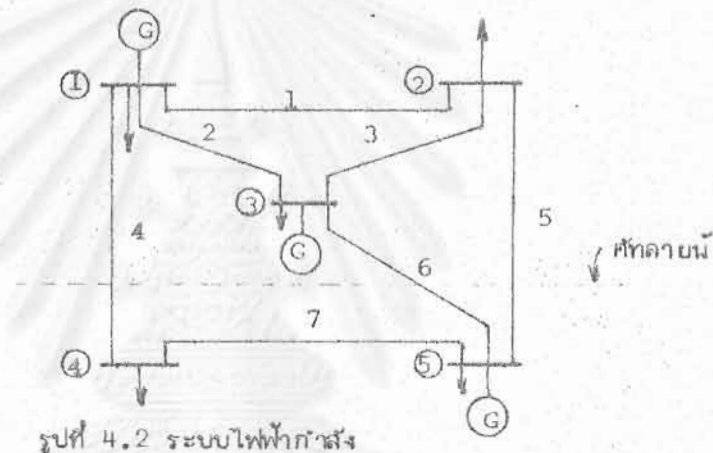
1-2	ZERC	5.192	90.00
	PCS.	0.021	90.00
	NEG.	0.021	90.00
1-3	ZERC	187.132	-90.00
	PCS.	0.843	-90.00
	NEG.	0.843	-90.00
2-3	ZERC	283.813	-90.00
	PCS.	C.557	-90.00
	NEG.	C.557	-90.00

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2 ตัวอย่างการคำนวณการตัดรอกำลังผลิต

ในการวิเคราะห์การตัดรอกำลังผลิตฯ โดยวิธีไดกอบดิคินัม เราใช้ตัวอย่างของระบบไฟฟ้ากำลังตามที่แสดงในรูปที่ 4.2 สำหรับค่าของกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอิมพีแดนซ์ของสายส่งและแอดมิตแตนซ์ของ Line Charging ในหน่วย Per Unit เทียบกับ 100 MVA 138 kV Base ได้แสดงในตารางที่ 4.22 และ 4.23 ตามลำดับ



ตารางที่ 4.22 กำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด

Bus Code p	Bus type	Bus voltage magnetude, pu	Generation		Load		MVAR	
			MW	MVAR	MW	MVAR	Max	Min
1	3	1.05	Optimum	Unspecified	231	86		
2	1	Unspecified	Zero	Zero	201	128		
3	2	1.02	Optimum	Unspecified	161	42	500	-500
4	1	Unspecified	Zero	Zero	100	100		
5	2	1.02	Optimum	Unspecified	211	76	500	-500

ตารางที่ 4.23 อิมพีแดนซ์ของสายส่งสำหรับไฟฟ้าในรูปที่ 4.2

Line no.	Bus Code p-q	Impedance Z_{pq}	Line Charging y'_{pq}
1	1-2	0.041 + j0.3146	0.07
2	1-3	0.0309 + j0.2373	0.0528
3	2-3	0.0238 + j 0.1823	0.0406
4	1-4	0.0419 + j0.3213	0.0715
5	2-5	0.0366 + j0.2806	0.0624
6	3-5	0.178 + j 0.1367	0.0304
7	4-5	0.0573 + j0.4397	0.0978

ถ้าสมมติให้ Incremental Cost (IC) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสามชนิดมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$P_{Gi} = -3.00 + 1.50(IC)_i - 0.050(IC)_i^2 \quad (IC \text{ ในหน่วย dollars/pu MWh})$$

ในการวิเคราะห์การคัดสรรกำลังผลิต เราแบ่งระบบออกเป็น 2 โชน โดยให้บัส 1, 2, 3 อยู่ในโชนที่ 1 และ บัส 3, 4 อยู่ในโชนที่ 2 โดยที่สายส่ง 1-4, 2-5 และ 3-5 เป็นคัทลายน้ของระบบตามที่แสดงในรูปที่ 4.2 การทำงานของโปรแกรม อาจแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) โปรแกรมจะอ่านข้อมูลทั้งหมดจากบัตรข้อมูล แล้วพิมพ์ข้อมูลของบัสตามที่แสดงในตารางที่ 4.24 และพิมพ์ข้อมูลของสายตามที่แสดงในตารางที่ 4.25 ในส่วนนี้โปรแกรมจะทำการแยกกลุ่มของบัสออกเป็นโชนและหาคัทลายน้ แล้วพิมพ์ค่าคัทลายน้ตามที่แสดงในตารางที่ 4.26
- 2) โปรแกรมจะสร้างเมตริกซ์ Z_1 , Z_2 ของระบบย่อยโชน 1 และโชน 2 และพิมพ์ค่าตามตารางที่ 4.27, 4.28, 4.29 และ 4.30 ตามลำดับ
- 3) โปรแกรมจะสร้างเมตริกซ์ Z_4 และ Y_4 ตามที่แสดงในตารางที่ 4.31 และ 4.32 ตามลำดับ
- 4) โปรแกรมจะคำนวณค่าต่าง ๆ ของการคัดสรรกำลังผลิต นั่นคือ ทำการหิเทอเรชันตามทีแสดงในรูปที่ 3.4 และได้คำตอบของ λ และ P_{Gi} ตามที่แสดงในตารางที่ 4.33 สำหรับการไหลของไหลในสายส่งต่าง ๆ กำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และผลสรุปของระบบได้แสดงในตารางที่ 4.34, 4.35 และ 4.36 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24 BUS INPUT DATA

BUS NO.	ZONE	TYPE	VOLT	GENERATION		MVAR LIMIT		LOAD		SHUNT
				MW	MVAR	MAX.	MIN	MW	MVAR	CAPACITANCE
1	1	3	1.050	0.0	0.0	0.0	0.0	231.00	86.00	0.0
2	1	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	201.00	128.00	0.0
3	1	2	1.020	300.00	0.0	500.00	-500.00	161.00	42.00	0.0
4	2	1	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.00	100.00	0.0
5	2	2	1.020	300.00	0.0	500.00	-500.00	211.00	76.00	0.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 4.25 LINE LIST

LINE NO.	BUS P	BUS Q	IMPEDANCE		Y SHUNT	TRANSF. RATIO
			R	X		
1	1	2	0.0410	0.3146	0.0700	1.000
2	1	3	0.0309	0.2373	0.0528	1.000
3	2	3	0.0238	0.1823	0.0406	1.000
4	1	4	0.0419	0.3213	0.0715	1.000
5	2	5	0.0366	0.2806	0.0624	1.000
6	3	5	0.0178	0.1367	0.0304	1.000
7	4	5	0.0573	0.4397	0.0978	1.000

ตารางที่ 4.26 CUT LINE

BETWEEN		IMPEDANCE	
BUS NO.	BUS NO.	R	X
1	4	0.0419	0.3213
2	5	0.0366	0.2806
3	5	0.0178	0.1367

ตารางที่ 4.27 Z1 MATRIX FOR ZONE 1
=====

	BUS 1	BUS 2	BUS 3
BUS 1	0.172151 0.107625J	0.141607 0.027850J	0.152071 0.036882J
BUS 2	0.141607 0.027850J	0.156967 0.103099J	0.148892 0.044820J
BUS 3	0.152071 0.036882J	0.148892 0.044820J	0.171412 0.111653J

ตารางที่ 4.28 Z2 MATRIX FOR ZONE 1
=====

CUT BUS LINE	1- 4	2- 5	3- 5
BUS 1	0.172151 0.107625J	0.141607 0.027850J	0.152071 0.036882J
BUS 2	0.141607 0.027850J	0.156967 0.103099J	0.148892 0.044820J
BUS 3	0.152071 0.036882J	0.148892 0.044820J	0.171412 0.111653J

ตารางที่ 4.29 Z1 MATRIX FOR ZONE 2
=====

	BUS 4	BUS 5
BUS 4	0.263983 0.267681J	0.223598 0.056199J
BUS 5	0.223598 0.056199J	0.304655 0.168621J

ตารางที่ 4.30 72 MATRIX FOR ZONE 2
=====

CUT BUS LINE	1- 4	2- 5	3- 5
BUS 4	-0.263983 -0.260681J	-0.223598 -0.056199J	-0.223598 -0.056199J
BUS 5	-0.223598 -0.056199J	-0.304655 -0.168621J	-0.304655 -0.168621J

ตารางที่ 4.31 Z4 MATRIX
=====

CUT BUS LINE	1- 4	2- 5	3- 5
1- 4	0.478034 0.698596J	0.365204 0.084049J	0.375669 0.093081J
2- 5	0.365204 0.084049J	0.498222 0.552350J	0.453547 0.213441J
3- 5	0.375669 0.093081J	0.453547 0.213441J	0.493898 0.417014J

ตารางที่ 4.32 Y4 MATRIX
=====

CUT BUS LINE	1- 4	2- 5	3- 5
1- 4	0.398351 -1.238261J	0.025926 0.288957J	0.042358 0.557166J
2- 5	0.025926 0.288957J	0.438442 -2.013942J	-0.015165 1.448748J
3- 5	0.042358 0.557166J	-0.015165 1.448748J	0.732787 -2.374325J

ตารางที่ 4.34 LINE FLOWS

LINE NO.	FROM BUS NAME	TO BUS NAME	FLOW FROM BUS P (MW, MVAR)	FLOW TO BUS Q (MW, MVAR)	LOSSES (MW, MVAR)	CHARGE (MVAR)
1	ONE	TWO	45.09, 51.21	-43.21, -43.29	1.89, 14.45	6.54
2	ONE	THREE	-25.16, 14.48	25.42, -18.12	0.26, 2.01	3.60
3	TWO	THREE	-99.15, -49.38	102.92, 74.60	3.77, 28.87	3.66
4	ONE	FOUR	59.80, 93.21	-54.85, -61.20	4.95, 37.93	5.91
5	TWO	FIVE	-59.64, -35.32	67.80, 46.28	2.16, 16.59	5.64
6	THREE	FIVE	14.42, -3.33	-14.39, 0.44	0.04, 0.28	3.17
7	FOUR	FIVE	-45.15, -39.81	48.63, 57.64	3.47, 29.62	7.75

ตารางที่ 4.35 OUTPUT BUS VOLTAGE AND GENERATION

BUS IDENTIFICATION	BUS VOLTAGE			GENERATION		LOAD		STATUSES
NAME, NO., ZONE, TYPE	PU	KV	DEG	MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR
ONE, 1, 1, 3	1.0500	144.90	0.0	310.73	244.99	231.00	86.00	0.0
TWO, 2, 1, 1	0.8748	123.72	-7.46	0.0	0.0	201.00	123.00	0.0
THREE, 3, 1, 2	1.0200	140.76	3.49	303.76	95.16	161.00	42.00	0.0
FOUR, 4, 2, 1	0.7450	102.53	-11.19	0.0	0.0	100.00	100.00	0.0
FIVE, 5, 2, 2	1.0200	140.76	2.38	306.04	130.35	211.00	76.00	1.0

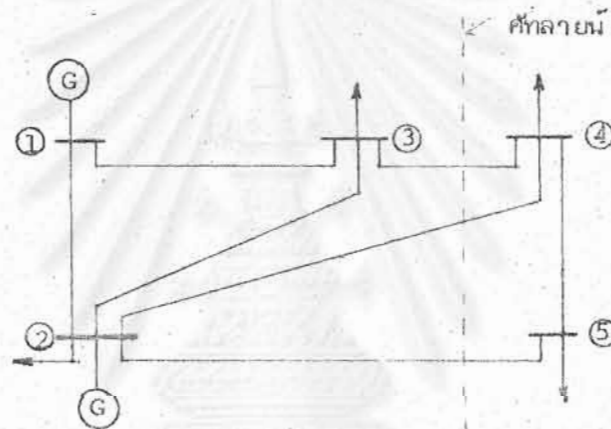
ตารางที่ 4.36 SYSTEM TOTALS

	MW	MVAR
GENERATION	920.53	520.40
LOAD	904.00	432.00
STATIC CAPACITOR		0.0
LINE CHARGING		38.36
LOSSES	16.53	126.76
MISMATCH	-0.00	-0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.3 ตัวอย่างการคำนวณเสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์

ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์นั้น เราใช้ตัวอย่างของระบบไฟฟ้ากำลังตามที่แสดงในรูปที่ 4.3 สำหรับค่าของกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอิมพีแดนซ์ของสายส่ง และแอมพลิจูดของ Line Charging ในหน่วย Per Unit เทียบกับ 100MVA 100 kV Base ได้แสดงในตารางที่ 4.37 และ 4.38 ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ระบบไฟฟ้ากำลัง

ตารางที่ 4.37 กำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด

Bus Code p	Bus type	Bus voltage magnitude, pu	Generation		Load	
			MW	MVAR	MW	MVAR
1	3	1.06	0	0	0	0
2	1	1.0	40	30	20	10
3	1	1.0	0	0	45	15
4	1	1.0	0	0	40	5
5	1	1.0	0	0	60	10

ตารางที่ 4.38 อิมพีแดนซ์ของสายส่ง สำหรับระบบไฟฟ้าในรูปที่ 4.3

Line no.	Bus Code p-q	Impedance Z_{pq}	Line Charging Y'_{pq}
1	1-2	$0.02 + j0.06$	0.06
2	1-3	$0.08 + j0.24$	0.05
3	2-3	$0.06 + j0.10$	0.04
4	2-4	$0.06 + j0.18$	0.04
5	2-5	$0.04 + j0.12$	0.03
6	3-4	$0.01 + j0.03$	0.02
7	4-5	$0.08 + j0.24$	0.05

ถ้าสมมติให้ค่าคงที่ของความเหนี่ย ค่าทรานเซียนท์แอคแทนซ์ และค่าแอดมิตแตนซ์สมมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบ pu มีค่าตามที่แสดงในตารางที่ 4.39

ตารางที่ 4.39

Bus code q-i	Inertia constant H	Direct-axis transient reactance x_d	Equivalent admittance Y_{pi}
1-6	50	0.25	$0.0 - j4.0$
2-7	1.0	1.50	$0.0 - j0.6667$

ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ เราแบ่งระบบออกเป็น 2 โชน โดยให้บัส 1, 2, 3 อยู่ในโชนที่ 1 และบัส 3, 4 อยู่ในโชนที่ 2 โดยที่สายส่ง 2-4, 2-5 และ 3-4 เป็นคัทลายนีของระบบตามที่แสดงในรูปที่ 4.3

การทำงานของโปรแกรมอาจแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- 1) โปรแกรมจะอ่านข้อมูลทั้งหมดจากบัตรข้อมูล แล้วพิมพ์ข้อมูลทั้งหมดของบัสตามที่แสดงในตารางที่ 4.40 และพิมพ์ข้อมูลของสายตามที่แสดงในตารางที่ 4.41 ในส่วนนี้โปรแกรมจะทำการแยกกลุ่มของบัสออกเป็นโชนและหาคัทลายนี แล้วพิมพ์คัทลายนีตามที่แสดงในตารางที่ 4.42
- 2) โปรแกรมจะสร้างเมตริกซ์ Z_1, Z_2 ของระบบย่อยโชน 1 และโชน 2 และพิมพ์ค่าตามตารางที่ 4.43, 4.44, 4.45 และ 4.46 ตามลำดับ
- 3) โปรแกรมจะสร้างเมตริกซ์ Z_4 และ Y_4 ตามที่แสดงในตารางที่ 4.47 และ 4.48

4) โปรแกรมจะคำนวณค่าต่าง ๆ ของเสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ โดยใช้วิธีดัดแปลงของ Euler เนื่องจากพอลynomial ลำดับที่ 2 ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน นั้นคือ ทำการอิตเทอเรชัน เพื่อหาสภาวะโหนดโพลีของระบบก่อนเกิดพอลท์ และได้แสดงผลของการไหลของโหนดในสายส่งกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและผลรูปต่าง ๆ ก่อนเกิดพอลท์ไว้ในตารางที่ 4.49 4.50 และ 4.51 ตามลำดับ

ค่าแรงแง้มและความเร็วรอบของเครื่องจักรทั้งสองในช่วงการเกิดพอลท์ 0, 1 วินาที ได้แสดงในตารางที่ 4.42 สำหรับกราฟของค่าแรงแง้มและความเร็วของเครื่องจักรทั้งสองในช่วงการเกิดพอลท์ 0.1 และ 0.2 วินาที ได้แสดงในรูปที่ 4.4 ถึง 4.7 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.40

BUS INPT DATA

BUS NO.	ZONE	TYPE	VOLT	GENERATION		MVAR LIMIT		LOAD		SHUNT
				MW	MVAR	MAX	MIN	MW	MVAR	CAPACITOR
1	1	3	1.060	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	1	1.000	40.00	30.00	0.00	0.00	20.00	10.00	0.00
3	1	1	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	15.00	0.00
4	2	1	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	5.00	0.00
5	2	1	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	10.00	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.41

LINE LIST

LINE NO.	BUS P	BUS Q	IMPEDANCE		Y SHUNT	TRANSF. RATIO
			R	X		
1	1	2	0.0200	0.0600	0.0600	1.000
2	1	3	0.0800	0.2400	0.0500	1.000
3	2	3	0.0800	0.1800	0.0400	1.000
4	2	4	0.0600	0.1800	0.0400	1.000
5	2	5	0.0400	0.1200	0.0300	1.000
6	3	4	0.0100	0.0300	0.0200	1.000
7	4	5	0.0800	0.2400	0.0500	1.000

ตารางที่ 4.42

CUT LINE

BETWEEN		IMPEDANCE	
BUS NO.	BUS NO.	R	X
2	4	0.0600	0.1800
2	5	0.0400	0.1200
3	4	0.0100	0.0300

ตารางที่ 4.43

71 MATRIX FOR ZONE 1

=====

	BUS 1		BUS 2		BUS 3	
BUS 1	1.567298	0.199412J	1.554458	0.162327J	1.527069	0.110026J
BUS 2	1.554458	0.162327J	1.557226	0.178753J	1.522148	0.103815J
BUS 3	1.527069	0.110026J	1.522148	0.103816J	1.526114	0.140136J

ตารางที่ 4.44

71 MATRIX FOR ZONE 2

=====

	BUS 4		BUS 5	
BUS 4	1.137363	0.134898J	0.976310	-0.000946J
BUS 5	0.976310	-0.000946J	1.006471	0.093141J

ตารางที่ 4.45

72 MATRIX FOR ZONE 1

=====

CUT	BUS LINE	2- 4		2- 5		3- 4	
BUS	1	1.554458	0.162327J	1.554458	0.162327J	1.527069	0.110026J
BUS	2	1.557226	0.178753J	1.557226	0.178753J	1.522148	0.103815J
BUS	3	1.522148	0.103816J	1.522148	0.103816J	1.526114	0.140136J

ตารางที่ 4.46

Z₂ MATRIX FOR ZONE 2

=====

CUT BUS LINE	2- 4	2- 5	3- 4
BUS 4	-1.037363 -0.134898J	-0.976310 0.000946J	-1.037363 -0.134898J
BUS 5	-0.976310 0.000946J	-1.066471 -0.053141J	-0.976310 0.000946J

ตารางที่ 4.47

Z₄ MATRIX

=====

CUT BUS LINE	2- 4	2- 5	3- 4
2- 4	2.554589 0.493650J	2.553536 0.177807J	2.559511 0.238713J
2- 5	2.533535 0.177807J	2.700197 0.391394J	2.498457 0.102870J
3- 4	2.559511 0.238713J	2.498458 0.102870J	2.573477 0.305034J

ตารางที่ 4.48

Y₄ MATRIX

=====

CUT BUS LINE	2- 4	2- 5	3- 4
2- 4	1.088666 -3.191264J	-0.323560 0.910708J	-0.756639 2.291227J
2- 5	-0.323560 0.910908J	0.120772 -2.060438J	-0.338742 1.131766J
3- 4	-0.756639 2.291227J	-0.338742 1.131766J	1.318804 -3.450160J

ตารางที่ 4.49

LINE FLOWS

LINE	FROM BUS P	TO BUS Q	FLOW FROM BUS P		FLOW TO BUS Q		LOSSES		CHARGING		
NO.	NAME	NO.	NAME	NO.	MW	MVAR	MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR
1	ONE	1	TWO	2	88.88	-8.50	-87.46	6.13	1.41	4.23	6.66
2	ONE	1	THREE	3	40.72	1.16	-39.53	-3.02	1.19	3.58	5.43
3	TWO	2	THREE	3	24.69	3.55	-24.34	-6.79	0.35	1.05	4.29
4	TWO	2	FOUR	4	27.94	2.96	-27.50	-5.93	0.44	1.32	4.29
5	TWO	2	FIVE	5	54.83	-7.35	-53.71	-7.17	1.15	3.38	3.20
6	THREE	3	FOUR	4	18.93	-5.20	-18.89	-3.22	0.04	0.11	2.10
7	FOUR	4	FIVE	5	6.33	-2.28	-6.30	-2.83	0.03	0.09	5.21

ตารางที่ 4.50

OUTPUT BUS VOLTAGE AND GENERATION

BUS IDENTIFICATION				BUS VOLTAGE			GENERATION		LOAD		STATICS
NAME	NO.	ZONE	TYPE	PV	KV	DEG	MW	MVAR	MW	MVAR	MVAR
ONE	1	1	3	1.0660	106.60	0.00	129.59	-7.42	0.00	0.00	0.00
TWO	2	1	1	1.0474	104.74	-2.81	40.00	30.00	20.00	10.00	0.00
THREE	3	1	1	1.0242	102.42	-5.00	0.00	0.00	45.00	15.00	0.00
FOUR	4	2	1	1.0235	102.35	-5.33	0.00	0.00	40.00	5.00	0.00
FIVE	5	2	1	1.0174	101.74	-6.15	0.00	0.00	60.00	10.00	0.00

ตารางที่ 4-51

SYSTEM TOTALS

	MW	MVAR
GENERATION	167.59	22.53
LOAD	165.00	40.00
STATIC CAPACITOR		0.00
LINE CHARGING		31.18
LOSSES	4.59	13.76
MISMATCH	0.00	-0.00

SYNCHRONOUS MACHINE DATA FOR SAMPLE SYSTEM

:-:-:-:-:-	:-:-:-:-:-	:-:-:-:-:-	:-:-:-:-:-	:-:-:-:-:-
BUS CODE:	INERTIA:	TRANSIENT:	EQUIVALENT	
P-I	CONSTANT:	REACTANCE:	ADMITTANCE	
1 - 6	50.000	0.250	0.000-J	4.00000
2 - 7	1.000	1.500	0.000-J	0.66667

FREQUENCY OF THE SYSTEM IS 60.00 HZ

FAULT ON BUSBAR NO. 2

CLEAR FAULT AT TIME 0.100 SEC

TIME INTERVAL USED 0.020 SEC

CALCULATE ENDED AT 1.000 SEC

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INTERNAL VOLTAGE ANGLE AND RATIO OF ACTUAL SPEED TO RATED SPEED FOR A FAULT DURATION OF 0.1 SEC

TIME	MACHINE NO.1		MACHINE NO.2	
(SEC)	DELTA (DEGREE)	VEL (P.U)	DELTA (DEGREE)	VEL (P.U)
0.000	16.33974	1.00000	18.39084	1.00000
0.020	16.38603	1.00021	19.25475	1.00400
0.040	16.52493	1.00043	21.84648	1.00800
0.060	16.75644	1.00064	26.16605	1.01200
0.080	17.08055	1.00086	32.21342	1.01600
0.100	17.49725	1.00107	39.98865	1.02000
0.120	17.97453	1.00114	48.09552	1.01700
0.140	18.48370	1.00122	54.69208	1.01321
0.160	19.03259	1.00132	59.53099	1.00897
0.180	19.62625	1.00143	62.46120	1.00446
0.200	20.26747	1.00154	63.41109	0.99988
0.220	20.95682	1.00165	62.37759	0.99536
0.240	21.69260	1.00175	59.42226	0.99108
0.260	22.47104	1.00185	54.69101	0.98725
0.280	23.28836	1.00193	48.42653	0.98408
0.300	24.13829	1.00199	40.95906	0.98178
0.320	25.01143	1.00203	32.70474	0.98056
0.340	25.89661	1.00205	24.17137	0.98058
0.360	26.78177	1.00204	15.92644	0.98193
0.380	27.65562	1.00200	8.54849	0.98456
0.400	28.50835	1.00194	2.57174	0.98833
0.420	29.33238	1.00187	-1.56289	0.99297
0.440	30.12202	1.00178	-3.54139	0.99815
0.460	30.87291	1.00169	-3.20567	1.00348
0.480	31.58197	1.00159	-0.57407	1.00861
0.500	32.24977	1.00150	4.19745	1.01326
0.520	32.88049	1.00142	10.84732	1.01716
0.540	33.48045	1.00136	18.99055	1.02004
0.560	34.05704	1.00132	28.13788	1.02172
0.580	34.61993	1.00130	37.73785	1.02210
0.600	35.17973	1.00130	47.22971	1.02124
0.620	35.74765	1.00134	56.09390	1.01927
0.640	36.33459	1.00139	63.88908	1.01639
0.660	36.95007	1.00147	70.27438	1.01284
0.680	37.60136	1.00155	75.00771	1.00884
0.700	38.29364	1.00165	77.93819	1.00458
0.720	39.02985	1.00175	78.99063	1.00023
0.740	39.81010	1.00185	78.15675	0.99593
0.760	40.63289	1.00195	75.49991	0.99188
0.780	41.49484	1.00203	71.16286	0.98826
0.800	42.39148	1.00211	65.38414	0.98531
0.820	43.31708	1.00217	58.49352	0.98322
0.840	44.26352	1.00220	50.90224	0.98217
0.860	45.22060	1.00221	43.09569	0.98229
0.880	46.17697	1.00220	35.60123	0.98364
0.900	47.12230	1.00216	28.95514	0.98619
0.920	48.04733	1.00211	23.64828	0.98977
0.940	48.94510	1.00204	20.08507	0.99413
0.960	49.80984	1.00196	18.54454	0.99897
0.980	50.63725	1.00187	19.15373	1.00390
1.000	51.42436	1.00178	21.87920	1.00863

INTERNAL VOLTAGE ANGLE OF MACHINE WITH RESPECT TO TIME FOR A FAULT DURATION OF 0.1 SEC

TIME SEC.	-60	-40	-20	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	:	:	:	:	12	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:
0.100	:	:	:	:	1	2	Fault Cleared				
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
0.200	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
0.300	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	2 1	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	2 1	:	:	:	:	:	:
0.400	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
0.500	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:	:
0.600	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
0.700	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
0.800	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:
0.900	:	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:
1.000	:	:	:	:	2	1	:	:	:	:	:

RATIO OF ACTUAL TO RATED SPEED OF MACHINE WITH RESPECT TO TIME FOR A FAULT DURATION OF 0.1 SEC

TIME SEC.	0.94	0.96	0.98	1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14
0.000	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.100	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.200	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.300	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.400	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.500	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.600	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.700	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.800	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.900	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
0.700	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:
1.000	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:

Fault Cleared

BUS1 PG= 1.29589
 BUS1 VG= 1.04250
 BUS2 PG= 0.40000
 BUS2 VG= 1.50333

0.30564CMCI = 1.22254 0.06998
 0.43982CMCI = 0.36741 -0.30477

รูปที่ 4.5

INTERNAL VOLTAGE ANGLE OF MACHINE WITH RESPECT TO TIME FOR A FAULT DURATION OF 0.2 SEC

TIME SEC.	-60	-40	-20	0	20	40	60	80	100	120	140
0.000	:	:	:	:	12	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 : 2	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 : 2	:	:	:	:	:	:
0.100	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.200	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.300	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.400	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.500	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.600	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.700	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.800	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
0.900	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:
1.000	:	:	:	:	1 :	2 :	:	:	:	:	:

Fault Cleared

RATIO OF ACTUAL TO RATED SPEED OF MACHINE WITH RESPECT TO TIME FOR A FAULT DURATION OF 0.2 SEC

TIME SEC.	RATIO OF ACTUAL TO RATED SPEED										
	0.94	0.96	0.98	1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14
0.000	:	:	:	2	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	1 2	:	:	:	:	:	:	:	:
0.100	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.200	:	:	:	1	2	:	Fault Cleared		:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.300	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.400	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.500	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.600	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.700	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.800	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
0.900	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:
1.000	:	:	:	1	2	:	:	:	:	:	:

STATEMENTS EXECUTED= 553781

UP 4.7

CODE USAGE OBJECT CODE= J 83016 BYTES, ARRAY AREA= 61800 BYTES, TOTAL AREA AVAILABLE= 1914168 BYTES

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้อธิบายถึงขั้นตอนและรายละเอียดของการใช้วิธีไดกอบติก (Diakoptic Method) ในระบบไฟฟ้ากำลังพร้อมทั้งประยุกต์วิธีดังกล่าวในการวิเคราะห์การลัดวงจร (Short Circuit) การจัดสรรกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ (Economic Operation of Power System) และการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบในภาวะทรานเซียนท์ (Transient Stability) สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ การใช้วิธีไดกอบติกจะเห็นได้ว่าสามารถลดจำนวนที่เก็บข้อมูลในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ (Computer Storage) ลง ทำให้สามารถวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น และในตอนท้ายได้อธิบายถึงการจัดเตรียมข้อมูล การใช้โปรแกรม และตัวอย่างการคำนวณ พร้อมทั้งเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย จากการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังโดยวิธีไดกอบติกนั้น ได้ผลตามที่ต้องการกล่าวคือ

- 1) การแบ่งเป็นระบบย่อย ทำให้ใช้ที่เก็บอิมพีแดนซ์เมตริกซ์น้อยกว่าการคิดระบบรวม และใช้เวลาในการสร้างเมตริกซ์ลดลงด้วย
- 2) การจัดเตรียมข้อมูล การเปลี่ยนแปลง สามารถทำได้สะดวก นอกจากมีการแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรม อยู่ในรูปแบบของตารางที่เข้าใจง่าย และสามารถเลือกพิมพ์ผลลัพธ์ส่วนใด ๆ ได้ตามต้องการ


สิ่งที่ควรจะทำต่อไปสำหรับงานวิจัยนี้ คือการปรับปรุงวิธีการหาค่าตอบให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นโดยใช้เทคนิคใหม่ ๆ ที่เหมาะสม ปรับปรุงโปรแกรมให้เป็นระบบออนไลน์ (On Line) นั่นคือผู้ใช้สามารถติดต่อกับโปรแกรมแบบอินเทอร์แอคทีฟ (Interactive) ได้

เอกสารอ้างอิง

1. Andretich, R.G., Brown, H.E., Happ, H.H., and Person, C.E., "The Piecewise Solution of the Impedance Matrix Load Flow." IEEE Trans. Power Apparatus and System 87 (October 1968): 1877-1882.
2. Andretich, R.G., Brown, H.E., Happ, H.H.; and Hansen, D.H., "Piecewise Load Flow Solutions of Very Large Size Networks." IEEE Trans. Power Apparatus and System 90 (May/June 1971): 950-961.
3. Brown, H.E., C.E. Person, L.K. Kirchmayer,, and G.W. Stagg, "Digital Calculation of Three-phase Short Circuits by Matrix Method; Trans. AIEE 79, pt. III (1960): 1277-1281
4. Brown, H.E., Carter, G.K., Happ, H.H., and Person, C.E., "Power Flow Solution by Impedance Matrix Iterative Method" IEEE Trans. Power Apparatus and System 82 (April 1963): 1-10.
5. Brown, H.E., H.H. Happ, C.E. Person, and C.C. Young, "Transient Stability Solution by an Impedance Matrix Method, IEEE Trans. Power Apparatus and System 84 (1965): 1204-1214
6. Brown, H.E., Carter, G.K., Happ, H.H., and Person, C.E., "Z-Matrix Algorithm in Load-Flow Programs." IEEE Trans. Power Apparatus and System, 87 (March 1968): 807-814.
7. Elgerd, O.I. Electric Energy Systems Theory: An Introduction McGraw-Hill, 1971.
8. Happ, H.H., "Diakoptics and Piecewise Methods." IEEE Trans. Power Apparatus and System 89 (September/October 1970): 1373-1382

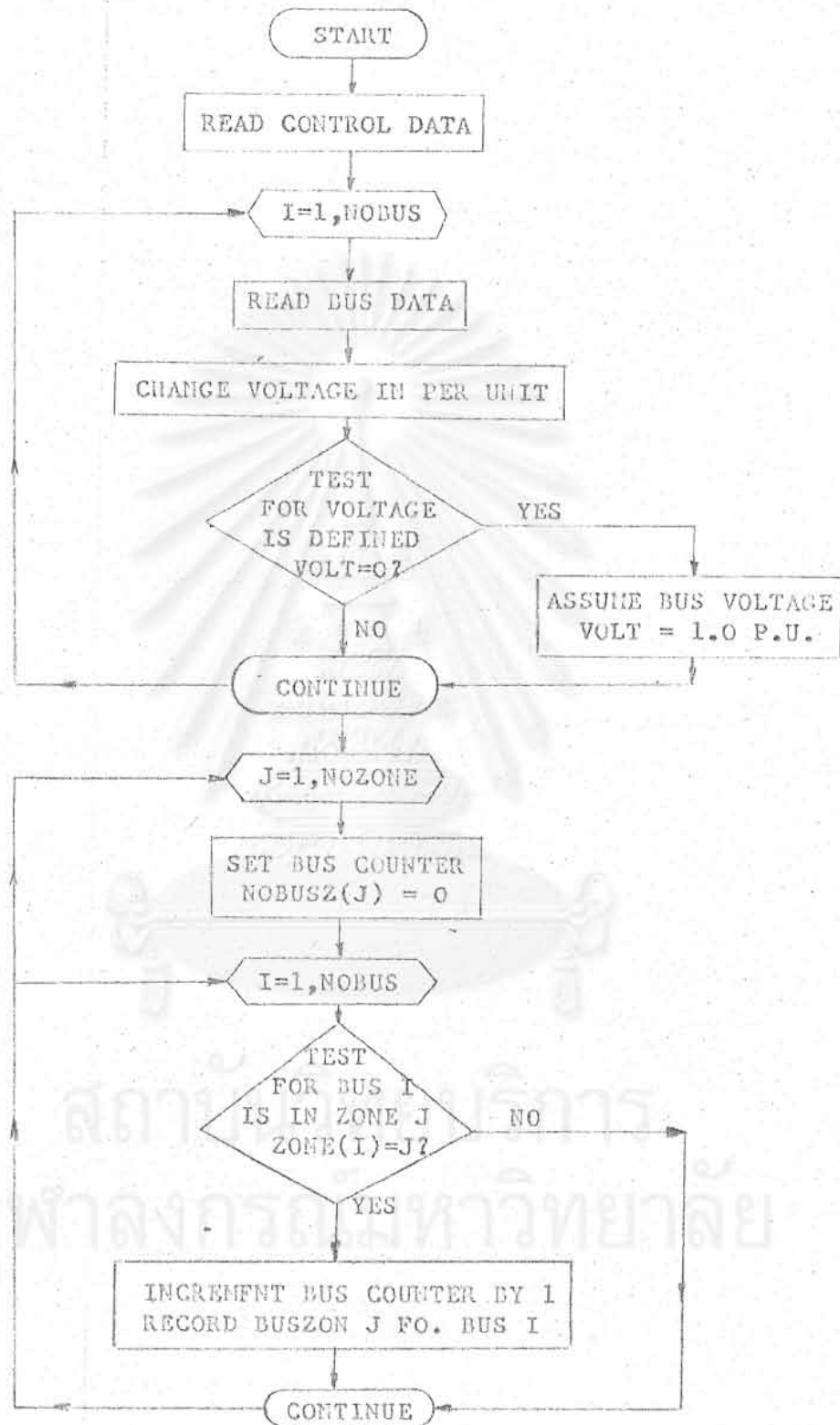
9. Happ, H.H., Diakoptics and Networks. New York, London: Academic Press, 1971.
10. Happ, H.H., and Young, C.C., "Tearing Algorithms for Large Scale Network Programs." - IEEE Trans. Power Apparatus and System 90 (November/December 1971): 2639-2649.
11. Happ, H.H., "Diakoptics-The Solution of System Problems by Tearing." Proceedings of the IEEE 62 (July 1974): 930-940.
12. Kron, G., Diakoptics-Pecewise Solution of Large-Scale System. MacDonald, 1963.
13. Stagg, G.W., and El-Abiad, A.H., Computer Methods in Power System Analysis. New York: McGraw-Hill Book Company, 1968.
14. วุฒินันท์ สุรพลชัย, จรววย บุญยบุล และ สุ่มวิทย์ ภูมิวิดิสาร. "การวิเคราะห์โหลดโพล์ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่โดยวิธีไดโคอปติก" บทความเสนอต่อการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าของ 8 สถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 5 วันที่ 1-2 พฤศจิกายน 2525 ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

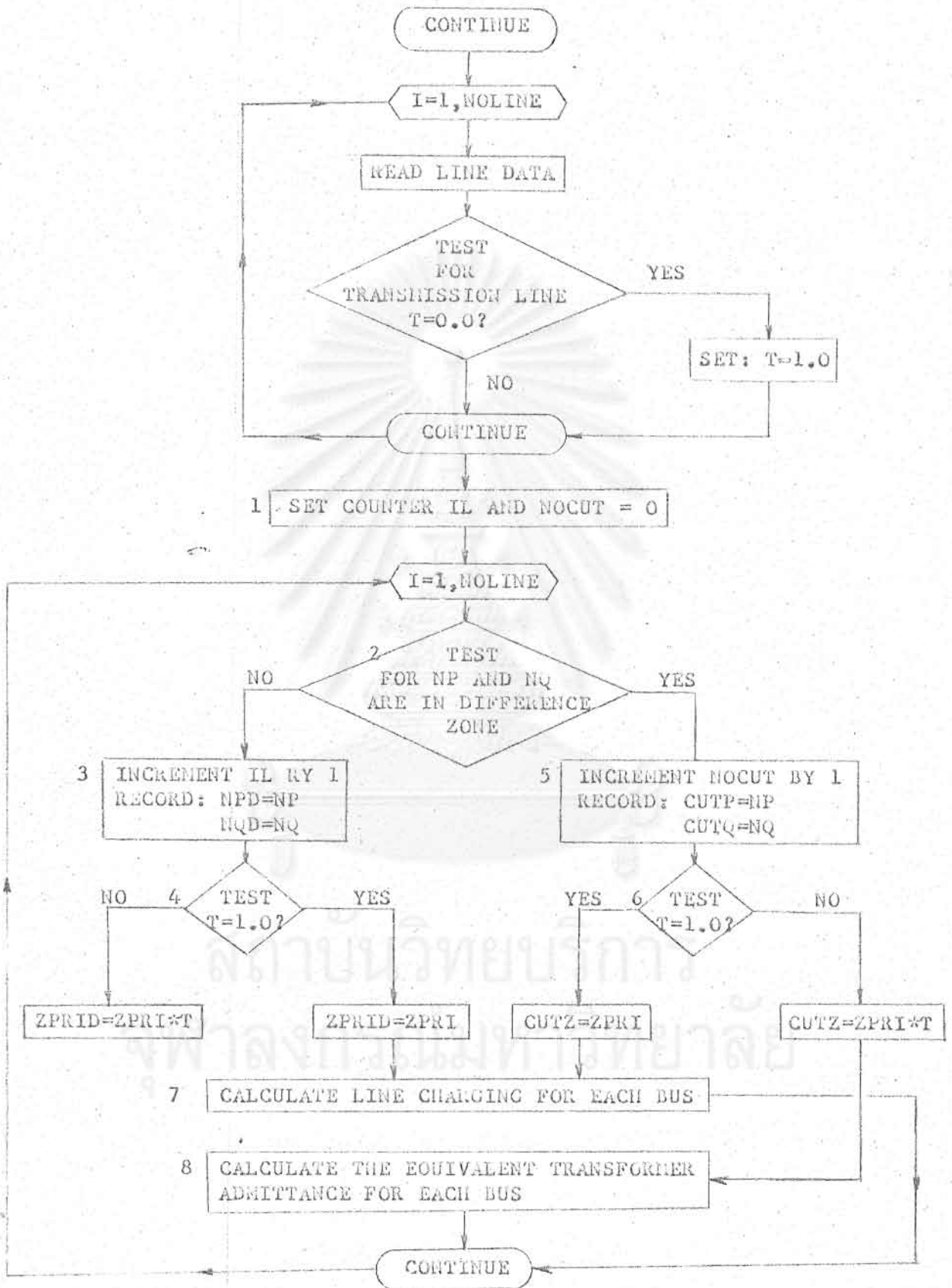


ภาคผนวก 1 โฟลวี่ชาร์ตของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

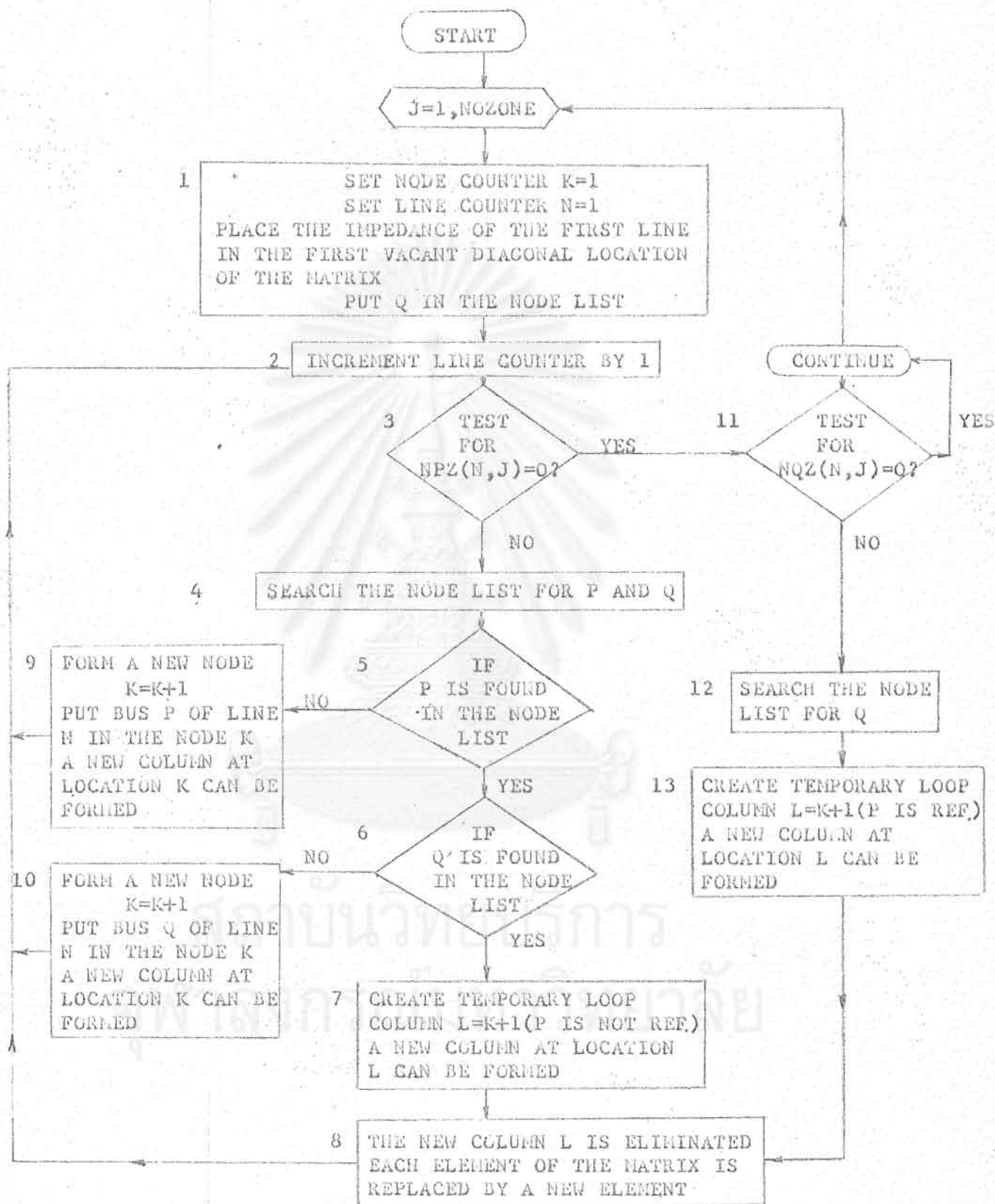
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

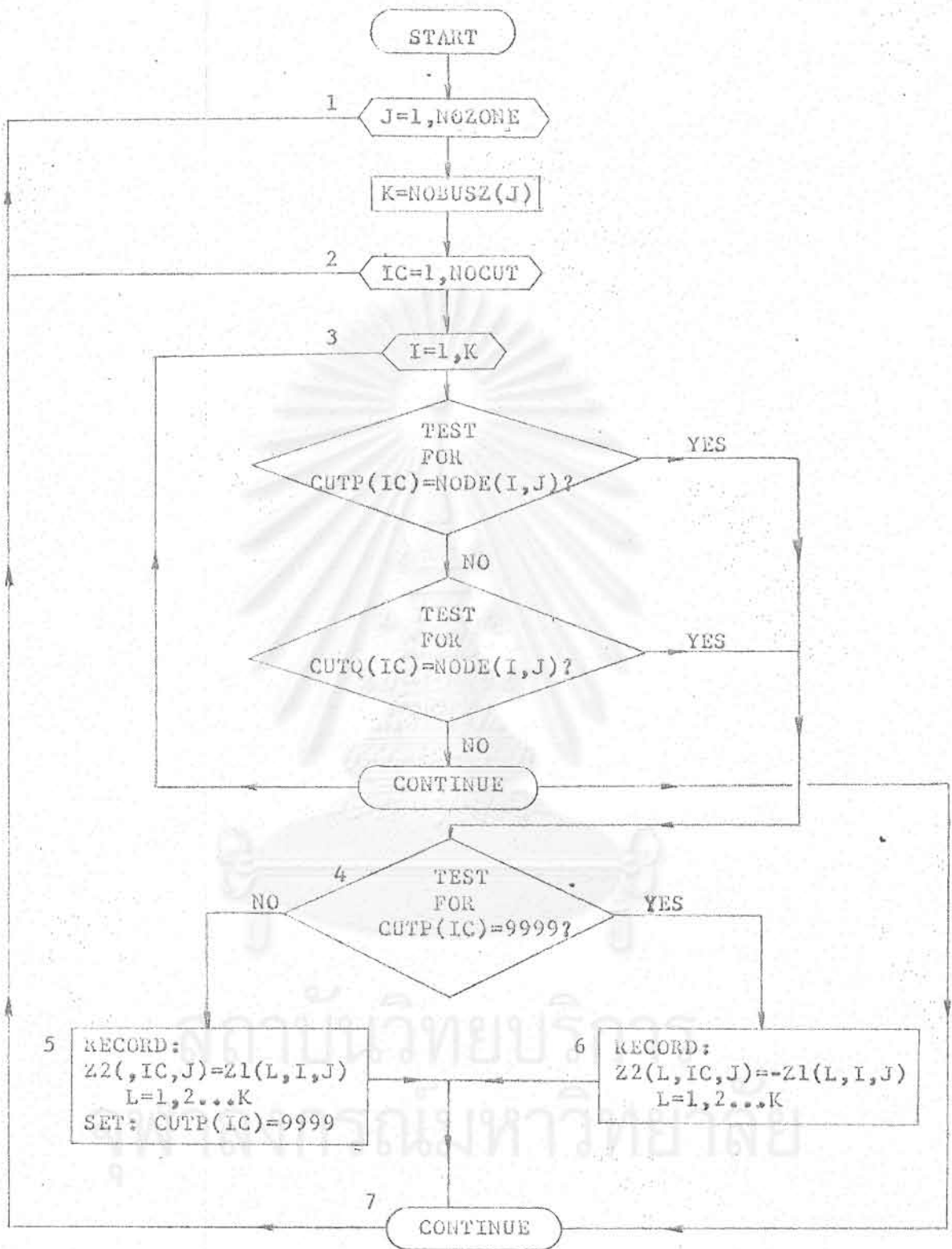


รูปที่ 1 โปรแกรมอ่านข้อมูลของบัสและการคัดโซน

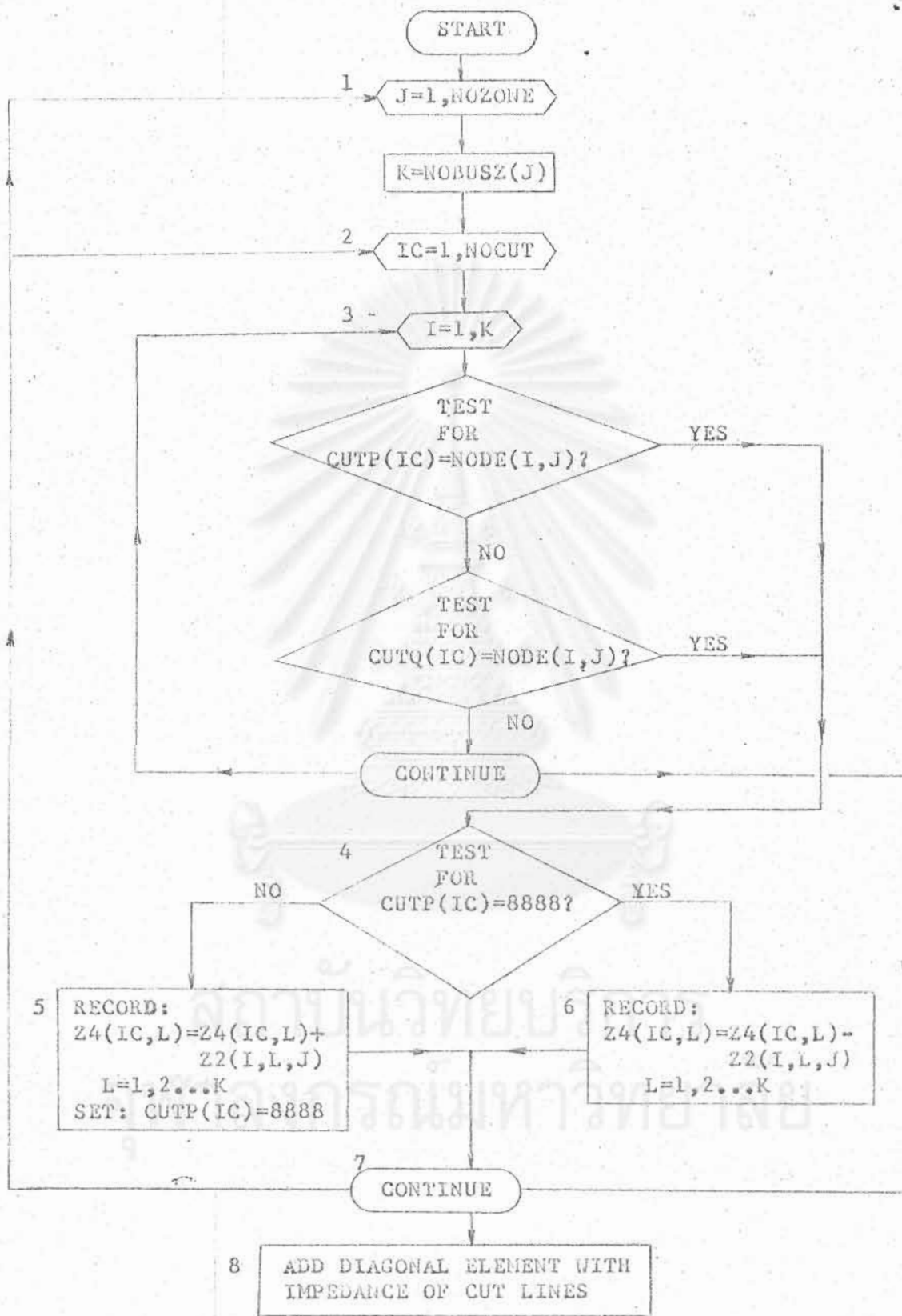


รูปที่ 2 โฟลว์ชาร์ต แสดงการอ่านข้อมูลของสายการหาศักยาศและ การหาซันท์โอลเมนทลัมบลที่บิล

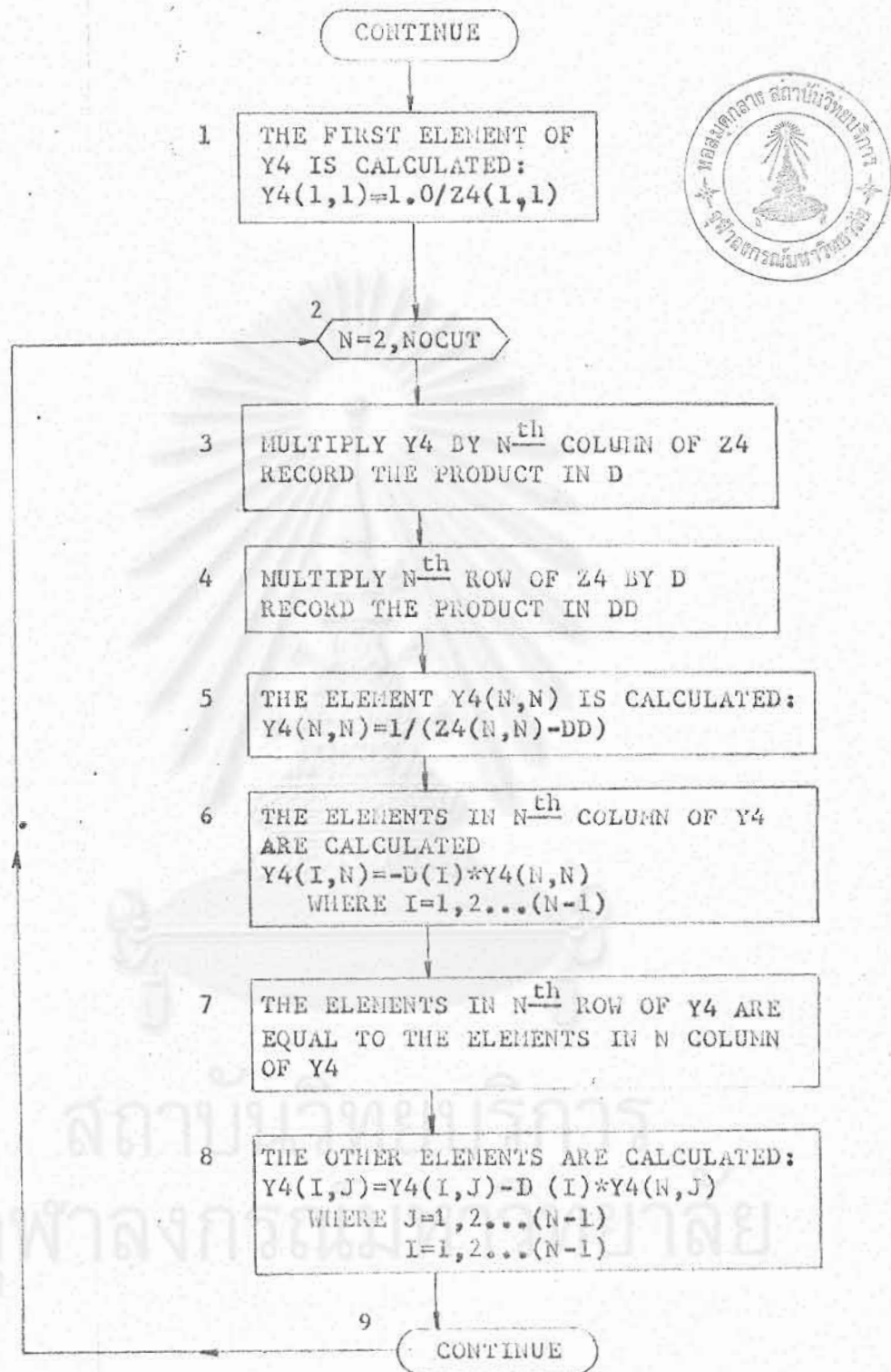
รูปที่ 3 โพลีอาร์ตแสดงการสร้างเมตริกซ์ Z_1

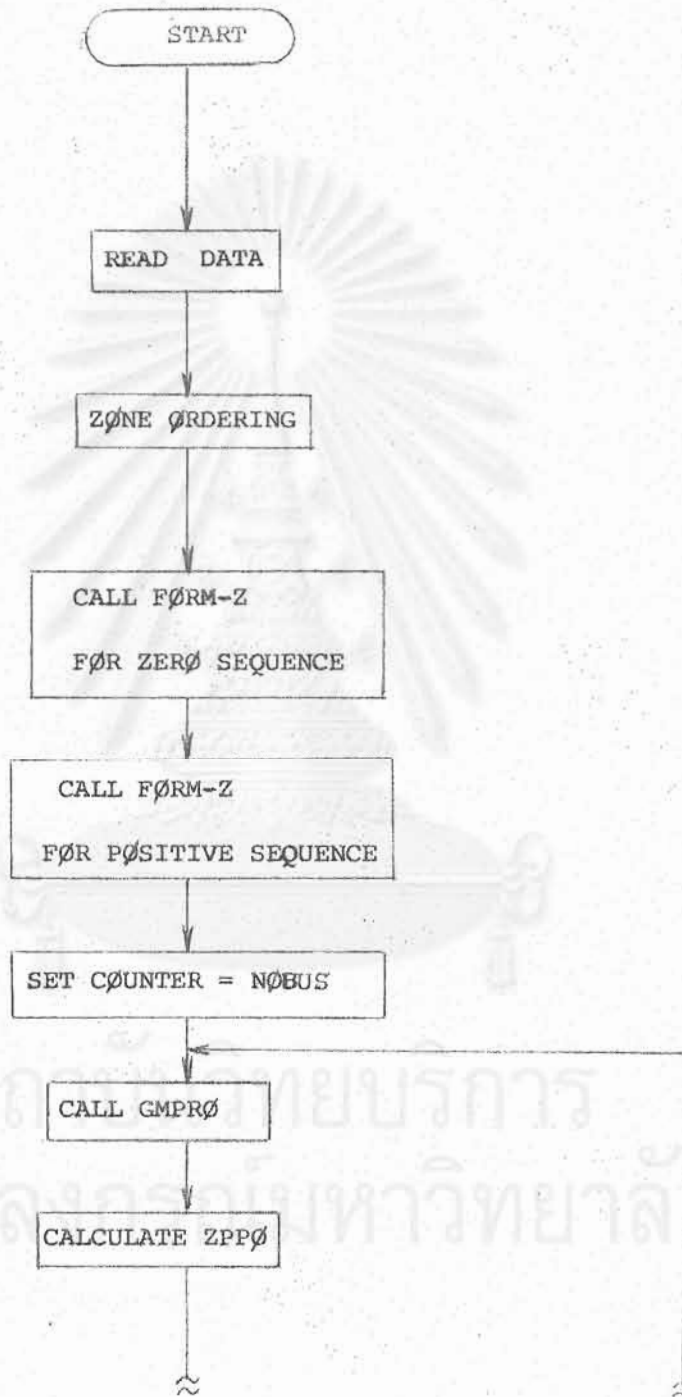


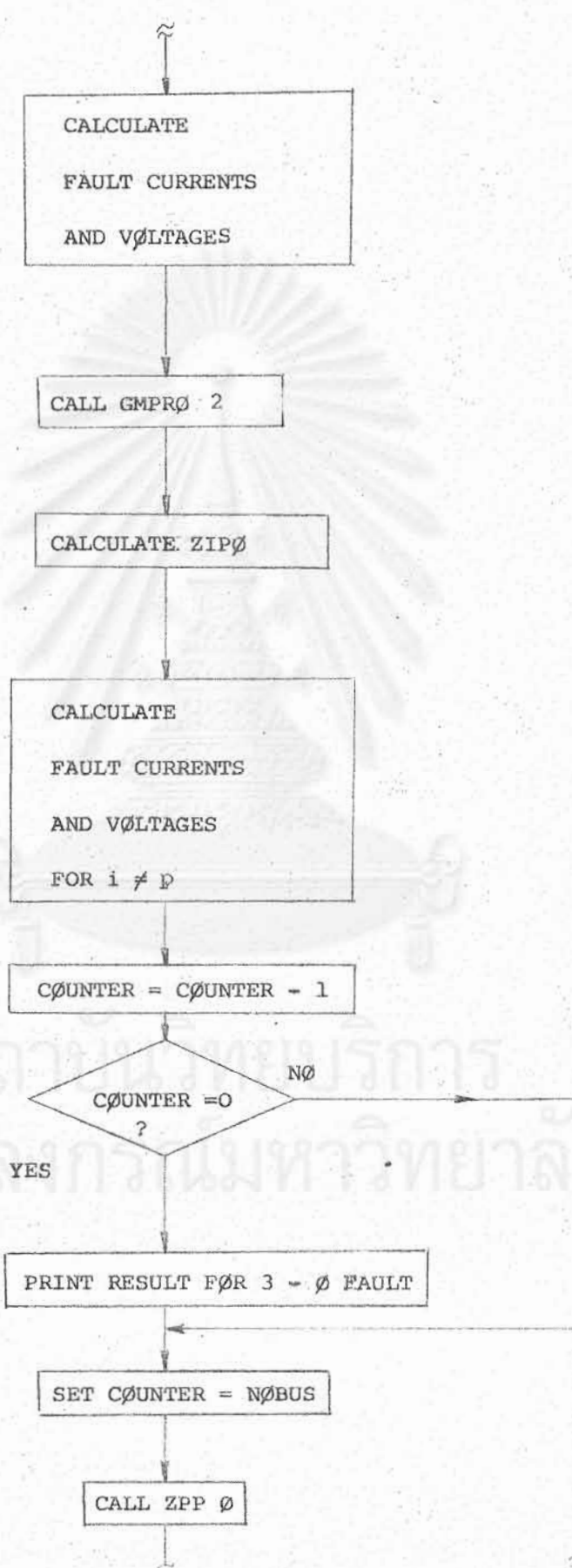
รูปที่ 4 โพลีอาร์ต แสดงการสร้างเมตริกซ์ Z_2

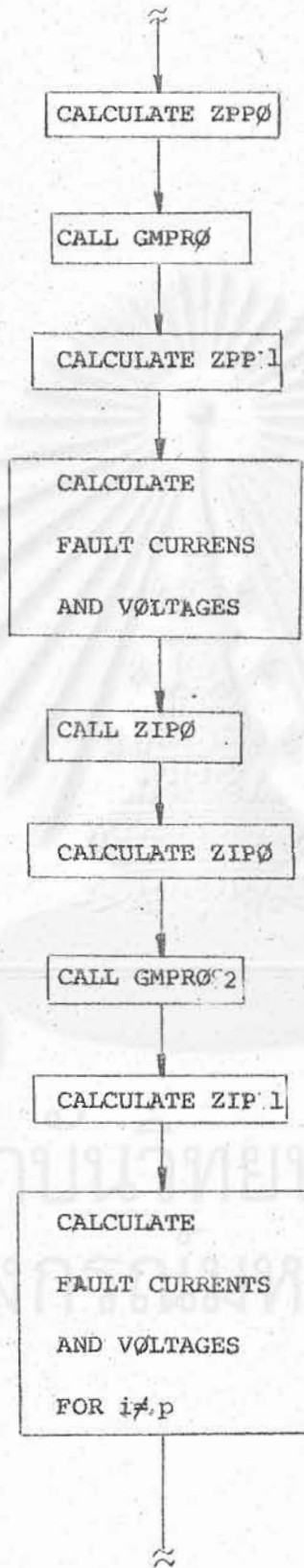


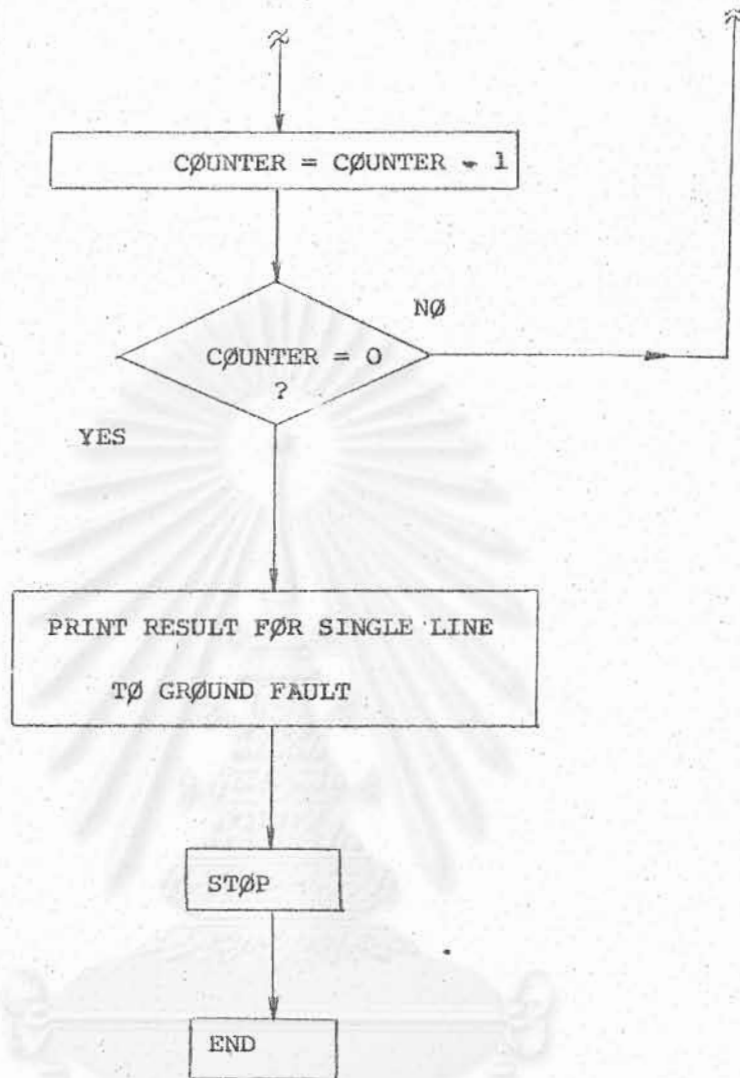
รูปที่ 5 โพลีชาร์ต แสดงการสร้างเมตริกซ์ Z_4

รูปที่ 6 โพลีอาร์ต แสดงการหาค่าเมตริกซ์ Y_4



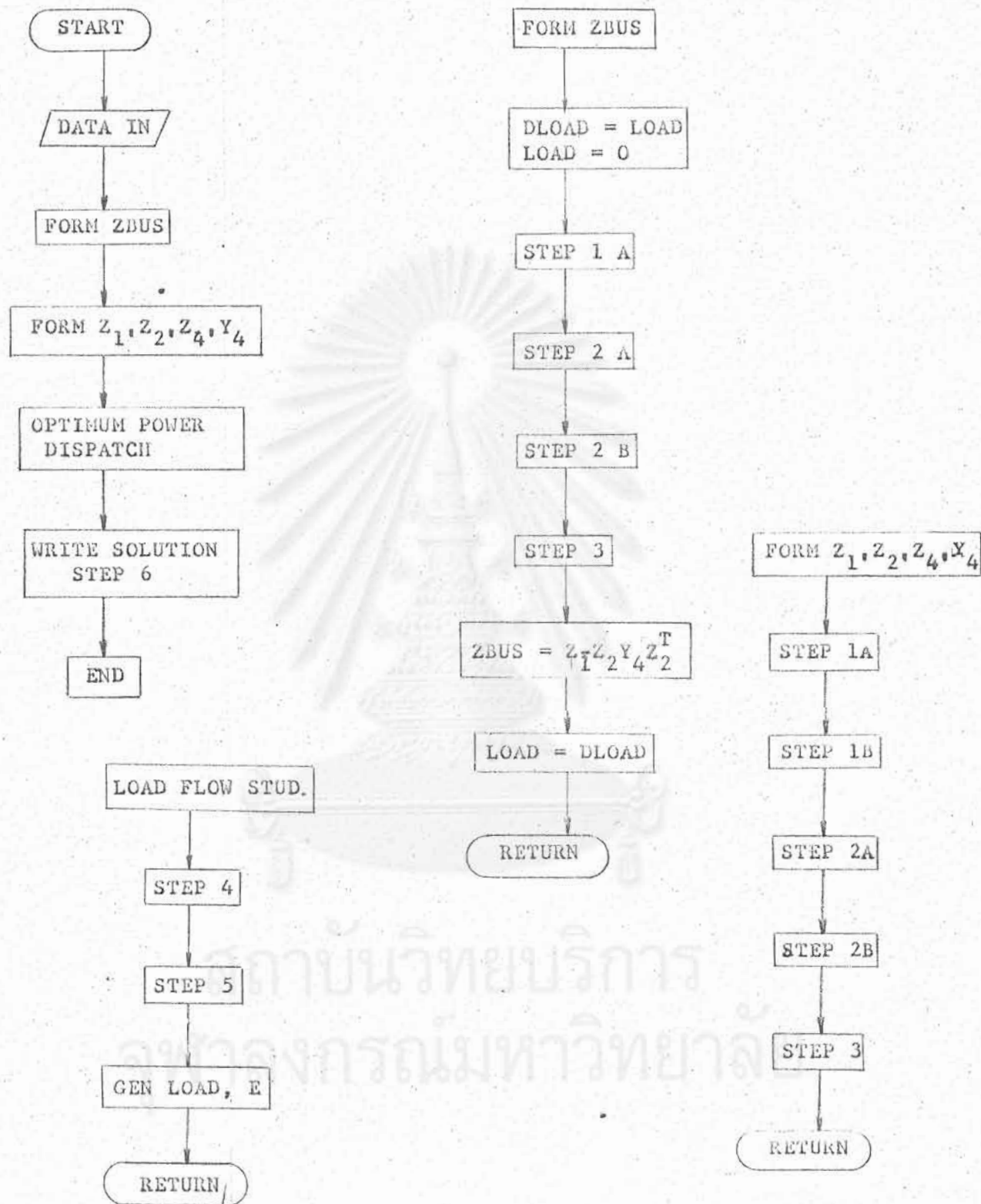




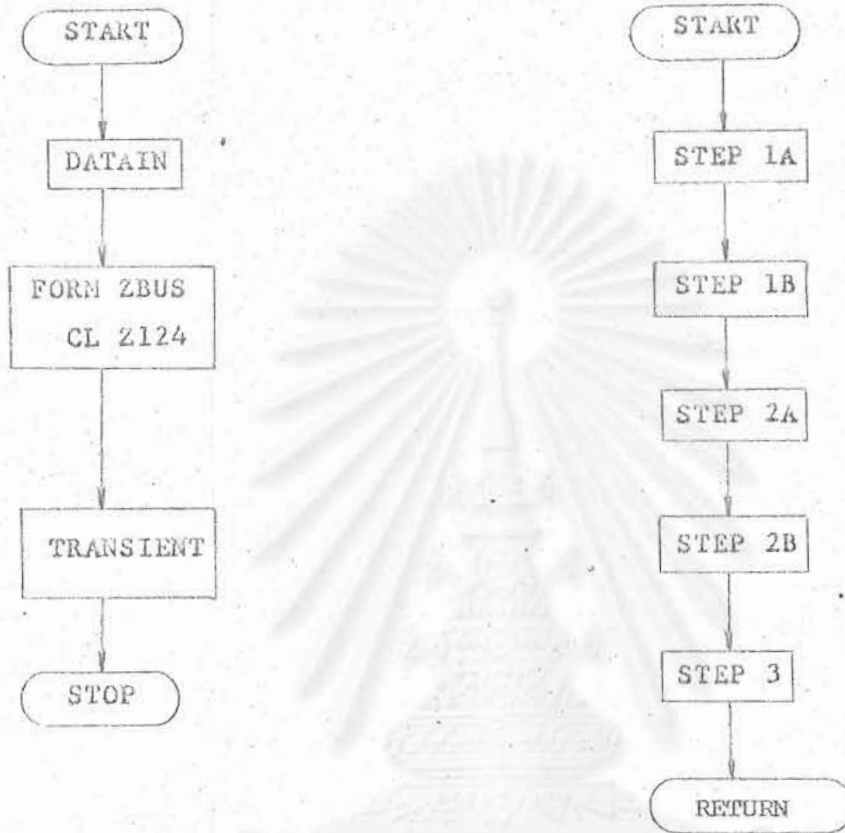
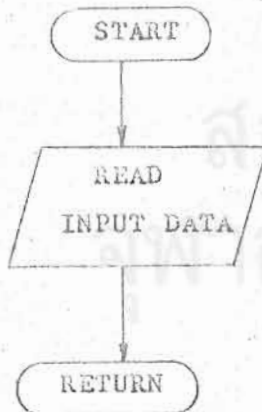
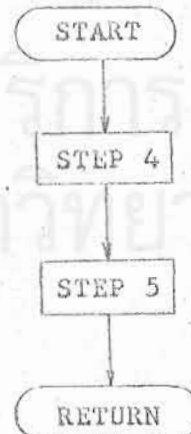


รูปที่ 7 โพลีชาร์ต แสดงการคำนวณการสัดวงจร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8 โพลียาร์ตแสดงการคำนวณการจำกัดกำลังผลิตให้ถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์

CLZ 124DATAINSLFE

ภาคผนวก 2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก 2ก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับวิเคราะห์การลัดวงจร

```

C PROGRAM FOR FAULT CALCULATION
C THIS PROGRAM IS DESIGNED FOR 3 BUS AND 5 LINE ELEMENT. SO IF YOU WANT
C TO CHANGE THE NUMBER OF BUS OR LINE ELEMENT, YOU MUST CHANGE THE
C DIMENSION OF THESE VARIABLE BELCW
C CURO,CUOA,CUOP, CUR1,CU1A,CU1P, CUR2,CU2A,CU2P,
C CURA,CLAA,CUAP, CURB,CUBA,CUBP, CURC,CLCA,CUCP,
C YBUS,ZBUS,ZBUSO,ZBUS1
C ( THE DIMENSION OF THESE VARIABLES ARE NBUS X NBUS )
C EA,FAA,EAP, EB,EBA,EBP, EC,ECA,ECP,
C EO,EGA,EGP, E1,E1A,E1P, E2,E2A,E2P, V,V00,EM,EN
C ( THE DIMENSION OF THESE VARIABLES ARE NEUS )
C AND IPQC(NELE X NELE),IPQ1(NELE),YPRIC(NELE X NELE),ZPRI1(NELE)
C *** CODE ***
C NBUS,NELE = NUMBER OF BUS AND NUMBER OF LINE ELEMENT
C VCO = VOLTAGE BEFORE FAULT AT EVERY BUS
C ZF = FAULT IMPEDANCE
C AEXP1,AEXP2 = VECTOR COMPONENT FOR THE CALCULATION
C IPQX = CODE OF LINE ELEMENT IN MATRIX FORM
C YPRIX,ZPRIX = PRIMITIVE ADMITTANCE AND IMPECANCE IN MATRIX FORM
C ZBUSX,YBUSX = IMPEDANCE AND ADMITTANCE MATRICES AT EVERY BUS
C IXFX,VXX = CURRENT AND VOLTAGE AT FAULT BUS
C IXX,EXX = CURRENT AND VOLTAGE AT OTHER BUS
C CURX,CUXX = CURRENT IN LINE ELEMENT DURING FAULT
C *** SUBSCRIPTION ***
C 0,1,2 = SUBSCRIPTION FOR ZERO,POSITIVE AND NEGATIVE SEQUENCE
C A,B,C = SUBSCRIPTION FOR PHASE A,B AND C
C THE LAST ONE ( A OR P ) IS FOR MAGNITUDE OR PHASE ANGLE
C REMARK : FOR DATA INPUT, THE REFERENCE BUS MUST BE BUS 0 ONLY.
C
C
C INTEGER OPTICN(15),CUTP(10),CUTC(10),CUTF(10),BUS(10),BUSZON(10,5)
C INTEGER LINE(20),NP(20),NC(20),ZONE(10),NPD(20),NQD(20)
C INTEGER NCBUSZ(5),NCLINZ(5),NODE(10,4)
C INTEGER NPZ(20,5),NCZ(20,5)
C REAL ZGEN(20),I(20),BASEKV(10),BCS(10),BC(20)
C REAL IAFA,IAFP,IBFA,IBFP,ICFA,ICFP,IOA,ICP,IIA,IIP,IIA,IIP,I2A,I2P
C DOUBLE PRECISION BUSNAM(10)
C COMPLEX CUT2(10),ZPH1(20),YPRI(20),ZPRID(20),YT(10),ZRX(20,5),CD
C COMPLEX Z1(10,10,5),Z2(10,10,5),Z4(10,10),Z5(10,10),ZBUS3(10,10)
C COMPLEX ZBUS2(10,10),R(10,10)
C COMPLEX S(10,10),Y4(10,10),D(10)
C COMPLEX ST(10,10),RT(10,10)
C COMPLEX Z1Z(10,10,10),ZBUS2Z(10,10),Y4Z(10,10)
C COMPLEX ZPPC,ZIPO,PEO,EQO,EPI,EC1,EP2,EQ2,EM,EN,A,B,C,TRAN,VCO,ZF,
C *AEXP1,AEXP2,IPQ,EIO,IAF,IEF,ICF,EA,EB,EC,CCM,ZPPL,VA,VB,VC,WE,VC,
C *VI,V2,EO,E1,E2,EP,EG,IO,I1,I2,Y,CURO,CUR1,CLR2,CURA,CURB,CURC,ZIPL
C *,ZBUS1,ZBUS1Z
C DIMENSION EM(3),EN(3),YBUS0(3,3),YBUS1(3,3),YPRIO(5,5),ZPRI1(5),
C *ZBUS1(10,10),ZBUS1Z(10,10),VCO(3),IPQC(5,5),IPQ1(5)
C COMMON /BLFF/ BUSNAM,IKFAC,IKWRITE,NGZONE,NCBUS,NCLINE,NCUT
C X, CLIP,CUTC,CLTF,CUTZ
C X, NCBUSZ,NCLINZ,OPTICN,BASMVA,NPZ,NQZ,ZRX,ZBUS1

```

```

X,      BLS,BUSZON,LINE,NF,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,ZBUS2,Y4
X,      ZCNE,NPD,NGD,BCS,ZPRID,YT,NCDE,Z1,Z2,Z4,Z5,ZBUS3
COMMON YBUS(3,3),ZBUS(3,3),V(3),IAF,IBF,ICF,IAFA,IBFA,ICFA,IAFP,
*IBFP,ICFP,VA,VB,VC,VAA,VBA,VCA,VAP,VBP,VCP,NBUS,L,EA(3),EB(3),
*EC(3),EAA(3),EBA(3),ECA(3),EAP(3),EBP(3),ECP(3),IC,I1,I2,IOA,I1A,
*E2(3),ECA(3),E1A(3),E2A(3),ECP(3),E1P(3),E2P(3),CURO(3,3)
*,      CUBA(3,3),CUCA(3,3),CUAP(3,3),CUBP(3,3),CUCP(3,3),
*CUR1(3,3),CUR2(3,3),CURA(3,3),CURB(3,3),CURC(3,3),CUOA(3,3),
*CULA(3,3),CL2A(3,3),CUOP(3,3),CL1P(3,3),CL2P(3,3),CUAA(3,3),
*I2A,I0P,I1P,I2P,V0,V1,V2,VOA,V1A,V2A,VOP,V1P,V2P,EO(3),E1(3)
*,      ZLZ,ZBUS2Z,Y4Z,LLL,I11,DD,YPRI,R,S,D,ST,RT
DATA IR/1/,IW/3/
DATA EB/' BLS'/
IREAD=1
IWRITE=3

```

```

C
C READ DATA INPUT
C

```

```

READ(IR,5)NEUS
5 FORMAT(I3)
READ(IR,5)NELE
READ(IR,15)ZF
15 FORMAT(2F5.4)
READ(IR,17)(VGO(I),I=1,NBUS)
17 FORMAT(6F5.4)
READ(IR,19)(ZPRI(I),I=1,NELE)
19 FORMAT(5F8.4)
READ(IR,21)((YPRIO(I,J),J=1,NELE),I=1,NELE)
21 FORMAT(5F8.4)
READ(IR,23)(IPQ(I),I=1,NELE)
23 FORMAT(5I3)
READ(IR,25)((IPGO(I,J),J=1,NELE),I=1,NELE)
25 FORMAT(5I6)

```

```

C
C COMPUTE THREE PHASE FAULTS
C

```

```

WRITE(IW,9876)
9876 FORMAT('I',34X,'FORM Z-BUS OF ZERO SEQUENCE')
CALL FCFM2
DC 1001 I = 1,NEUS
DC 1001 L = 1,NEUS
ZBUS1Z(I,L) = ZBUS1(I,L)
1001 CONTINUE
DC 1002 I = 1,NEUS
DC 1002 J = 1,NCCUT
ZBUS2Z(I,J) = ZBUS2(I,J)
1002 CONTINUE
DC 1003 I = 1,NCCUT
DC 1003 J = 1,NCCUT
Y4Z(I,J) = Y4(I,J)
1003 CONTINUE
WRITE(IW,8765)
8765 FORMAT('I',34X,'FORM Z-BUS OF POSITIVE SEQUENCE')
CALL FCFM7

```

```

WRITE (1W,2222)
2222 FORMAT(1H1,5X,' REPORT OF FAULT CALCULATIONS',5X,' THE RESULT C
*F THREE PHASE FAULT')
WRITE (1W,3333)
WRITE (1W,4444)
WRITE (1W,5555)
AEXP1=CMPLX(-C.5,0.866)
AEXP2=CMPLX(-0.5,-0.866)
DC 150 I =1,NBUS
EPO=VCO(I)
LLL = L
LZO = ZONE(L)
CALL GMPRC
ZPP1 = ZBUS1(L,L)-S(L,L)
WRITE (1W,5511) ZPP1
5511 FORMAT(10X,'ZPP1',2F10.6)
IAF=EPO/(ZF+ZPP1)
IAFA=CABS(IAF)
IAFP=PHASE(IAF)
I1 = SQRT(3.)*IAF
I1A = CABS(I1)
I1P = PHASE(I1)
C
VA = (EPC*ZF)/(ZF+ZPP1)
VAA = CABS(VA)
VAP = PHASE(VA)
V1 = SQRT(3.)*VA
V1A = CABS(V1)
V1P = PHASE(V1)
C
C
DC 200 I=1,NBUS
IF(I-L)240,200,240
240 EIO = VCO(I)
III = I
CALL GMPRC2
C
ZIP1 = ZBUS1(L,I)-ST(L,I)
WRITE (1W,5522) ZIP1
5522 FORMAT(10X,'ZIP1',2F10.6)
EA(I) = (EIO-(ZIP1*EPC))/(ZF+ZPP1)
EAA(I) = CABS(EA(I))
WE=EA(I)
EAP(I)=PHASE(WE)
EI(I) = SQRT(3.)*EA(I)
E1A(I) = CABS(EI(I))
WE=EI(I)
E1P(I)=PHASE(WE)
200 CONTINUE
C
C
DC 281 J=1,NBUS
DC 281 K=1,NBUS
IF(J.EQ.K)GOTO 281

```

RAN IV 360N-FD-479 3-8

MAINPGM

DATE 30/11/82

TIME 15

```

IF (J.EQ.L.AND.K.NE.L) GO TO 250
IF (J.NE.L.AND.K.EQ.L) GO TO 253
IF (J.NE.L.AND.K.NE.L) GO TO 255
250 EP = V1
EQ = E1(K)
GO TO 260
253 EP = E1(J)
EQ = V1
GO TO 260
255 EP = E1(J)
EQ = E1(K)
260 JK = (IC*J)+K
600 KJ = (IC*K)+J
DO 280 JJ=1,NELE
IF(JK.NE.IPC1(JJ)) GO TO 2801
Y = 1./CMPLX(O.C,ZPH11(JJ))
GO TO 2803
2801 IF(KJ.NE.IPC1(JJ))GO TO 280
Y = 1./CMPLX(O.C,ZPH11(JJ))
2803 CUR1(J,K) = (EP-EQ)*Y
280 CONTINUE
CU1A(J,K)=CABS(CUR1(J,K))
WE=CUR1(J,K)
CU1P(J,K)=PHASE(WE)
CURA(J,K) = 1/SGRT(3.)*CUR1(J,K)
CUAA(J,K) = CABS(CU1A(J,K))
WE=CURA(J,K)
CUAP(J,K)=PHASE(WE)
281 CONTINUE
CALL FRINT
150 CONTINUE
C
WRITE(IW,555)
555 FORMAT(///15X,'REMARK : T IS THE REFERENCE PHASE. IF YOU WANT'
*/26X,'TO KNOW ALL OF PHASES, YOU MUST ADD THE ANGLE 0,120,-120 D
*EGREES FOR PHASE A, B AND C'//26X,'FOR SYMMETRICAL COMPONENTS, THE
*RE IS A POSITIVE COMPLEMENT ONLY.')
```

C
C
C PRINT HEAD OF RESULT
C

```

WRITE(IW,70)
70 FORMAT(1H1,5X,'REPORT OF FAULT CALCULATIONS'//5X,'THE RESULT O
*F SINGLE LINE TO GROUND FAULT ( PHASE A )')
```

WRITE(IW,3323)

```

3323 FORMAT(///5X,'*',20(' - '), 'THREE PHASE COMPONENTS',20(' - '), '***',
12(' - '), 'LINE CURRENT DURING FAULTS',12(' - '), '**')
```

WRITE(IW,4444)

```

4444 FORMAT(25X,'(SYMMETRICAL COMPONENTS)')
```

WRITE(IW,5555)

```

5555 FORMT(//7X,'ECS NAME PHASE  *',8(' - '), 'VELTS',8(' - '), '***',9(' - '),
* 'AMPS',9(' - '), '* LINE NO. PHASE MAGNITUDE DEGREE S
*/14X,'(SEQUENCE)',5X,'MAG',7X,'DEG',10X,'MAG',7X,'DEG',22X,
* '(SEQUENCE)')
```

TRAN IV 3CON-+U-479 3-8

MAINPCM

DATE 30/11/82

TIME 19

C
C COMPUTE SINGLE LINE TO GROUND FAULTS (PHASE A)
C

DC 50CL=1,NEUS
EPO = V00(L)
LZO = ZONE(L)
LLL = L
CALL ZPPC
ZPPC = ZBUS1Z(L,L)-S(L,L)
CALL GMPRC
ZPP1 = ZBUS1(L,L)-S(L,L)
TRAN=ZPP0+2.*ZPP1+3.*ZF
IAF = 3.*EPC/TRAN
IAFA=CAES(IAF)
IAFP=PHASE(IAF)
IBF = CMPLX(0.0,0.0)
IBFA=C.C
IBFP=C.0
ICF = CMPLX(0.0,0.0)
ICFA=C.C
ICFP=C.C
IO = IAF*1./SQRT(3.)
I1 = IO
I2 = I1
IOA = CABS(IO)
IOP = PHASE(IO)
I1A = CABS(I1)
I1P = PHASE(I1)
I2A = CABS(I2)
I2P = PHASE(I2)

C
C
VA = IAF*ZF
VAA=CABS(VA)
VAP=PHASE(VA)
VB = EPO*(AEXP2-(ZPP0-ZPP1)/TRAN)
VBA=CABS(VB)
VBP=PHASE(VB)
VC = EPC*(AEXP1-(ZPT0-ZPP1)/TRAN)
VCA=CABS(VC)
VCP=PHASE(VC)
V0 = (SQRT(3.)*EPO/TRAN)*(-ZPP0)
V1 = (SQRT(3.)*EPO/TRAN)*(2EPO+ZPP1+3.*ZF)
V2 = (SQRT(3.)*EPO/TRAN)*(-ZPP1)
VOA = CABS(V0)
VOP = PHASE(V0)
V1A = CABS(V1)
V1P = PHASE(V1)
V2A = CABS(V2)
V2P = PHASE(V2)

C
C
DC 29CI=1,NEUS
IF(1-L)300,290,300

```

300 E10=VCO(I)
    I11 = 1
    CALL Z1FC
    Z1P0 = ZBUS1Z(L,1)-ST(L,1)
    CALL GMFRQ2
    Z1P1 = ZBUS1(L,1)-ST(L,1)
    EA(I) = E10-EPO*(Z1P0+2.*Z1P1)/TRAN
    EAA(I)=CAES(EA(I))
    WE=EA(I)
    EAP(I)=PHASE(WE)
    EB(I) = E10*AEXP2-EPO*(Z1P0-Z1P1)/TRAN
    EBA(I)=(CAES(EB(I)))
    WE=EB(I)
    EBP(I)=PHASE(WE)
    EC(I) = E10*AEXP1-EPC*(Z1P0-Z1P1)/TRAN
    ECA(I)=(CAES(EC(I)))
    WE=EC(I)
    ECP(I)=PHASE(WE)
174 E0(I)  = -(SQRT(3.)*EPC/TRAN)*Z1P0
    E1(I)  = (E10*SQRT(3.))-(SQRT(3.)*EPO/TRAN)*Z1P1
    E2(I)  = -(SQRT(3.)*EPO/TRAN)*Z1P1
    E0A(I) = CAES(E0(I))
    WE = E0(I)
    E0P(I) = PHASE(WE)
313 E1A(I) = (CAES(E1(I)))
    WE=E1(I)
    E1P(I)=PHASE(WE)
316 E2A(I) = (CAES(E2(I)))
    WE = E2(I)
    E2P(I) = PHASE(WE)
250 CONTINUE

```

C
C

```

DO 380 J=1,NBUS
DO 380 K=1,NBUS
IF(J.FG.K)GO TO 380
IF (J.NE.L.AND.K.EQ.L) GO TO 323
IF (J.NE.L.AND.K.NE.L) GO TO 325
IF (J.EQ.L.AND.K.NE.L) GO TO 330
330 PE0 = VC
    EQ0 = EC(K)
    EP1 = V1
    EQ1 = E1(K)
    EP2 = V2
    EQ2 = E2(K)
    GO TO 360
323 PE0 = FC(J)
    EQ0 = VC
    EP1 = E1(J)
    EQ1 = V1
    EP2 = E2(J)
    EQ2 = V2
    GO TO 360
325 PE0 = EC(J)

```

TRAN IV 360N-FO-479 3-8

MAINPCM

DATE 30/11/82

TIME 1

```

      EQO = EC(K)
      EP1 = E1(J)
      EQ1 = E1(K)
      EP2 = E2(J)
      EQ2 = E2(K)
360 JK = (10*J)+K
601 KJ = (10*K)+J
      DO 367 JJ=1,NELE
      IF(JK.NE.IPG1(JJ))GO TO 3671
      Y = 1./CMPLX(O.C,ZPR11(JJ))
      GO TO 3673
3671 IF(KJ.NE.IPG1(JJ))GO TO 367
      Y = 1./CMPLX(O.C,ZPR11(JJ))
3673 CUR1(J,K) = (EP1-EQ1)*Y
      CUR2(J,K) = (EP2-EQ2)*Y
367 CONTINUE
602 JKJK = (1000*J)+(100*K)+(10*J)+K
603 KJKJ = (1000*K)+(100*J)+(10*K)+J
      DO 392 JJ=1,NELE
      IF (JKJK.NE.IPGC(JJ,JJ))GO TO 3921
      Y = CMPLX(O.C,YPR10(JJ,JJ))
      GO TO 3923
3921 IF (KJKJ.NE.IPGC(JJ,JJ)) GO TO 392
      Y = CMPLX(O.C,YPR10(JJ,JJ))
3923 A = -(PEC-ECC)*Y
392 CONTINUE
      B = CMPLX(O.C,C.O)
      DO 377 M=1,NBUS
      DO 377 N=1,NEUS
      IF(M.EQ.N)GO TO 377
      IF (J.EC.M.(R.J.(Q.N)) GO TO 336
      GO TO 339
336 IF (K.EC.M.(R.K.(Q.N)) GO TO 377
339 IF (M.NE.L.AND.N.NE.L) GO TO 371
      IF (M.EC.L.AND.N.NE.L) GO TO 372
      IF (M.NE.L.AND.N.EQ.L) GO TO 373
372 EM(M) = VO
      EN(N) = EO(N)
      GO TO 375
373 EM(M) = EO(M)
      EN(N) = VO
      GO TO 375
371 EM(M) = EO(M)
      EN(N) = EO(N)
375 JK4N = (1000*J)+(100*K)+(10*M)+N
      KJMN = (1000*K)+(100*J)+(10*M)+N
      DO 370 NN=1,NELE
      DO 370 MM=1,NELE
      IF (JKMN.EC.IPGO(NN,MM)) GO TO 3701
      IF (KJMN.EC.IPGO(NN,MM)) GO TO 3705
      Y = CMPLX(O.C,C.O)
      GO TO 3703
3705 Y = CMPLX(O.C,YPR10(NN,MM))
      C = -Y*(EN(N)-EM(M))

```

TRAN IV 360N-FU-479 3-8.

MAINPCM

DATE 30/11/82

TIME 11

```

      GO TO 3707
3701 Y = CMPLX(0.0,YPR10(NN,MM))
3703 C = -Y*(EM(M)-EN(N))
3707 B = C+B
      370 CONTINUE
377 CONTINUE
      CURO(J,K) = (A+B)
      CUOA(J,K)=CABS(CURO(J,K))
      WE = CURO(J,K)
      CUOP(J,K) = PHASE(WE)
513 CU1A(J,K)=CABS(CUR1(J,K))
      WE=CUR1(J,K)
      CUIP(J,K)=PHASE(WE)
      CU2A(J,K)=CABS(CUR2(J,K))
      WE = CUR2(J,K)
      CU2P(J,K) = PHASE(WE)
516 CURA(J,K)=1/SQRT(3.)*(CURO(J,K)+CUR1(J,K)+CUR2(J,K))
      CUAA(J,K)=CABS(CURA(J,K))
      WE=CURA(J,K)
      CUAP(J,K)=PHASE(WE)
      CURB(J,K)=1/SQRT(3.)*(CURO(J,K)+CUR1(J,K)*AEXP2+CUR2(J,K)*AEXP1)
      CUBA(J,K)=CABS(CURB(J,K))
      WE=CURB(J,K)
      CUBP(J,K)=PHASE(WE)
      CURC(J,K)=1/SQRT(3.)*(CURO(J,K)+CUR1(J,K)*AEXP1+CUR2(J,K)*AEXP2)
      CUCA(J,K)=CABS(CURC(J,K))
      WE=CURC(J,K)
      CUCP(J,K)=PHASE(WE)
380 CONTINUE
      CALL PRINT1
500 CONTINUE
      STOP
      END

```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

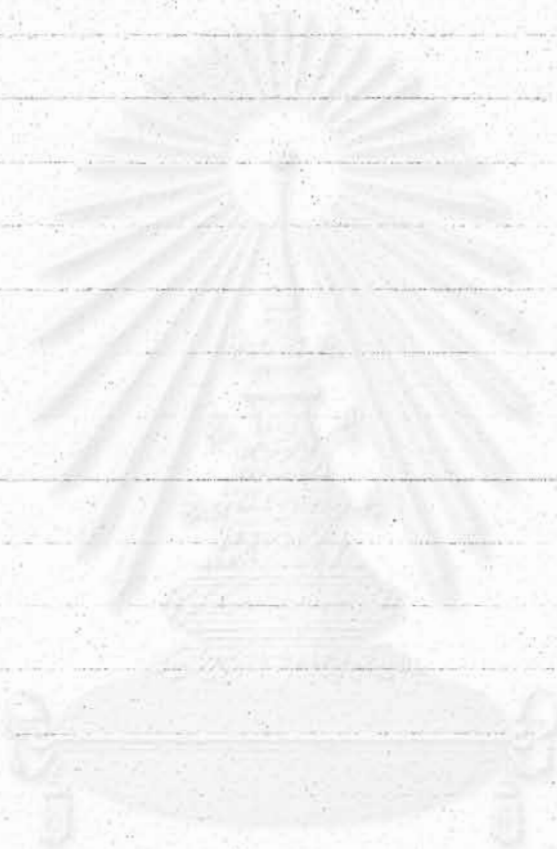
TRAN IV 3EON-FO-479 3-8

BLANK

DATE 30/11/82

TIME 11

```
SUBROUTINE BLANK  
INTEGER IBLANK(5000)  
COMMON/BLANK/IBLANK  
DC 10 1 = 1,5000  
IBLANK(1) = 0  
10 CONTINUE  
RETURN  
END
```



TRAN IV 360N-FO-479 3-8

PRINT

DATE 30/11/82

TIME 11

```

SUBROUTINE FRINT
REAL 1AFA,1AFP,1BFA,1BFP,1CFA,1CFP,1OA,1OP,11A,11P,12A,12P
COMPLEX ZPPC,ZIPO,PLO,ECO,EPI,EGL,EP2,EQ2,EM,EN,A,B,C,TRAN,V00,ZF,
* AEXP1,AEXP2,EPO,EIO,IAF,IBF,ICF,EA,EB,EC,COM,ZPPL,VA,VB,VC,VE,VC,
* V1,V2,EC,F1,E2,EP,EC,10,11,12,Y,CUR0,CUR1,CLR2,CURA,CURB,CURC,ZIF1
DIMENSION EM(3),EN(3),YBUS0(3,3),YBUS1(3,3),YPRI0(5,5),ZPRI1(5),
* ZBUS0(3,3),ZBUS1(3,3),V00(3),IPCC(5,5),IPQ1(5)
COMMON YBUS(3,3),ZBUS(3,3),V(3),IAF,IBF,ICF,IAFA,IBFA,ICFA,IAFP,
* IBFP,ICFP,VA,VB,VC,VAA,VBA,VCA,VAP,VBP,VCP,NBUS,L,EA(3),EB(3),
* EC(3),EAA(3),EBA(3),ECA(3),EAP(3),EBP(3),ECP(3),IC,11,12,1OA,11A,
* E2(3),ECA(3),E1A(3),E2A(3),ECP(3),E1P(3),E2P(3),CLR0(3,3)
*, CUBA(3,3),CUCA(3,3),CLAP(3,3),CUBP(3,3),CUCP(3,3),
* CUR1(3,3),CLR2(3,3),CURA(3,3),CLRB(3,3),CLRC(3,3),CUCA(3,3),
* CUA1(3,3),CU2A(3,3),CUOP(3,3),CUIP(3,3),CU2P(3,3),CUAA(3,3),
* 12A,1OP,11P,12P,VO,V1,V2,VOA,V1A,V2A,VOP,V1P,V2P,EO(3),E1(3)
*, Z1Z,ZBUS2Z,Y4Z,LLL,111,DC,YPRI,R,S,D,ST,RT
DATA 1K/1/,1W/3/
WRITE(1W,2015)1L,VAA,VAP,1AFA,1AFP
2015 FORMAT(/7X,I2,'(FLT.)',3X,' T ',4X,F8.3,3X,F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2,
* 3X,55('-',))
DC211C1=1,NEUS
IF(1-1)2075,211C,2075
2075 WRITE(1W,2080)1,EAA(1),EAP(1)
2080 FORMAT(/10X,I2,6X,' T ',4X,F8.3,3X,F7.2)
2110 CONTINUE
MK=0
DC3135J=1,NEUS
DC3135K=1,NEUS
IF(J.EQ.K) GO TO 3130
IF(MK.EQ.3.CP.MK.GE.6)GO TO 3130
WRITE(1W,3100)J,K,CUAA(J,K),CUAF(J,K)
3100 FORMAT(81X,I1,'-',11,4X,' T ',6X,F8.3,7X,F7.2)
3130 MK=MK+1
3135 CONTINUE
WRITE(1W,2016)1L,V1A,V1P,11A,11P
2016 FORMAT(/7X,I2,'(FLT.)',3X,' POS.',4X,F8.3,3X,F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2,
* 3X,55('-',))
DC21111=1,NEUS
IF(1-1)2076,2111,2076
2076 WRITE(1W,2081)1,E1A(1),E1P(1)
2081 FORMAT(/10X,I2,6X,' POS.',4X,F8.3,3X,F7.2)
2111 CONTINUE
MK=0
DC3136J=1,NEUS
DC3136K=1,NEUS
IF(J.EQ.K) GO TO 3131
IF(MK.EQ.3.CP.MK.GE.6)GO TO 3131
WRITE(1W,3101)J,K,CU1A(J,K),CUIP(J,K)
3101 FORMAT(81X,I1,'-',11,4X,' POS.',6X,F8.3,7X,F7.2)
3131 MK=MK+1
3136 CONTINUE
WRITE(1W,400)
RETURN
ENTRY PRINT1

```

```

WRITE(IW,400)
400 FORMAT(75X,121('---'))
WRITE(IW,401)L,VAA,VAP,IAFA,IAFP,VBA,VBP,IBFA,IBFP,VCA,VCP,ICFA,
*ICFP
401 FORMAT(77X,12,'(FLT.)',3X,' A ',4X,F8.3,3X,F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2/
*18X,' B ',4X,F8.3,3X,F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2/18X,' C ',4X,F8.3,3X,
*F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2)
DC402I=1,NBLS
IF(I-L)403,402,403
403 WRITE(IW,404)I,FAA(1),EAP(1),EBA(1),EBP(1),ECA(1),ECP(1)
404 FORMAT(710X,12,6X,' A ',4X,F8.3,3X,F7.2/18X,' B ',4X,F8.3,3X,
*F7.2/18X,' C ',4X,F8.3,3X,F7.2)
402 CONTINUE
MK=0
DC405J=1,NBLS
DC405K=1,NBLS
IF(J.EQ.K) GO TO 406
IF(MK.EC.3.(R.MK.CE.6)) GO TO 406
WRITE(IW,407)J,K,CUAA(J,K),CUAP(J,K),CUBA(J,K),CUBP(J,K),CUCA(J,K)
*,CUCP(J,K)
407 FORMAT(781X,11,'-',11,4X,' A ',6X,F8.3,7X,F7.2/88X,' B ',6X,F8.3
*,7X,F7.2/88X,' C ',6X,F8.3,7X,F7.2)
406 MK=MK+1
405 CONTINUE
WRITE(IW,410)L,VOA,VOP,IOA,IOP,VIA,VIP,IIA,IIP,V2A,V2P,12A,12P
410 FORMAT(77X,12,'(FLT.)',3X,' ZERO',4X,F8.3,3X,F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2/
*18X,' POS.',4X,F8.3,3X,F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2/18X,' NEG.',4X,F8.3,3X,
*F7.2,5X,F8.3,4X,F7.2)
DC411I=1,NBLS
IF(I-L)412,411,412
412 WRITE(IW,413)I,EOA(1),EOP(1),E1A(1),E1P(1),E2A(1),E2P(1)
413 FORMAT(710X,12,6X,' ZERO',4X,F8.3,3X,F7.2/18X,' POS.',4X,F8.3,3X,
*F7.2/18X,' NEG.',4X,F8.3,3X,F7.2)
411 CONTINUE
MK=0
DC415J=1,NBLS
DC415K=1,NBLS
IF(J.EQ.K) GO TO 416
IF(MK.EC.3.(R.MK.CE.6)) GO TO 416
WRITE(IW,417)J,K,CUOA(J,K),CUOP(J,K),CU1A(J,K),CU1P(J,K),CU2A(J,K)
*,CU2P(J,K)
417 FORMAT(781X,11,'-',11,4X,' ZERO',6X,F8.3,7X,F7.2/88X,' POS.',6X,F8.3
*,7X,F7.2/88X,' NEG.',6X,F8.3,7X,F7.2)
416 MK=MK+1
415 CONTINUE
WRITE(IW,400)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE ZPPC
INTEGER OPTION(15), COTP(10), CUTG(10), CUTF(10), BLS(10), BUSZON(10,5)
INTEGER LINE(20), NP(20), NC(20), ZONE(10), NPD(20), NCD(20)
INTEGER NCBLSZ(5), NCLINZ(5), NCDE(10,4)
INTEGER NPZ(20,5), NCZ(20,5)
REAL ZGEN(20), T(20), BASEKV(10), BCS(10), BC(20)
REAL IAFA, IAFP, IBFA, IBFP, ICFA, ICFP, IOA, IOP, IIA, IIP, IZA, IZP
DOUBLE PRECISION BUSNAM(10)
COMPLEX CUTZ(10), ZPRI(20), YPRI(20), ZPRID(20), YT(10), ZRX(20,5), DD
COMPLEX Z1(10,10,5), Z2(10,10,5), Z4(10,10), Z5(10,10), ZBUS3(10,10)
COMPLEX ZBUS2(10,10), R(10,10)
COMPLEX S(10,10), Y4(10,10), G(10)
COMPLEX ST(10,10), RT(10,10)
COMPLEX Z1Z(10,10,10), ZBUS2Z(10,10), Y4Z(10,10)
COMPLEX ZPPC, Z1PO, PEO, ECO, EP1, EP2, EC2, EM, EN, A, B, C, TRAN, VGO, ZF,
* AEXP1, AEXP2, EPO, E10, IAF, IBF, ICF, EA, EB, EC, COM, ZPPI, VA, VB, VC, WE, VC,
* V1, V2, EC, F1, E2, EP, EC, I0, I1, I2, Y, CURC, CUR1, CLR2, CURA, CURE, CURC, Z1P1
*, ZBUS1, ZBUS1Z
DIMENSION EM(3), EN(3), YBUS0(3,3), YBUS1(3,3), YPRI0(5,5), ZPRI1(5),
* ZBUS1(10,10), ZBUS1Z(10,10), VGO(3), IPQ0(5,5), IPQ1(5)
COMMON ZBUFF, BUSNAM, IREAD, IWRITE, NDCONE, NCBLS, NCLINE, NCCUT
X, COTP, CUTG, CUTF, CUTZ
X, NCBUSZ, NCLINZ, OPTION, BASMVA, NPZ, NQZ, ZRX, ZFLS1
X, BLS, BLSZON, LINE, NP, NQ, BC, T, BASEKV, ZPRI, ZBUS2, Y4
X, ZONE, NPD, NCD, BCS, ZPRID, YT, NCDE, Z1, Z2, Z4, Z5, ZBUS3
COMMON YBUS(3,3), ZBUS(3,3), V(3), IAF, IBF, ICF, IAFA, IBFA, ICFA, IAFP,
* IBFP, ICFP, VA, VB, VC, VAA, VBA, VCA, VAP, VBP, VCP, NBUS, L, EA(3), EB(3),
* EC(3), EAA(3), EBA(3), ECA(3), EAP(3), EBP(3), ECP(3), IC, I1, I2, IOA, IIA,
* E2(3), ECA(3), E1A(3), E2A(3), EOP(3), EIP(3), E2P(3), CURO(3,3)
*, CUBA(3,3), CUCA(3,3), CUAP(3,3), CUBP(3,3), CUCP(3,3),
* CUR1(3,3), CLR2(3,3), CURA(3,3), CLRB(3,3), CLRC(3,3), CUOA(3,3),
* CUIA(3,3), CLZA(3,3), CUGP(3,3), CL1P(3,3), CL2P(3,3), CUAA(3,3),
* IZA, IOP, IIP, IZP, VO, V1, V2, VOA, VIA, VZA, VOP, VIP, V2P, EO(3), E1(3)
*, Z1Z, ZBUS2Z, Y4Z, LLL, I11, DD, YPRI, R, S, D, ST, RT
L = LLL
DO 1616 I4 = 1, NCCUT
R(L, I4) = CMPLX(0.0, 0.0)
DO 1616 J4 = 1, NCCUT
R(L, I4) = ZBUS2 Z1L, J4) * Y4Z(J4, I4) + R(L, I4)
1616 CONTINUE
S(L, L) = CMPLX(0.0, 0.0)
DO 1717 I3 = 1, NCCUT
S(L, L) = R(L, I3) * ZBUS2Z(L, I3) + S(L, L)
1717 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE ZIPC
INTEGER OPTIGN(15),CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10),BLS(10),BUSZON(10,5)
INTEGER LINE(20),NP(20),NQ(20),ZONE(10),NPD(20),NQD(20)
INTEGER NCBLSZ(5),NCLINZ(5),NODE(10,4)
INTEGER NPZ(20,5),NCZ(20,5)
REAL ZGEN(20),T(20),BASEKV(10),BCS(10),BC(20)
REAL IAFA,IAFP,IBFA,IBFP,ICFA,ICFP,IOA,ICP,IIA,IIP,I2A,I2P
DOUBLE PRECISION BUSNAM(10)
COMPLEX CUTZ(10),ZPRI(20),YPRI(20),ZPRID(20),YT(10),ZRX(20,5),DD
COMPLEX Z1(10,10,5),Z2(10,10,5),Z4(10,10),Z5(10,10),ZBUS3(10,10)
COMPLEX ZBUS2(10,10),R(10,10)
COMPLEX S(10,10),Y4(10,10),D(10)
COMPLEX ST(10,10),RT(10,10)
COMPLEX Z1Z(10,10,10),ZBUS2Z(10,10),Y4Z(10,10)
COMPLEX ZPPC,ZIPO,PTO,ECO,EP1,EC1,EP2,EQ2,EM,EN,A,B,C,TRAN,VOJ,ZF,
*AEXP1,AEXP2,EPO,EIO,IAF,IBF,ICF,EA,EB,EC,CCM,ZPPI,VA,VB,VC,VE,VC,
*V1,V2,E0,E1,E2,EP,EC,IC,I1,I2,Y,CURC,CUR1,CLR2,CURA,CURE,CURC,ZIF1
*,ZBUS1,ZBUS1Z
DIMENSION EN(3),EN(3),YDLSO(3,3),YBUS1(3,3),YPRI0(5,5),ZPRI1(5),
*ZBUS1(10,10),ZBUS1Z(10,10),VGO(3),IPQC(5,5),IPQ1(5)
COMMON /BUFF/ BUSNAM,IREAD,IWRITE,NCZONE,NOBUS,NCLINE,NCCLT
X, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ
X, NCBUSZ,NCLINZ,OPTIGN,BASMVA,NFZ,NCZ,ZRX,ZBUS1
X, BLS,BUSZON,LINE,NP,NQ,BC,F,BASEKV,ZPRI,ZBUS2,Y4
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT,NODE,Z1,Z2,Z4,Z5,ZBUS3
COMMON YBUS(3,3),ZBUS(3,3),V(3),IAF,IBF,ICF,IAFA,IBFA,ICFA,IAFP,
*IBFP,ICFP,VA,VB,VC,VAA,VBA,VCA,VAP,VBP,VCP,NBUS,L,EA(3),EB(3),
*EC(3),EAA(3),EBA(3),ECA(3),EAP(3),EBP(3),ECP(3),IC,I1,I2,IOA,IIA,
*E2(3),ECA(3),E1A(3),E2A(3),ECP(3),E1P(3),E2P(3),CLRO(3,3)
*, CUA(3,3),CUA(3,3),CUAP(3,3),CUBP(3,3),CUCP(3,3),
*CUR1(3,3),CLR2(3,3),CURA(3,3),CLRB(3,3),CLRC(3,3),CUOA(3,3),
*CUA(3,3),CU2A(3,3),CUOP(3,3),CL1P(3,3),CL2P(3,3),CUAA(3,3),
*I2A,ICP,IIP,I2P,VO,V1,V2,VOA,VIA,V2A,VOP,V1P,V2P,E0(3),E1(3)
*,Z1Z,ZBUS2Z,Y4Z,LLL,I11,DD,YPRI,R,S,D,ST,RT
L = LLL
I = I11
DO 1818 I5 = 1,NCUT
RT(L,I5) = CMPLX(0.0,0.0)
DO 1818 J5 = 1,NCUT
RT(L,I5) = ZBUS2Z(L,J5)*Y4Z(J5,15)+RT(L,I5)
1818 CCNTINUE
ST(L,I) = CMPLX(0.0,0.0)
DO 1919 I6 = 1,NCUT
ST(L,I) = RT(L,I6)*ZBUS2Z(I,I6)+ST(L,I)
1919 CCNTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE GMPRO
  INTEGER OPTIGN(15),CUTP(10),CUTG(10),CUTF(10),BUS(10),BUSZUN(10,5)
  INTEGER LINE(20),NP(20),NC(20),ZCNE(10),NPD(20),NCD(20)
  INTEGER NCBUSZ(5),NELINZ(5),NCDE(10,4)
  INTEGER NPZ(20,5),NCZ(20,5)
  REAL ZGEN(20),T(20),BASEKV(10),BCS(10),BC(20)
  REAL IAFA,IAFP,IBFA,IBFP,ICFA,ICFP,IOA,ICP,IIA,IIP,IZA,IIP
  DOUBLE PRECISION BUSNAM(10)
  COMPLEX CUTZ(10),ZPRI(20),YPRI(20),ZPRIC(20),YT(10),ZRX(20,5),DC
  COMPLEX Z1(10,10,5),Z2(10,10,5),Z4(10,10),Z5(10,10),ZBUS3(10,10)
  COMPLEX ZBUS2(10,10),R(10,10)
  COMPLEX S(10,10),Y4(10,10),D(10)
  COMPLEX ST(10,10),PT(10,10)
  COMPLEX Z1Z(10,10,10),ZBUS2Z(10,10),Y4Z(10,10)
  COMPLEX ZPPC,ZIPO,PEO,EGO,EPI,EGL,EP2,EQ2,EM,EN,A,B,C,TRAN,VCU,ZF,
  *AEXP1,AEXP2,EPO,EIO,IAF,IBF,ICF,EA,EB,EC,COM,ZPF1,VA,VB,VC,W,E,VC,
  *V1,V2,EC,F1,F2,EP,EC,IO,II,I2,Y,CURO,CUR1,CLR2,CURA,CURB,CURC,Z1P1
  *,ZBUS1,ZBUS1Z
  DIMENSION EM(3),EN(3),YBUS0(3,3),YBUS1(3,3),YPRI0(5,5),ZPRI1(5),
  *ZBUS1(10,10),ZBUS1Z(10,10),VGO(3),IPQ0(5,5),IPQ1(5)
  COMMON /BUFF/ BUSNAM,IREAD,IWRITE,NCZONE,NCBUS,NCLINE,NCCUT
  X, CUTP,CUTG,CUTF,CUTZ
  X, NCBUSZ,NELINZ,OPTIGN,BASMA,NPZ,NCZ,ZRX,ZBUS1
  X, BUS,BUSZUN,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,ZBUS2,Y4
  X, ZCNE,NPD,NCD,BCS,ZPRID,YT,NCDE,Z1,Z2,Z4,Z5,ZBUS3
  COMMON YBUS(3,3),ZBUS(3,3),V(3),IAF,IBF,ICF,IAFA,IBFA,ICFA,IAFP,
  *IBFP,ICFP,VA,VB,VC,VAA,VBA,VCA,VAP,VBP,VCP,NBUS,L,EA(3),EB(3),
  *EC(3),EAA(3),EBA(3),ECA(3),EAP(3),EBP(3),ECP(3),IC,II,I2,IOA,IIA,
  *E2(3),ECA(3),E1A(3),F2A(3),EOP(3),EIP(3),E2P(3),CUR0(3,3)
  *, CURA(3,3),CURB(3,3),CURC(3,3),CUAP(3,3),CUBP(3,3),CUCP(3,3),
  *CUIA(3,3),CUIB(3,3),CUIA(3,3),CUIB(3,3),CUIP(3,3),CU2P(3,3),CUAA(3,3),
  *IZA,ICP,IIP,IZA,VO,V1,V2,VCA,VIA,V2A,VOP,VIP,V2P,EO(3),EI(3)
  *, Z1Z,ZBUS2Z,Y4Z,LLL,III,DC,YPRI,R,S,D,ST,RT
  L = LLL
  DO 1313 I4 = 1,NCCUT
  R(L,I4) = CMPLX(0.0,0.0)
  DO 1313 J4 = 1,NCCUT
  R(L,I4) = ZBUS2(L,J4)*Y4(J4,I4)+R(L,I4)
1313 CONTINUE
  S(L,L) = CMPLX(0.0,0.0)
  DO 1212 I3 = 1,NCCUT
  S(L,L) = R(L,I3)*ZBUS2(I,I3)+S(L,L)
1212 CONTINUE
  RETURN
  END

```

```

SUBROUTINE GMPRO2
INTEGER OPTIGN(15),CUTP(10),CUTC(10),CUTF(10),BUS(10),BUSZDN(10,5)
INTEGER LINE(20),NP(20),NQ(20),ZCNE(10),NPD(20),NGD(20)
INTEGER NUBLSZ(5),NELINZ(5),NODE(10,4)
INTEGER NPZ(20,5),NQZ(20,5)
REAL ZGEN(20),T(20),EASEKV(10),ECS(10),BC(20)
REAL IAFA,IAFP,IBFA,IBFP,ICFA,ICFP,IOA,ICF,IIA,IIP,IIA,IIP,IIA,IIP,IIA,IIP
DOUBLE PRECISION BUSNAM(10)
COMPLEX CUTZ(10),ZPRI(20),YPRI(20),ZPRID(20),YT(10),ZRX(20,5),DD
COMPLEX Z1(10,10,5),Z2(10,10,5),Z4(10,10),Z5(10,10),ZBUS3(10,10)
COMPLEX ZPLS2(10,10),R(10,10)
COMPLEX S(10,10),Y4(10,10),D(10)
COMPLEX ST(10,10),RT(10,10)
COMPLEX Z1Z(10,10,10),ZBUS2Z(10,10),Y4Z(10,10)
COMPLEX ZPPC,ZIPO,PEO,ECO,EPI,ECL,EP2,EQ2,EM,EN,A,B,C,TRAN,VCO,ZF,
* AEXP1,AEXP2,EPO,ELO,IAF,IBF,ICF,EA,EB,EC,COM,ZPP1,VA,VB,VC,VE,VC,
* V1,V2,EC,E1,E2,EP,EC,10,11,12,Y,CUR0,CUR1,CLR2,CURA,CURE,CURC,ZIP1
*, ZBUS1,ZBUS1Z
DIMENSION EM(3),EN(3),YBUS0(3,3),YBUS1(3,3),YPRIO(5,5),ZPRI1(5),
* ZBUS1(10,10),ZBUS1Z(10,10),VCO(3),IPQC(5,5),IPQ1(5)
COMMON /BUFF/ BUSNAM,IREAD,IWRITE,NCZCNE,NCBUS,NCLINE,NCCLT
X, CUTP,CUTC,CUTF,CUTZ
X, NCBUSZ,NCLINZ,CPTIGN,BASMVA,NPZ,NQZ,ZRX,ZELSI
X, BUS,BUSZDN,LINE,NF,NQ,BC,T,EASEKV,ZPRI,ZBUS2,Y4
X, ZCNE,NPD,NGD,ECS,ZPRID,YT,NODE,Z1,Z2,Z4,Z5,ZBUS3
COMMON YBUS(3,3),ZBUS(3,3),V(3),IAF,IBF,ICF,IAFA,IBFA,ICFA,IAFP,
* IBFP,ICFP,VA,VE,VC,VAA,VBA,VCA,VAP,VBP,VCP,NBUS,L,EA(3),EB(3),
* EC(3),EAA(3),EBA(3),ECA(3),EAP(3),EBP(3),ECP(3),IC,11,12,IOA,IIA,
* E2(3),ECA(3),E1A(3),E2A(3),EOP(3),EIP(3),E2P(3),CUR0(3,3)
*, CURA(3,3),CURB(3,3),CLAP(3,3),CUBP(3,3),CUCP(3,3),
* CUR1(3,3),CLR2(3,3),CURA(3,3),CLRB(3,3),CLRC(3,3),CLOA(3,3),
* CULA(3,3),CU2A(3,3),CUOP(3,3),CLIP(3,3),CL2P(3,3),CUAA(3,3),
* I2A,ICP,IIP,I2P,VO,V1,V2,VOA,V1A,V2A,VOP,V1P,V2P,E0(3),E1(3)
*, Z1Z,ZBUS2Z,Y4Z,LLL,III,DD,YPRI,R,S,D,ST,RT
L = LLL
I = III
DO 1414 I5 = 1,NGCUT
RT(L,I5) = CMPLX(0.0,0.0)
DO 1414 J5 = 1,NGCUT
RT(L,I5) = ZBUS2(L,J5)*Y4(J5,I5)+RT(L,I5)
1414 CONTINUE
ST(L,I) = CMPLX(0.0,0.0)
DO 1515 I6 = 1,NGCUT
ST(L,I) = RT(L,I6)*ZBUS2(I,I6)+ST(L,I)
1515 CONTINUE
RETURN
END

```

ORTRAN IV 360N-FO-479 3-8

FORMZ

DATE 30/11/82

TIME 15

SUBROUTINE FORMZ

C
C
C

PROGRAM FORM Z-BUS

INTEGER OPTICN(15),CUTP(10),CUTC(10),CUTF(10),BLS(10),BUSZON(10,5)

INTEGER LINE(20),NP(20),NG(20),ZCNE(10),NPD(20),NGD(20)

INTEGER NCBSZ(5),NCLINZ(5),NGDE(10,4)

INTEGER NPZ(20,5),NCZ(20,5)

REAL ZCEN(20),T(20),BASEKV(10),BCS(10),BC(20)

DOUBLE PRECISION BUSNAM(10)

COMPLEX CUTZ(10),ZPRI(20),YPRI(20),ZPRID(20),YT(10),ZRX(20,5),DD

COMPLEX Z1(10,10,5),Z2(10,10,5),Z3(10,10),Z5(10,10),ZBUS3(10,10)

COMPLEX ZBUS2(10,10),R(10,10)

COMPLEX S(10,10),Y4(10,10),D(10)

COMPLEX ST(10,10),FT(10,10)

COMPLEX ZBUS1(10,10),ZBUS1Z(10,10)

COMMON /BUFF/ BUSNAM, IFLAG, IWRITE, NCZCNE, NCBUS, NCLINE, NCCO

X, CUTP, CUTC, CUTF, CUTZ

X, NCBSZ, NCLINZ, OPTICN, BASMVA, NPZ, NCZ, ZRX, ZBUS1

X, BLS, BUSZLN, LINE, NP, NG, BC, T, BASEKV, ZPRI, ZBUS2, Y4

X, ZCNE, NPD, NGD, BCS, ZPRID, YT, NGDE, Z1, Z2, Z3, Z5, ZBUS3

C
C
C

DATA BE/' BUS' /

CALL BLANK

IREAD = 1

IWRITE = 3

READ(IREAD, 105) NOZCNE, NOBUS, NCLINE, BASMVA, (OPTICN(I), I=1, 15)

105 FORMAT(3I5, 5X, F10.0, 25X, 15I1)

C

DO 110 I=1, NCBUS

READ(IREAD, 107) BUSNAM(I), BUS(I), ZONE(I), BASEKV(I)

107 FORMAT(A8, 2I4, 4X, 12F5.2)

110 CONTINUE

C
C
C

DO 120 J=1, NCLINE

NCBUSZ(J)=0

DO 120 I=1, NCBUS

IF(ZONE(I).NE.J) GO TO 120

NCBUSZ(J)=NCBUSZ(J)+1

K=NCBUSZ(J)

BUSZON(K, J)=BLS(I)

120 CONTINUE

DO 9923 I=1, NCBUS

READ(IREAD, 9922) BUS(I), ZCEN(I)

9922 FORMAT(I4, F7.0)

9923 CONTINUE

DO 130 I=1, NCLINE

READ(IREAD, 125) LINE(I), NP(I), NG(I), ZPRI(I), BC(I), T(I)

125 FORMAT(3I5, 5X, 4F10.8)

IF(T(I).EQ.C.C) T(I)=1.0

ORTRAN IV 360N-FD-479 3-8

FORMZ

DATE 30/11/82

TIME 15

130 CONTINUE

C

IL=0
NCCUT=0

132 CONTINUE

C

DO 150 I=1,NCLINE
DO 134 IP=1,NCPUS
IF(NP(I).EQ.BUS(IP)) GO TO 136

134 CONTINUE

136 CONTINUE

C

C

DO 138 IQ=1,NCBUS
IF(NQ(I).EQ.BUS(IQ)) GO TO 140

138 CONTINUE

140 CONTINUE

C

IF(ZONE(IP).NE.ZONE(IQ)) GO TO 146

C

IL=IL+1
NPD(IL)=NP(I)
NQD(IL)=NQ(I)

C

IF(T(I).NE.1.0) GO TO 148

C

ZPRID(IL)=ZPRI(I)

C

145 CONTINUE

BCS(IP)=BCS(IP)+BC(I)/2.0
BCS(IQ)=BCS(IQ)+BC(I)/2.0
GO TO 150

C

C

146 CONTINUE

NCCUT=NCCUT+1
CUTP(NCCUT)=NP(I)
CUTQ(NCCUT)=NQ(I)
IF(T(I).NE.1.0) GO TO 147
CUTZ(NCCUT)=ZPRI(I)
GO TO 145

C

147 CONTINUE

CUTZ(NCCUT)=ZPRI(I)*T(I)
GO TO 149

C

148 CONTINUE

ZPRID(IL)=ZPRI(I)*T(I)

149 CONTINUE

YT(IP)=YT(IP)+(1.0-T(I))/T(I)**2/ZPRI(I)
YT(IQ)=YT(IQ)+(T(I)-1.0)/T(I)/ZPRI(I)

C

150 CONTINUE

C

ORTRAN IV 360N-FO-479 3-8

FORMZ

DATE 30/11/82

TIME 15-

```

DO 190 J=1,NCZONE
NPZ(1,J)=0
NQZ(1,J)=BUSZON(1,J)
ZRX(1,J)=CMPLX(1.0,1.0)

```

C

```

NH=1
II=1
JJ=1
KK=1

```

C

160 CONTINUE

II=II+1

161 CONTINUE

IF(NPC(II).EQ.9999) GO TO 180

C

IF(NPD(II).NE.0.AND.NCD(II).NE.0) GO TO 168

C

II=II+1

NPZ(II,J)=0

NQZ(II,J)=BUSZON(NH,J)

C

DO 162 IQ=1,NCBUS

IF(BUS(IQ).EQ.NQZ(II,J)) GO TO 164

162 CONTINUE

164 CONTINUE

ZRX(II,J) = CMPLX(0.0,2*GEN(IQ))

C

NH=NH+1

JJ=NH

C

IF(BUSZON(NH,J).EQ.0) GO TO 185

GO TO 160

C

168 CONTINUE

IF(NQE(II).EQ.BUSZON(NH,J)) GO TO 170

IF(NPC(II).NE.BUSZON(NH,J)) GO TO 180

C

ND=NPC(II)

NPD(II)=NCD(II)

NCD(II)=ND

C

170 CONTINUE

C

DO 172 M=1,KK

IF(NPD(II).EQ.BUSZON(M,J)) GO TO 182

172 CONTINUE

C

KK=KK+1

BUSZON(KK,J)=NPC(II)

C

180 CONTINUE

II=II+1

GO TO 161

C



DRTRAN IV 360N-FO-479 3-8 FORMZ DATE 30/11/82 TIME 15

182 CONTINUE
 IF(M.GE.JJ) GO TO 180
 II=II+1
 NPZ(II,J)=NPD(II)
 NCZ(II,J)=NCD(II)
 ZRX(II,J)=ZFRID(II)
 NPD(II)=9999
 GO TO 160

C

C

185 CONTINUE
 II=II+1
 NPZ(II,J)=0
 NCZ(II,J)=NCZ(I,J)
 ZRX(II,J)=CMPLX(-1.0,-1.0)
 NGLINZ(J)=II

190 CONTINUE

C

DO 240 J=1,NCZONE
 K=1
 N=1
 Z1(K,K,J)=ZRX(N,J)
 NODE(K,J)=NCZ(N,J)

C

205 N=N+1
 IF(NPZ(N,J).EQ.0) GO TO 230
 IFP=0
 IFQ=0

C

DO 206 I=1,K
 IF(NPZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 206
 IFP=I
 GO TO 207

206 CONTINUE

207 CONTINUE

DO 209 I=1,K
 IF(NQZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 209
 IFQ=I
 GO TO 210

209 CONTINUE

C

210 CONTINUE

IF(IFP.EQ.0) GO TO 220
 IF(IFQ.EQ.0) GO TO 225
 L=K+1
 DO 213 I=1,K
 Z1(I,L,J)=Z1(I,IFP,J)-Z1(I,IFQ,J)
 Z1(L,I,J)=Z1(I,I,J)

213 CONTINUE

Z1(L,L,J)=Z1(IFP,L,J)-Z1(IFQ,L,J)+ZRX(N,J)

214 CONTINUE

C

C

DO 215 I=1,K

DO 215 M=1,K

Z1(I,M,J)=Z1(I,M,J)-Z1(I,L,J)/Z1(L,L,J)*Z1(L,M,J)

215 CONTINUE

C

DO 216 I=1,L

Z1(I,L,J)=CMPLX(0.0,0.0)

Z1(L,I,J)=CMPLX(0.0,0.0)

216 CONTINUE

GO TO 205

C

220 K=K+1

NODE(K,J)=NFZ(N,J)

L=K-1

C

DO 222 I=1,L

Z1(I,K,J)=Z1(I,IFQ,J)

Z1(K,I,J)=Z1(I,K,J)

222 CONTINUE

Z1(K,K,J)=Z1(I,K,J)+ZRX(N,J)

GO TO 205

C

225 K=K+1

NODE(K,J)=NGZ(N,J)

L=K-1

C

DO 228 I=1,L

Z1(I,K,J)=Z1(I,IFP,J)

Z1(K,I,J)=Z1(I,K,J)

228 CONTINUE

Z1(K,K,J)=Z1(I,K,J)+ZRX(N,J)

GO TO 205

230 CONTINUE

C

IF(NQZ(N,J).EQ.0) GO TO 240

DO 231 I=1,K

IF(NQZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 231

IFQ=1

GO TO 232

C

231 CONTINUE

232 L=K+1

C

DO 233 I=1,K

Z1(I,L,J)=-Z1(IFQ,I,J)

Z1(L,I,J)=Z1(I,L,J)

233 CONTINUE

Z1(L,L,J)=-Z1(IFQ,L,J)+ZRX(N,J)

GO TO 214

C

240 CONTINUE

C

C

DO 267 J=1,NCZGNE

K=NOBUSZ(J)

DO 268 IC=1,NECUT

ORTRAN IV 360N-F0-479 3-8

FORMZ

DATE 30/11/82

TIME 15

```

      DO 260 I=1,K
      IF(CUTP(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 261
      IF(CUTQ(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 261
260  CONTINUE
      GO TO 266
261  IF(CUTF(IC).EQ.9999) GO TO 264
      DO 262 L=1,K
      Z2(L,IC,J)=Z1(L,I,J)
262  CONTINUE
      CUTF(IC)=9999
      GO TO 266
264  CONTINUE
      DO 265 L=1,K
      Z2(L,IC,J)=-Z1(L,I,J)
265  CONTINUE
266  CONTINUE
267  CONTINUE

```

```

C
      DC 320 J=1,NCZONE
      K=NCBUSZ(J)
      DO 318 IC=1,NCOUT
      DO 310 I=1,K
      IF(CUTP(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 311
      IF(CUTQ(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 311
310  CONTINUE
      GO TO 318
311  CONTINUE
      IF(CUTF(IC).EQ.8888) GO TO 316
      DO 315 L=1,NCOUT
      Z4(IC,L)=Z4(IC,L)+Z2(I,I,J)
315  CONTINUE
      CUTF(IC)=8888
      GO TO 318
316  CONTINUE
      DO 317 L=1,NCOUT
      Z4(IC,L)=Z4(IC,L)-Z2(I,I,J)
317  CONTINUE
318  CONTINUE
320  CONTINUE
      DO 325 I=1,NCOUT
      Z4(I,I)=Z4(I,I)+CUTZ(I)
325  CONTINUE
      IF(OPTICN(1).EQ.0) GO TO 1951

```

```

C
      WRITE(IWRITE,1911)
      WRITE(IWRITE,1912)
      WRITE(IWRITE,1913)
      WRITE(IWRITE,1914)
      WRITE(IWRITE,1915)
      WRITE(IWRITE,1916)
      DO 191 I=1,NCBUS
      WRITE(IWRITE,1918) BUS(I),ZONE(I)
      IF(OPTICN(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1917)
191  CONTINUE

```

ORTRAN IV 360N-FO-479 3-8

FORMZ

DATE 30/11/82

TIME 15

WRITE(IWRITE,1916)

```

C
1911 FORMAT(//////42X,'BUS INPUT DATA')
1912 FORMAT('0',45X,'-----')
1913 FORMAT(' ',45X,'BUS')
1914 FORMAT(' ',45X,'ZONE')
1915 FORMAT(' ',45X,'NO.')
1916 FORMAT(' ',45X,'-----')
1917 FORMAT(' ',45X,' ')
1918 FORMAT(' ',45X,' ',13,' ',13)

```

```

C
1951 IF(OPTION(2).EQ.0) GO TO 1952

```

```

C
WRITE(IWRITE,1921)
WRITE(IWRITE,1922)
WRITE(IWRITE,1923)
WRITE(IWRITE,1924)
WRITE(IWRITE,1925)
WRITE(IWRITE,1926)
DC 192 I=1,NCLINE
WRITE(IWRITE,1928) LINE(I),NP(I),NQ(I),ZPRI(I),BC(I),T(I)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1927)

```

```

192 CONTINUE
WRITE(IWRITE,1926)

```

```

C
1921 FORMAT('1',25X,' LINE LIST ')
1922 FORMAT('0',20X,'-----')
1923 FORMAT(' ',20X,' LINE BUS BUS IMPEDANCE Y TRA')
XNSF. ')
1924 FORMAT(' ',20X,'-----')
X ')
1925 FORMAT(' ',20X,' NO. P Q R X SFUNT RA')
XTIQ ')
1926 FORMAT(' ',20X,'-----')
X ')
1927 FORMAT(' ',20X,'-----')
X ')
1928 FORMAT(' ',20X,' ',14,' ',2(13,' '),3(F7.4,' '),F6.3,' ')

```

```

C
1952 IF(OPTION(3).EQ.0) GO TO 1953

```

```

C
WRITE(IWRITE,1931)
WRITE(IWRITE,1932)
WRITE(IWRITE,1933)
WRITE(IWRITE,1934)
WRITE(IWRITE,1935)
WRITE(IWRITE,1936)
WRITE(IWRITE,1937)
DC 193 I=1,NCUT
WRITE(IWRITE,1939) CUTP(I),CUTQ(I),CUTZ(I)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1938)

```

```

193 CONTINUE

```

JRTRAN IV 360N-FQ-479 3-8

FORMZ

DATE 30/11/82

TIME 15.

WRITE(IWRITE,1937)

```

C
1931 FORMAT('I',30X,'          CUT LINE          ')
1932 FORMAT('O',30X,'-----')
1933 FORMAT(' ',30X,'   BETWEEN          IMPEDANCE   ')
1934 FORMAT(' ',30X,'-----')
1935 FORMAT(' ',30X,'   BUS      BUS          ')
1936 FORMAT(' ',30X,'   NC.     NC.      R      X          ')
1937 FORMAT(' ',30X,'-----')
1938 FORMAT(' ',30X,'          ')
1939 FORMAT(' ',30X,' ',2(13,' '),2(F7.4,' '))

```

```

C
1953 IF(OPTION(4).EQ.0) GO TO 1954

```

```

C
DO 195 J=1,NCZONE
WRITE(IWRITE,1941) J
WRITE(IWRITE,1942)
WRITE(IWRITE,1943)
WRITE(IWRITE,1944)
WRITE(IWRITE,1945)
WRITE(IWRITE,1946)
L=NOLIN2(J)
DO 194 I=1,L
WRITE(IWRITE,1948) NPZ(I,J),NCZ(I,J),ZRX(I,J)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1947)
194 CONTINUE
WRITE(IWRITE,1946)
WRITE(IWRITE,15023)
15023 FORMAT('O',30X,'REMARK . **** MEAN OPEN CIRCUIT')
195 CONTINUE

```

```

C
1941 FORMAT('I',20X,'LINE LIST AFTER ORDERING-ZONE',12)
1942 FORMAT('O',30X,'-----')
1943 FORMAT(' ',30X,'   BUS      BUS          IMPEDANCE   ')
1944 FORMAT(' ',30X,'-----')
1945 FORMAT(' ',30X,'   F      G      R      X          ')
1946 FORMAT(' ',30X,'-----')
1947 FORMAT(' ',30X,'          ')
1948 FORMAT(' ',30X,' ',2(13,' '),2(F7.3,' '))

```

```

C
1954 CONTINUE

```

```

C
IF(OPTION(5).EQ.0) GO TO 2951

```

```

C
DO 291 J=1,NCZONE
K=NCBUSZ(J)
WRITE(IWRITE,2911) J
WRITE(IWRITE,2912) (BB,NCDE(I,J),I=1,K)
DO 291 I=1,K
WRITE(IWRITE,2923) NCDE(I,J),(Z1(I,L,J),L=1,K)
291 CONTINUE

```

```

C
2911 FORMAT('I',40X,'Z1 MATRIX FOR ZONE',12/41X,20('='))
2912 FORMAT('O',14X,4(4X,A4,13,11X),1C(/ 15X,4(4X,A4,13,11X)))

```

```

C
2991 IF(OPTION(6).EQ.0) GO TO 2992
C
      DO 292 J=1,NCZONE
      K=NOBUSZ(J)
      WRITE(IWRITE,2921) J
      WRITE(IWRITE,2922) (CUTP(I),CUTQ(I),I=1,NCUT)
      DO 292 I=1,K
      WRITE(IWRITE,2923) NODE(L,J),(Z2(L,IC,J),IC=1,NCUT)
292 CONTINUE
C
2921 FORMAT('I',40X,'Z2 MATRIX FOR ZONE',I2/41X,20('='))
2922 FORMAT('O', 2X,'CUT BUS LINE',4(5X,I2,'-',I2,12X),10(/ 15X,4(5X,
X I2,'-',I2,12X)))
2923 FORMAT('O', 4X,'BUS ',I3,4(1X,2F10.6,'J'),10(/ 11X,4(1X,2F10.6,'J'
X))
C
2992 CONTINUE
      IF(OPTION(7).EQ.0) GO TO 3991
C
      WRITE(IWRITE,3911)
      WRITE(IWRITE,3912) (CUTP(I),CUTQ(I),I=1,NCUT)
      DO 391 I=1,NCUT
      WRITE(IWRITE,3913) CUTP(I),CUTQ(I),(Z4(I,J),J=1,NCUT)
391 CONTINUE
C
3911 FORMAT('I',45X,'Z4 MATRIX'/46X,9('='))
3912 FORMAT('O', 2X,'CUT BUS LINE',4(5X,I2,'-',I2,12X),10(/ 15X,4(5X,
X I2,'-',I2,12X)))
3913 FORMAT('O', 5X,I2,'-',I2,4(1X,2F10.6,'J'),10(/ 11X,4(1X,2F10.6,'J'
X))
3991 CONTINUE
      Y4(1,1)=1.0/Z4(1,1)
      DO 344 N=2,NCUT
      K=N-1
      DO 341 I=1,K
      D(I)=CMPLX(C.0,C.0)
      DO 341 J=1,K
      D(I)=D(I)+Y4(1,J)*Z4(J,N)
341 CONTINUE
      DD=CMPLX(C.0,C.0)
      DO 342 I=1,K
      DD=DD+Z4(N,1)*D(I)
342 CONTINUE
      Y4(N,N)=1.0/(Z4(N,N)-DD)
      DO 343 I=1,K
      Y4(1,N)=-D(I)*Y4(N,N)
      Y4(N,I)=Y4(I,N)
343 CONTINUE
      DO 344 I=1,K
      DO 344 J=1,K
      Y4(I,J)=Y4(1,J)-D(I)*Y4(N,J)
344 CONTINUE
C

```



```
IF(OPTION(8),EQ.0) GO TO 3992
```

C

```
WRITE(IWRITE,3921)
```

```
WRITE(IWRITE,3912) (CUTP(I),CUTG(I),I=1,NCCUT)
```

```
DO 392 I=1,NCCUT
```

```
WRITE(IWRITE,3913) CUTP(I),CUTG(I),(Y4(I,J),J=1,NCCUT)
```

```
392 CONTINUE
```

```
3921 FORMAT('1',45X,'Y4 MATRIX'/46X,9(' '))
```

```
3992 CONTINUE
```

```
K1=NOBUSZ(1)
```

```
K2=NOBUSZ(2)
```

```
DO 470 I=1,K1
```

```
DO 470 IC=1,NCCUT
```

```
470 ZBUS2(L,IC)=Z2(I,IC,1)
```

```
DL475 I=1,K2
```

```
DO475 IC=1,NCCUT
```

```
L2=K1+I
```

```
ZBUS2(L2,IC)=Z2(L,IC,2)
```

```
475 CONTINUE
```

```
DO 500 I = 1, K1
```

```
DO 500 I = 1, NOBUS
```

```
500 ZBUS1(L,I) = Z1(L,I,1)
```

```
DO 525 L = 1, K2
```

```
DO 525 I = 1, K2
```

```
L2 = K1+L
```

```
I2 = I+1
```

```
ZBUS1(L2,I2) = Z1(L,I,2)
```

```
525 CONTINUE
```

```
RETURN
```

```
END
```

RTRAN IV 360N-FD-479 3-8

PHASE

DATE 30/11/82

TIME 15.

```
FUNCTION PHASE(COM)
  COMPLEX COM
  ER=REAL (COM)
  EX=AIMAG(COM)
  IF(ER.NE.0.0) GO TO 11
  IF(EX.NE.0.0) GO TO 11
  PHASE=0.0
  RETURN
11 PHASE=ATAN2 (EX, ER)*57.29578
  RETURN
END
```


ORTRAN IV 360N-FD-479 3-8 DATAIN DATE 07/08/82 TIME 05.

SUBROUTINE DATAIN

INTEGER NOBUSZ(4), NCLINZ(4), OPTION(15), CUTP(10), CUTQ(10), CUTF(10)

INTEGER BUS(20), BUSZON(10,4), NODE(10,4), LINE(40), NP(40), NQ(40)

INTEGER ZONE(20), NPD(40), NQD(40), TYPE(20), NPZ(20,4), NQZ(20,4)

INTEGER CUTPB(10), CUTQB(10), CUTPZ(10), CUTQZ(10), TYPEZ(10,4)

REAL BC(40), T(40), BASEKV(20), BCS(20), VOLT(20)

REAL VARMAX(20), VARMIN(20), STATC(20)

REAL VOLTZ(10,4), VAMXZ(10,4), VAMNZ(10,4), STATZ(10,4)

DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)

COMPLEX CUTZ(10), AA, ZPRI(40), ZPRID(40), YT(20), GEN(20), LOAD(20)

COMPLEX ZRX(20,4), GENZ(10,4), LOADZ(10,4)

COMPLEX Z1(10,10,4), Z2(10,10,4), Z4(10,10), Y4(10,10), Z5(10,4)

COMPLEX ZDD(10,4), D(10), VECTOR(10), ZLN(10,4)

COMPLEX EC(10), AC(10), A(10,4), ACUT(10,4), DACUT(10,4)

COMPLEX ET(10,4), ECUT(10,4), SUM, ET0, ET1, DAN, DAS, DD

COMPLEX FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT

COMPLEX E(20), ZBUS(10,10)

INTEGER GBUS(20)

COMMON /BUFF/ IREAD, IWRITE, NOZONE, NOBUS, NOLINE, NOCUT, ISWB, ISWZ,

1, NOBUSZ, NOLINZ, MAXITE, OPTION, ACC, TOR, BASMVA

2, CUTP, CUTQ, CUTF, CUTZ, AA

3, BUS, BUSZON, NODE, LINE, NP, NQ, BC, T, BASEKV, ZPRI, BUSNAM

4, ZONE, NPD, NQD, BCS, ZPRID, YT

5, TYPE, NPZ, NQZ, VOLT, VARMAX, VARMIN, STATC, GEN, LOAD, ZRX

6, CUTPB, CUTQB, CUTPZ, CUTQZ, TYPEZ

7, VOLTZ, VAMXZ, VAMNZ, STATZ, GENZ, LOADZ

8, Z1, Z2, Z4, Y4, Z5, ZDD, D, VECTOR, ZLN

9, EC, AC, A, ACUT, DACUT, ET, ECUT, SUM, ET0, ET1, DAN, DAS, DD

X, FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT

COMMON /RAIN/ E, ZBUS, TOLER1, TOLER2, KOMAX

COMMON /KSN/ GBUS

IWRITE=3

IREAD=1

READ(IREAD,105) NOZONE, NOBUS, NOLINE, MAXITE, BASMVA, ACC, TOR,
X (OPTION(I), I=1, 15)

105 FORMAT(4I5, 3F10.0, 5X, 15I1)

DO 110 I=1, NOBUS

READ(IREAD,107) BUSNAM(I), BUS(I), ZONE(I), TYPE(I), BASEKV(I), VOLT(I)

X, GEN(I), LOAD(I), VARMAX(I), VARMIN(I), STATC(I)

107 FORMAT(A8, 3I4, 12F5.2)

VOLT(I)=VOLT(I)/BASEKV(I)

IF(VOLT(I).EQ.0.0) VOLT(I)=1.0

110 CONTINUE

DO 130 I=1, NOLINE

READ(IREAD,125) LINE(I), NP(I), NQ(I), ZPRI(I), BC(I), T(I)

125 FORMAT(3I5, 5X, 4F10.8)

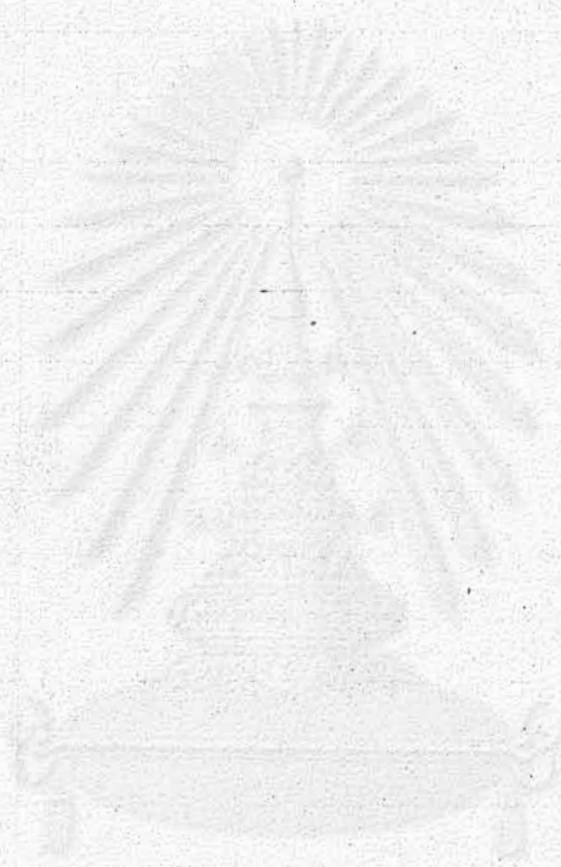
IF(T(I).EQ.0.0) T(I)=1.0

130 CONTINUE

READ(IREAD,126) TOLER1, TOLER2, KOMAX

126 FORMAT(2F10.8, I5)

```
READ(IREAD,127)(GBUS(I),I=1,NOBUS)  
127 FORMAT(20I1)  
RETURN  
END
```



กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
กระทรวงพาณิชย์

RTRAN IV 363N-F0-479 3-8 CZBUS DATE 07/03/82 TIME 05.

```

SUBROUTINE CZBUS
INTEGER NOBUSZ(4),NOLINZ(4),OPTION(15),CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40),TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20),BCS(20),VOLT(20)
REAL VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
COMPLEX CUTZ(10),AA,ZPRI(40),ZPRID(40),YT(20),GEN(20),LOAD(20)
COMPLEX ZRX(20,4),GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLUD,MISMAT
COMPLEX DLOAD(20),E(20)
COMPLEX ZBUS(10,10),ZBUS2(10,10),ZBUS3(10,10)
COMPLEX R(10,10),S(10,10)
DIMENSION DR(20),DI(20)
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
1, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMA
2, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
3, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
4, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
5, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
6, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
7, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
8, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
9, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLUD,MISMAT
COMMON /RAIN/ E,ZBUS,TOLER1,TOLER2,KOMAX
DATA HH /'--'/'
DATA HV /'-'/'
DATA BV /'/'
DO 10 I=1,NOBUS
DLOAD(I)=LOAD(I)
LOAD(I)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 10 J=1,NOBUS
ZBUS(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
10 CONTINUE
CALL STEP1A
CALL STEP2A
CALL STEP2B
CALL STEP3
DO 15 I=1,NOBUS
LOAD(I)=DLOAD(I)
15 CONTINUE
K1=NOBUSZ(1)
DO 460 I=1,K1
DO 460 L=1,K1
460 ZBUS(I,L)=Z1(I,L,1)
K2=NOBUSZ(2)
DO 465 I=1,K2

```

ORTRAN IV 300N-F0-479 3-8

CZBUS

DATE 07/08/82

TIME 05.

```

      DO 465 L=1,K2
      I2=K1+I
      L2=K1+L
465  ZBUS(I2,L2)=Z1(I,L,2)
      DO 470 L=1,K1
      DO 470 IC=1,NCCUT
470  ZBUS2(L,IC)=Z2(L,IC,1)
      DO 475 L=1,K2
      DO 475 IC=1,NCCUT
      L2=K1+L
475  ZBUS2(L2,IC)=Z2(L,IC,2)
      DO 480 I=1,NCCUT
      DO 480 J=1,NOBUS
480  ZBUS3(I,J)=ZBUS2(I,J,1)
      CALL GMPRC(Y4,ZBUS3,S,NCCUT,NCCUT,NOBUS)
      CALL GMPRC(ZBUS2,S,R,NOBUS,NCCUT,NOBUS)
      DO 485 I=1,NOBUS
      DO 485 J=1,NOBUS
485  ZBUS(I,J)=ZBUS(I,J)-R(I,J)
      WRITE(IWRITE,100)
      WRITE(IWRITE,101)(HH,HH,HH,HH,HV,J=1,NOBUS)
      DO 25 I=1,NOBUS
      DO 20 J=1,NOBUS
      DR(J)=REAL(ZBUS(I,J))
      DI(J)=AIMAG(ZBUS(I,J))
20  CONTINUE
      WRITE(IWRITE,102)(DR(J),BV,J=1,NOBUS)
      WRITE(IWRITE,102)(DI(J),BV,J=1,NOBUS)
      WRITE(IWRITE,101)(HH,HH,HH,HH,HV,J=1,NOBUS)
25  CONTINUE
100  FORMAT('1',5X,'THE BUS IMPEDANCE MATRIX WITH GROUND AS REFERENCE')
101  FORMAT(' ',10X,':',50A2)
102  FORMAT(' ',10X,':',10(F9.4,A1))
      RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE CLZ124
INTEGER NOBUSZ(4),NOLINZ(4),OPTION(15),CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40),TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20),BCS(20),VOLT(20)
REAL VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
COMPLEX CUTZ(10),AA,ZPRI(40),ZPRID(40),YT(20),GEN(20),LOAD(20)
COMPLEX ZFX(20,4),GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),Z5(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX FT(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,FTL,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMMON /BUFF/ IREAD,IRRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOOUT,ISWB,ISWZ
1, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASHVA
2, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
3, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
4, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
5, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
6, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
7, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
8, Z1,Z2,Z4,Y4,Z5,ZDD,D,VECTOR,ZLN
9, EC,AC,A,ACUT,DACUT,FT,ECUT,SUM,ETO,FTL,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
CALL STEP1A
CALL STEP1B
CALL STEP2A
CALL STEP2B
CALL STEP3
RETURN
END

```



```

SUBROUTINE SLFE
INTEGER NOBUSZ(4),NOLINZ(4),OPTIGN(15),CUTP(10),CUTQ(10),CUTE(10)
INTEGER BUS(20),BUSZDN(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40),TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20),BCS(20),VOLT(20)
REAL VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
COMPLEX CUTZ(10),AA,ZPRI(40),ZPRID(40),YT(20),GEN(20),LOAD(20)
COMPLEX ZRX(20,4),GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMPLEX E(20),ZBUS(10,10)
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOGUT,ISWB,ISWZ
1, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTIGN,ACC,TOR,BASMVA
2, CUTP,CUTQ,CUTE,CUTZ,AA
3, BUS,BUSZDN,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
4, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
5, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
6, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
7, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
8, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
9, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMMON /RAINZ/ E,ZBUS,TOLER1,TOLER2,KOMAX
COMMON /ABCD/ ITERN
DO 3 N=1,NOBUS
DO 1 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 1 I=1,K
IF(BUS(N).NE.NODE(I,J))GO TO 1
GENZ(I,J)=GEN(N)
1 CONTINUE
3 CONTINUE
CALL STEP4
CALL STEP5
DO 7 N=1,NCBUS
DO 14 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 14 I=1,K
IF(BUS(N).NE.NODE(I,J))GO TO 14
GEN(N)=GENZ(I,J)
LOAD(N)=LOADZ(I,J)
E(N)=ET(I,J)
14 CONTINUE
7 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE EODISP
INTEGER NOBUSZ(4),NCLINZ(4),OPTION(15),CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
INTEGER BUS(20),BUSZCN(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40),TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTOB(10),CUTPZ(10),CUTOZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20),BCS(20),VOLT(20)
REAL VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
COMPLEX CUTZ(10),AA,ZPRI(40),ZPRID(40),YT(20),GEN(20),LOAD(20)
COMPLEX ZRX(20,4),GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMPLEX E(20),ZBUS(10,10)
INTEGER GBUS(20)
REAL IC(20),ITL(20),PGI(20)
REAL LAMDA,LAMDA1,LAMDA2
COMPLEX ALPHAD(20,20),BETAD(20,20)
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZCNE,NOBUS,NCLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
1, NOBUSZ,NCLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
2, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
3, BUS,BUSZCN,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
4, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
5, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
6, CUTPB,CUTOB,CUTPZ,CUTOZ,TYPEZ
7, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
8, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
9, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMMON /RAIN/ E,ZBUS,TOLER1,TOLER2,KOMAX
COMMON /KSN/ GBUS
COMMON /ABCD/ ITERN
DATA IR/1/
DATA IW/3/
NBUS=NBUS
TOLER=TOR
ALPHA=ACC
C
C SET LOAD FLOW ITERATION COUNT.....BLOCK 3
C
C MU=0
C
C LOAD FLOW ANALYSIS. CALCULATE BY SUBPROGRAM 'SLFE'.....BLOCK 4
C
54 CALL SLFE
IF(ITERN.GE.MAXITE) GO TO 200
C
C COMPUTE TOTAL LOSS POWER.....BLOCK 5
C
PLOSS=0.0
DC55I=1,NBUS

```

ORTRAN IV 360N-FD-479 3-8 ECDISP DATE 07/08/82 TIME 05

55 PLOSS=PLCSS+REAL(GEN(I)-LOAD(I))

C
C COMPUTE ALPHAD , BETAD.....BLOCK 6
C

DO56 I=1,NBUS
ER=REAL(E(I))
EX=AIMAG(E(I))
DELT I=ATAN2(EX,ER)
DO56 J=1,NBUS
ER=REAL(E(J))
EX=AIMAG(E(J))
DELT J=ATAN2(EX,ER)
RBUS=REAL(ZBUS(I,J))
ALPHAD(I,J)=RBUS*COS(DELT I-DELT J)/CABS(E(I))/CABS(E(J))
BETAD(I,J)=RBUS*SIN(DELT I-DELT J)/CABS(E(I))/CABS(E(J))

56 CONTINUE

C
C COMPUTE INCREMENTAL TRANSMISSION LOSS ITL(I).....BLOCK 7
C

DO58 I=1,NBUS
ITL(I)=0.0
IT(GBUS(I),NE,I) GO TO 58
DO57 J=1,NBUS
PBUSJ=REAL(GEN(J)-LOAD(J))/BASMVA
QBUSJ=AIMAG(GEN(J)-LOAD(J))/BASMVA

57 ITL(I)=ITL(I)+ALPHAD(I,J)*PBUSJ-BETAD(I,J)*QBUSJ

58 ITL(I)=2.0*ITL(I)

C
C ESTIMATE LAMDA VALUE.....BLOCK 8
C MAXIMUM VALUE = 12.0, MINIMUM VALUE = 0.0
C

LAMDA=12.0
LAMDA1=0.0
LAMDA2=LAMDA

C
C COMPUTE INCREMENTAL COST IC(I).....BLOCK 9
C

59 DO60 I=1,NBUS
60 IC(I)=LAMDA*(1.0-ITL(I))

C
C COMPUTE POWER GENERATING PGI(I).....BLOCK 10
C

CALL POWERG(NBUS,GBUS,IC,PGI)
DO61 I=1,NBUS
PGI(I)=PGI(I)*BASMVA

5 CONTINUE

C
C TEST FOR CONVERGENCE BY TOLERI.....BLOCK 11
C

FR=0.0
DO61 I=1,NBUS
61 ER=ER+PGI(I)-REAL(LOAD(I))
ERMAX1=ER-PLOSS
ERMAX=ABS(ERMAX1)

RTRAN IV 360N-F1-479 3-8 ECDISP DATE 07/08/82 TIME 05.

IF(ERMAX.LE.TOLER1) GO TO 63

IF(ERMAX1.LT.0.0) GO TO 62

LAMDA2=LAMDA

LAMDA=(LAMDA+LAMDA1)/2.0

GO TO 59

62 LAMDA1=LAMDA

LAMDA=(LAMDA+LAMDA2)/2.0

GO TO 59

63 WRITE(IW,64) MU,LAMDA

64 FORMAT('0',5X,' ITERATION',15,5X,' LAMDA = ',F10.5)

DO65I=1,NBUS

IF(GBUS(I).NE.1) GO TO 65

WRITE(IW,74) I,PGI(I)

65 CONTINUE

C
C TEST FOR CONVERGENCE BY TOLER2.....BLOCK 12

DO66I=1,NBUS

IF(GBUS(I).NE.1) GO TO 66

ERMAX2=ABS(PGI(I)-REAL(GEN(I)))

IF(ERMAX2.GT.TOLER2) GO TO 67

66 CONTINUE

GO TO 69

C
C ADVANCE OPTIMUM ITERATION COUNT.....BLOCK 13

67 MU=MU+1

IF(MU.GT.KOMAX) GO TO 123

DO68I=1,NBUS

IF(GBUS(I).NE.1) GO TO 68

GEN(I)=CMPLX(PGI(I),AIMAG(GEN(I)))

68 CONTINUE

OPTION(5)=0

OPTION(14)=0

GO TO 54

69 DO70I=1,NBUS

IF(GBUS(I).NE.1) GO TO 70

GEN(I)=CMPLX(PGI(I),AIMAG(GEN(I)))

70 CONTINUE

C
C.....WRITE BUS VOLTAGES, GENERATION AND LOADS

WRITE(IW,80) ITERN

WRITE(IW,81) ALPHA,TOLER

WRITE(IW,71) MU

WRITE(IW,72) TOLER1,TOLER2

WRITE(IW,73) LAMDA

71 FORMAT('1',5X,' OPTIMUM DISPATCH STRATEGY CONVERGED IN ',I3,'
ITERATIONS')

72 FORMAT('2',5X,' TOLER1 IS ',F8.5,' AND TOLER2 IS ',F8.5)

73 FORMAT('2',5X,' LAGRANGE MULTIPLIER OR LAMDA IS ',F8.5)

74 FORMAT(' ',15X,' POWER GENERATION AT BUS',I4,' IS ',F10.5,' MVA')

80 FORMAT('1',5X,' GAUSS-SEIDEL ITERATIVE TECHNIQUE CONVERGED IN ',I3,'
ITERATIONS')

ORTRAN IV 360N-FO-479 3-8

ECDISP

DATE 07/08/82

TIME 05

```
81 FORMAT(10',5X,'ACCELERATION FACTOR IS',F5.2,' AND TOLERANCE IS',  
AF8.5)  
GO TO 200  
123 WRITE(IW,124) MU  
WRITE(IW,81) ALPHA,TOLER  
124 FORMAT(' ',5X,'THE CONVERGENCE OF DISPATCH STRATEGY IS NOT OBTAIN  
ED IN',I4,' ITERATIONS')  
WRITE(IW,125) LAMDA  
125 FORMAT(' ',5X,'THE LAST CALCULATED LAMDA IS ',F8.5)  
200 RETURN  
END
```

SUBROUTINE STEP1A

```

C
C
INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NCLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TOR,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUIQ(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPR1(40)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
C
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NCLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X, CUTP,CUIQ,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPR1,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
C
DO 144 I=1,NCLINE
BCS(I)=0
YT(I)=CMPLX(0.0,0.0)
144 CONTINUE
C
DO 120 J=1,NOZONE
NOBUSZ(J)=0
DO 120 I=1,NLBUS
IF(ZONE(I).NE.J) GO TO 120
NOBUSZ(J)=NOBUSZ(J)+1
K=NOBUSZ(J)
BUSZON(K,J)=BUS(I)
120 CONTINUE
C

```

```

C      T1=0
      NCCUT=0
132 CONTINUE
C
      DO 150 I=1,NCLINE
      DO 134 IP=1,NOBUS
      IF(NP(I).EQ.BUS(IP)) GO TO 136
134 CONTINUE
136 CONTINUE
C
      DO 138 IQ=1,NOBUS
      IF(NQ(IQ).EQ.BUS(IQ)) GO TO 140
138 CONTINUE
140 CONTINUE
C
      IF(ZONE(IP).NE.ZONE(IQ)) GO TO 146
C
      IL=IL+1
      NP(I)=NP(I)
      NQ(IQ)=NQ(IQ)
C
      IF(T(I).NE.1.0) GO TO 148
C
      ZPRID(IL)=ZPRI(I)
C
145 CONTINUE
      BCS(IP)=BCS(IP)+BC(I)/2.0
      BCS(IQ)=BCS(IQ)+BC(I)/2.0
      GO TO 150
C
C
146 CONTINUE
      NCCUT=NCCUT+1
      CUTP(NCCUT)=NP(I)
      CUTQ(NCCUT)=NQ(I)
      IF(T(I).NE.1.0) GO TO 147
      CUTZ(NCCUT)=ZPRI(I)
      GO TO 145
C
147 CONTINUE
      CUTZ(NCCUT)=ZPRI(I)*T(I)
      GO TO 149
C
148 CONTINUE
      ZPRID(IL)=ZPRI(I)*T(I)
149 CONTINUE
      YT(IP)=YT(IP)+(1.0-T(I))/T(I)*2/ZPRI(I)
      YT(IQ)=YT(IQ)+(T(I)-1.0)/T(I)/ZPRI(I)
C
150 CONTINUE
C
      DO 190 J=1,NCZONE

```

```

NPZ(1,J)=0
NQZ(1,J)=BUSZCN(1,J)
ZRX(1,J)=CMPLX(1.0,1.0)

```

C

```

NH=1
II=1
JJ=1
KK=1

```

C

160 CONTINUE

II=1

161 CONTINUE

IF(NPD(IL).EQ.9999) GO TO 180

C

IF(NPD(IL).NE.0.AND.NQD(LL).NE.0) GO TO 168

C

```

II=II+1
NPZ(II,J)=0
NQZ(II,J)=BUSZCN(NH,J)

```

C

DO 162 IQ=1,NCBUS

IF(BUS(IQ).EQ.NQZ(II,J)) GO TO 164

162 CONTINUE

164 CONTINUE

```

ZPX(II,J)=1.0/(CCNJG(LOAD(IQ))+CMPLX(0.0,STATG(IQ)))/BASMVA
X /VOL1(IQ)/VOL1(IQ)+YT(IQ)+CMPLX(0.0,BCS(IQ))

```

C

```

NH=NH+1
JJ=NH

```

C

```

IF(BUSZCN(NH,J).EQ.0) GO TO 185
GO TO 160

```

C

168 CONTINUE

IF(NQD(IL).EQ.BUSZCN(NH,J)) GO TO 170

IF(NPD(IL).NE.BUSZCN(NH,J)) GO TO 180

C

```

ND=NPD(IL)
NPD(IL)=NQD(IL)
NQD(IL)=ND

```

C

170 CONTINUE

C

DO 172 M=1,KK

IF(NPD(IL).EQ.BUSZCN(M,J)) GO TO 182

172 CONTINUE

C

```

KK=KK+1
BUSZCN(KK,J)=NPD(IL)

```

C

180 CONTINUE

II=II+1

GO TO 161

C


```
182 CONTINUE
  IF(M.GE.JJ) GO TO 180
  II=II+1
  NPZ(II,J)=NPD(II)
  NQZ(II,J)=NQD(II)
  ZRX(II,J)=ZPRID(II)
  NPD(II)=9999
  GO TO 160
```

C
C

```
185 CONTINUE
  II=II+1
  NPZ(II,J)=0
  NQZ(II,J)=NQZ(1,J)
  ZRX(II,J)=CMPLX(-1.0,-1.0)
  NOLINZ(J)=II
190 CONTINUE
  RETURN
  END
```

SUBROUTINE STEP1B

```

C
C
      INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X,      NOBUSZ(4),NOLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
      REAL ACC,TOR,BASMVA
      INTEGER CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
      COMPLEX CUTZ(10),AA
      INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
      REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
      COMPLEX ZPRI(40)
      DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
      INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
      REAL BCS(20)
      COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
      INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
      REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
      COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
      INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
      REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
      COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
      COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
      COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
      COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
      COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
      COMPLEX FLOWP,FLOWO,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
C
      COMMON /ZBUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X,      NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X,      CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
X,      BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X,      ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X,      TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X,      CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X,      VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X,      Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X,      EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X,      FLOWP,FLOWO,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

      IF(OPTION(1).EQ.0) GO TO 1991

```

```

      WRITE(IWRITE,1911)
      WRITE(IWRITE,1912)
      WRITE(IWRITE,1913)
      WRITE(IWRITE,1914)
      WRITE(IWRITE,1915)
      WRITE(IWRITE,1916)
      DO 191 I=1,NOBUS

```

```

      WRITE(IWRITE,1913) BUS(I),ZONE(I),TYPE(I),VOLT(I),GEN(I),
X      VARMAX(I),VARMIN(I),LOAD(I),STATC(I)

```

```

      IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1917)

```

```

191 CONTINUE

```

```

      WRITE(IWRITE,1916)

```

ORTRAN IV 360N-FD-479 3-8

STEP1B

DATE 07/08/82

TIME 05

1911 FORMAT('1',42X,'BUS INPUT DATA')

1912 FORMAT('0',6X,'-----')

X-----')

1913 FORMAT(' ',6X,' BUS GENERATION MVAR

X LIMIT LOAD SHUNT')

1914 FORMAT(' ',6X,' ZONE TYPE VOLT -----')

X-----')

1915 FORMAT(' ',6X,' NO. MW MVAR CAPACITOR MAX

X MIN Mw MVAR CAPACITOR')

1916 FORMAT(' ',6X,'-----')

X-----')

1917 FORMAT(' ',6X,'

X')

1918 FORMAT(' ',6X,' ',13,' ',2(13,' '),F6.3,' ',6(17.2,' '),F8.2,

X')

C
1991 IF(OPTION(2).EQ.0) GO TO 1992

C

WRITE(IWRITE,1921)

WRITE(IWRITE,1922)

WRITE(IWRITE,1923)

WRITE(IWRITE,1924)

WRITE(IWRITE,1925)

WRITE(IWRITE,1926)

DO 192 I=1,NOLINE

WRITE(IWRITE,1928) LINE(I),NP(I),NQ(I),ZPRI(I),BC(I),T(I)

IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1927)

192 CONTINUE

WRITE(IWRITE,1926)

C

1921 FORMAT('1',25X,' LINE LIST')

1922 FORMAT('0',20X,'-----')

X----

1923 FORMAT(' ',20X,' LINE BUS BUS IMPEDANCE Y TRA

XNSF')

1924 FORMAT(' ',20X,'-----')

X----

1925 FORMAT(' ',20X,' NO. P Q R X SHUNT RA

XTIO')

1926 FORMAT(' ',20X,'-----')

X----

1927 FORMAT(' ',20X,'

X')

1928 FORMAT(' ',20X,' ',14,' ',2(13,' '),3(17.4,' '),F6.3,'')

C
1992 IF(OPTION(3).EQ.0) GO TO 1993

C

WRITE(IWRITE,1931)

WRITE(IWRITE,1932)

WRITE(IWRITE,1933)

WRITE(IWRITE,1934)

WRITE(IWRITE,1935)

WRITE(IWRITE,1936)

WRITE(IWRITE,1937)

```

DO 193 I=1,NCUT
WRITE(IWRITE,1939) CUTP(I),CUIQ(I),CUTZ(I)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1938)
193 CONTINUE
WRITE(IWRITE,1937)

```

```

C
1931 FORMAT('1',31X,'          CUT LINE          ')
1932 FORMAT('0',30X,'-----')
1933 FORMAT(' ',30X,'   BETWEEN           IMPEDANCE   ')
1934 FORMAT(' ',30X,'-----')
1935 FORMAT(' ',30X,'   BUS     BUS           ')
1936 FORMAT(' ',30X,'   NU.    NU.           P           X           ')
1937 FORMAT(' ',30X,'-----')
1938 FORMAT(' ',30X,' ')
1939 FORMAT(' ',30X,' ',2(13,' '),2(F8.4,' '))

```

```

C
1993 IF(OPTION(4).EQ.0) GO TO 1994

```

```

C
DO 195 J=1,NOZONE
WRITE(IWRITE,1941) J
WRITE(IWRITE,1942)
WRITE(IWRITE,1943)
WRITE(IWRITE,1944)
WRITE(IWRITE,1945)
WRITE(IWRITE,1946)
L=NOLINZ(J)
DO 194 I=1,L
WRITE(IWRITE,1948) NPZ(I,J),NOZ(I,J),ZRX(I,J)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1947)
194 CONTINUE
WRITE(IWRITE,1946)
195 CONTINUE

```

```

C
1941 FORMAT('1',31X,'LINE LIST AFTER ORDERING-ZONE',12)
1942 FORMAT('0',30X,'-----')
1943 FORMAT(' ',30X,'   BUS     BUS           IMPEDANCE   ')
1944 FORMAT(' ',30X,'-----')
1945 FORMAT(' ',30X,'   P     Q           R           X           ')
1946 FORMAT(' ',30X,'-----')
1947 FORMAT(' ',30X,' ')
1948 FORMAT(' ',30X,' ',2(13,' '),2(F8.4,' '))

```

```

C
1994 CONTINUE

```

```

C
RETURN
END

```

RTRAN IV 360N-FO-479 3-8

STEP2A

DATE 07/08/82

TIME 05

SUBROUTINE STEP2A

```

C
C
INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NGLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NGLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TGR,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRTD(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ETI,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAI

COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NGLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NGLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TGR,BASMVA
X, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRTD,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ETI,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAI

```

```

D3 240 J=1,NOZONE
K=1
N=1
Z1(K,K,J)=ZRX(N,J)
NODE(K,J)=ACZ(N,J)

```

```

205 N=N+1
IF(NPZ(N,J).EQ.0) GO TO 230
IFP=0
IFQ=0

```

```

DO 206 I=1,K
IF(NPZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 206
IFP=1

```

ORTRAN IV 363N-FO-479 3-8

STEP2A

DATE 07/08/82

TIME 05

GO TO 207
206 CONTINUE

C

207 CONTINUE
DO 209 I=1,K
IF(NQZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 209
IFQ=I
GO TO 210
209 CONTINUE

C

210 CONTINUE
IF(IFP.EQ.0) GO TO 220
IF(IFQ.EQ.0) GO TO 225
L=K+1
DO 213 I=1,K
Z1(I,L,J)=Z1(I,IFP,J)-Z1(I,IFQ,J)
Z1(L,I,J)=Z1(I,L,J)
213 CONTINUE
Z1(L,I,J)=Z1(IFP,L,J)-Z1(IFQ,L,J)+ZRX(N,J)
214 CONTINUE

C

DO 215 I=1,K
DO 215 M=1,K
Z1(I,M,J)=Z1(I,M,J)-Z1(I,L,J)/Z1(L,L,J)*Z1(L,M,J)
215 CONTINUE
DO 216 I=1,L
Z1(I,L,J)=CMPLX(0.0,0.0)
Z1(L,I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
216 CONTINUE
GO TO 205
220 K=K+1
NODE(K,J)=NPZ(N,J)
L=K-1

C

DO 222 I=1,L
Z1(I,K,J)=Z1(I,IFQ,J)
Z1(K,I,J)=Z1(I,K,J)
222 CONTINUE
Z1(K,K,J)=Z1(IFQ,IFQ,J)+ZRX(N,J)
GO TO 205

C

225 K=K+1
NODE(K,J)=NQZ(N,J)
L=K-1

C

DO 228 I=1,L
Z1(I,K,J)=Z1(I,IFP,J)
Z1(K,I,J)=Z1(I,K,J)
228 CONTINUE
Z1(K,K,J)=Z1(IFP,IFP,J)+ZRX(N,J)
GO TO 205
230 CONTINUE

C

IF(NQZ(N,J).EQ.0) GO TO 240

RTKAN IV 360N-FO-479 3-6

STEP2A

DATE 07/08/82

TIME 05

```

DO 231 I=1,K
IF(NOZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 231
IFQ=I
GO TO 232

```

```

C
231 CONTINUE

```

```

232 L=K+1

```

```

C
DO 233 I=1,K
Z1(I,L,J)=-Z1(IFQ,I,J)
Z1(L,I,J)=-Z1(I,L,J)

```

```

233 CONTINUE
Z1(L,L,J)=-Z1(IFQ,L,J)+ZRX(N,J)
GO TO 214

```

```

C
240 CONTINUE

```

```

C
DO 245 IC=1,NCUT
DO 244 J=1,NOZONE
K=NCBUSZ(J)
DO 244 I=1,K
IF(CUTP(IC).NE.NODE(I,J)) GO TO 243
CUTPB(IC)=I
CUTPZ(IC)=J
GO TO 244

```

```

243 IF(CUTO(IC).NE.NODE(I,J)) GO TO 244
CUTOB(IC)=I
CUTOZ(IC)=J

```

```

244 CONTINUE
245 CONTINUE

```

```

C
DO 255 N=1,NCBUS
DO 254 J=1,NOZONE
K=NCBUSZ(J)
DO 254 I=1,K
IF(BUS(N).NE.NODE(I,J)) GO TO 254
TYPEZ(I,J)=TYPE(N)
VOLTZ(I,J)=VOLT(N)
VAMXZ(I,J)=VARMAX(N)
VAMNZ(I,J)=VARMIN(N)
STATZ(I,J)=STATC(N)
GENZ(I,J)=GEN(N)
LOADZ(I,J)=LOAD(N)
GO TO 255

```

```

254 CONTINUE
255 CONTINUE

```

```

C
DO 257 J=1,NOZONE
K=NCBUSZ(J)
DO 257 I=1,K
IF(TYPEZ(I,J).NE.3) GO TO 257
ISWB=I
ISWZ=J

```

TRAN IV 360N-FJ-479 3-8

STEP2A

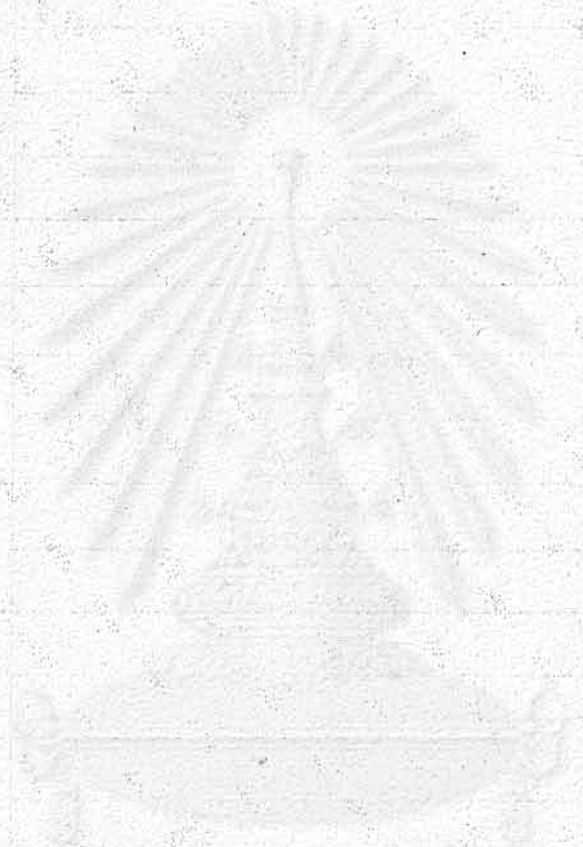
DATE 07/08/82

TIME 09.

GO TO 258
257 CONTINUE
258 CONTINUE

C

RETURN
END



U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1975 O - 280-000

SUBROUTINE STEP2B

```

C
C
      INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X,      NOBUSZ(4),NOLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
      REAL ACC,TOR,BASMVA
      INTEGER CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
      COMPLEX CUTZ(10),AA
      INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
      REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
      COMPLEX ZPRI(40)
      DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
      INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
      REAL BCS(20)
      COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
      INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
      REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
      COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
      INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
      REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
      COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
      COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
      COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
      COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
      COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
      COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

C
      COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X,      NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X,      CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
X,      BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X,      ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X,      TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X,      CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X,      VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X,      Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X,      EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X,      FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

C
      DATA BAY,BUS*/

```

```

C
      DO 267 J=1,NOZONE
      K=NOBUSZ(J)
      DO 266 IC=1,NQCUT
      DO 260 I=1,K
      IF(CUTP(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 261
      IF(CUTQ(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 261
260 CONTINUE
      GO TO 266
261 IF(CUTF(IC).EQ.9999) GO TO 264
      DO 262 L=1,K
      Z2(L,IC,J)=Z1(L,1,J)
262 CONTINUE
      CUTF(IC)=9999

```

```

      GO TO 266
264 CONTINUE
      DO 265 L=1,K
        Z2(L,IC,J)=-Z1(L,I,J)
265 CONTINUE
266 CONTINUE
267 CONTINUE

```

```

C
      IF(OPTION(5).EQ.0) GO TO 2991

```

```

C
      DO 291 J=1,NCZONE
        K=NOBUSZ(J)
        WRITE(IWRITE,2911) J
        WRITE(IWRITE,2912) (BB,NODE(I,J),I=1,K)
        DO 291 I=1,K
          WRITE(IWRITE,2923) NODE(I,J),(Z1(I,L,J),L=1,K)
291 CONTINUE

```

```

C
2911 FORMAT('1',40X,'Z1 MATRIX FOR ZONE',I2/41X,20('='))
2912 FORMAT('0',14X,4(4X,A4,I3,11X),10(/ 15X,4(4X,A4,I3,11X)))

```

```

C
2991 IF(OPTION(6).EQ.0) GO TO 2992

```

```

C
      DO 292 J=1,NCZONE
        K=NOBUSZ(J)
        WRITE(IWRITE,2921) J
        WRITE(IWRITE,2922) (CUTP(I),CUTQ(I),I=1,NGCUT)
        DO 292 I=1,K
          WRITE(IWRITE,2923) NODE(I,J),(Z2(I,IC,J),IC=1,NGCUT)
292 CONTINUE

```

```

C
2921 FORMAT('1',40X,'Z2 MATRIX FOR ZONE',I2/41X,20('='))
2922 FORMAT('0', 2X,'CUT BUS LINE',4(5X,I2,'-',I2,12X),10(/ 15X,4(5X,
  X I2,'-',I2,12X)))
2923 FORMAT('0', 4X,'BUS',I3,4(1X,2F10.6,'J'),10(/ 11X,4(1X,2F10.6,'J')
  X))

```

```

C
2992 CONTINUE
      RETURN
      END

```

TRAN IV 360N-FO-479 3-8 STEPS DATE 07/08/82 TIME 05

SUBROUTINE STEP3

```

C
C
INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOCUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NOLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TOR,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUTO(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTOB(10),CUTPZ(10),CUTOZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

C
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOCUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X, CUTP,CUTO,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTOB,CUTPZ,CUTOZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

C
DO 300 I=1,NOLINE
DO 300 J=1,NOLINE
Z4(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
Y4(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
300 CONTINUE

```

```

C
DO 320 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 318 IC=1,NOCUT
DO 310 I=1,K
IF(CUTP(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 311
IF(CUTO(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 311
310 CONTINUE
GO TO 318
311 CONTINUE

```

TRAN IV 360N-F0-479 3-8 STEP3 DATE 07/08/82 TIME 05.

IF(CUTF(IC).EQ.8888) GO TO 316

DO 315 L=1,NCCUT

Z4(IC,L)=Z4(IC,L)+Z2(I,L,J)

315 CONTINUE

CUTF(IC)=8888

GO TO 318

316 CONTINUE

DO 317 L=1,NCCUT

Z4(IC,L)=Z4(IC,L)-Z2(I,L,J)

317 CONTINUE

318 CONTINUE

320 CONTINUE

DO 325 I=1,NCCUT

Z4(I,I)=Z4(I,I)+CUTZ(I)

325 CONTINUE

C
C
C

Y4(I,I)=1.0/Z4(I,I)

DO 344 N=2,NCCUT

K=N-1

DO 341 I=1,K

D(I)=CMPLX(0.0,0.0)

DO 341 J=1,K

D(I)=D(I)+Y4(I,J)*Z4(J,N)

341 CONTINUE

DD=CMPLX(0.0,0.0)

DO 342 I=1,K

DD=DD+Z4(N,I)*D(I)

342 CONTINUE

Y4(N,N)=1.0/(Z4(N,N)-DD)

DO 343 I=1,K

Y4(I,N)=-D(I)*Y4(N,N)

Y4(N,I)=Y4(I,N)

343 CONTINUE

DO 344 I=1,K

DO 344 J=1,K

Y4(I,J)=Y4(I,J)-D(I)*Y4(I,J)

344 CONTINUE

C
C

DO 352 IC=1,NCCUT

VECTOR(IC)=CMPLX(0.0,0.0)

DO 352 L=1,NCCUT

VECTOR(IC)=VECTOR(IC)+Y4(IC,L)*Z2(ISWB,L,ISWZ)

352 CONTINUE

DO 353 J=1,NCCUT

K=NJBUS Z(J)

DO 353 I=1,K

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

DO 353 L=1,NCCUT

ZS(I,J)=ZS(I,J)+Z2(I,L,J)*VECTOR(L)

353 CONTINUE

C

```

C
  DO 360 J=1,NOZONE
  K=NOBUSZ(J)
  IF(J.EQ.ISWZ) GO TO 356
  DO 355 I=1,K
  ZS(I,J)=-ZS(I,J)
355 CONTINUE
  GO TO 360
356 CONTINUE
  DO 357 I=1,K
  ZS(I,J)=Z1(ISWB,I,J)-ZS(I,J)
357 CONTINUE
360 CONTINUE

C
  DO 365 J=1,NOZONE
  K=NOBUSZ(J)
  DO 365 I=1,K
  ZDD(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
  DO 362 IC=1,NO CUT
  VECTOR(IC)=CMPLX(0.0,0.0)
  DO 362 L=1,NO CUT
  VECTOR(IC)=VECTOR(IC)+Y4(IC,L)*Z2(I,L,J)
362 CONTINUE
  DO 363 L=1,NO CUT
  ZDD(I,J)=ZDD(I,J)+Z2(I,L,J)*VECTOR(L)
363 CONTINUE
365 CONTINUE
  DO 370 J=1,NOZONE
  K=NOBUSZ(J)
  DO 370 I=1,K
367 ZDD(I,J)=Z1(I,I,J)-ZDD(I,J)
369 ZDD(I,J)=ZDD(I,J)-ZS(I,J)*ZS(I,J)/ZS(ISWB,ISWZ)
370 CONTINUE

C
  IF(OPTION(7).EQ.0) GO TO 3991

C
  WRITE(IWRITE,3911)
  WRITE(IWRITE,3912) (CUTP(I),CUTQ(I),I=1,NO CUT)
  DO 391 I=1,NO CUT
  WRITE(IWRITE,3913) CUTP(I),CUTQ(I),(Z4(I,J),J=1,NO CUT)
391 CONTINUE

C
3911 FORMAT('1',45X,'Z4 MATRIX'/46X,9('='))
3912 FORMAT('0',2X,'CUT BUS LINE',4(5X,12,'-',12,12X),10(/15X,4(5X,
X 12,'-',12,12X)))
3913 FORMAT('0',5X,12,'-',12,4(1X,2F10.6,'J'),10(/11X,4(1X,2F10.6,'J'
X)))

C
3991 IF(OPTION(8).EQ.0) GO TO 3992

C
  WRITE(IWRITE,3921)
  WRITE(IWRITE,3912) (CUTP(I),CUTQ(I),I=1,NO CUT)
  DO 392 I=1,NO CUT
  WRITE(IWRITE,3913) CUTP(I),CUTQ(I),(Y4(I,J),J=1,NO CUT)

```

392 CONTINUE

C

3921 FORMAT('1',45X,'Y4 MATRIX',46X,9(' '))

3992 CONTINUE

RETURN

END

สำนักงานบริการ
ศิลปกรรมมหาวิทยาลัย

SUBROUTINE STEP4

C
C

```

INTEGER TREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NOLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TOR,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZR(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10,4),Y4(10,10,4),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

C

```

COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZR
X, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

C
C
C

```

DO 416 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 415 I=1,K
AB=CABS(LOADZ(I,J))
IF(AB.EQ.0.0) GO TO 300
ET(I,J)=CMPLX(VOLTZ(I,J),0.0)
ZLN(I,J)=ET(I,J)*ET(I,J)*BASMVA/CONJG(LOADZ(I,J))
IF(TYPEZ(I,J).EQ.3) GO TO 415
A(I,J)=CONJG(GENZ(I,J))/CONJG(ET(I,J))/BASMVA
GO TO 415
300 CONTINUE
ET(I,J)=CMPLX(VOLTZ(I,J),0.0)
ZLN(I,J)=CMPLX(1.0E20,1.0E20)

```

RTRAN IV 360N-FO-479 3-8

STEP4

DATE 07/08/82

TIME 05.

```
IF (TYPEZ(I,J).EQ.3) GO TO 415
A(I,J)=CONJG(GENZ(I,J))/CONJG(ET(I,J))/BASMVA
```

415 CONTINUE

416 CONTINUE

C

C

SUM=CMPLX(0.0,0.0)

DO 420 J=1,NOZONE

K=NOBUSZ(J)

DO 420 I=1,K

IF (TYPEZ(I,J).EQ.3) GO TO 420

SUM=SUM+ZS(I,J)*A(I,J)

420 CONTINUE

A(ISWB,ISWZ)=(ET(ISWB,ISWZ)-SUM)/ZS(ISWB,ISWZ)

C

C

DO 426 J=1,NOZONE

K=NOBUSZ(J)

DO 425 I=1,K

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

DO 425 L=1,K

ECUT(I,J)=ECUT(I,J)+Z1(I,L,J)*A(L,J)

425 CONTINUE

426 CONTINUE

C

C

DO 435 IC=1,NO CUT

IP=CUTPB(IC)

IQ=CUTOB(IC)

JP=CUTPZ(IC)

JQ=CUTOZ(IC)

IF (JP.GT.JQ) GO TO 433

EC(IC)=ECUT(IQ,JQ)-ECUT(IP,JP)

GO TO 435

433 EC(IC)=ECUT(IP,JP)-ECUT(IQ,JQ)

435 CONTINUE

DO 440 J=1,NOZONE

K=NOBUSZ(J)

DO 440 I=1,K

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

440 CONTINUE

C

DO 448 IC=1,NO CUT

AC(IC)=CMPLX(0.0,0.0)

DO 442 I=1,NO CUT

AC(IC)=AC(IC)+Y4(IC,I)*EC(I)

442 CONTINUE

IP=CUTPB(IC)

IQ=CUTOB(IC)

JP=CUTPZ(IC)

JQ=CUTOZ(IC)

IF (JP.GT.JQ) GO TO 445

ACUT(IP,JP)=ACUT(IP,JP)+AC(IC)

ACUT(IQ,JQ)=ACUT(IQ,JQ)-AC(IC)

RTRAN IV 360N-FB-479 3-8

STEP4

DATE 07/08/82

TIME 05

```
GO TO 448
445 ACUT(IP,JP)=ACUT(IP,JP)-AC(IC)
    ACUT(IQ,JQ)=ACUT(IQ,JQ)+AC(IC)
448 CONTINUE
    IF(OPTICN(14).EQ.0) GO TO 460
    WRITE(IWRITE,4601)
    WRITE(IWRITE,4602)
    DO 450 J=1,NOZONE
    K=NOBUS Z(J)
    DO 450 I=1,K
    WRITE(IWRITE,4603) NODE(I,J),J,ET(I,J),ECUT(I,J),A(I,J),ACUT(I,J)
450 CONTINUE
    WRITE(IWRITE,4604)
    DO 455 IC=1,NCCUT
    WRITE(IWRITE,4605) CUTP(IC),CUTQ(IC),EC(IC),AC(IC)
455 CONTINUE
4601 FORMAT('1',5X,'INITIAL')
4602 FORMAT('0',3X,'BUS ZONE',9X,'ET',19X,'ET(0)',18X,'IT',20X,3HII')
4603 FORMAT(' ',215,4(1X,2F10.6,'J'))
4604 FORMAT('0',2X,'CUT BUS LINE',7X,'EC',20X,'IC')
4605 FORMAT(' ',5X,12,'-',12,2(1X,2F10.6,'J'))
460 CONTINUE
C
    RETURN
    END
```

SUBROUTINE STEP5

C
C

```

INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NOLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TOR,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DOUBLE PRECISION BUSNAM(20)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTOB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(10,10,4),Z2(10,10,4),Z4(10,10),Y4(10,10),ZS(10,4)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETC,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

C

```

COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTOB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETC,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMMON /ABCD/ ITERN

```

C
C

```

IF(OPTION(9).EQ.0) GO TO 502
WRITE(IWRITE,5001)
DO 500 J=1,NOZONE
I=NOLINZ(J)-NOBUSZ(J)-2
WRITE(IWRITE,5002) J,NOBUSZ(J),I
500 CONTINUE
WRITE(IWRITE,5003) NOCUT
WRITE(IWRITE,5004) NOZONE,NOBUS,NOLINE
WRITE(IWRITE,5005) BASMVA
WRITE(IWRITE,5006) ACC
WRITE(IWRITE,5007) TOR
5001 FORMAT('1',10X,'SOLUTION MONITOR'/11X,16('='))

```

C

RTRAN IV 360N-FD-479 3-8

STEP5

DATE 07/08/82

TIME 05

```

5002 FORMAT('0',26X,'ZONE',12,6X,16,' BUSSES',16,' BRANCHES')
5003 FORMAT('0',51X,16,' CUT LINES')
5004 FORMAT('0',26X,'TOTAL',12,' ZONES',15,' BUSSES',16,' BRANCHES')
5005 FORMAT('0',26X,'BASE MVA      =',F8.2)
5006 FORMAT('0',26X,'ACCELERATION =',F8.2)
5007 FORMAT('0',26X,'TOLERANCE   =',F12.6)

```

```

C
  WRITE(IWRITE,5010)
  WRITE(IWRITE,5011)
  WRITE(IWRITE,5012)
  WRITE(IWRITE,5013)
  WRITE(IWRITE,5014)

```

```

C
5010 FORMAT('0',20X,'-----' )
      X)
5011 FORMAT(' ',20X,' ITERATION SWING MACHINE GENERATION CHANGES IN ' )
      X)
5012 FORMAT(' ',20X,'----- SWING BUS ' )
      X)
5013 FORMAT(' ',20X,'      COUNT           MW           MVAR           CURRENT(PU) ' )
      X)
5014 FORMAT(' ',20X,'-----' )
      X)
5015 FORMAT(' ',20X,' )
      X)
5016 FORMAT(' ',20X,' ',16,' ',2(F11.4,' '),F10.0,' ')
5017 FORMAT('0',10X,'SUCCESSFUL SOLUTION REACHED')
5018 FORMAT('0',10X,'CONVERGENCE NOT OBTAINED')

```

```

C
502 CONTINUE
  ITERN=0

```

```

C
501 DASSUM=0.0

```

```

C
DO 560 J=1,NOZONE
  K=NOBUS Z(J)
DO 560 N=1,K
  IF(TYPEZ(N,J).EQ.3) GO TO 560
  ETO=CMPLX(0.0,0.0)
  ET1=CMPLX(0.0,0.0)
DO 510 I=1,K
  ETO=ETO+Z1(N,I,J)*A(I,J)
  ET1=ET1+Z1(N,I,J)*ACUT(I,J)
510 CONTINUE
  ET(N,J)=ETO+ET1

```

```

C
FCUT(N,J)=ETO

```

```

C
IF(TYPEZ(N,J).NE.2) GO TO 528

```

```

C
ETO=VOL TZ(N,J)/CABS(ET(N,J))*ET(N,J)
DAN=(ETO-ET(N,J))/ZDD(N,J)

```

```

QGN=ATNAG((ETO*CONJG(A(N,J)+DAN)-CABS(ETO)**2
X   /CONJG(ZLN(N,J)))*BASMVA+LOADZ(N,J))
IF(QGN.LE.VAMXZ(N,J).AND.QGN.GE.VAMNZ(N,J)) GO TO 527
IF(QGN.GT.VAMXZ(N,J)) QGN=VAMXZ(N,J)
IF(QGN.LT.VAMNZ(N,J)) QGN=VAMNZ(N,J)
GENZ(N,J)=CMPLX(REAL(GENZ(N,J)),QGN)
GO TO 528

```

```
527 CONTINUE
```

```
ET(N,J)=ETO
```

```
GENZ(N,J)=CMPLX(REAL(GENZ(N,J)),QGN)
```

```
528 CONTINUE
```

```
DAN=CONJG((GENZ(N,J)-LOADZ(N,J))/BASMVA/
```

```
X   ET(N,J)+CONJG(ET(N,J))/CONJG(ZLN(N,J)))-A(N,J)
```

```
529 CONTINUE
```

```
DAN=ACC*DAN
```

```
A(N,J)=A(N,J)+DAN
```

```
DAS=-ZS(N,J)/ZS(ISWB,ISWZ)*DAN
```

```
A(ISWB,ISWZ)=A(ISWB,ISWZ)+DAS
```

```
DO 532 I=1,K
```

```
ECUT(I,J)=ECUT(I,J)+Z1(N,I,J)*DAN
```

```
532 CONTINUE
```

```
KK=NOBUSZ(ISWZ)
```

```
DO 533 I=1,KK
```

```
ECUT(I,ISWZ)=ECUT(I,ISWZ)+Z1(ISWB,I,ISWZ)*DAS
```

```
533 CONTINUE
```

```
DO 540 IC=1,NOCUT
```

```
IP=CUTPB(IC)
```

```
IQ=CUTOB(IC)
```

```
JP=CUTPZ(IC)
```

```
JQ=CUTQZ(IC)
```

```
IF(JP.GT.JQ) GO TO 538
```

```
EC(IC)=ECUT(IQ,JQ)-ECUT(IP,JP)
```

```
GO TO 540
```

```
538 EC(IC)=ECUT(IP,JP)-ECUT(IQ,JQ)
```

```
540 CONTINUE
```

```
DO 541 JJ=1,NOZONE
```

```
KK=NOBJSZ(JJ)
```

```
DO 541 I=1,KK
```

```
DACUT(I,JJ)=CMPLX(0.0,0.0)
```

```
541 CONTINUE
```

```
DO 546 IC=1,NOCUT
```

```
AC(IC)=CMPLX(0.0,0.0)
```

```
DO 542 I=1,NOCUT
```

```
AC(IC)=AC(IC)+Y4(IC,I)*EC(I)
```

```
542 CONTINUE
```

```
IP=CUTPB(IC)
```

```
IQ=CUTOB(IC)
```

```
JP=CUTPZ(IC)
```

```

JQ=CUTQZ(IC)
IF(JP.GT.JQ) GO TO 544
DACUT(IP,JP)=DACUT(IP,JP)+AC(IC)
DACUT(IQ,JQ)=DACUT(IQ,JQ)-AC(IC)
GO TO 546

```

```

544 DACUT(IP,JP)=DACUT(IP,JP)-AC(IC)
DACUT(IQ,JQ)=DACUT(IQ,JQ)+AC(IC)

```

```

546 CONTINUE

```

```

DO 550 JJ=1,NOZONE

```

```

KK=NOBJSZ(JJ)

```

```

DO 550 I=1,KK

```

```

DACUT(I,JJ)=DACUT(I,JJ)-ACUT(I,JJ)

```

```

ACUT(I,JJ)=ACUT(I,JJ)+DACUT(I,JJ)

```

```

550 CONTINUE

```

C

C

```

DO 552 I=1,K

```

```

ET(N,J)=ET(N,J)+Z1(N,I,J)*DACUT(I,J)

```

```

552 CONTINUE

```

```

ET(N,J)=ET(N,J)+Z1(N,M,J)*DAS

```

```

IF(J.EQ.ISWZ) ET(N,J)=ET(N,J)+Z1(N,ISWB,J)*DAS

```

```

DASSUM=DASSUM+CABS(DAS)

```

```

560 CONTINUE

```

C

C

```

DD=ET(ISWB,ISWZ)*CONJG(A(ISWB,ISWZ))*BASMVA

```

```

ITERN=ITERN+1

```

```

IF(OPTION(9).EQ.0) GO TO 562

```

```

WRITE(IWRITE,5016) ITERN,DD,DASSUM

```

```

IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,5015)

```

```

562 CONTINUE

```

```

IF(OPTION(14).EQ.0) GO TO 570

```

```

WRITE(IWRITE,5701) ITERN

```

```

WRITE(IWRITE,5702)

```

```

DO 565 J=1,NOZONE

```

```

K=NOBUSZ(J)

```

```

DO 565 I=1,K

```

```

WRITE(IWRITE,5703)NODE(I,J),J,ET(I,J),ECUT(I,J),A(I,J),ACUT(I,J)

```

```

565 CONTINUE

```

```

WRITE(IWRITE,5704)

```

```

DO 567 IC=1,NCCUT

```

```

WRITE(IWRITE,5705) CUTP(IC),CUTQ(IC),EC(IC),AC(IC)

```

```

567 CONTINUE

```

```

5701 FORMAT('0',5X,' ITERATION',I3)

```

```

5702 FORMAT('0',3X,' BUS ZONE',9X,' ET',19X,' ET(0)',18X,' IT',20X,3H'I3')

```

```

5703 FORMAT(' ',2I5,4(1X,2F10.6,' J'))

```

```

5704 FORMAT('0',2X,' CUT BUS LINE',7X,' EC',20X,' IC')

```

```

5705 FORMAT(' ',5X,I2,'-',I2,2(1X,2F10.6,' J'))

```

```

570 CONTINUE

```

```

IF(DASSUM.LT.TOR) GO TO 540

```

C

```

IF(ITERN.LT.MAXITE) GO TO 501

```

C

```

IF(OPTION(9).EQ.0) RETURN

```

IRTRAN IV 360N-FO-479 3-8

STEPS

DATE 07/08/82

TIME 05

```
WRITE(IWRITE,5014)
WRITE(IWRITE,5018)
```

C

```
RETURN
```

C

```
590 GENZ(ISWB,ISWZ)=DD
    IF(OPTION(9).EQ.0) RETURN
    WRITE(IWRITE,5014)
    WRITE(IWRITE,5017)
    RETURN
END
```


ORTRAN IV 360N-FJ-479 3-8 STEP6 DATE 07/08/82 TIME 05

```

X : GENERATION : LOAD : STATICS : )
6004 FORMAT(' ', 3X, ' :-----:
X :-----:
6005 FORMAT(' ', 3X, ' : NAME : NC.:ZCNE:TYPE: PU : KV : DEG
X : MW : MVAR : MW : MVAR : MVAR : )
6006 FORMAT(' ', 3X, ' :-----:
X :-----:
6007 FORMAT(' ', 3X, ' : : : : : : :
X : : : : : : :
6008 FORMAT(' ', 3X, ' :', AB, ' :', 3(13, ' :'), F7.4, ' :', 7(F7.2, ' :'))
C
6991 CONTINUE
DO 610 N=1,NOBUS
DO 608 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 608 I=1,K
IF(BUS(N).NE.NODE(I,J)) GO TO 608
VOLTPU=CABS(ET(I,J))
VOLTKV=VOLTPU*BASEKV(N)
IF(REAL(ET(I,J)).EQ.0.0) PHASE = 90.0
PHASE=A TAN2(AIMAG(ET(I,J)),REAL(ET(I,J)))*57.29578
SUMGEN=SUMGEN+GENZ(I,J)
SUMLOD=SUMLOD+LOADZ(I,J)
SUMSTC=SUMSTC+STATZ(I,J)
IF(OPTION(10).EQ.0) GO TO 610
WRITE(IWRITE,6008) BUSNAM(N),BUS(N),J,TYPEZ(I,J),VOLTPU,
X VOLTKV,PHASE,GENZ(I,J),LOADZ(I,J),STATZ(I,J)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,6007)
GO TO 610
608 CONTINUE
610 CONTINUE
IF(OPTION(10).NE.0) WRITE(IWRITE,6006)
C
IF(OPTION(11).EQ.0) GO TO 6992
C
WRITE(IWRITE,6011)
WRITE(IWRITE,6012)
WRITE(IWRITE,6013)
WRITE(IWRITE,6014)
WRITE(IWRITE,6015)
WRITE(IWRITE,6016)
6011 FORMAT('1',45X,'LINE FLOWS')
6012 FORMAT('0', 3X, ' :-----:
X :-----:
6013 FORMAT(' ', 3X, ' :LINE: FROM BUS P : TO-BUS Q : FLOW FROM BUS P
X : FLOW TO BUS Q : LOSSES :CHARGING: )
6014 FORMAT(' ', 3X, ' :-----:
X :-----:
6015 FORMAT(' ', 3X, ' : NO.: NAME : NO.: NAME : NO.: MW : MVAR
X : MW : MVAR : MW : MVAR : MVAR : )
6016 FORMAT(' ', 3X, ' :-----:
X :-----:
6017 FORMAT(' ', 3X, ' : : : : : :
X : : : : : :

```


6018 FORMAT(' ',3X,' : ',13,' : ',2(A8,' : ',13,' : '),7(F7.2,' : '))

```

C
6992 CONTINUE
SUMCHG=0.0
SUMLOS=CMPLX(0.0,0.0)
DO 660 L=1,NCLINE
DO 620 JP=1,NQZONE
K=NOBUS Z(JP)
DO 620 IP=1,K
IF(NP(L).EQ.NCODE(IP,JP)) GO TO 622
620 CONTINUE
622 CONTINUE
DO 630 JQ=1,NQZONE
K=NOBUS Z(JQ)
DO 630 IQ=1,K
IF(NQ(L).EQ.NCODE(IQ,JQ)) GO TO 632
630 CONTINUE
632 CONTINUE
DO 640 I=1,NCBUS
IF(NP(L).EQ.BUS(I)) GO TO 642
640 CONTINUE
642 CONTINUE
DO 650 J=1,NCBUS
IF(NQ(L).EQ.BUS(J)) GO TO 652
650 CONTINUE
652 CONTINUE
FLOWP=ET(IP,JP)*CONJG((ET(IP,JP)-ET(IQ,JQ)*T(L))/ZPRI(L)/T(L)/T(L)
X +ET(IP,JP)*CMPLX(0.0,BC(L))/2.0)*BASMVA
FLOWQ=ET(IQ,JQ)*CONJG((ET(IQ,JQ)*T(L)-ET(IP,JP))/ZPRI(L)/T(L)
X +ET(IQ,JQ)*CMPLX(0.0,BC(L))/2.0)*BASMVA
CHARG=(CABS(ET(IP,JP))**2+CABS(ET(IQ,JQ))**2)*BC(L)/2.0*BASMVA
FLOSS=FLOWP+FLOWQ+CMPLX(0.0,CHARG)
SUMCHG=SUMCHG+CHARG
SUMLOS=SUMLOS+FLOSS
IF(OPTION(11).EQ.0) GO TO 660
WRITE(IWRITE,6018) LINE(L),BUSNAM(I),NP(L),BUSNAM(J),NQ(L),
X FLOWP,FLOWQ,FLOSS,CHARG
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,6017)
660 CONTINUE
IF(OPTION(11).NE.0) WRITE(IWRITE,6016)
C
MISMAT=SUMGEN+CMPLX(0.0,(SUMSTC+SUMCHG))-SUMLOD-SUMLOS
IF(OPTION(12).EQ.0) RETURN
C
WRITE(IWRITE,6701)
WRITE(IWRITE,6702) SUMGEN
WRITE(IWRITE,6703) SUMLOD
WRITE(IWRITE,6704) SUMSTC
WRITE(IWRITE,6707) SUMCHG
WRITE(IWRITE,6705) SUMLOS
WRITE(IWRITE,6706) MISMAT
6701 FORMAT('1',40X,'SYSTEM TOTALS' /41X,'===== ' //51X,' Mw
X MVAR ')
6702 FORMAT('0',30X,'GENERATION', 5X,2F9.2)

```

```
6703 FORMAT('0',30X,'LOAD',11X,2F9.2)  
6704 FORMAT('0',30X,'STATIC CAPACITOR', 8X,F9.2)  
6705 FORMAT('0',30X,'LOSSES',9X,2F9.2)  
6706 FORMAT('0',30X,'MISMATCH', 7X,2F9.2)  
6707 FORMAT('0',30X,'LINE CHARGING',11X,F9.2)
```

C
RETURN
END



```
SUBROUTINE GMPRO(A,B,R,N,K,M)
COMPLEX A(10,10),B(10,10),R(10,10)
DO 1 I=1,N
DO 1 J=1,M
R(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 1 L=1,K
1 R(I,J)=R(I,J)+A(I,L)*B(L,J)
RETURN
END
```



```

COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NO LINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
1, NOBUSZ,NO LINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
2, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
3, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
4, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
5, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
6, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
7, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
8, Z1,Z2,Z4,Y4,Z5,ZDD,D,VECTOR,ZLN
9, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
C** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED
COMMON /KSN/ GBUS
IWRITE=3
IREAD=1
C
* READ(IREAD,105) NOZONE,NOBUS,NO LINE,MAXITE,BASMVA,ACC,TOR,
X (OPTION(1),I=1,15)
105 FORMAT(4I5,2F10.0,5X,15I1)
C
DO 110 I=1,NOBUS
READ(IREAD,107) (BUSNAM(I,I),I=1,2),BUS(I),ZONE(I),TYPE(I)
X, BASEKV(I),VOLT(I),GEN(I),LOAD(I),VARMAX(I),VARMIN(I),STATC(I)
107 FORMAT(2A4,3I4,12F5.2)
VOLT(I)=VOLT(I)/BASEKV(I)
IF(VOLT(I).EQ.0.0) VOLT(I)=1.0
110 CONTINUE
C
DO 130 I=1,NO LINE
READ(IREAD,125) LINE(I),NP(I),NQ(I),ZPRI(I),BC(I),T(I)
125 FORMAT(3I5,5X,4F10.0)
IF(T(I).EQ.0.0) T(I)=1.0
130 CONTINUE
READ(IREAD,127) (GBUS(I),I=1,NOBUS)
127 FORMAT(20I1)
RETURN
END
C** COMMON BLOCK BUFF HAS A DIFFERENT LENGTH THAN WAS SPECIFIED IN A PREVIOUS
SUBROUTINE CLZ124
INTEGER NOBUSZ(4),NO LINZ(4),OPTION(15),CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40),TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20),BCS(20),VOLT(20)
REAL VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
COMPLEX CUTZ(10),AA,ZPRI(40),ZPRID(40),YT(20),GEN(20),LOAD(20)
COMPLEX ZRX(20,4),GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),Z5(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NO LINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
1, NOBUSZ,NO LINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
2, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
3, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM

```

```

4, ZONE, NP D, NQD, BCS, ZPRID, YT
5, TYPE, NPZ, NQZ, VOLT, VARMAX, VARMIN, STATC, GEN, LOAD, ZRX
6, CUTPB, CUTQB, CUTPZ, CUTQZ, TYPEZ
7, VOLTZ, VAMXZ, VAMNZ, STATZ, GENZ, LOADZ
8, Z1, Z2, Z4, Y4, ZS, ZDD, D, VECTOR, ZLN
9, EC, AC, A, ACUT, DACUT, ET, ECUT, SUM, ETO, ETI, DAN, DAS, DD
X, FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT

```

ING** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED

```

CALL STEP1A
CALL STEP1B
CALL STEP2A
CALL STEP2B
CALL STEP3
RETURN
END

```

SUBROUTINE SLFF

```

INTEGER NOBUSZ(4), NOLINZ(4), LPTION(15), CUTP(10), CUTQ(10), CUTF(10)
INTEGER BUS(20), BUSZON(10,4), NODE(10,4), LINE(40), NP(40), NQ(40)
INTEGER ZONE(20), NPDI(40), NQDI(40), TYPE(20), NPZ(20,4), NQZ(20,4)
INTEGER CUTPB(10), CUTQB(10), CUTPZ(10), CUTQZ(10), TYPEZ(10,4)
REAL BC(40), T(40), BASEKV(20), BCS(20), VOLT(20)
REAL VARMAX(20), VARMIN(20), STATC(20)
REAL VOLTZ(10,4), VAMXZ(10,4), VAMNZ(10,4), STATZ(10,4)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
COMPLEX CUTZ(10), AA, ZPRI(40), ZPRID(40), YT(20), GEN(20), LOAD(20)
COMPLEX ZRX(20,4), GENZ(10,4), LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3), Z2(5,5,3), Z4(9,9), Y4(9,9), ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4), D(10), VECTOR(10), ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10), AC(10), A(10,4), ACUT(10,4), DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4), ECUT(10,4), SUM, ETO, ETI, DAN, DAS, DD
COMPLEX FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT
COMPLEX E(10)

```

```

COMMON /BUFF/ IREAD, IWRITE, NOZONE, NOBUS, NOLINE, NOCUT, ISWB, ISWZ
1, NOBUSZ, NOLINZ, MAXITE, LPTION, ACC, ICR, BASMVA
2, CUTP, CUTQ, CUTF, CUTZ, AA
3, BUS, BUSZON, NODE, LINE, NP, NQ, BC, T, BASEKV, ZPRI, BUSNAM
4, ZONE, NP D, NQD, BCS, ZPRID, YT
5, TYPE, NPZ, NQZ, VOLT, VARMAX, VARMIN, STATC, GEN, LOAD, ZRX
6, CUTPB, CUTQB, CUTPZ, CUTQZ, TYPEZ
7, VOLTZ, VAMXZ, VAMNZ, STATZ, GENZ, LOADZ
8, Z1, Z2, Z4, Y4, ZS, ZDD, D, VECTOR, ZLN
9, EC, AC, A, ACUT, DACUT, ET, ECUT, SUM, ETO, ETI, DAN, DAS, DD
X, FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT

```

ING** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED

```

COMMON /RAIN/ E
COMMON /ABCD/ ITEMP
DO 3 N=1, NOBUS
DO 1 J=1, NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 1 I=1, K
IF(BUS(N).NE.NODE(I,J))GO TO 1
GENZ(I, J)=GEN(N)
1 CONTINUE
3 CONTINUE
CALL STEP4
CALL STEP5
DO 7 N=1, NOBUS
DO 14 J=1, NOZINI
K=NOBUSZ(J)

```

```

DO 1+ I=1,K
IF (BUS(N).NE.NODE(1,J)) GO TO 14
LOAD(N)=LOADZ(1,J)/BASMVA
GEN(N)=GENZ(1,J)/EASMVA
E(N)=ET(1,J)
1+ CONTINUE
7 CONTINUE
RETURN
END

```

SUBROUTINE TRANST

```

INTEGER NDBUSZ(4),NDLINZ(4),OPTIGN(15),CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
INTEGER BUS(20),BUSZLN(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
INTEGER ZONE(20),NPDI(40),NQD(40),TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
INTEGER GBUS(20)
REAL BC(40),U(40),BASEKV(20),BCS(20),VOLT(20)
REAL VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(1,4),STATZ(10,4)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
COMPLEX CUTZ(10),AA,ZPR1(40),ZPRID(40),YT(20),GEN(20),LOAD(20)
COMPLEX ZRX(20,4),GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX FC(10),AC(10),A(20,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT
COMPLEX ZGEN(5),CMC1(5),VC(5),YPI(5),SUMA,SUMB,SUMC
COMPLEX E(10)
COMPLEX YPRI(10)
COMPLEX EN(10)
COMPLEX YBC
COMPLEX YBUS(10,10),YOND(10),YL(10,10)
DIMENSION H(5),PG(10),CG(10),PGG(10),CGS(10),DELL(3,110)
DIMENSION W(3,110),DEPD(5),DEPW(5),DR(10),DI(10)
DIMENSION MAP(54,101),LPLUT(11),IP(5),KPLD(11)
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NDBUS,NDLINE,NQCUT,ISWB,ISWZ
1, NDBUSZ,NDLINZ,MAXITE,OPTIGN,ACC,TCR,BASMVA
2, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
3, BUS,BUSZLN,NODE,LINE,NP,NQ,BC,U,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
4, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
5, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
6, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
7, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
8, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
9, FC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
10, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

NG** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED

```

COMMON /RAIN/ E
COMMON /KSN/ GBUS
COMMON /ABCD/ ITERN
COMMON /KRAIN/ MAP
DATA IP(1),IP(2),IP(3),IP(4),IP(5)/1H1,1H2,1H3,1H4,1H5/
DATA HH /'---'/
DATA HV /'---'/
DATA BV /'::'/
DATA IR/1/
DATA IW/3/
NDBUS=NDBUS
READ(IREAD,127) MBUS

```



```

READ(IR,READ,150) (ZGEN(I),I=1,MBUS)
READ(IR,READ,150) (F(I),I=1,MBUS)
READ(IR,READ,151) NFB,ISTOP,ICF,DT,F
READ(IR,READ,150) EPS
127 FORMAT(20I1)
150 FORMAT(9F8.4)
151 FORMAT(12,4F5.3)
33 CONTINUE

C
C CALCULATE LOAD FLOW PRIOR TO DISTURBANCE
C
C CALL SLFE
C
C WRITE DATA
C
DO 4 I=1,MBUS
YPI(I)=CMPLX(1.0,C.0)/ZGEN(I)
4 CONTINUE
IF(ICF.GT.0.1) GO TO 3
CALL STEP6
WRITE(IW,201)
WRITE(IW,202)
WRITE(IW,203)
WRITE(IW,202)
K=1
DO 5 J=1,NBUS
IF(GBUS(J).NE.1) GO TO 5
ZGENX=AIMAG(ZGEN(K))
YPIR=REAL(YPI(K))
YPIX=-AIMAG(YPI(K))
NK=NBUS+K
WRITE(IW,204) J,NK,F(K),ZGENX,YPIR,YPIX
K=K+1
5 CONTINUE
WRITE(IW,202)
WRITE(IW,205) F,NFB,ICF,DT,ISTOP
3 CONTINUE
K=1
DO 1 J=1,MBUS
IF(GBUS(J).NE.1) GO TO 9
PG(K)=REAL(GEN(I))
QG(K)=AIMAG(GEN(I))
PQG(K)=PG(K)
QQG(K)=QG(K)
K=K+1
9 CONTINUE

C
C MODIFY NETWORK DATA FOR NEW REPRESENTATION
C
C FORM BUS ADMITTANCE MATRIX
C
NNB=NBUS+MBUS
DO 8 I=1,NNB
DO 8 J=1,NNB
3 YBUS(I,J)=CMPLX(0.0,C.0)
DO 133 I=1,NGLINE
YPR1(I)=1.0/ZPRI(I)
YBC=CMPLX(0.0,BC(1))
M=NP(I)

```

```

N=NQ(I)
YBUS(M,M)=YBUS(M,M)+YPR1(I)+YBC/2.0
YBUS(N,N)=YBUS(N,N)+YPR1(I)+YBC/2.0
YBUS(M,N)=YBUS(M,N)-YPR1(I)
YBUS(N,M)=YBUS(N,M)-YPR1(I)
133 CONTINUE
K=NBUS+1
M=1
DO 7 I=K,NNB
YBUS(I,M)=-YPI(M)
YBUS(I,I)=YPI(M)
YBUS(M,I)=YBUS(I,M)
7 M=M+1
DO 6 I=1,NBUS
YCOND(I)=CONJG(LOAD(I))/(REAL(E(I))**2+AIMAG(E(I))**2)
6 CONTINUE
N=1
DO 41 I=1,NBUS
IF(CBUS(I).NE.1) GO TO 40
YBUS(I,I)=YBUS(I,I)+YPI(N)+YCOND(I)
N=N+1
GO TO 41
40 YBUS(I,I)=YBUS(I,I)+YCOND(I)
41 CONTINUE

CALCULATE MACHINE CURRENTS

K=1
DO 61 I=1,NBUS
IF(CBUS(I).NE.1) GO TO 61
CMC1(K)=(CMPLX(PG(K),-QC(K))/CONJG(E(I)))
K=K+1
61 CONTINUE

CALCULATE VOLTAGES BEHIND MACHINE EQUIVALENTS

K=1
DO 71 I=1,NBUS
IF(CBUS(I).NE.1) GO TO 71
VG(K)=E(I)+ZGEN(K)*CMC1(K)
DEL1(K,1)=ATAN2(AIMAG(VG(K)),REAL(VG(K)))
W(K,1)=2.0*3.14159*F
K=K+1
71 CONTINUE

SET TIME T=0

46 T=J.0
ISET=1

IS THERE A SWITCHING OPERATION OR CHANGE IN FAULT CONDITION

43 IF(T.EQ.0.0) GO TO 60
IF(T.EQ.TCF) GO TO 63
GO TO 80

MODIFY SYSTEM DATA

60 E(NFB)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 62 I=1,NBUS

```

```

DO62L=1,NNB
YL(L,L)=YBUS(I,L)ZYDS(I,I)
62 CONTINUE
63 CONTINUE
C
C   SET J = 0
C
C   J=0
C
C   SOLVE NETWORK PERFORMANCE EQUATIONS
C   GAUSS SEIDEL METHOD
C
64 L=1
MND=0
65 SUMA=CMPLX(0.0,0.0)
EN(L)=E(L)
IF(L.EQ.1) GO TO 70
LA=L-1
DO68I=1,LA
68 SUMA=SUMA+YL(I,I)*E(I)
70 SUMB=CMPLX(0.0,0.0)
LB=L+1
DO72I=LB,NBUS
IF(LB.GT.NBUS) GO TO 73
72 SUMB=SUMB+YL(I,I)*E(I)
73 SUMC=CMPLX(0.0,0.0)
K=1
N=NBUS
DO74M=1,NBUS
IF(CBUS(M).NE.1) GO TO 74
N=N+1
SUMC=SUMC+YL(I,N)*VG(K)
K=K+1
74 CONTINUE
F(L)=-SUMA-SUMB-SUMC
IF(CABS(EN(L)-E(L)).GT.EPS) MND=1
76 L=L+1
IF(L.GE.TCF) GO TO 77
IF(L.EQ.NFB) GO TO 76
77 CONTINUE
IF(L.LE.NBUS) GO TO 66
IF(MND.EQ.1) GO TO 64
C
C   CALCULATE MACHINE CURRENTS
C
C   K=1
DO78I=1,NBUS
IF(CBUS(I).NE.1) GO TO 78
CMCI(K)=(VG(K)-F(I))*YPI(K)
C
C   CALCULATE MACHINE TERMINAL POWERS
C
PG(K)=RFAL(CMCI(K)*CONJG(F(I)))
QG(K)=-AIMAG(CMCI(K)*CONJG(F(I)))
K=K+1
78 CONTINUE
C
C   TEST J = 0
C
IF(J.EQ.0) GO TO 80

```

C
C TEST J = 1
C

IF (J.EQ.1) GO TO 84
ISET=ISET+1
T=T+DT
IF (T.GT.TSTOP) GO TO 88
GO TO 48

C
C CALCULATE INITIAL ESTIMATES OF POWER ANGLES AND MACHINE SPEEDS AT T+DT
C

80 I1SET=I1SET+1
DO 32 K=1, MBUS
DERD(K)=W(K,I1SET)-2.0*3.14159*F
DELL(K,I1SET)=DELL(K,ISET)+DERD(K)*DT
DERW(K)=(PGG(K)-PG(K))*3.14159*F/H(K)
W(K,I1SET)=W(K,ISET)+DERW(K)*DT

C
C CALCULATE INITIAL ESTIMATES OF VOLTAGES BEHIND MACHINE IMPEDANCES AT T+DT
C

E1D=CABS(VG(K))*COS(DELL(K,I1SET))
F1D=CABS(VG(K))*SIN(DELL(K,I1SET))
82 VG(K)=CMPLX(E1D,F1D)

C
C SET J = 1
C

J=1
GO TO 54

C
C CALCULATE FINAL ESTIMATES OF POWER ANGLES AND MACHINE SPEEDS AT T+DT
C

84 DO 36 K=1, MBUS
DERDD=W(K,I1SET)-2.0*3.14159*F
DELL(K,I1SET)=DELL(K,ISET)+((DERD(K)+DERDD)/2.0)*DT
DERW=(PGG(K)-PG(K))*3.14159*F/H(K)
W(K,I1SET)=W(K,ISET)+((DERW(K)+DERW)/2.0)*DT

C
C CALCULATE FINAL ESTIMATES OF VOLTAGES BEHIND MACHINE IMPEDANCES AT T+DT
C

E1DT=CABS(VG(K))*COS(DELL(K,I1SET))
F1DT=CABS(VG(K))*SIN(DELL(K,I1SET))
86 VG(K)=CMPLX(F1DT,F1DT)

C
C SET J = 2
C

J=2
GO TO 54

88 ITSTOP=ITSTOP/DT+1
DO 90 I=1, MBUS
DO 90 J=1, ITSTOP
W(I,J)=W(I,J)/2.0/3.14159*F
90 DELL(I,J)=DELL(I,J)*57.29578
IF (TCF.GT.0.1) GO TO 97
WRITE(IW,213)
WRITE(IW,211)
DO 51 I=1, NNF
DO 52 J=1, NNF
DR(J)=REAL(YBUS(I,J))
DI(J)=IMAG(YBUS(I,J))
52 CONTINUE

```

WRITE(IW,212) (DR(KK),KK=1,NMB)
WRITE(IW,212) (DJ(KK),KK=1,NND)
WRITE(IW,211)
51 CONTINUE
WRITE(IW,206)
WRITE(IW,207)
WRITE(IW,208)
WRITE(IW,207)
DO53I=1,NBUS
DO53J=1,NNB
53 WRITE(IW,209) I,J,YL(I,J)
WRITE(IW,207)
9) CONTINUE
WRITE(IW,220) TCF
WRITE(IW,210)
WRITE(IW,214)
T=0
DO92I=1,ITSTOP
WRITE(IW,215) T,(DELL(K,1),% (K,1),K=1,NBUS)
92 T=T+DT
WRITE(IW,214)
C
C PLOT GRAPH
C
DO 91 I=1,11
RRLI=(2.0*FLCAT(111)/100.0
91 RPLLOT(I)=0.92+RRLI
DO93I=1,11
93 LPLLOT(I)=20*I-80
WRITE(IW,216) TCF
WRITE(IW,217) (LPLLOT(I),I=1,11)
IDELL=0
100 CONTINUE
CALL GRID (11,4,11,9)
DO95I=1,ITSTOP
DO95J=1,NBUS
IF (IDELL.EQ.0) INDEX=DELL(J,1)/2.0+31.49999
IF (IDELL.EQ.1) INDEX=(W(J,1)*100.0-100.0)*5.0+31.49999
IF (INDEX.LE.1.0P.INDEX.GE.100) GO TO 95
MAP(I,INDEX)=IP(J)
95 CONTINUE
T=0.0
ITT=4
DO96I=1,ITSTOP
ITT=ITT+1
IF (ITT.EQ.5) GO TO 97
WRITE(IW,218) (MAP(I,J),J=1,101)
GO TO 98
97 WRITE(IW,219) T,(MAP(I,J),J=1,101)
ITT=0
98 T=T+DT
96 CONTINUE
IDELL=IDELL+1
IF (IDELL.GT.1) GO TO 1
WRITE(IW,221) TCF
WRITE(IW,222) (RPLLOT(I),I=1,11)
GO TO 100
1 TCF=TCF+0.1
IF (TCF.GT.0.2) GO TO 94
OPTION(9)=0

```



```

INTEGER TYPE(20), NPZ(20,4), NQZ(20,4)
REAL VOLT(20), VARMAX(20), VARMIN(20), STATC(20)
COMPLEX GEN(20), LOAD(20), ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10), CUTQB(10), CUTPZ(10), CUTQZ(10), TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4), VAMXZ(10,4), VAMNZ(10,4), STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4), LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3), Z2(5,5,3), Z4(9,9), Y4(9,9), ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4), D(10), VECTOR(10), ZLN(10,4)
COMPLEX FC(10), AC(10), A(10,4), ACUT(10,4), DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4), ECUT(10,4), SUM, ETO, ETL, DAN, DAS, DD
COMPLEX FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT

```

C

```

COMMON /BUFF/ IREAD, IWRITE, NOZONE, NOBUS, NOLINE, NOCUT, ISWB, ISWZ
X, NOBUSZ, NOLINZ, MAXITE, OPTION, ACC, TOR, BASMVA
X, GLTP, CUTQ, CUTF, CUTZ, AA
X, BUS, BUSZDN, MODE, LINE, NP, NQ, BC, T, BASEKV, ZPRI, BUSNAM
X, ZONE, NFD, NCB, BCS, ZPFI0, YT
X, TYPE, NPZ, NQZ, VOLT, VARMAX, VARMIN, STATC, GEN, LOAD, ZRX
X, CUTPB, CUTQB, CUTPZ, CUTQZ, TYPEZ
X, VOLTZ, VAMXZ, VAMNZ, STATZ, GENZ, LOADZ
X, Z1, Z2, Z4, Y4, ZS, ZDD, D, VECTOR, ZLN
X, FC, AC, A, ACUT, DACUT, ET, ECUT, SUM, ETO, ETL, DAN, DAS, DD
X, FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT

```

C

```

ING** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED

```

```

DO 144 I=1, NOLINE
BCS(I)=0
YT(I)=CMPIX(0.0,0.0)

```

```

144 CONTINUE

```

C

C

```

DO 120 J=1, NOZONE
NOBUSZ(J)=0
DO 120 I=1, NOBUS
IF(ZONE(I).NE.J) GO TO 120
NOBUSZ(J)=NOBUSZ(J)+1
K=NOBUSZ(J)
BUSZDN(K,J)=BUS(I)

```

```

120 CONTINUE

```

C

C

```

IL=0
NOCUT=0

```

```

132 CONTINUE

```

C

```

DO 150 I=1, NOLINE
DO 134 IP=1, NOBUS
IF(NP(I).EQ.BUS(IP)) GO TO 136

```

```

134 CONTINUE

```

```

136 CONTINUE

```

C

C

```

DO 138 IQ=1, NCBUS
IF(NQ(I).EQ.BUS(IQ)) GO TO 140

```

```

138 CONTINUE

```

```

140 CONTINUE

```

C

```

IF(ZONE(IP).NE.ZONE(10)) GO TO 146

```

C

```

IL=IL+1

```

NPQ(IL)=NP(I)

NQD(IL)=NQ(I)

IF(T(I).NE.1.0) GO TO 148

ZPRID(IL)=ZPRI(I)

145 CONTINUE

BCS(IP)=BCS(IP)+BC(I)/2.0

BCS(IQ)=BCS(IQ)+BC(I)/2.0

GO TO 150

146 CONTINUE

NDCUT=NDCUT+1

CUTP(NDCUT)=NP(I)

CUTQ(NDCUT)=NQ(I)

IF(T(I).NE.1.0) GO TO 147

CUTZ(NDCUT)=ZPRI(I)

GO TO 145

147 CONTINUE

CUTZ(NDCUT)=ZPRI(I)*T(I)

GO TO 149

148 CONTINUE

ZPRID(IL)=ZPRI(I)*T(I)

149 CONTINUE

YT(IP)=YT(IP)+(1.0-T(I))/T(I)**2/ZPRI(I)

YT(IQ)=YT(IQ)+(T(I)-1.0)/T(I)/ZPRI(I)

150 CONTINUE

DO 190 J=1,NCZONE

NPZ(I,J)=0

NQZ(I,J)=BUSZLN(I,J)

ZRX(I,J)=CMPLX(1.0,1.0)

NH=1

II=1

JJ=1

KK=1

160 CONTINUE

IL=1

161 CONTINUE

IF(NPD(IL).EQ.9999) GO TO 180

IF(NPD(IL).NE.0.AND.NQD(IL).NE.0) GO TO 168

II=II+1

NPZ(II,J)=0

NQZ(II,J)=BUSZON(NH,J)

DO 162 IQ=1,NCBUS

IF(BUS(IQ).EQ.NQZ(II,J)) GO TO 164

162 CONTINUE

164 CONTINUE

ZRX(II,J)=1.0/((CONJG(ILLAD(IQ))+CMPLX(0.0,STATC(IQ)))/BASMVA

X /VOLT(IQ)/VCL(IQ)+YT(IQ)+CMPLX(1.0,-BCS(IQ)))


```

C
C   NH=NH+1
C   JJ=NH
C
C   IF (BUSZON(NH,J).EQ.0) GO TO 185
C   GO TO 160
C
168 CONTINUE
C   IF (NQD(IL).EQ.BUSZON(NH,J)) GO TO 170
C   IF (NPD(IL).NE.BUSZON(NH,J)) GO TO 180
C
C   ND=NPD(IL)
C   IPD(IL)=NQD(IL)
C   NQD(IL)=ND
C
170 CONTINUE
C
C   DO 172 M=1, KK
C   IF (NPD(IL).EQ.BUSZON(M,J)) GO TO 182
172 CONTINUE
C
C   KK=KK+1
C   BUSZON(KK,J)=NPD(IL)
C
180 CONTINUE
C   IL=IL+1
C   GO TO 161
C
182 CONTINUE
C   IF (M.GE.JJ) GO TO 180
C   II=II+1
C   NPZ(II,J)=NPD(IL)
C   NQZ(II,J)=NQD(IL)
C   ZRX(II,J)=ZPRID(II)
C   NPD(II)=999
C   GO TO 160
C
C
185 CONTINUE
C   II=II+1
C   NPZ(II,J)=0
C   NQZ(II,J)=NQZ(1,J)
C   ZRX(II,J)=CMPLX(-1.0,-1.0)
C   NOLINZ(J)=II
190 CONTINUE
C   RETURN
C   END

```

SUBROUTINE STEPIB

```

C
C   INTEGER IREAD, IWRITE, NOZSME, NCBUS, NOLINE, NOCUT, ISWB, ISWZ
C   X, NOBUSZ(4), NOLINZ(4), MAXITE, OPTION(15)
C   REAL ACC, TER, BASMVA
C   INTEGER CUTP(10), CUTL(10), CUTF(10)
C   COMPLEX CUTZ(10), AA
C   INTEGER BUS(20), BUSZLN(10,4), NOBL(10,4), LINE(40), NP(40), NQ(40)
C   REAL BC(40), T(40), BASEKV(20)
C   COMPLEX ZPRI(40)
C   DIMENSION BUSNAM(20,2)

```

```

INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YTI(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GEN7(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

C

```

COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOGUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X, CUTP,CUTQ,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

C

```

NG** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED
IF(OPTION(1).EQ.0) GO TO 1991

```

C

```

WRITE(IWRITE,1911)
WRITE(IWRITE,1912)
WRITE(IWRITE,1913)
WRITE(IWRITE,1914)
WRITE(IWRITE,1915)
WRITE(IWRITE,1916)
DO 191 I=1,NOBUS
WRITE(IWRITE,1918) BUS(I),ZONE(I),TYPE(I),VOLT(I),GEN(I),
X VARMAX(I),VARMIN(I),LOAD(I),STATC(I)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1917)
191 CONTINUE
WRITE(IWRITE,1916)

```

C

```

1911 FORMAT('1',42X,'BUS INPUT DATA')
1912 FORMAT('0',6X,'-----')
X-----')
1913 FORMAT(' ',6X,' BUS GENERATION MVAR
X LIMIT LEAD SHUNT ')
1914 FORMAT(' ',6X,' ZONE TYPE VOLT -----')
X-----')
1915 FORMAT(' ',6X,' NO. MW MVAR MAX
X MIN MW MVAR CAPACITOR ')
1916 FORMAT(' ',6X,'-----')
X-----')
1917 FORMAT(' ',6X,'-----')
X-----')
1918 FORMAT(' ',6X,' ',13,' ',2(13,' '),F6.3,' ',6(F7.2,' '),F8.2,
X' ')

```

C

```

1991 IF(OPTION(2).EQ.0) GO TO 1992

```

```

WRITE(IWRITE,1921)
WRITE(IWRITE,1922)
WRITE(IWRITE,1923)
WRITE(IWRITE,1924)
WRITE(IWRITE,1925)
WRITE(IWRITE,1926)
DO 192 I=1,NOLINE
WRITE(IWRITE,1928) LINE(I),NP(I),NQ(I),ZPRI(I),BC(I),I(I)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1927)
192 CONTINUE
WRITE(IWRITE,1926)

```

```

1921 FORMAT('I',25X,' LINE LIST ')
1922 FORMAT('O',20X,'-----')
1923 FORMAT(' ',20X,' LINE BUS BUS IMPEDANCE Y TRA
XNSF. ')
1924 FORMAT(' ',20X,'-----')
1925 FORMAT(' ',20X,' NO. P Q R X SHUNT RA
XTIO ')
1926 FORMAT(' ',20X,'-----')
1927 FORMAT(' ',20X,'
X ')
1928 FORMAT(' ',20X,' ',14,' ',2(13,' '),3(F7.4,' '),F6.3,' ')

```

```

1922 IF(OPTION(3).EQ.0) GO TO 1993

```

```

WRITE(IWRITE,1931)
WRITE(IWRITE,1932)
WRITE(IWRITE,1933)
WRITE(IWRITE,1934)
WRITE(IWRITE,1935)
WRITE(IWRITE,1936)
WRITE(IWRITE,1937)
DO 193 I=1,NOCUT
WRITE(IWRITE,1939) CUTP(I),CUTQ(I),CUTZ(I)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1938)
193 CONTINUE
WRITE(IWRITE,1937)

```

```

1931 FORMAT('I',31X,' CUT LINE ')
1932 FORMAT('O',30X,'-----')
1933 FORMAT(' ',30X,' BETWEEN IMPEDANCE ')
1934 FORMAT(' ',30X,'-----')
1935 FORMAT(' ',30X,' BUS BUS ')
1936 FORMAT(' ',30X,' NO. NO. R X ')
1937 FORMAT(' ',30X,'-----')
1938 FORMAT(' ',30X,' ')
1939 FORMAT(' ',30X,' ',2(13,' '),2(F9.4,' '))

```

```

1993 IF(OPTION(4).EQ.0) GO TO 1994

```

```

DO 195 J=1,NOZONE
WRITE(IWRITE,1941) J
WRITE(IWRITE,1942)
WRITE(IWRITE,1943)
WRITE(IWRITE,1944)

```

```

WRITE(IWRITE,1945)
WRITE(IWRITE,1946)
L=NLI.INZ(J)
DO 194 I=1,L
WRITE(IWRITE,1948) NPZ(1,J),NQZ(1,J),ZRX(1,J)
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,1947)

```

```
194 CONTINUE
```

```
WRITE(IWRITE,1946)
```

```
195 CONTINUE
```

```
1941 FORMAT('1',31X,'LINE LIST AFTER ORDERING-ZONE',12)
```

```
1942 FORMAT('0',30X,'-----')
```

```
1943 FORMAT(' ',30X,' BUS BUS IMPEDANCE')
```

```
1944 FORMAT(' ',30X,'-----')
```

```
1945 FORMAT(' ',30X,' P Q R X')
```

```
1946 FORMAT(' ',30X,'-----')
```

```
1947 FORMAT(' ',30X,'')
```

```
1948 FORMAT(' ',30X,' ',2(13,' '),2(F8.4,' '))
```

```
1994 CONTINUE
```

```
RETURN
```

```
END
```

```
SUBROUTINE STEP2A
```

```

INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOOUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NOLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TCR,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUTC(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),BACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ETL,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLUWP,FLUWG,LOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

COMMON ZBUFF IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOOUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TCR,BASMVA
X, CUTP,CUTC,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN

```

X, EC, AC, A, ACUT, DACUT, ET, ECUT, SUM, ETO, ET1, DAN, DAS, DD
 X, FLOWP, FLOWQ, FLOSS, SUMLOTS, SUMGEN, SUMLOD, MISMAT

```

C
C
NG** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED
DO 240 J=1,NOZONE
  K=1
  N=1
  Z1(K,K,J)=ZRX(N,J)
  NODE(K,J)=NCZ(N,J)
C
205 N=N+1
  IF(NPZ(N,J).EQ.0) GO TO 230
  IFP=0
  IFQ=0
C
  DO 206 I=1,K
    IF(NPZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 208
    IFP=1
  GO TO 207
206 CONTINUE
C
207 CONTINUE
  DO 209 I=1,K
    IF(NQZ(N,J).NE.NODE(I,J)) GO TO 209
    IFQ=1
  GO TO 210
207 CONTINUE
C
210 CONTINUE
  IF(IFP.EQ.0) GO TO 220
  IF(IFQ.EQ.0) GO TO 225
  L=K+1
  DO 213 I=1,K
    Z1(I,L,J)=Z1(I,IFP,J)-Z1(I,IFQ,J)
    Z1(L,I,J)=Z1(I,I,J)
213 CONTINUE
  Z1(L,L,J)=Z1(IFP,I,J)-Z1(IFQ,L,J)+ZRX(N,J)
214 CONTINUE
C
  DO 215 I=1,K
    DO 215 M=1,K
      Z1(I,M,J)=Z1(I,M,J)-Z1(I,I,J)/Z1(L,L,J)*Z1(L,M,J)
215 CONTINUE
  DO 216 I=1,L
    Z1(I,L,J)=CMPLX(0.0,0.0)
    Z1(L,I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
216 CONTINUE
  GO TO 205
220 K=K+1
  NODE(K,J)=NPZ(N,J)
  L=K-1
C
  DO 222 I=1,L
    Z1(I,K,J)=Z1(I,IFQ,J)
    Z1(K,I,J)=Z1(I,K,J)
222 CONTINUE
  Z1(K,K,J)=Z1(IFQ,IFQ,J)+ZFX(N,J)
  GO TO 205
C

```

```

225 K=K+1
   NODE(K, J)=NQZIN, J)
   L=K-1
C
   DO 228 I=1, L
   Z1(I, K, J)=Z1(I, IFP, J)
   Z1(K, I, J)=Z1(I, K, J)
228 CONTINUE
   Z1(K, K, J)=Z1(IFP, IFP, J)+ZRX(N, J)
   GO TO 205
230 CONTINUE
C
   IF (NQZ(N, J).EQ.0) GO TO 240
   DO 231 I=1, K
   IF (NQZIN, J).NE.NODE(I, J)) GO TO 231
   IFQ=I
   GO TO 232
C
231 CONTINUE
232 L=K+1
C
   DO 233 I=1, K
   Z1(I, L, J)=-Z1(IFQ, I, J)
   Z1(L, I, J)=Z1(I, L, J)
233 CONTINUE
   Z1(L, L, J)=-Z1(IFQ, I, J)+ZRX(N, J)
   GO TO 214
C
240 CONTINUE
C
   DO 245 IC=1, NCCUT
   DO 244 J=1, NOZGNE
   K=NCBUSZ(J)
   DO 244 I=1, K
   IF (CUTP(IC).NE.NODE(I, J)) GO TO 243
   CUTPB(IC)=I
   CUTPZ(IC)=J
   GO TO 244
243 IF (CUTQ(IC).NE.NODE(I, J)) GO TO 244
   CUTQB(IC)=I
   CUTQZ(IC)=J
244 CONTINUE
245 CONTINUE
C
C
   DO 255 N=1, NOBUS
   DO 254 J=1, NOZOME
   K=NOBUSZ(J)
   DO 254 I=1, K
   IF (BUS(N).NE.NODE(I, J)) GO TO 254
   TYPEZ(I, J)=TYPE(N)
   VOLTZ(I, J)=VOLT(N)
   VAMXZ(I, J)=VAMAX(N)
   VAMNZ(I, J)=VAMIN(N)
   STATZ(I, J)=STATC(N)
   GENZ(I, J)=GEN(N)
   LOADZ(I, J)=LOAD(N)
   GO TO 255
254 CONTINUE
255 CONTINUE

```

```

C
DO 257 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 257 I=1,K
IF (TYPEZ(I,J).NE.3) GO TO 257
ISWB=I
ISWZ=J
GO TO 258
257 CONTINUE
258 CONTINUE

```

```

C
RETURN
END

```

```

C
SUBROUTINE STEP2B

```

```

C
C
INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NOLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TEK,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUTC(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZLN(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NOD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VAMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTCB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWC,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

C
COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TEK,BASMVA
X, CUTP,CUTC,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZLN,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NOD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VAMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTCB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWC,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

```

C
NC** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED
DATA B3// BUS//

```

```

C
DO 267 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 266 IC=1,NCUT
DO 260 I=1,K

```

```

IF(CUTP(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 261
IF(CUTQ(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 261
260 CONTINUE
GO TO 266
261 IF(CUTF(IC).EQ.9999) GO TO 264
DO 262 L=1,K
Z2(L,IC,J)=Z1(L,I,J)
262 CONTINUE
CUTF(IC)=9999
GO TO 266
264 CONTINUE
DO 265 L=1,K
Z2(L,IC,J)=-Z1(L,I,J)
265 CONTINUE
266 CONTINUE
267 CONTINUE
C
IF(OPTION(5).EQ.0) GO TO 2991
C
DO 291 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
WRITE(IWRITE,2911) J
WRITE(IWRITE,2912) (I,B,NODE(I,J),I=1,K)
DO 291 I=1,K
WRITE(IWRITE,2923) NODE(I,J),(Z1(I,L,J),L=1,K)
291 CONTINUE
C
2911 FORMAT('1',40X,'Z1 MATRIX FOR ZONE',12/41X,20('='))
2912 FORMAT('0',14X,4(4X,A4,13,11X),10(/ 15X,4(4X,A4,13,11X)))
C
2991 IF(OPTION(6).EQ.0) GO TO 2992
C
DO 292 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
WRITE(IWRITE,2921) J
WRITE(IWRITE,2922) (CUTP(I),CUTQ(I),I=1,NQCUT)
DO 292 L=1,K
WRITE(IWRITE,2923) NODE(L,J),(Z2(L,IC,J),IC=1,NQCUT)
292 CONTINUE
C
2921 FORMAT('1',40X,'Z2 MATRIX FOR ZONE',12/41X,20('='))
2922 FORMAT('0',2X,'CUT BUS LINE',4(5X,12,'-',12,12X),10(/ 15X,4(5X,
X 12,'-',12,12X)))
2923 FORMAT('0',4X,'BUS',13,4(1X,2F10.6,'J'),10(/ 11X,4(1X,2F10.6,'J')
X))
C
2992 CONTINUE
RETURN
END
SUBROUTINE STEP3
C
C
INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NQCUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NOLINE(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TCR,BASMA
INTEGER CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZCN(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)

```



```

COMPLEX ZPRI(40)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YI(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EG(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

C

```

COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NOGUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
X, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YI
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EG,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

```

C

```

ING** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED

```

```

DO 300 I=1,NOLINE
DO 300 J=1,NOLINE
Z4(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
Y4(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)

```

```

300 CONTINUE

```

C

```

DO 320 J=1,NQZONE
K=JLBUSZ(J)
DO 318 IC=1,NOGUT
DO 310 I=1,K
IF(CUTP(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 311
IF(CUTQ(IC).EQ.NODE(I,J)) GO TO 311
310 CONTINUE
GO TO 318
311 CONTINUE
IF(CUTF(IC).EQ.8888) GO TO 316
DO 315 L=1,NOGUT
Z4(IC,L)=Z4(IC,L)+Z2(I,L,J)
315 CONTINUE
CUTF(IC)=8888
GO TO 318
316 CONTINUE
DO 317 L=1,NOGUT
Z4(IC,L)=Z4(IC,L)-Z2(I,L,J)
317 CONTINUE
318 CONTINUE
320 CONTINUE
DO 325 I=1,NOGUT
Z4(I,I)=Z4(I,I)+CUTZ(I)
325 CONTINUE

```

C
C
C

```

Y4(1,1)=1.0/Z4(1,1)
DO 344 N=2,NCUT
K=N-1
DO 341 I=1,K
D(I)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 341 J=1,K
D(I)=D(I)+Y4(I,J)*Z4(J,N)
341 CONTINUE
DD=CMPLX(0.0,0.0)
DO 342 I=1,K
DD=DD+Z4(N,I)*D(I)
342 CONTINUE
Y4(N,N)=1.0/(Z4(N,N)-DD)
DO 343 I=1,K
Y4(I,N)=-D(I)*Y4(N,N)
Y4(N,I)=Y4(I,N)
343 CONTINUE
DO 344 I=1,K
DO 344 J=1,K
Y4(I,J)=Y4(I,J)-D(I)*Y4(N,J)
344 CONTINUE

```

C
C

```

DO 352 IC=1,NCUT
VECTOR(IC)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 352 L=1,NCUT
VECTOR(IC)=VECTOR(IC)+Y4(IC,L)*Z2(ISWB,L,ISWZ)
352 CONTINUE
DO 353 J=1,NCZONE
K=NCBUSZ(J)
DO 353 I=1,K
ZS(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 353 L=1,NCUT
ZS(I,J)=ZS(I,J)+Z2(I,L,J)*VECTOR(L)
353 CONTINUE

```

C
C

```

DO 360 J=1,NCZONE
K=NCBUSZ(J)
IF(J.EQ.ISWZ) GO TO 356
DO 355 I=1,K
ZS(I,J)=-ZS(I,J)
355 CONTINUE
GO TO 360
356 CONTINUE
DO 357 I=1,K
ZS(I,J)=ZI(ISWB,I,J)-ZS(I,J)
357 CONTINUE
360 CONTINUE

```

C

```

DO 365 J=1,NCZONE
K=NCBUSZ(J)
DO 365 I=1,K
ZDD(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 362 IC=1,NCUT
VECTOR(IC)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 362 L=1,NCUT

```

```

VECTOR( IC)=VECTOR( IC)+Y4( IC, L)*Z2( I, L, J)
362 CONTINUE
DO 363 L=1, NDCUT
ZDD( I, J)=ZDD( I, J)+Z2( I, L, J)*VECTOR( L)
363 CONTINUE
365 CONTINUE
DO 370 J=1, NOZONE
K=NCBUSZ( J)
DO 370 I=1, K
367 ZDD( I, J)=Z1( I, I, J)-ZDD( I, J)
369 ZDD( I, J)=ZDD( I, J)-ZS( I, J)*ZS( I, J)/ZS( ISWB, ISWZ)
370 CONTINUE

```

```

C
IF( OPTION( 7). EQ. 0) GO TO 3991

```

```

C
WRITE( IWRITE, 3911)
WRITE( IWRITE, 3912) ( CUTP( I), CUTQ( I), I=1, NDCUT)
DO 391 I=1, NDCUT
WRITE( IWRITE, 3913) ( CUTP( I), CUTQ( I), ( Z4( I, J), J=1, NDCUT)
391 CONTINUE

```

```

C
3911 FORMAT( '1', 45X, 'Z4 MATRIX*/46X, 9( '=' ) )
3912 FORMAT( '0', 2X, 'CUT LUS LINE', 415X, 12, '- ', 12, 12X), 10( / 15X, 4( 5X,
X 12, '- ', 12, 12X))
3913 FORMAT( '0', 5X, 12, '- ', 12, 4( 1X, 2F10.6, 'J'), 10( / 11X, 4( 1X, 2F10.6, 'J'
X))

```

```

C
3991 IF( OPTION( 8). EQ. 0) GO TO 3992

```

```

C
WRITE( IWRITE, 3921)
WRITE( IWRITE, 3912) ( CUTP( I), CUTQ( I), I=1, NDCUT)
DO 392 I=1, NDCUT
WRITE( IWRITE, 3913) ( CUTP( I), CUTQ( I), ( Y4( I, J), J=1, NDCUT)
392 CONTINUE

```

```

C
3921 FORMAT( '1', 45X, 'Y4 MATRIX*/46X, 9( '=' ) )
3992 CONTINUE
RETURN
EN)

```

SUBROUTINE STEP4

```

C
C
INTEGER IREAD, IWRITE, NOZONE, NCBUS, NDCUT, ISWB, ISWZ
X, NCBUSZ( 4), NDCUT( 4), MAXITE, OPTION( 15)
REAL ACC, TOR, BASMVA
INTEGER CUTP( 10), CUTQ( 10), CUTI( 10)
COMPLEX CUTZ( 10), AA
INTEGER RUS( 20), BUSZLN( 10, 4), NGDF( 10, 4), LINE( 40), NP( 40), NQ( 40)
REAL BC( 40), T( 40), DASLKV( 20)
COMPLEX ZPRI( 40)
DIMENSION BUSNAM( 20, 2)
INTEGER ZONE( 20), NPD( 40), NQD( 40)
REAL BCS( 20)
COMPLEX ZPRID( 40), YI( 20)
INTEGER TYPE( 20), NPZ( 20, 4), NCZ( 20, 4)
REAL VOLT( 20), VARMAX( 20), VARMIN( 20), STATC( 20)
COMPLEX GEN( 20), LEAD( 20), ZPX( 20, 4)
INTEGER CUTPB( 10), CUTQB( 10), CUTPZ( 10), CUTQZ( 10), TYPEZ( 10, 4)
REAL VOLTZ( 10, 4), VARXZ( 10, 4), VAMNZ( 10, 4), STATZ( 10, 4)

```

COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
 COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),ZS(5,3)
 COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
 COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
 COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
 COMPLEX FLOWP,FLOWO,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

COMMON ZBUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NOLINE,NO CUT,ISWB,ISWZ
 X, NOBUSZ,NOLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TOR,BASMVA
 X, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
 X, BUS,BUSZON,MODE,LINE,NP,AJ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
 X, ZONE,NPD,NCP,BCS,ZPRID,YT
 X, TYPE,NFZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
 X, CUTPB,CUTCB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
 X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
 X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
 X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ET1,DAN,DAS,DD
 X, FLOWP,FLOWO,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLOD,MISMAT

NG** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED

DO 416 J=1,NOZONE
 K=NOBUSZ(J)
 DO 415 I=1,K
 AB=CABS(LOADZ(I,J))
 IF(AB.EQ.0.0) GO TO 300
 ET(I,J)=CMPLX(VOLTZ(I,J),0.0)
 ZLN(I,J)=ET(I,J)*ET(I,J)*BASMVA/CONJG(LOADZ(I,J))
 IF(TYPEZ(I,J).EQ.3) GO TO 415
 A(I,J)=CONJG(GENZ(I,J))/CONJG(ET(I,J))/BASMVA
 GO TO 415

300 CONTINUE
 ET(I,J)=CMPLX(VOLTZ(I,J),0.0)
 ZLN(I,J)=CMPLX(1.0E20,1.0E20)
 IF(TYPEZ(I,J).EQ.3) GO TO 415
 A(I,J)=CONJG(GENZ(I,J))/CONJG(ET(I,J))/BASMVA

415 CONTINUE
 416 CONTINUE

SUM=CMPLX(0.0,0.0)
 DO 420 J=1,NOZONE
 K=NOBUSZ(J)
 DO 420 I=1,K
 IF(TYPEZ(I,J).EQ.3) GO TO 420
 SUM=SUM+ZS(I,J)*A(I,J)
 420 CONTINUE
 A(ISWB,ISWZ)=(ET(ISWB,ISWZ)-SUM)/ZS(ISWB,ISWZ)

DO 426 J=1,NOZONE
 K=NOBUSZ(J)
 DO 425 I=1,K
 ECUT(I,J)=CMPLX(0.0,0.0)
 DO 425 L=1,K
 ECUT(I,J)=ECUT(I,J)+Z1(I,L,J)*A(L,J)

425 CONTINUE
 426 CONTINUE


```

REAL ACC,TCR,BAS MVA
INTEGER CUTP(10),CUTQ(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BC(40),T(40),BASEKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
INTEGER ZONE(20),NPD(40),NQD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPRID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NQZ(20,4)
REAL VOLT(20),VARMAX(20),VARMIN(20),STATC(20)
COMPLEX GEN(20),LOAD(20),ZRX(20,4)
INTEGER CUTPB(10),CUTQB(10),CUTPZ(10),CUTQZ(10),TYPEZ(10,4)
REAL VOLTZ(10,4),VAMXZ(10,4),VAMNZ(10,4),STATZ(10,4)
COMPLEX GENZ(10,4),LOADZ(10,4)
COMPLEX Z1(5,5,3),Z2(5,5,3),Z4(9,9),Y4(9,9),ZS(5,3)
COMPLEX ZDD(10,4),D(10),VECTOR(10),ZLN(10,4)
COMPLEX EC(10),AC(10),A(10,4),ACUT(10,4),DACUT(10,4)
COMPLEX ET(10,4),ECUT(10,4),SUM,ETO,ETI,DAN,DAS,DD
COMPLEX FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLD,MISMAT

```

```

COMMON /BUFF/ IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NCLINE,NOCUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ,NCLINZ,MAXITE,OPTION,ACC,TCR,BAS MVA
X, CUTP,CUTQ,CUTF,CUTZ,AA
X, BUS,BUSZON,NODE,LINE,NP,NQ,BC,T,BASEKV,ZPRI,BUSNAM
X, ZONE,NPD,NQD,BCS,ZPRID,YT
X, TYPE,NPZ,NQZ,VOLT,VARMAX,VARMIN,STATC,GEN,LOAD,ZRX
X, CUTPB,CUTQB,CUTPZ,CUTQZ,TYPEZ
X, VOLTZ,VAMXZ,VAMNZ,STATZ,GENZ,LOADZ
X, Z1,Z2,Z4,Y4,ZS,ZDD,D,VECTOR,ZLN
X, EC,AC,A,ACUT,DACUT,ET,ECUT,SUM,ETO,ETI,DAN,DAS,DD
X, FLOWP,FLOWQ,FLOSS,SUMLOS,SUMGEN,SUMLD,MISMAT

```

```

ING** LIMIT OF 5 CONTINUATION CARDS EXCEEDED
COMMON /ABCD/ ITERN

```

```

IF(OPTION(9).EQ.0) GO TO 502
WRITE(IWRITE,5001)
DO 500 J=1,NOZONE
I=NOLINZ(J)-NOBUSZ(J)-2
WRITE(IWRITE,5002) J,NOBUSZ(J),I
500 CONTINUE
WRITE(IWRITE,5003) NOCUT
WRITE(IWRITE,5004) NOZONE,NOBUS,NCLINE
WRITE(IWRITE,5005) BAS MVA
WRITE(IWRITE,5006) ACC
WRITE(IWRITE,5007) TCR

```

```

5001 FORMAT('1',10X,'SOLUTION MONITOR'/11X,15('='))
5002 FORMAT('0',26X,'ZONE',12,6X,16,' BUSES',16,' BRANCHES')
5003 FORMAT('0',51X,16,' CUT LINES')
5004 FORMAT('0',26X,'TOTAL',12,' ZONES',15,' BUSES',16,' BRANCHES')
5005 FORMAT('0',26X,'BASE MVA =',F8.2)
5006 FORMAT('0',26X,'ACCELERATION =',F8.2)
5007 FORMAT('0',26X,'TOLERANCE =',F12.6)

```

```

WRITE(IWRITE,5010)
WRITE(IWRITE,5011)
WRITE(IWRITE,5012)

```

```
WRITE (IWRITE,5013)
```

```
WRITE (IWRITE,5014)
```

```

C
5010 FORMAT('0',20X,'-----')
X)
5011 FORMAT(' ',20X,' ITERATION SWING MACHINE GENERATION CHANGES IN '
X)
5012 FORMAT(' ',20X,'----- SWING BUS '
X)
5013 FORMAT(' ',20X,' COUNT MW MVAR CURRENT(PU) '
X)
5014 FORMAT(' ',20X,'-----')
X)
5015 FORMAT(' ',20X,'-----')
X)
5016 FORMAT(' ',20X,' ',10,' ',2(F11.4,' '),F10.6,' ')
5017 FORMAT('0',10X,'SUCCESSFUL SOLUTION REACHED')
5018 FORMAT('0',10X,'CONVERGENCE NOT OBTAINED')

```

```

C
502 CONTINUE
ITERN=0

```

```

C
501 DASSIM=0.0

```

```

C
C

```

```

DO 500 J=1,NCZONE
K=NCBUSZ(J)
DO 500 N=1,K
IF (TYPEZ(N,J).EQ.3) GO TO 500
ETO=CMPLX(0.0,0.0)
ETI=CMPLX(0.0,0.0)
DO 510 I=1,K
ETO=ETO+Z1(N,I,J)*A(I,J)
ETI=ETI+Z1(N,I,J)*ACUT(I,J)
510 CONTINUE
ET(N,J)=ETO+ETI

```

```

C
C
ECUT(N,J)=ETO

```

```

C
IF (TYPEZ(N,J).NE.2) GO TO 528

```

```

C
ETO=VOLTZ(N,J)/CABS(ET(N,J))*ET(N,J)
DAN=(ETO-ET(N,J))/ZGD(N,J)
QGN=AIMAG((ETO*CONJG(A(N,J)+DAN)-CABS(ETO)**2
X ZCONJG(ZLN(N,J))) *BASMVA+LOADZ(N,J))
IF (QGN.LE.VAMXZ(N,J).AND.QGN.GE.VAMNZ(N,J)) GO TO 527
IF (QGN.GT.VAMXZ(N,J)) QGN=VAMXZ(N,J)
IF (QGN.LT.VAMNZ(N,J)) QGN=VAMNZ(N,J)
GENZ(N,J)=CMPLX(REAL(GENZ(N,J)),QGN)
GO TO 528

```

```

527 CONTINUE
ET(N,J)=ETO
GENZ(N,J)=CMPLX(REAL(GENZ(N,J)),QGN)

```

```

C
528 CONTINUE

```

```

C
DAN=CONJG((GENZ(N,J)-LOADZ(N,J))/BASMVA/
X ET(N,J)+CONJG(ET(N,J))/CONJG(ZLN(N,J)))-A(N,J)

```

```

C

```

```

529 CONTINUE
DAN=ACC*DAN
A(N,J)=A(N,J)+DAN
DAS=-ZS(N,J)/ZS(ISWB,ISWZ)*DAN
A(ISWB,ISWZ)=A(ISWB,ISWZ)+DAS
DO 532 I=1,K
ECUT(I,J)=ECUT(I,J)+Z1(N,I,J)*DAN
532 CONTINUE
KK=NOBUSZ(ISWZ)
DO 533 I=1,KK
ECUT(I,ISWZ)=ECUT(I,ISWZ)+Z1(ISWB,I,ISWZ)*DAS
533 CONTINUE
DO 540 IC=1,NCCUT
IP=CUTPB(IC)
IQ=CUTQB(IC)
JP=CUTPZ(IC)
JQ=CUTQZ(IC)
IF(JP.GT.JQ) GO TO 538
EC(IC)=ECUT(IP,JQ)-ECUT(IP,JP)
GO TO 540
538 EC(IC)=ECUT(IP,JP)-ECUT(IP,JQ)
540 CONTINUE
C
DO 541 JJ=1,NOZONE
KK=NOBUSZ(JJ)
DO 541 I=1,KK
DACUT(I,JJ)=CMPLX(0.0,0.0)
541 CONTINUE
C
DO 546 IC=1,NCCUT
AC(IC)=CMPLX(0.0,0.0)
DO 542 I=1,NCCUT
AC(IC)=AC(IC)+Y4(IC,I)*EC(I)
542 CONTINUE
C
IP=CUTPB(IC)
IQ=CUTQB(IC)
JP=CUTPZ(IC)
JQ=CUTQZ(IC)
IF(JP.GT.JQ) GO TO 544
DACUT(IP,JP)=DACUT(IP,JP)+AC(IC)
DACUT(IQ,JQ)=DACUT(IQ,JQ)-AC(IC)
GO TO 546
544 DACUT(IP,JP)=DACUT(IP,JP)-AC(IC)
DACUT(IQ,JQ)=DACUT(IQ,JQ)+AC(IC)
546 CONTINUE
DO 550 JJ=1,NOZONE
KK=NOBUSZ(JJ)
DO 550 I=1,KK
DACUT(I,JJ)=DACUT(I,JJ)-ACUT(I,JJ)
ACUT(I,JJ)=ACUT(I,JJ)+DACUT(I,JJ)
550 CONTINUE
C
C
DO 552 I=1,K
ET(N,J)=ET(N,J)+Z1(N,I,J)*DACUT(I,J)
552 CONTINUE
ET(N,J)=ET(N,J)+Z1(N,N,J)*DAN
IF(J.EQ.ISWZ) ET(N,J)=L1(N,J)+Z1(N,ISWB,J)*DAS
DASSUM=DASSUM+CABS(DAS)

```


560 CONTINUE

C
C
DD=ET(I SWR,TSWZ)*CONJG(A(ISWB,ISWZ))*BASMVA
ITERN=ITERN+1
IF(OPTION(9).EQ.0) GO TO 562
WRITE(IWRITE,5016) ITERN,DD,DASSUM
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,5015)

562 CONTINUE

IF(OPTION(14).EQ.0) GO TO 570
WRITE(IWRITE,5701) ITERN
WRITE(IWRITE,5702)
DO 565 J=1,NOZONE
K=NOBUSZ(J)
DO 565 I=1,K
WRITE(IWRITE,5703)NODE(I,J),J,ET(I,J),ECUT(I,J),A(I,J),ACUT(I,J)

565 CONTINUE

WRITE(IWRITE,5704)
DO 567 IC=1,NCUT
WRITE(IWRITE,5705) CUTP(IC),CUTC(IC),CUTF(IC),AC(IC)

567 CONTINUE

5701 FORMAT('0',5X,'ITERATION',I3)
5702 FORMAT('0',3X,'BUS ZONE',9X,'ET',19X,'ET(0)',18X,'IT',20X,3H13')
5703 FORMAT(' ',2I5,4(1X,2F10.6,'J'))
5704 FORMAT('0',2X,'CUT BUS LINE',7X,'EC',20X,'IC')
5705 FORMAT(' ',5X,12,'-',12,12(1X,2F10.6,'J'))
570 CONTINUE

IF(DASSUM.LT.100) GO TO 590

C
C
IF(ITERN.LT.MAXITE) GO TO 501

C
C
IF(OPTION(9).EQ.0) RETURN
WRITE(IWRITE,5014)
WRITE(IWRITE,5018)

C
C
RETURN

C
C
590 GENZ(ISWB,ISWZ)=DD
IF(OPTION(9).EQ.0) RETURN
WRITE(IWRITE,5014)
WRITE(IWRITE,5017)
RETURN
END

SUBROUTINE STEP6

C
C
INTEGER IREAD,IWRITE,NOZONE,NOBUS,NLINE,NCUT,ISWB,ISWZ
X, NOBUSZ(4),NCLINZ(4),MAXITE,OPTION(15)
REAL ACC,TRK,BASMVA
INTEGER CUTP(10),CUTC(10),CUTF(10)
COMPLEX CUTZ(10),AA
INTEGER BUS(20),BUSZON(10,4),NODE(10,4),LINE(40),NP(40),NQ(40)
REAL BCL(40),T(40),BASLKV(20)
COMPLEX ZPRI(40)
DIMENSION BUSNAM(20,2)
INTEGER ZONE(20),NPE(40),NCD(40)
REAL BCS(20)
COMPLEX ZPKID(40),YT(20)
INTEGER TYPE(20),NPZ(20,4),NCZ(20,4)


```

FLOWP=ET(IP,JP)*CONJG((ET(IQ,JQ)-ET(IQ,JQ)*T(L))/ZPRI(L)/T(L)/T(L)
X +ET(IP,JP)*CMPLX(0.0,BC(L))/2.0)*BASMVA
FLOWQ=ET(IQ,JQ)*CONJG((ET(IQ,JQ)*T(L)-ET(IP,JP))/ZPRI(L)/T(L)
X +ET(IQ,JQ)*CMPLX(0.0,BC(L))/2.0)*BASMVA
CHARG=(CABS(ET(IP,JP))**2+CABS(ET(IQ,JQ))**2)*BC(L)/2.0*BASMVA
FLOSS=FLOWP+FLOWQ+CMPLX(0.0,CHARG)
SUMCHG=SUMCHG+CHARG
SUMLOS=SUMLOS+FLOSS
IF(OPTION(11).EQ.0) GO TO 660
WRITE(IWRITE,6018) LINE(L), (BUSNAM(I,M),M=1,2), NP(L)
X, (BUSNAM(J,M),M=1,2), NP(L), FLOWP, FLOWQ, FLOSS, CHARG
IF(OPTION(13).NE.0) WRITE(IWRITE,6017)
660 CONTINUE
IF(OPTION(11).NE.0) WRITE(IWRITE,6016)
C
MISMAT=SUMGEN+CMPLX(0.0,(SUMSTC+SUMCHG))-SUMLOD-SUMLOS
IF(OPTION(12).EQ.0) RETURN
C
WRITE(IWRITE,6701)
WRITE(IWRITE,6702) SUMGEN
WRITE(IWRITE,6703) SUMLOD
WRITE(IWRITE,6704) SUMSTC
WRITE(IWRITE,6707) SUMCHG
WRITE(IWRITE,6705) SUMLOS
WRITE(IWRITE,6706) MISMAT
6701 FORMAT('I',40X,'SYSTEM TOTALS' /41X,'=====') /751X,'MW
X MVAR')
6702 FORMAT('O',30X,'GENERATION',5X,2F9.2)
6703 FORMAT('O',30X,'LOAD',11X,2F9.2)
6704 FORMAT('O',30X,'STATIC CAPACITOR',8X,F9.2)
6705 FORMAT('O',30X,'LOSS',5X,2F9.2)
6706 FORMAT('O',30X,'MISMATCH',7X,2F9.2)
6707 FORMAT('O',30X,'LINE CHARGING',11X,F9.2)
C
RETURN
END
C
SUBROUTINE SUBPROGRAM GRID
C ESTABLISH GRAPH SIZE FOR PLOTTING ROUTINE
SUBROUTINE GRID (NHL, NBH, NVL, NBV)
DIMENSION MAP(54,101)
COMMON /KRAIN/ MAP
DATA IBANK/ ' /,IFOR/ '- /,IVER/ ': /,ICROSS/ '+ /
C NHL = NUMBER OF HORIZONTAL LINES
C NVL = NUMBER OF VERTICAL LINES
C NBH = NUMBER OF HORIZONTAL INTERVAL SPOTS
C NBV = NUMBER OF VERTICAL INTERVAL SPOTS
C CLEAR PLOTTING AREA
NNV=NBH*NBV+10
DOLI=1,NNV
DOLJ=1,101
I MAP(I,J)=IBANK
C COMPUTE SIZE OF GRIDS
NA=NHL-1
NNA=NA*NBH+NHL
NAI=NBH+1
NB=NVL-1
NNB=NB*NBV+NBV
NBI=NBV+1

```

```
C   SCAN HORIZONTAL LINES
    DD2 I=1, NNA, NAA
    DD2 J=1, NNB
  2  MAP (I, J)=IHOR
C   SCAN VERTICAL LINES
    DD3 J=1, NNB, NBB
    DD3 I=1, NNA
  3  MAP (I, J)=IVER
    DD4 I=1, NNA, NAA
    DD4 J=1, NNB, NBB
  4  MAP (I, J)=ICROSS
    RETURN
    END
```

```
C*EXEC
```