บทที่ 4

โปรแกรมการวิเคราะห์การลัดวงจร

ในบทนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนการทำงาน ของโปรแกรมการวิเคราะห์การลัดวงจรของระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ไอบีเอ็ม ขนาด 16 บิท โปรแกรมได้เขียนขึ้นตามแนวทางในบทที่ 2 และบทที่ 3 โดยยึดหลักที่ว่า จะต้องเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้งาน ทำงานในลักษณะตอบสนองต่อผู้ใช้ทุกขั้นตอน ง่ายในการเตรียมข้อมูล การป้อนข้อมูล การอ่านผลลัพธ์ ตลอดจนการแก้ไขข้อมูล ตัวโปรแกรมและข้อมูลสามารถเก็บไว้ได้ในดิสค์เรียกใช้ได้โดยทันที

โครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรมการวิเคราะห์การลัดวงจร ของระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมนี้ แบ่งออกเป็น 4 โปรแกรมใหญ่ ๆ คือ

1. SCIP เป็นโปรแกรมในการจัดการข้อมูลเบื้องต้น ตั้งแต่การรับข้อมูลใหม่ การแก้ไข ลบ หรือเพิ่มเติมข้อมูลเก่า ข้อมูลเบื้องต้นเหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในลักษณะของไฟล์ข้อมูลและบันทึกลงดิสค์ (Disk)

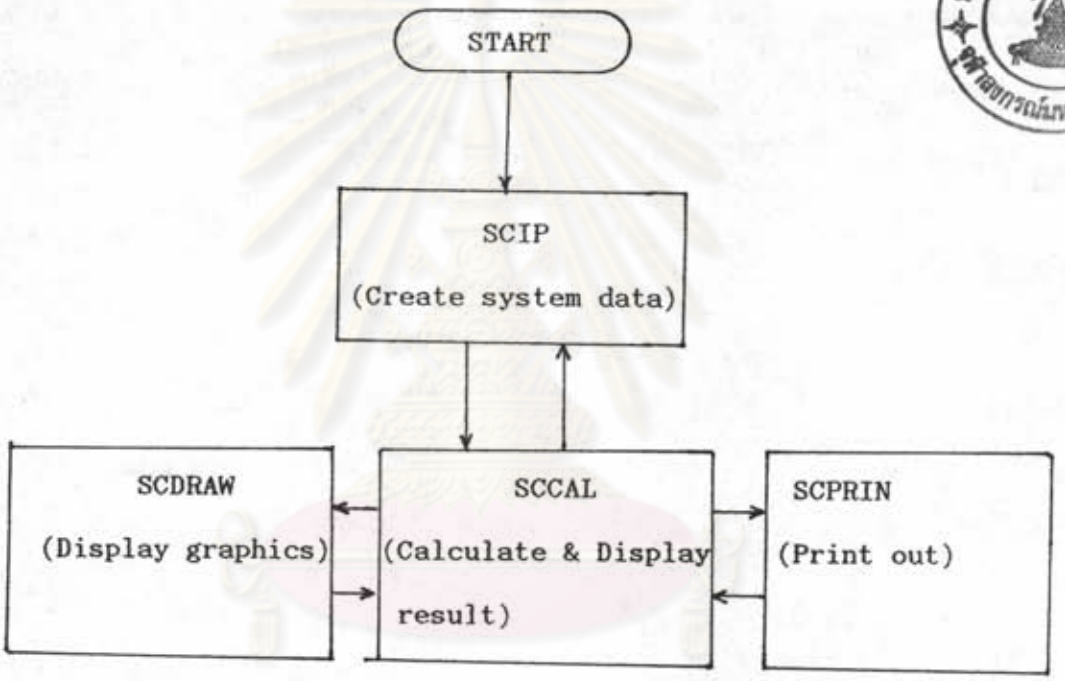
2. SCCAL เป็นโปรแกรมสำหรับคำนวณแสดงผลลัพธ์ และเปลี่ยนแปลงข้อมูลเบื้องต้นขณะคำนวณ

3. SCPRIN เป็นโปรแกรมสำหรับพิมพ์ผลลัพธ์

4. SCDRAW เป็นโปรแกรมสำหรับแสดงรูปภาพทางจอ ซึ่งรูปภาพนี้เก็บอยู่ในไฟล์ที่สร้างขึ้นด้วยซอฟแวร์ชื่อ PC-DRAW

โปรแกรมทั้ง 4 เขียนเป็นภาษาเบสิค (Advanced Basic) ใช้สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิท ซึ่งเมื่อคอมพายล์โดยเบสิคคอมพายเลอร์ (Basic compiler) แล้ว สามารถเรียกโปรแกรมใช้ได้โดยตรงภายใต้ ดอส (DOS)

การทำงานของโปรแกรมจะเป็นในลักษณะการเชน (chain) โดยที่โปรแกรม SCIP ทำหน้าที่เป็นเมนโปรแกรม นั่นคือ การเริ่มใช้โปรแกรมทำได้โดยการโหลดโปรแกรม SCIP ขณะเครื่องทำงานอยู่ภายใต้คอสเพียงโปรแกรมเดียว ส่วนโปรแกรมส่วนอื่น ๆ จะถูกโหลดเข้าเครื่องโดยอัตโนมัติเมื่อถึงขั้นตอน โปรแกรมเดิมจะถูกลบออกและโปรแกรมใหม่เข้ามาแทนที่ ตัวแปรต่าง ๆ สามารถส่งผ่านระหว่างโปรแกรมได้โดยใช้คำสั่ง COMMON



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของโปรแกรม

การจัดการข้อมูลเบื้องต้น

โปรแกรมส่วนนี้จะอยู่ในโปรแกรม SCIP เป็นโปรแกรมในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้น ตั้งแต่การป้อนข้อมูลใหม่ การเรียกข้อมูลเดิมมาคำนวณใหม่ การนำข้อมูลเดิมมาแก้ไข การลบไฟล์ข้อมูล และการนำไฟล์ข้อมูลเดิมซึ่งเป็นไฟล์สำรอง (Back up file) กลับมาใช้ใหม่

ข้อมูลเบื้องต้นจะถูกจัดเก็บไว้ในดิสค์ไฟล์ ซึ่งชื่อไฟล์นี้ตั้งโดยผู้ใช้

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้คือ

1. รอรับการป้อนชื่อผู้ใช้
2. รอรับการเลือกไฟล์ข้อมูลจากผู้ใช้
   - 2.1 ถ้าเลือก N เป็นการป้อนข้อมูลใหม่
   - 2.2 ถ้าเลือก O เป็นการใช้ไฟล์ข้อมูลเดิม
   - 2.3 ถ้าเลือก E เป็นการนำไฟล์ข้อมูลเดิมมาแก้ไข
   - 2.4 ถ้าเลือก D เป็นการลบไฟล์ข้อมูล
   - 2.5 ถ้าเลือก R เป็นการนำไฟล์ข้อมูลสำรองกลับมาใช้ใหม่
   - 2.6 ถ้าเลือก Q เป็นการสิ้นสุดการทำงาน และกลับเข้าสู่ดอส
3. ไปทำงานในส่วนของโปรแกรมที่ได้รับการเลือก

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.2

การป้อนข้อมูลใหม่

ในการป้อนข้อมูลใหม่นั้น โปรแกรมจะแสดงข้อมูลที่ต้องป้อน (แล้วแต่ชนิดของอุปกรณ์) ให้ผู้ใช้ทราบ และรอให้ผู้ใช้ป้อนทีละค่าจนครบ พร้อมทั้งตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ บางประการขณะป้อนข้อมูล เช่น ค่าขนาดกำลัง (rated power) จะต้องไม่เป็นศูนย์ ค่าอิมพีแดนซ์จะต้องไม่เป็นศูนย์ ค่าเพาเวอร์แฟคแตอร์จะต้องไม่เกิน 1 เป็นต้น โปรแกรมจะจัดเก็บข้อมูลเหล่านี้ไว้ในดิสค์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเตรียมโครงร่างของระบบไฟฟ้า และข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ เตรียมเช่นเดียวกับรายละเอียดในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.4.1 และมีข้อจำกัดบางประการดังนี้คือ

1. กราวด์บัส (Ground bus) ต้องกำหนดหมายเลขบัสให้เป็น 0 (ศูนย์) ส่วนหมายเลขบัสอื่น ๆ กำหนดได้โดยอิสระ และไม่จำเป็นต้องเรียงกันครบทุกหมายเลข จะข้ามไม่ใช้หมายเลขใดก็ได้ แต่ต้องไม่เกินที่กำหนดไว้ (ขณะนี้กำหนดไว้ไม่เกินหมายเลข 60)

2. อุปกรณ์แรก (ลายน์ที่ 1) ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กราวด์บัส (เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือ แหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า)

3. หม้อแปลงแบบ 3 ขดลวด จะมีข้อมูลอยู่ 3 ชุด (1 ชุดคือ 1 ลายน์ของระบบไฟฟ้า) ข้อมูลทั้ง 3 ชุดนี้จะต้องอยู่ในลำดับลายน์ติดกัน

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้คือ

1. รับการป้อนชื่อไฟล์จากผู้ใช้

2. ตรวจสอบว่าชื่อไฟล์ใหม่ซ้ำกับไฟล์ที่มีอยู่เดิมหรือไม่

2.1 ถ้าไม่ซ้ำ ไปทำในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

2.1 ถ้าซ้ำ แสดงชื่อไฟล์ทั้งหมดที่มีในดิสค์ และตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ หรือยกเลิกการทำงาน

2.2.1 ถ้าต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ กลับไปทำขั้นตอนที่ 1

2.2.2 ถ้าต้องการเลิกการทำงาน ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ และกลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

3. เปิดไฟล์เพื่อบันทึกข้อมูล

4. รอรับการเลือกว่าจะป้อนข้อมูล (อุปกรณ์) ประเภทใด (แหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า เคเบิล/บัส หรือมอเตอร์)

5. แสดงให้ผู้ใช้ทราบว่า ต้องการให้ป้อนค่าอะไรบ้างสำหรับอุปกรณ์ที่ได้รับเลือก และรอรับการป้อนข้อมูลทีละค่าจนครบ

6. ตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการยกเลิกข้อมูลนี้ หรือต้องการป้อนข้อมูลอื่นต่อไป หรือป้อนข้อมูลครบทุกอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าแล้ว

6.1 ถ้าต้องการยกเลิก ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 4 ใหม่

6.2 ถ้าต้องการป้อนข้อมูลอื่นต่อไป ให้บันทึกข้อมูลนี้ลงไฟล์ แล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 4

6.3 ถ้าป้อนข้อมูลครบแล้ว บันทึกเครื่องหมายการสิ้นสุดของไฟล์ และไปทำในโปรแกรมส่วนอื่นต่อไป

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.3

<u>การใช้ข้อมูลเดิม</u>

ข้อมูลเบื้องต้นของระบบไฟฟ้า จะถูกจัดเก็บไว้ในดิสค์ไฟล์และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้ใหม่ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้คือ

1. รับการป้อนชื่อไฟล์จากผู้ใช้
2. ตรวจสอบว่ามีไฟล์นี้อยู่ในดิสค์หรือไม่

2.1 ถ้าไม่มี แสดงชื่อไฟล์ข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ในดิสค์ให้ผู้ใช้ทราบ และตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ หรือยกเลิกการทำงาน

2.1.1 ถ้าต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ กลับไปทำขั้นตอนที่ 1

2.1.2 ถ้าต้องการยกเลิกการทำงาน ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้และกลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น ในขั้นตอนเลือกไฟล์ข้อมูล

2.2 ถ้ามี ไปทำงานในโปรแกรมในส่วนอื่นต่อไป (การแสดงข้อมูล)

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.4

<u>การนำไฟล์ข้อมูลเดิมมาแก้ไข</u>

การเรียกข้อมูลที่มีอยู่เดิมมาแก้ไข ทำได้โดยการเลือก E ขณะโปรแกรมรอรับการเลือกไฟล์ข้อมูล โปรแกรมจะทำการถ่ายข้อมูลเดิมเก็บไว้ในไฟล์สำรอง ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีชื่อเดียวกันกับไฟล์ข้อมูลเดิม แต่มีเอกเทนชันเป็น .BAK และในกรณีที่ข้อมูลนี้ได้เคยผ่านการคำนวณมาแล้ว โปรแกรมจะสร้างไฟล์ขึ้นมา 1 ไฟล์สำหรับเก็บค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ โดยเป็นไฟล์ที่มีชื่อเดียวกันกับไฟล์ข้อมูล แต่มีเอกเทนชันเป็น .ZBS ไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์นี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นไฟล์สำรอง โดยมีเอกเทนชันเป็น .ZBK เช่นเดียวกัน

ในการแก้ไขข้อมูล โปรแกรมจะแสดงข้อมูลเดิมให้ผู้ใช้ทราบ เพื่อให้ตรวจสอบก่อนการแก้ไข การแก้ไขสามารถทำได้ทั้ง การเปลี่ยน ตัดออก หรือแทรกข้อมูลใหม่

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้คือ

1. รับการป้อนชื่อไฟล์จากผู้ใช้

2. ตรวจสอบว่ามีไฟล์นี้อยู่หรือไม่

2.1 ถ้าไม่มี แสดงชื่อไฟล์ทั้งหมดที่มีอยู่ในดิสค์ทางจอภาพ และตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ หรือยกเลิกการทำงาน

2.1.1 ถ้าต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ ให้กลับไปที่ขั้นตอนที่ 1

2.1.2 ถ้าต้องการยกเลิกการทำงาน ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ และกลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

2.2 ถ้ามีชื่อไฟล์นี้อยู่ ไปทำขั้นตอนต่อไป

3. ตรวจสอบว่ามีไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ของข้อมูลนี้หรือไม่

3.1 ถ้ามี ทำการเปลี่ยนชื่อไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ให้เป็นไฟล์สำรอง โดยมีเอกเทนชันเป็น .ZBK

3.2 ถ้าไม่มี ไปทำขั้นตอนต่อไป

4. สร้างไฟล์ใหม่ให้มีชื่อเดียวกับไฟล์ข้อมูล แต่มีเอกเทนชันเป็น .BAK และถ่ายข้อมูลจากไฟล์เดิมเก็บไว้ในไฟล์ใหม่

5. รอรับการป้อนหมายเลขลายน์ (Line No.) ของข้อมูลที่ต้องการแก้ไข

6. ตรวจสอบหมายเลขลายน์

6.1 ถ้าเป็น 888 ให้รอรับการป้อนข้อมูลใหม่ ต่อจากลายน์สุดท้ายของข้อมูลเดิม (การป้อนข้อมูลใหม่ จะเหมือนขั้นตอนที่ 3 ถึงขั้นตอนที่ 6 ของโปรแกรมการป้อนข้อมูลใหม่) จนกว่าจะครบทุกลายน์ หลังจากนั้นกลับไปทำขั้นตอนที่ 5

6.2 ถ้าเป็น 999 เป็นการสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้ ไปทำในส่วนอื่นต่อไป (โปรแกรมการแสดงข้อมูล)

7. แสดงค่าเดิมของลายน์ (อุปกรณ์) นี้ และรอรับการเลือกการแก้ไข

7.1 ถ้าเลือก B กลับไปทำขั้นตอนที่ 5 โดยไม่มีการแก้ไข

7.2 ถ้าเลือก C รับการป้อนข้อมูลของลายน์นี้ใหม่ หลังจากนั้นตรวจสอบว่า ผู้ใช้ต้องการยกเลิกการแก้ไขข้อมูลที่เพิ่งผ่านมาหรือไม่

7.2.1 ถ้าต้องการยกเลิก ให้กลับไปขั้นตอนที่ 5

7.2.2 ถ้าไม่ต้องการยกเลิก การแก้ไขถูกต้องแล้ว ให้บันทึกข้อมูลที่ป้อนเข้ามาใหม่ลงไฟล์ข้อมูล แล้วไปทำขั้นตอนที่ 5

7.3 ถ้าเลือก D ให้ลบข้อมูลลายน์นี้ออกจากไฟล์ และเลื่อนข้อมูลที่อยู่ถัด ๆ ไปเข้ามาแทนที่ แล้วกลับไปขั้นตอนที่ 5

7.4 ถ้าเลือก I รับการป้อนข้อมูลย์ของลายน์นี้ใหม่ หลังจากนั้นตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการยกเลิกข้อมูลที่เพิ่งป้อนเข้ามาใหม่หรือไม่

7.4.1 ถ้าต้องการยกเลิก ให้กลับไปขั้นตอนที่ 5

7.4.2 ถ้าป้อนข้อมูลถูกต้องแล้ว ให้บันทึกข้อมูลนี้ลงไฟล์ และเลื่อนข้อมูลเดิม และข้อมูลถัด ๆ ไปออกไป 1 ลายน์ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 5

7.5 ถ้าเลือก X เป็นการสิ้นสุดการทำงานในโปรแกรมส่วนนี้ ให้ไปทำในส่วนอื่นต่อไป (โปรแกรมการแสดงข้อมูล)

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.5 (ก) และ 4.5 (ข)

<u>การลบไฟล์ข้อมูล</u>

การลบไฟล์ข้อมูลทำได้โดยการเลือก D ขณะโปรแกรมรอรับการเลือกไฟล์ข้อมูล การลบไฟล์ข้อมูลนี้ ถ้ามีไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ของไฟล์ข้อมูลนี้อยู่ด้วย โปรแกรมจะลบไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมริกซ์นี้ออกจากดิสค์ด้วยเช่นกัน

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

1. รอรับการป้อนชื่อไฟล์ที่ต้องการลบ
2. ตรวจสอบว่ามีไฟล์ข้อมูลนี้หรือไม่

2.1 ถ้ามี ทำการลบไฟล์ข้อมูลนี้ออกจากดิสค์ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 3

2.2 ถ้าไม่มีไฟล์ข้อมูลนี้ แสดงชื่อไฟล์ทั้งหมดที่มีอยู่ในดิสค์ทางจอภาพ และตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการป้อนชื่อไฟล์ข้อมูลใหม่ หรือต้องการยกเลิกการทำงาน

2.2.1 ถ้าต้องการป้อนชื่อไฟล์ที่ต้องการลบใหม่ ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 1

2.2.2 ถ้าต้องการยกเลิกการทำงานให้ข้ามไปขั้นตอนที่ 4

3. ตรวจสอบว่ามีไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ของไฟล์ข้อมูลนี้อยู่หรือไม่

3.1 ถ้ามี ทำการลบไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์นี้ออกจากดิสค์และไปขั้นตอนที่ 4

3.2 ถ้าไม่มี ทำขั้นตอนที่ 4 ต่อไป

4. ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ และกลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.6

<u>การนำไฟล์สำรองกลับมาใช้ใหม่</u>

เมื่อมีการแก้ไขข้อมูล โปรแกรมจะสร้างไฟล์สำรองเก็บข้อมูลเดิมไว้ ไฟล์สำรองนี้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการเลือก R ขณะโปรแกรมรอรับการเลือกไฟล์ข้อมูล และทำการตั้งชื่อไฟล์สำรองนี้ใหม่ โดยไม่ให้ซ้ำกับไฟล์ข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในดิสค์ ในการนำไฟล์สำรองกลับมาใช้นี้ โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่ามีไฟล์สำรองของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ซึ่งมีชื่อเดียวกันกับไฟล์ข้อมูลสำรองนี้หรือไม่ ถ้ามีอยู่โปรแกรมก็จะทำการตั้งชื่อให้ใหม่พร้อมกันไปด้วย เพื่อสามารถใช้ได้อีกโดยไม่ต้องเสียเวลาฟอร์มบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ใหม่

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

1. รับการป้อนชื่อไฟล์สำรอง และชื่อไฟล์ที่ตั้งขึ้นใหม่

2. ตรวจสอบว่ามีไฟล์สำรองดังกล่าวอยู่หรือไม่

2.1 ถ้ามี ให้ไปทำขั้นตอนที่ 3

2.2 ถ้าไม่มี แสดงชื่อไฟล์สำรองทั้งหมดที่มีในดิสค์ทางจอภาพ และตรวจสอบว่า ผู้ใช้ต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ หรือต้องการยกเลิก

2.2.1 ถ้าต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ กลับไปทำขั้นตอนที่ 1

2.2.2 ถ้าต้องการยกเลิก ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ กลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

3. ตรวจสอบว่าชื่อไฟล์ใหม่ ซ้ำกับไฟล์ข้อมูลที่มีอยู่หรือไม่

3.1 ถ้าไม่ซ้ำ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 4

3.2 ถ้าซ้ำกับไฟล์ข้อมูลที่มีอยู่ แสดงชื่อไฟล์ข้อมูลเดิมทั้งหมดทางจอภาพ และ

ตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่หรือยกเลิก

3.2.1 ถ้าต้องการป้อนชื่อไฟล์ใหม่ ให้กลับไปขั้นตอนที่ 1

3.2.2 ถ้าต้องการยกเลิก ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้กลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

4. เปลี่ยนชื่อไฟล์สำรอง ให้เป็นไฟล์ข้อมูลโดยมีชื่อที่ตั้งขึ้นใหม่ ("filename .BAK"เปลี่ยนเป็น "newfilename.DAT" โดยที่ filename คือชื่อไฟล์ข้อมูลสำรอง และ newfilename คือชื่อไฟล์ที่ตั้งขึ้นใหม่)

5. ตรวจสอบว่ามีไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งมีชื่อเดียวกับชื่อไฟล์ใหม่หรือไม่ (newfilename.ZBS)

5.1 ถ้ามี ให้ลบไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ดังกล่าวออกจากดิสค์ (ลบ "newfilename.ZBS")

5.2 ถ้าไม่มี ไปทำขั้นตอนที่ 6

6. ตรวจสอบว่ามีไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์สำรอง ของไฟล์ข้อมูลสำรองนี้หรือไม่ ("filename.ZBK" คือไฟล์บัสอิมพิแดนซ์สำรองดังกล่าว)

6.1 ถ้ามีอยู่ ให้เปลี่ยนไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์สำรอง ให้เป็นไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ และมีชื่อเดียวกับชื่อไฟล์ข้อมูลที่ตั้งขึ้นใหม่ ("filename.ZBK" เปลี่ยนเป็น "newfilename.ZBS")

6.2 ถ้าไม่มี ไปทำขั้นตอนที่ 7

7. ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ กลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>การแสดงข้อมูล</u>

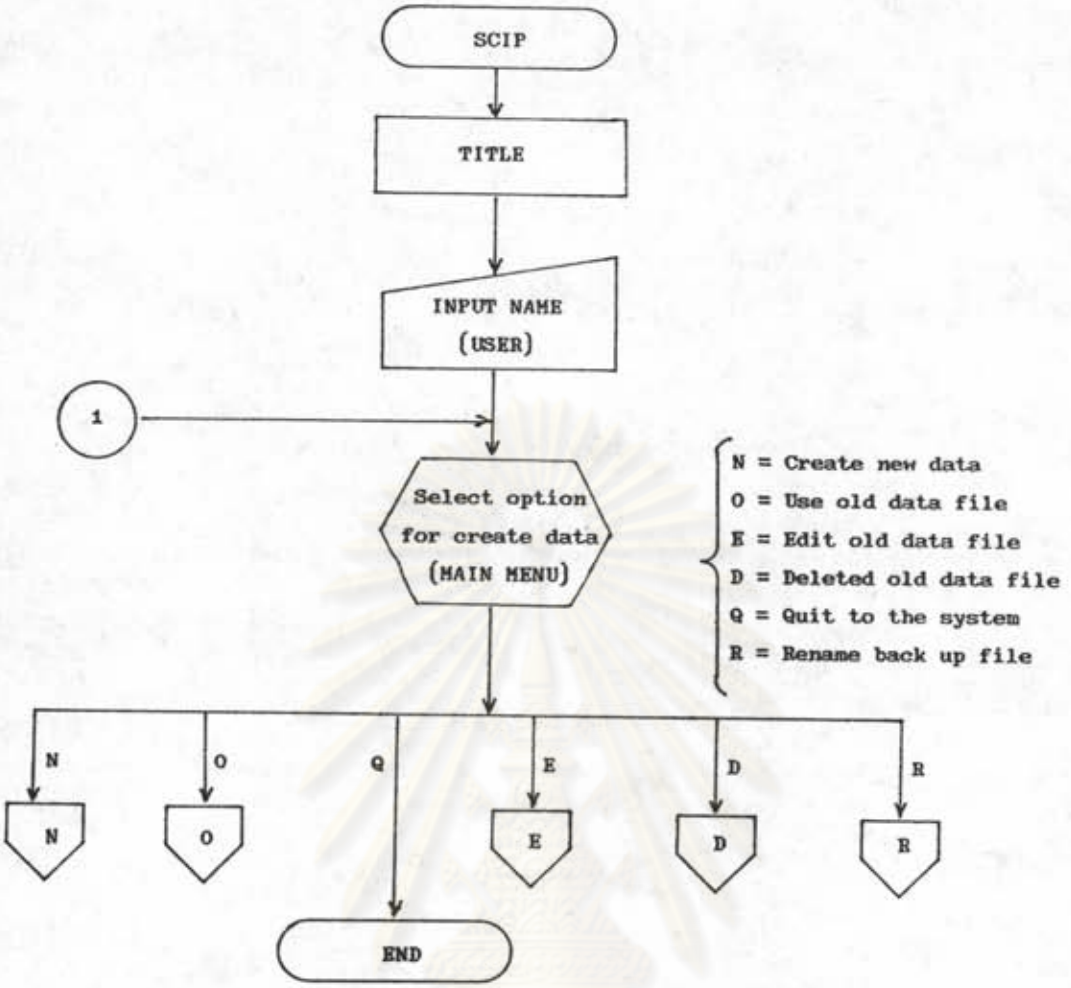
หลังจากโปรแกรมทำงานในส่วนของการป้อนข้อมูลใหม่ หรือการใช้ข้อมูลเดิม หรือการแก้ไขข้อมูลเดิมแล้ว โปรแกรมก็จะเข้าสู่ส่วนของการแสดงข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่ในไฟล์ โดยการแสดงค่าข้อมูลต่าง ๆ ทีละลายน์ (ทีละอุปกรณ์) เริ่มตั้งแต่ลายน์แรกไปเรื่อย ๆ จนครบลายน์สุดท้าย ทุกครั้งที่มีการกดคีย์ใด ๆ 1 ครั้ง (หมายถึงตัวอักษร A, B, C,..., TAB ที่ไม่ใช่ปุ่มฟังก์ชัน คือคอนโทรล)

ในขณะแสดงข้อมูลนี้ โปรแกรมจะตรวจสอบการกดปุ่ม Ctrl เพื่อทำงานพิเศษดังนี้ คือ ถ้ามีการกดปุ่ม Ctrl พร้อมกับ

1. Home โปรแกรมจะแสดงข้อมูลลายน์ที่ 1 ใหม่
2. PgUp โปรแกรมจะแสดงข้อมูลย้อนกลับถอยหลัง 1 ลายน์
3. PgDn โปรแกรมจะแสดงข้อมูลต่อไป
4. End โปรแกรมจะแสดงข้อมูลสุดท้าย
5. F1 จะเป็นการเข้าสู่โปรแกรมการแสดงภาพ โปรแกรมจะแสดงภาพซึ่งอยู่ในไฟล์รูปภาพที่สร้างขึ้นด้วยซอฟแวร์ PC-DRAW ไฟล์รูปภาพจะเป็นไฟล์ที่มีชื่อเดียวกันกับไฟล์ข้อมูล แต่มีเอกเทนชันเป็น .PXX (XX=01, 02,...) และ .TXX ชื่อไฟล์ข้อมูลนี้สามารถตั้งได้ขณะสร้างภาพด้วย PC-DRAW ส่วนเอกเทนชัน PC-DRAW จะเป็นผู้กำหนดให้เอง การกลับออกจากโปรแกรมการแสดงภาพ (SCDRAW) ทำได้โดยการกด Esc หรือ Ctrl+Enter โปรแกรมจะกลับมาทำงานที่เดิมก่อนเข้าสู่โปรแกรมการแสดงภาพ
6. F2 โปรแกรมจะถามหมายเลขลายน์ที่ต้องการ และจะทำการแสดงข้อมูลของลายน์นั้น
7. Enter จะเป็นการสิ้นสุดการแสดงข้อมูล โปรแกรมจะไปทำงานในส่วนอื่นต่อไป (ส่วนของการคำนวณ)

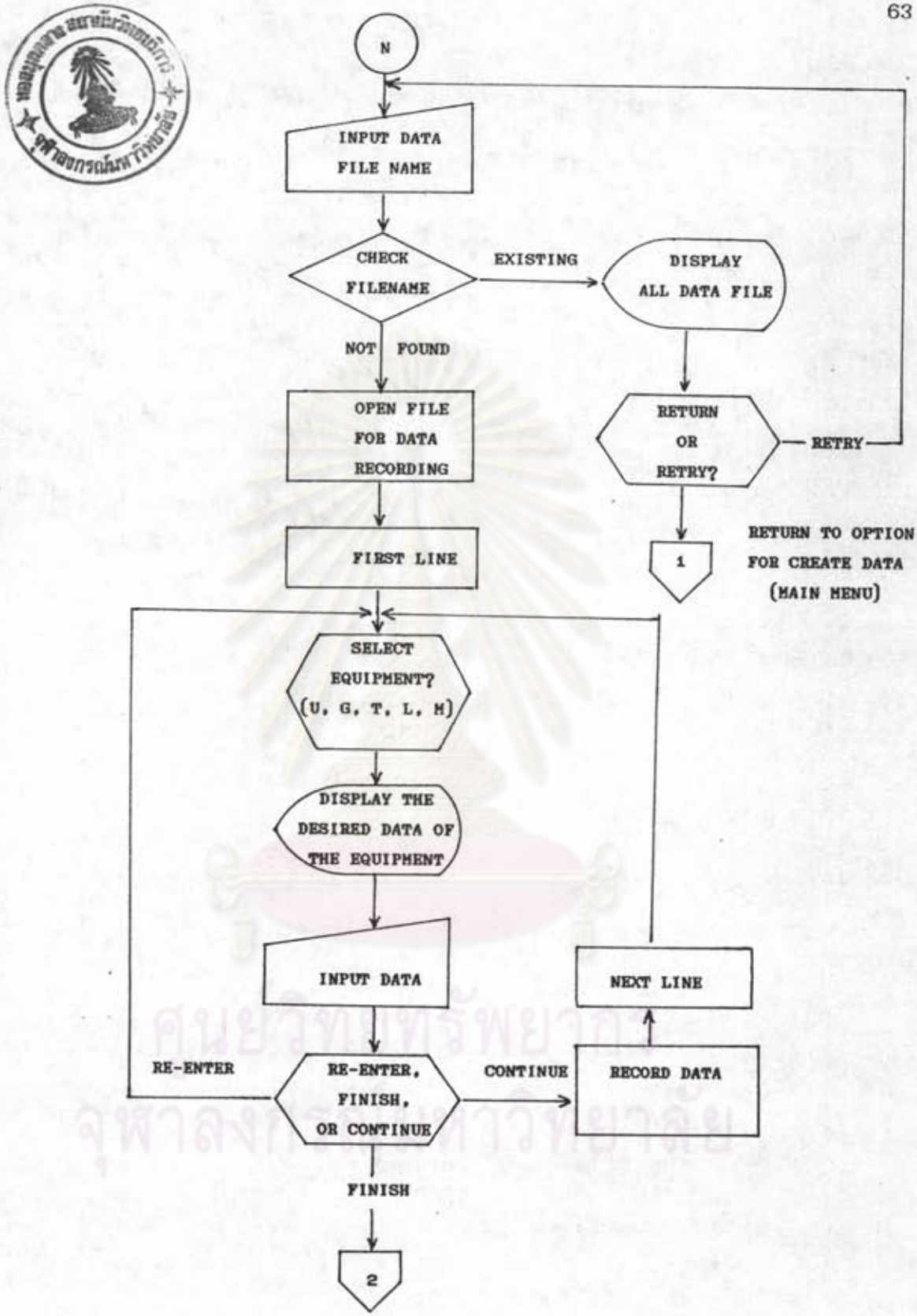
หลังจากสิ้นสุดการทำงานในส่วนนี้แล้ว จะเป็นการเข้าสู่โปรแกรมการคำนวณ (SCCAL) หรือมิฉะนั้นก็กลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น ตามแต่ผู้ใช้ต้องการ

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.8

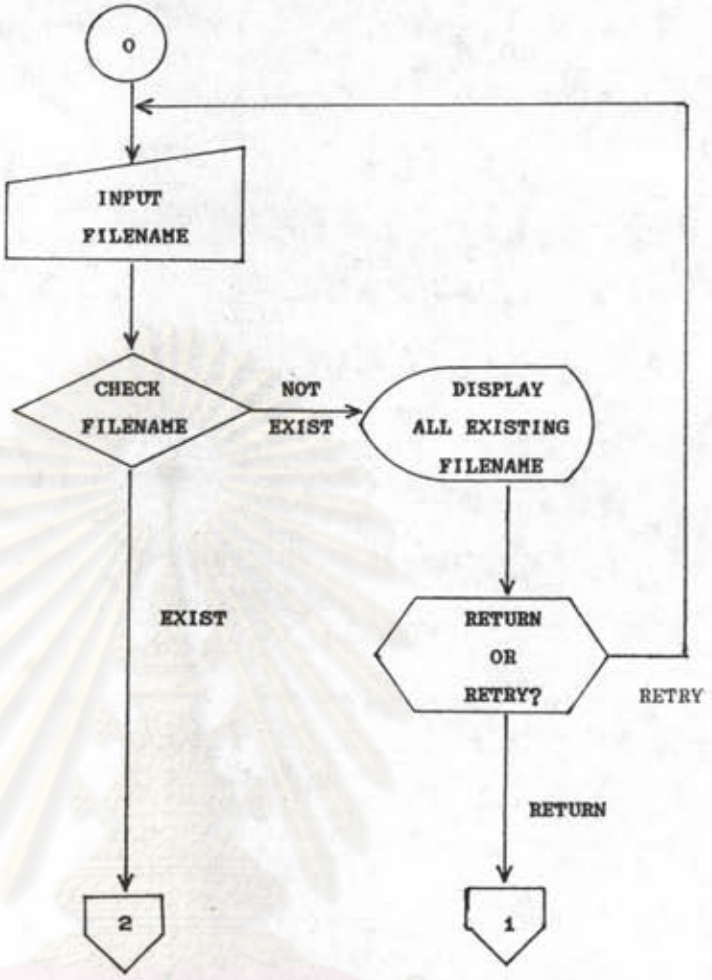


รูปที่ 4.2 โฟลชาร์ทแสดงการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

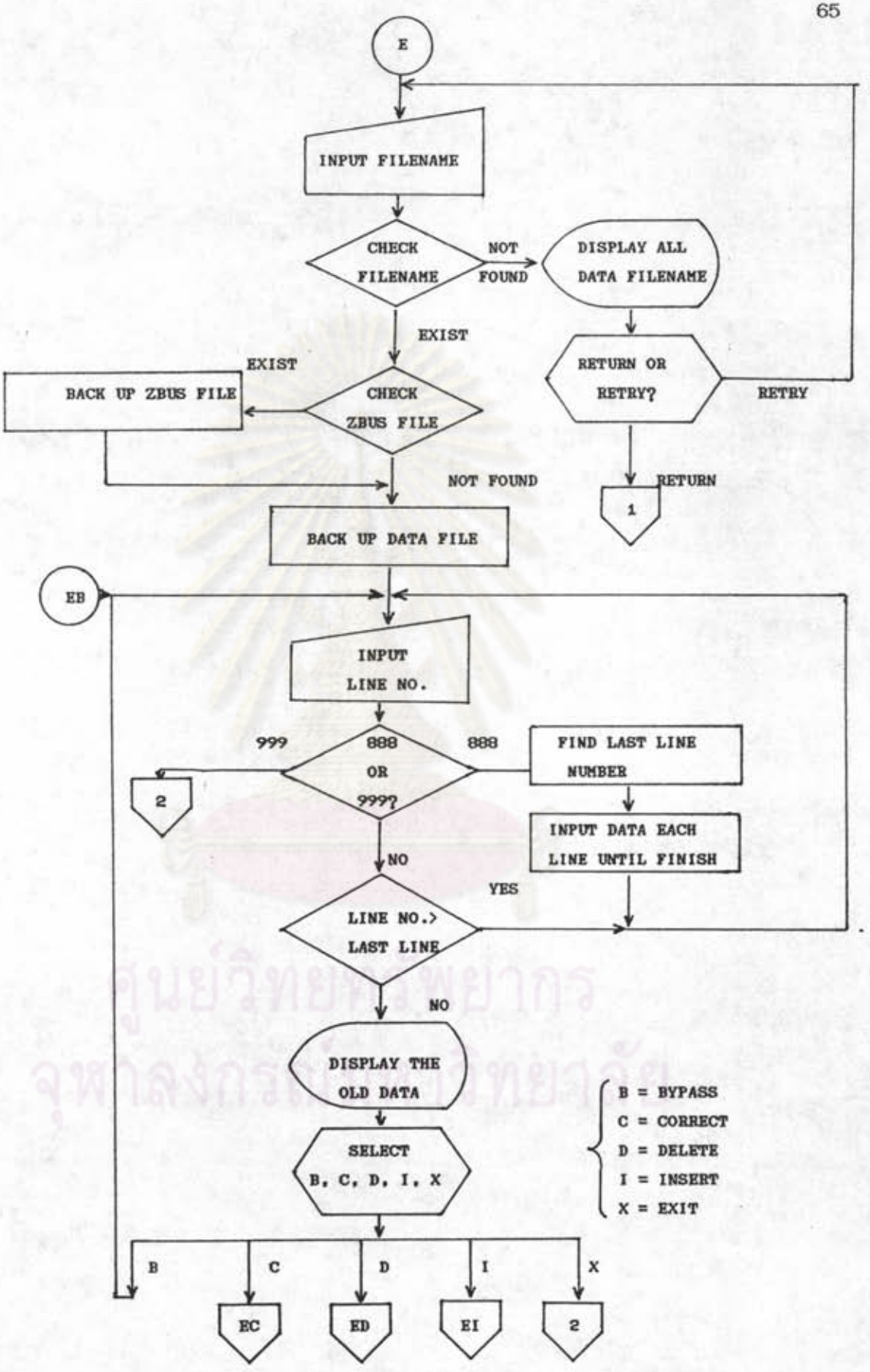


รูปที่ 4.3 โฟลชาร์ทแสดงการป้อนข้อมูลเบื้องต้น

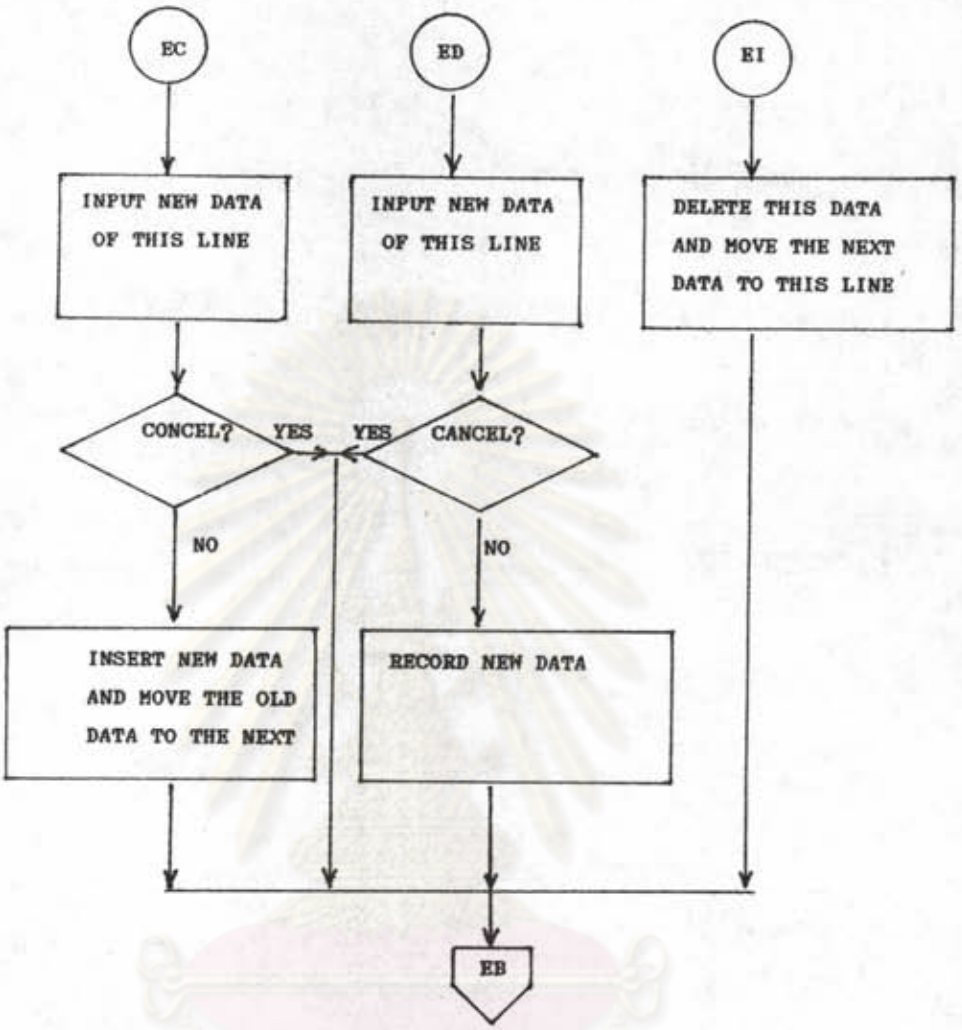


รูปที่ 4.4 โฟลชาร์ทแสดงการใช้ข้อมูลเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

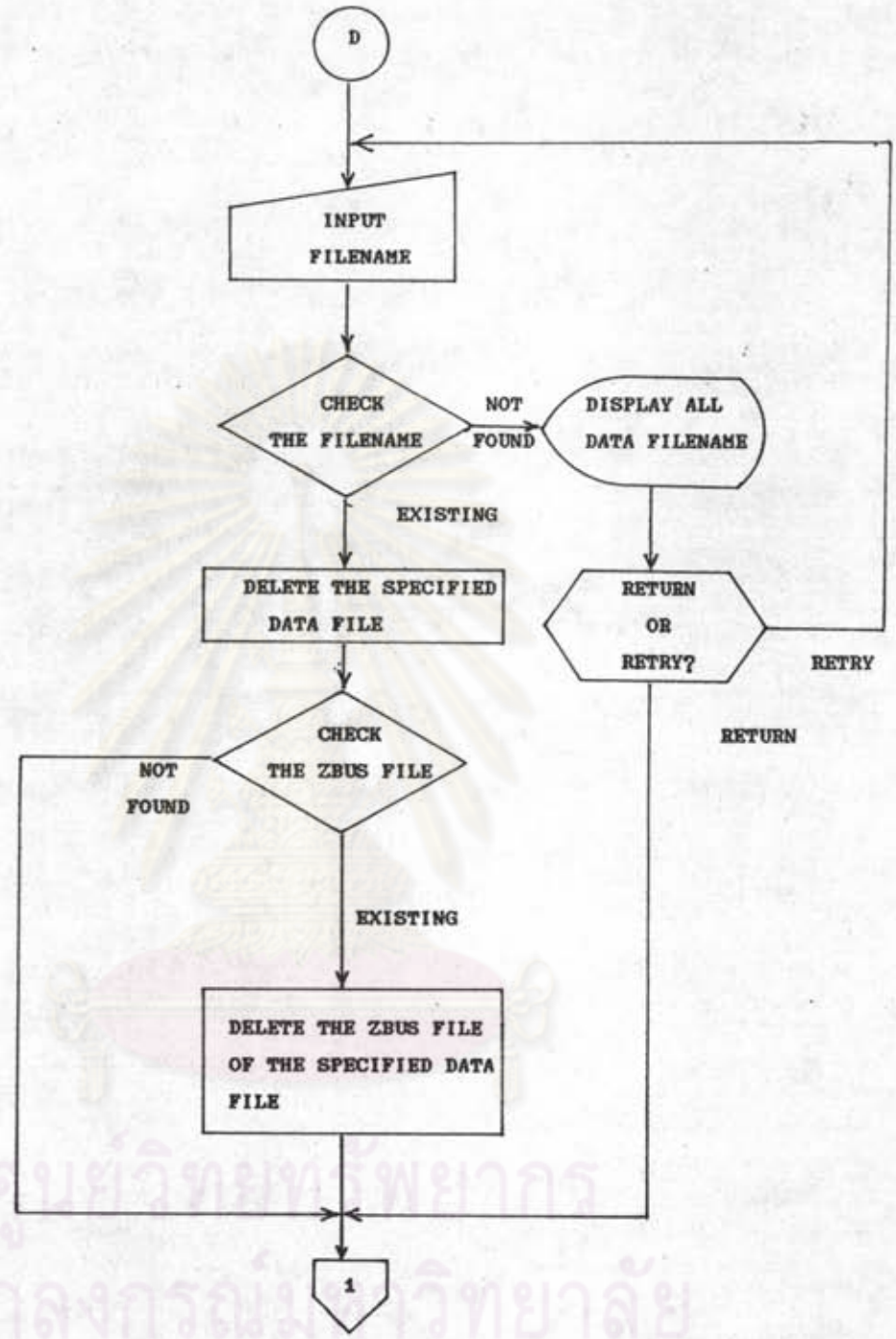


รูปที่ 4.5 (ก) แสดงโฟลชาร์ทการแก้ไขไฟล์ข้อมูล



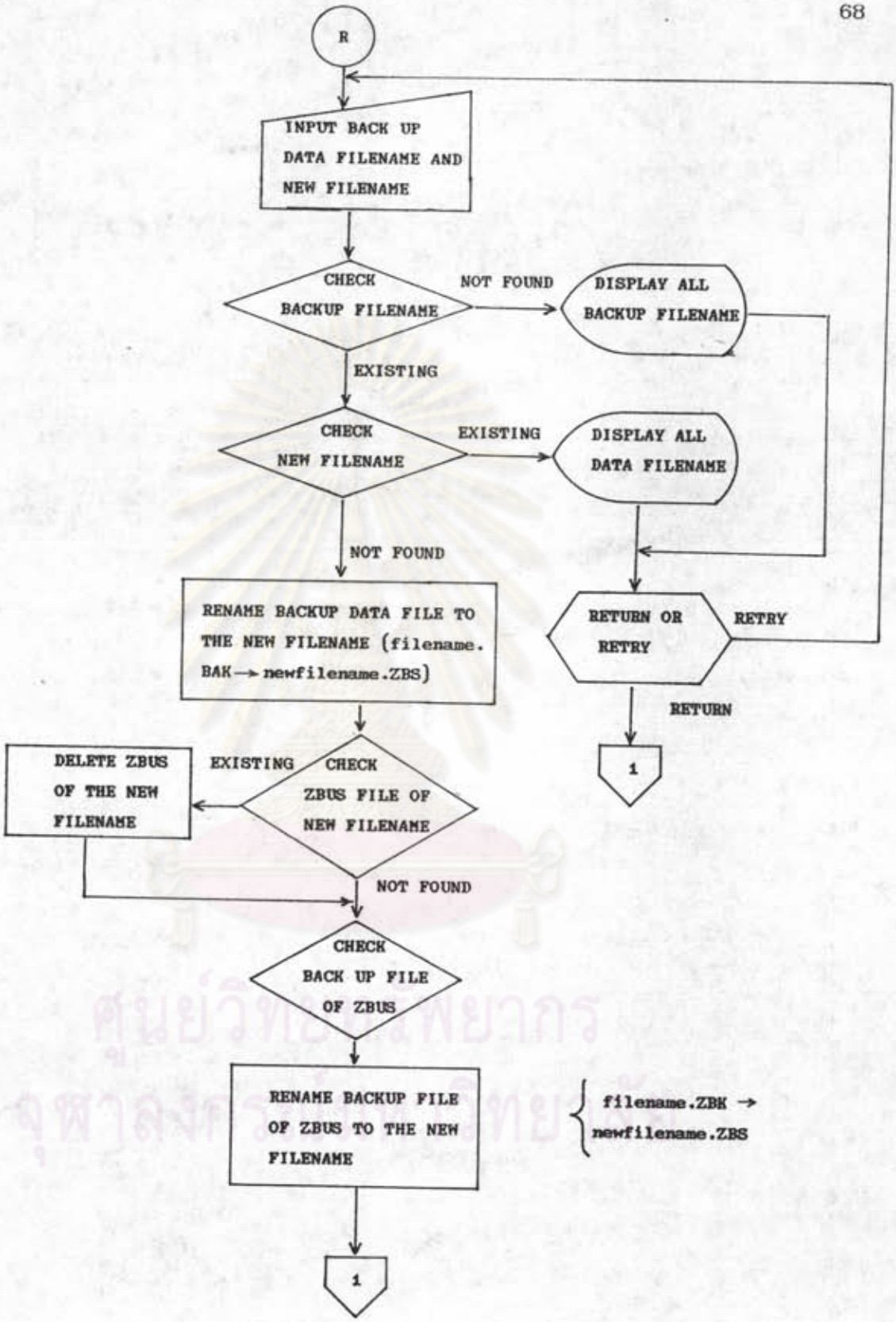
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.5 (ข) แสดงโฟลชาร์ทการแก้ไขไฟล์ข้อมูล

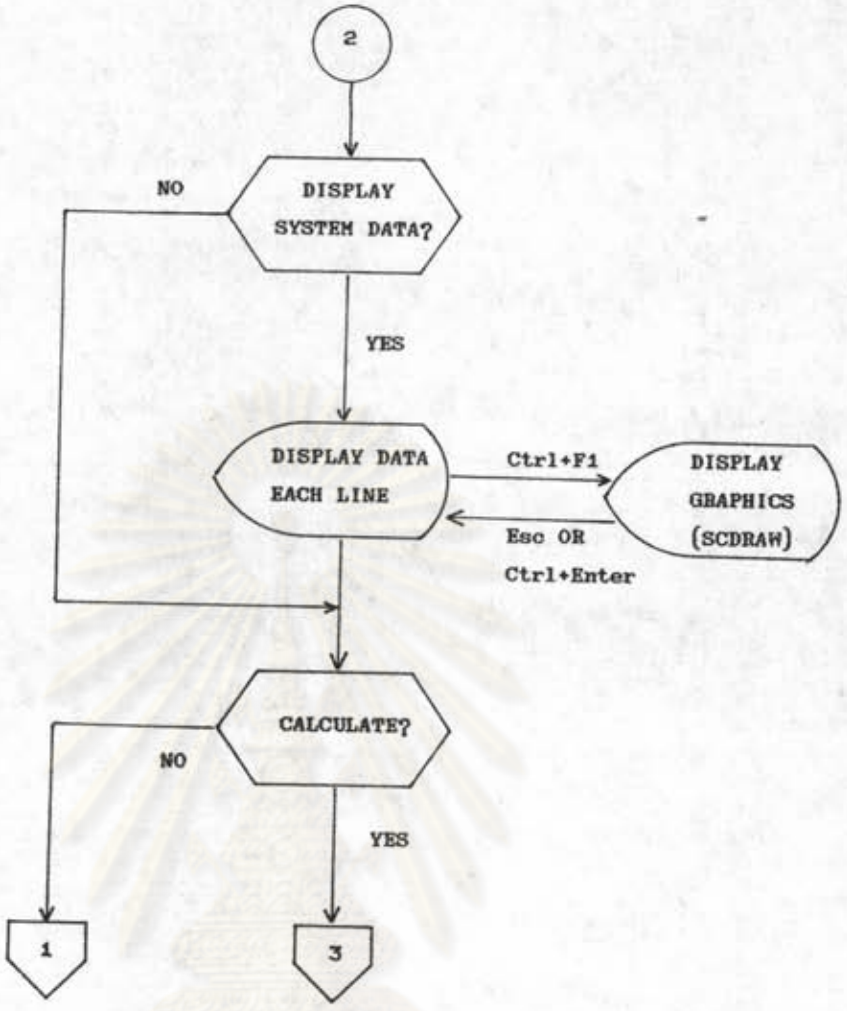


รูปที่ 4.6 โฟลชาร์ทแสดงการลบไฟล์ข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 โฟลชาร์ทแสดงการนำไฟล์สำรองกลับมาใช้ใหม่



รูปที่ 4.8 โฟลชาร์ทแสดงการแสดงข้อมูลที่มีในไฟล์ข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมการคำนวณ

โปรแกรมในส่วนนี้เป็นโปรแกรมการคำนวณ หลังจากที่ได้ข้อมูลเบื้องต้นตามที่ต้องการแล้ว โปรแกรมการคำนวณนี้แบ่งออกได้ดังนี้คือ

1. การแปลงข้อมูลเบื้องต้นให้เป็นอิมพิแดนซ์สมมูลย์
2. การสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ และบันทึกลงไฟล์
3. การคำนวณกระแสลัดวงจร
4. การหาค่าแฟคเตอร์ตัวคูณจากกราฟ
5. การคำนวณกระแสในส่วนต่าง ๆ และแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจร
6. การกำหนดค่าสภาวะเบื้องต้นก่อนการลัดวงจร และการเปลี่ยนค่า
7. การเปลี่ยนแปลงข้อมูลเบื้องต้น และการแก้ไขบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์
8. การแสดงผลลัพธ์

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้คือ

1. ตรวจสอบไฟล์ข้อมูลว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่

1.1 ถ้าพบว่ามีข้อผิดพลาด ให้กลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

1.2 ถ้าไม่มีข้อผิดพลาด ให้ไปทำขั้นตอนที่ 2

2. นับหมายเลขบัสสูงสุด, นับจำนวนลายน์ทั้งหมด และจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแหล่งผลิตไฟฟ้า

3. ตรวจสอบว่ามีไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ของข้อมูลนี้อยู่หรือไม่

3.1 ถ้าไม่มี ให้ไปทำขั้นตอนที่ 5

3.2 ถ้ามี ตรวจสอบความถูกต้องของไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ต่อไฟล์ข้อมูลโดยการเทียบค่าที่ได้จากเรคคอร์ดสุดท้ายของไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ กับค่าที่ได้จากขั้นตอนที่2

3.2.1 ถ้าไม่ถูกต้อง ให้ลบไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ และไปทำขั้นตอนที่ 5

3.2.2 ถ้าถูกต้อง แสดงข้อความให้ผู้ใช้ได้ทราบว่า ไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ที่มีอยู่ ใช้สำหรับจุดประสงค์การคำนวณประเภทใด และใช้เอ็มวีฐานเท่าใด และไปขั้นตอนที่ 4

4. ตรวจสอบความต้องการของผู้ใช้ว่าต้องการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ใหม่ หรือ

ต้องการใช้ของที่มีอยู่เดิม

4.1 ถ้าต้องการสร้างใหม่ ทำการลบไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ของเดิมออก และไปทำขั้นตอนที่ 5

4.2 ถ้าต้องการใช้ของเดิม ให้ทำการแปลงข้อมูลเบื้องต้นให้เป็นอิมพิแดนซ์สมมูลย์ และหาว่าลายน์ใดเป็นบรานช์และลายน์ใดเป็นลิงค์ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 10

5. แปลงข้อมูลเบื้องต้นให้เป็นอิมพิแดนซ์สมมูลย์

6. พิจารณาว่าลายน์ใดเป็นบรานช์และลายน์ใดเป็นลิงค์

7. รอรับการเลือกจุดประสงค์ในการคำนวณการลัดวงจรจากผู้ใช้ ซึ่งมีให้เลือกดังนี้

7.1 เลือก 1 เพื่อคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์

7.2 เลือก 2 เพื่อคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์

7.3 เลือก 3 เพื่อคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา

7.4 เลือก 4 เพื่อคำนวณกระแสลัดวงจรช้างต้นทั้งหมด

8. สร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับจุดประสงค์ในการคำนวณแต่ละแบบ โดยมีจำนวนสูงสุดเท่ากับ 12 + จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า + จำนวนแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า และบันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ลงไฟล์

9. บันทึกเรคคอร์ดสุดท้ายของไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ด้วยค่าหมายเลขบัสสูงสุด จำนวนลายน์ จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบวกแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า จุดประสงค์ในการคำนวณ (1, 2, 3 หรือ 4) และค่าเอ็มวีเอฐาน

10. กำหนดค่าสภาวะเริ่มต้น อันได้แก่

10.1 ค่าฟอลท์รีแอคแทนซ์และฟอลท์รีซีสแตนซ์ กำหนดให้เป็นศูนย์

10.2 แรงดันที่บัสต่าง ๆ กำหนดให้เป็น 1 เปอร์ยูนิต และ 0 องศา

10.3 ค่าอินเตอร์รัพติงทาม (Interrupting time) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง กำหนดให้เป็น 2 ไซเกิล (ค่าน้อยที่สุดตามมาตรฐาน)

10.4 ค่าคอนแทกพาร์ทติงทาม (Contact parting time) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง กำหนดให้เป็น 1.5 ไซเกิล (ค่าน้อยที่สุดตามมาตรฐาน)

ค่าต่าง ๆ เหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้โดยผู้ใช้

11. คำนวณกระแสลัดวงจร กระที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร แรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจร ตามแต่ละประเภทของจุดประสงค์การคำนวณ และแสดงผลลัพธ์ทางจอภาพ

12. ตรวจสอบว่าต้องการพิมพ์ผลลัพธ์หรือไม่

12.1 ถ้าต้องการทำการพิมพ์ผลลัพธ์ หลังจากพิมพ์เสร็จไปทำขั้นตอนที่ 13

12.2 ถ้าไม่ต้องการ ไปทำขั้นตอนที่ 13

13. รอรับการเลือกจากผู้ใช้ว่าต้องการให้ทำงานในส่วนใดต่อไป

13.1 ถ้าเลือก F เป็นการคำนวณกระแสลัดวงจรของบัสอื่น ๆ ต่อไปให้ไปทำขั้นตอนที่ 11

13.2 ถ้าเลือก C เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเบื้องต้นไปทำขั้นตอนที่ 14

13.3 ถ้าเลือก I เป็นการเปลี่ยนค่าสภาวะเริ่มต้น ให้ผู้ใช้เปลี่ยนค่าต่างๆ ตามต้องการ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 13

13.4 ถ้าเลือก R เป็นการเปลี่ยนจุดประสงค์ในการคำนวณ ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 7

13.5 ถ้าเลือก G เป็นการแสดงรูปภาพ ให้เข้าสู่โปรแกรมการแสดงรูปภาพ และเมื่อกลับออกจากโปรแกรมการแสดงรูปภาพ ไปทำขั้นตอนที่ 13

13.6 ถ้าเลือก S เป็นการสิ้นสุดการคำนวณ ไปทำขั้นตอนที่ 17

14. ตรวจสอบว่าเป็นการเปลี่ยนค่าข้อมูลเบื้องต้นครั้งแรกหรือไม่

14.1 ถ้าใช่ ให้ทำการถ่ายข้อมูลเดิม และบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์เก็บไว้ในไฟล์ชั่วคราว

14.2 ถ้าไม่ใช่ ครั้งแรกไปทำขั้นตอนที่ 15

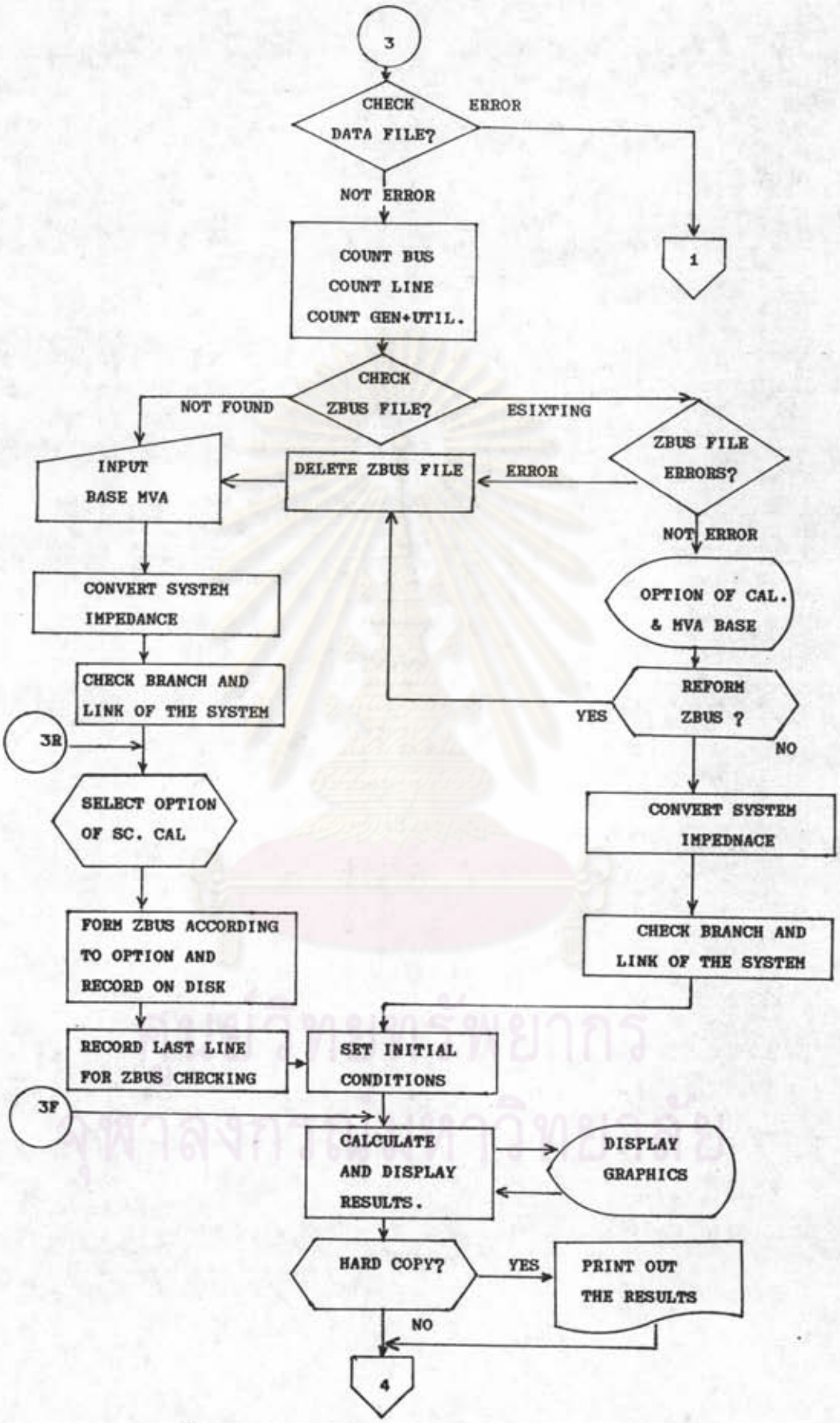
15. เปลี่ยนค่าข้อมูลเบื้องต้น โดยการแสดงข้อมูลเดิมให้ผู้ใช้ทราบ และรอรับการป้อนค่าใหม่ (ให้เปลี่ยนได้เฉพาะค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์เท่านั้น โดยไม่เปลี่ยนแปลงโครงร่างของระบบไฟฟ้า) ดังรายละเอียดในหัวข้อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเบื้องต้น และการแก้ไขบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์

16. แก้ไขบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ใหม่ ตามค่าข้อมูลที่ได้เปลี่ยนไป และบันทึกลงไฟล์ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 13

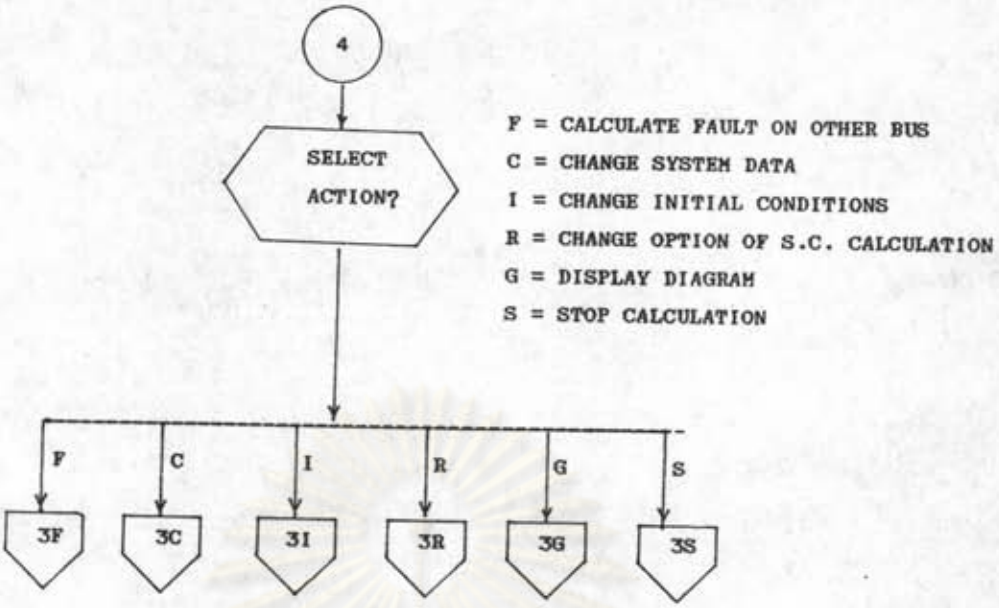
17. ตรวจสอบว่าได้เคยมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเบื้องต้น ตามขั้นตอนที่ 15 หรือไม่

17.1 ถ้าเคยเปลี่ยน ตรวจสอบว่าต้องการให้เก็บการเปลี่ยนแปลงนั้น เป็นการถาวรหรือไม่

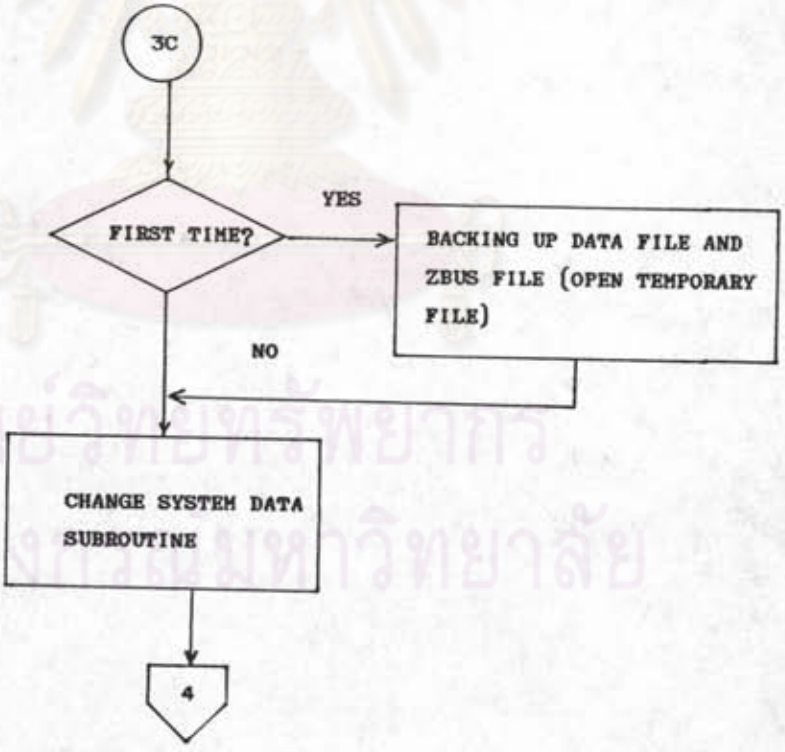
17.1.1 ถ้าต้องการให้ข้อมูลเปลี่ยนแปลงโดยถาวร ให้ลบไฟล์ชั่วคราวออกทั้ง 2 ไฟล์ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 18



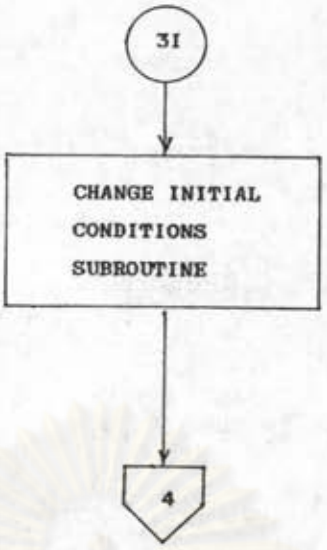
รูปที่ 4.9 (ก) โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมการคำนวณ



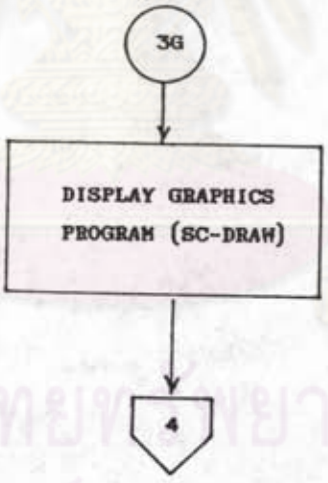
รูปที่ 4.9 (ข) แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมการคำนวณ



รูปที่ 4.9 (ค) โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมการคำนวณ

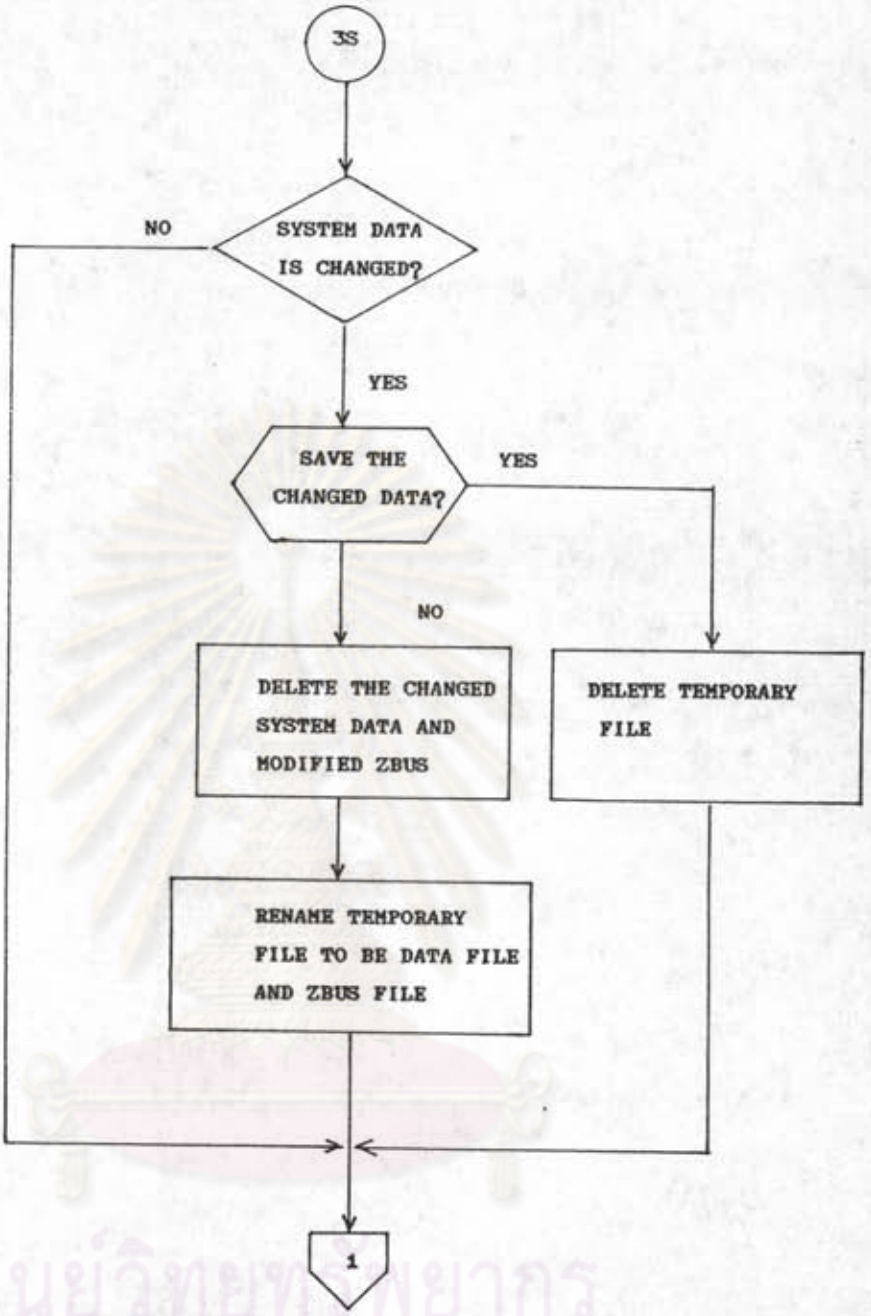


รูปที่ 4.9 (ง) โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมการคำนวณ



รูปที่ 4.9 (จ) โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 (ฉ) โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

17.1.2 ถ้าไม่ต้องการ ให้ลบไฟล์ข้อมูลและไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ออกจากดิสค์ และนำไฟล์ชั่วคราวกลับมาเป็นไฟล์ข้อมูล และไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์แล้วไปทำขั้นตอนที่ 18

17.2 ถ้าไม่เคยเปลี่ยนแปลงข้อมูล ไปทำขั้นตอนที่ 18

18. จบการทำงานในโปรแกรมส่วนนี้ กลับสู่โปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.9 (ก), (ข), (ค), (ง), (จ) และ (ฉ)

<u>การแปลงข้อมูลเบื้องต้นให้เป็นอิมพิแดนซ์สมมูลย์</u>

โปรแกรมส่วนนี้เป็นโปรแกรมย่อยอยู่ในส่วนโปรแกรมการคำนวณ (SCCAL) โปรแกรมจะนำข้อมูลเบื้องต้นที่เก็บอยู่ในไฟล์ข้อมูล มาแปลงให้เป็นอิมพิแดนซ์สมมูลย์ตามชนิดของอุปกรณ์นั้น ๆ และเก็บค่าอิมพิแดนซ์สมมูลย์ของแต่ละอุปกรณ์ไว้ในตัวแปรต่าง ๆ เพื่อใช้งานต่อไป ขณะที่โปรแกรมยังทำงานอยู่ในโปรแกรมของการคำนวณ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

1. เริ่มจากลายน์ที่ I = 1, 2, 3....., จำนวนลายน์ทั้งหมด
2. อ่านข้อมูลจากไฟล์ข้อมูล เรคคอร์ดที่ I
3. ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ I นี้ เป็นของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบ 3 ขดลวดหรือไม่

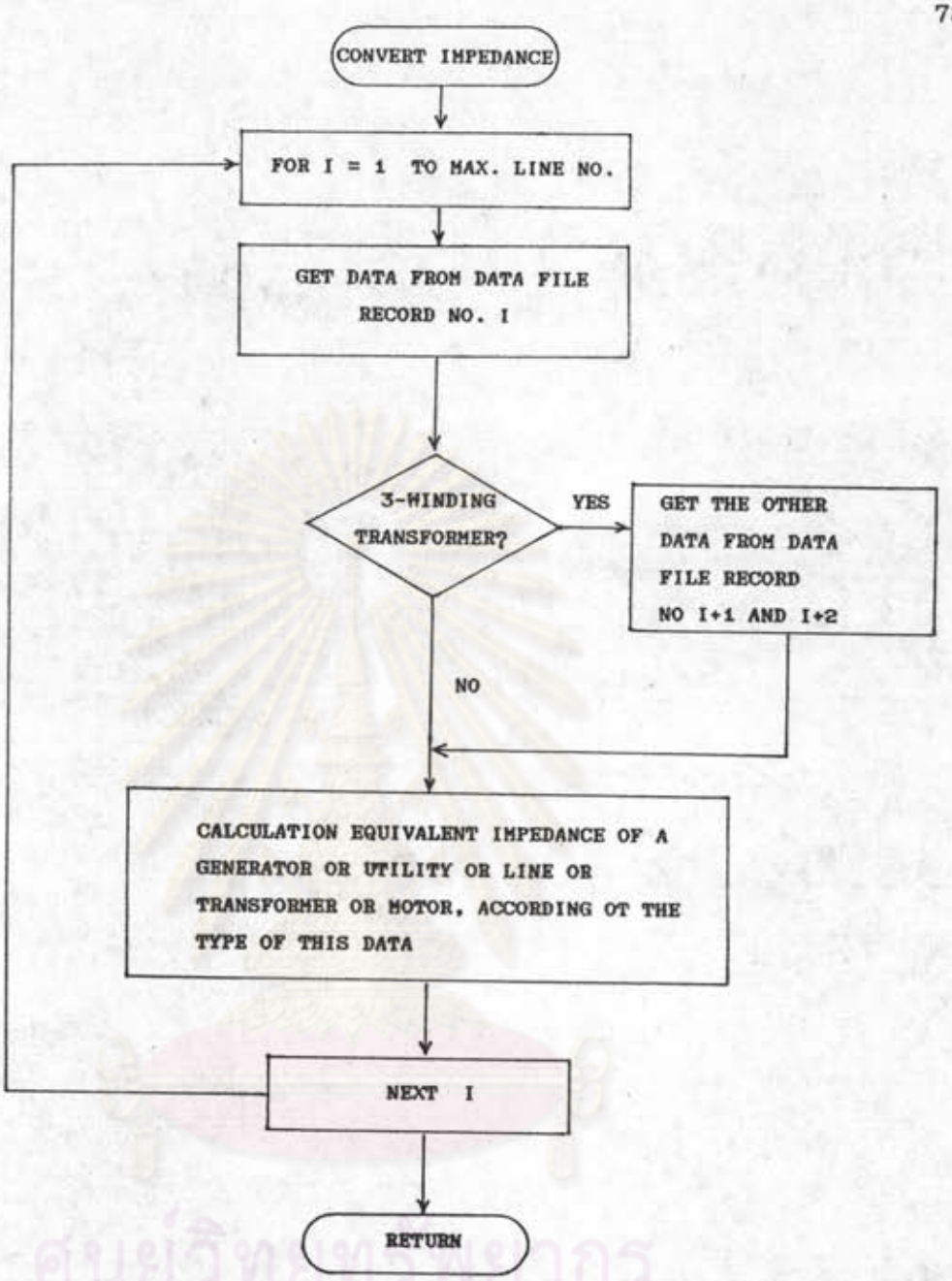
3.1 ถ้าเป็นข้อมูลของหม้อแปลงแบบ 3 ขดลวด ให้อ่านข้อมูลของหม้อแปลง 3 ขดลวดที่เหลือ จากไฟล์ข้อมูลเรคคอร์ดที่ I+1 และ I+2 แล้วไปทำขั้นตอนที่ 4

3.2 ถ้าไม่ใช้ข้อมูลของหม้อแปลงแบบ 3 ขดลวด ไปทำขั้นตอนที่ 4

4. ทำการคำนวณหาค่าอิมพิแดนซ์สมมูลย์ ตามชนิดของอุปกรณ์ของข้อมูลนี้ (รายละเอียดและวิธีการแปลงอิมพิแดนซ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ เหมือนบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.4.2) และบันทึกค่าอิมพิแดนซ์สมมูลย์ที่คำนวณได้ไว้ในตำแหน่งต่าง ๆ ดังนี้คือ

4.1 XM(I) และ RM(I) คือ รีแอคแตนซ์สมมูลย์ และรีซีสแตนซ์สมมูลย์ ของอุปกรณ์ลายน์ที่ I ใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรกสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

4.2 XI(I) และ RI(I) คือ รีแอคแตนซ์สมมูลย์ และรีซีสแตนซ์สมมูลย์ ของ



รูปที่ 4.10 โฟลชาร์ทแสดงการแปลงข้อมูล เบื้องต้นให้ เป็นอิมพีแดนซ์สมมูลย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุปกรณ์ลายน์ที่ I ใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจร และอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูงในช่วงคอนแทกแยกจากกัน

4.3 XML(I) และ RML(I) คือ รีแอคแตนซ์สมมูลย์ และรีซีสแตนซ์สมมูลย์ของอุปกรณ์ลายน์ที่ I ใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจร และอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำและฟิวส์

4.4 XLT(I) และ RLT(I) คือ รีแอคแตนซ์สมมูลย์ และรีซีสแตนซ์สมมูลย์ของอุปกรณ์ลายน์ที่ I ใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา

5. กลับไปทำขั้นตอนที่ 1 ใหม่ โดยเริ่มลายน์ต่อไปจนครบทุกลายน์

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.10

<u>การสร้างบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ และบันทึก ลงไฟล์</u>

โปรแกรมส่วนนี้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม SCCAL ทำหน้าที่สร้างบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ ตามจุดประสงค์การคำนวณแต่ละประเภท และบันทึกลงไฟล์

บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ที่จะสร้างทั้งหมด สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ประเภทดังนี้คือ

1. บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรกของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง ในการสร้างจะใช้ค่า XM(I) และ RM(I) (I = 1, 2, 3...N) (XM(I) และ RM(I) ได้จากโปรแกรมการแปลงข้อมูลเบื้องต้นให้เป็นอิมพีแดนซ์สมมูลย์) คำนวณด้วยค่าคอมเพล็กซ์ และบันทึกลงไฟล์เซตที่ 0 และ 1 (ดูรายละเอียดในหัวข้อโครงสร้างไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์)

2. บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกันสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง ในการสร้างจะใช้ค่า XI(I) และ RI(I) คำนวณด้วยค่าทางคอมเพล็กซ์ และบันทึกลงไฟล์เซตที่ 2 และ 3

3. บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับคำนวณค่าอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ เพื่อใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกันสำหรับเบรกเกอร์แรงดันสูง ในการสร้างจะใช้ค่า XI(I) และ RI(I) คำนวณโดยแยกคำนวณค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์ และบันทึกลงไฟล์เซตที่ 4 และ 5

4. บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับคำนวณกระแสลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำและฟิวส์ ในการสร้างจะใช้ค่า XML(I) และ RML(I) โดยคำนวณด้วยค่าทางคอมเพล็กซ์ และบันทึกลงไฟล์เขตที่ 6 และ 7

5. บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับคำนวณค่าอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ เพื่อใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำและฟิวส์ ในการสร้างจะใช้ค่า XML(I) และ RML(I) คำนวณโดยแยกคำนวณค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์ และบันทึกลงไฟล์เขตที่ 8 และ 9

6. บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับคำนวณกระแสลัดวงจรเพื่อใช้รีเลย์ถ่วงเวลา ในการสร้างจะใช้ค่า XLT(I) และ RLT(I) โดยคำนวณด้วยค่าทางคอมเพล็กซ์ และบันทึกลงไฟล์เขตที่ 10 และ 11

7. บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ สำหรับตรวจสอบระยะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับจุดที่เกิดลัดวงจร เพื่อใช้ในการหาแฟคเตอร์ตัวคูณ สำหรับคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง สร้างโดยใช้ค่า XLT(I) และดัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ที่ได้ โดยการเพิ่มลิงค์ที่ขนานกันและมีค่าลบขนาดเท่ากับค่า XLT ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกตัว ยกเว้นตัวที่กำลังพิจารณา บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ที่ได้นี้จะเป็นของระบบไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพียงตัวเดียวในระบบ (ละเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวอื่น ๆ และแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้าออกหมด) บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์แบบนี้จะต้องสร้างเท่ากับจำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า เพื่อใช้ในการตรวจสอบระยะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละตัว และบันทึกลงไฟล์เขตที่ 11 + ลำดับที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวนั้น ๆ ในระบบ

จุดประสงค์ในการคำนวณจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภท แต่ละประเภทต้องการบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์แบบต่าง ๆ กัน โปรแกรมจะทำการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์เฉพาะที่ต้องการตามจุดประสงค์การทำงานที่ถูกเลือกเท่านั้น เพื่อเป็นการประหยัดเวลา ซึ่งมีดังนี้คือ

1. การคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ โปรแกรมจะสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 7

2. การคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์ โปรแกรมจะสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 4 และ 5

3. การคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา โปรแกรมจะสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 6

4. การคำนวณกระแสลัดวงจรที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด โปรแกรมจะสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ทั้ง 7 ประเภท

บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 1 ถึง 6 จะประกอบด้วยส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์และส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์ ส่วนประเภทที่ 7 จะมีเฉพาะส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ แต่ละส่วนจะอยู่ในรูปตัวแปร 2 มิติ มีขนาดเท่ากับจำนวนบัสสูงสุด ดังนั้น การสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ทั้ง 7 ประเภทในคราวเดียวกันจะต้องใช้หน่วยความจำเท่ากับ ((6x2) + จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า) x จำนวนบัสสูงสุด x จำนวนบัสสูงสุด

ตัวอย่างเช่นระบบไฟฟ้าขนาด 60 บัส มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4 เครื่อง จะต้องใช้หน่วยความจำเพื่อบันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ถึง (12+4) x 3600 ซึ่งเท่ากับ 57,600 หน่วยความจำ หรือเท่ากับหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ (RAM) เท่ากับ 57600 x 4 ไบท์ (230,000 ไบท์) ในขณะที่เบสิคคอมไพเลอร์กำหนดให้ใช้หน่วยความจำสำหรับตัวแปรอิสระเพียง 64 Kไบท์

หน่วยความจำที่ต้องการในการบันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์นี้ สามารถลดจำนวนลงได้โดยการใช้วิธีบันทึกค่าบัสอิมพิแดนซ์ทั้งหมดลงดิสค์ ดังนั้นหน่วยความจำที่ต้องการก็จะเหลือเพียงจำนวนที่ใช้สร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์แต่ละประเภท ซึ่งเท่ากับจำนวน 2 x จำนวนบัสสูงสุด x จำสนวนบัสสูงสุด x 4 ไบท์ เท่านั้น (ตัวอย่างระบบไฟฟ้าข้างต้นจะใช้หน่วยความจำเพียง 2 x 3600 x 4 ไบท์ (28,800 ไบท์)) ไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์นี้จะยังคงอยู่ในดิสค์หลังจากจบการคำนวณแล้ว และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้อีกในการคำนวณระบบไฟฟ้าเดิมนี้ในครั้งต่อไป ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการคำนวณได้มาก

โปรแกรมการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์นี้สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ส่วนคือ

1. การตรวจสอบโครงร่างของระบบไฟฟ้า เพื่อเตรียมการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์

2. การสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์

โปรแกรมจะทำงานในส่วนที่ 1 ก่อน แล้วจึงส่งค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์แบบ

ต่าง ๆ ดังกล่าวมาข้างต้น ไปทำการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ในส่วนที่ 2 แล้วทำการบันทึกลงไฟล์ตามเขตต่าง ๆ

1. <u>การตรวจสอบโครงร่างของระบบไฟฟ้าเพื่อเตรียมการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์</u>

โปรแกรมส่วนนี้จะทำการตรวจสอบลายน์ทุก ๆ ลายน์ ว่าลายน์ใดเป็นบรานช์ และลายน์ใดเป็นลิงค์ เพื่อทำการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ในขั้นต่อไป โปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกทำหน้าที่เป็นเมนโปรแกรม ซึ่งจะส่งลายน์ทีละลายน์เข้าไปตรวจสอบในโปรแกรมส่วนที่สอง ว่าลายน์นั้นเป็นปรานช์หรือลิงค์

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้คือ

NP%(I) คือ บัสพี (P) หรือบัสแรกของลายน์ I

NQ%(I) คือ บัสคิว (Q) หรือบัสที่สองของลายน์ I

PP%(I) คือ บัสที่ต่ออยู่กับระบบใหญ่ของลายน์ I

QQ%(I) คือ บัสของลายน์ I ที่ต่อเข้ามาในระบบใหญ่

INF(I) คือ ตัวแปรสำหรับบันทึกหมายเลขลายน์ที่มีค่าเป็นอนันต์

BOL%(I) คือ ดัชนี ถ้ามีค่าเป็น 1 แสดงว่าลายน์ I เป็นลิงค์ ถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าลายน์ I เป็นบรานช์

BU%(I) คือ ตัวแปรสำหรับบันทึกหมายเลขบัสที่เพิ่มเข้ามาในระบบตามลำดับ

IO คือ ตัวนับจำนวนบัสที่ค่อย ๆ เพิ่มเข้ามาในระบบ

ITHC คือ ตัวนับจำนวนลายน์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว

ITHF(I) คือ ตัวแปรสำหรับบันทึกหมายเลขลายน์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วตามลำดับ

INFC คือ ตัวนับจำนวนลายน์ที่มีค่าเป็นอนันต์

INC คือ ตัวนับจำนวนลายน์ที่ข้ามไปเพราะไม่ต่ออยู่กับระบบ

IX คือ ดัชนีขณะตรวจสอบแต่ละลายน์

NT%(I) คือ ตัวแปรเก็บหมายเลขลายน์ที่ข้ามไป เพราะไม่ต่ออยู่กับระบบ

ADIN% คือ ดัชนี ถ้ามีค่า 0 แสดงว่าอยู่ในขั้นตอนให้ตรวจสอบลายน์ที่เป็นอนันต์ด้วย ถ้ามีค่า 1 แสดงว่าไม่ต้องตรวจสอบค่าอนันต์

BCON%(I) คือ จำนวนบัสที่มีในระบบ หลังจากได้ตรวจสอบลายน์ I แล้ว

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้คือ (ขั้นตอนที่ 1-16 ทำหน้าที่เป็นเมนโปรแกรม และขั้นตอนที่ 17-23 ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมย่อย)

1. เริ่มต้นลายน์ I = 1 กำหนดให้เป็นบรานช์

1.1 บันทึกค่าบัสทั้งสองของลายน์ I คือ

BU%(0) = NP%(1), BU%(1) = NQ%(1)

1.2 บันทึกค่าบัสที่ต่อกับระบบ และบัสที่เพิ่มขึ้นมาในระบบ

PP%(I) = NP%(1), QQ%(1) = NQ%(1)

1.3 กำหนดค่าตัวนับจำนวนลายน์ ITHC = 1

1.4 บันทึกลำดับที่ของลายน์

ITHF(ITHC) = I

1.5 กำหนดค่าตัวแปรนับบัสในระบบขณะตรวจสอบลายน์ I

IO = 1

1.6 บันทึกจำนวนบัสในระบบขณะตรวจสอบลายน์ I

BCON%(I) = IO

2. เริ่มต้นจากลายน์ I = 2, 3,.....MLN%

3. ตรวจสอบว่าลายน์ I เป็นบรานช์หรือลิงค์ โดยไปทำขั้นตอนที่ 17 ถึงขั้นตอนที่ 23 เสร็จแล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 โดยเริ่มลายน์ต่อไปจนครบ

4. ตรวจสอบว่า INC = 0 หรือไม่

4.1 ถ้า INC = 0 แสดงว่า ในการตรวจสอบขั้นตอนที่ 3 ไม่มีลายน์ใดที่ถูกข้ามไป ให้ไปทำขั้นตอนที่ 10

4.2 ถ้า INC ≠ 0 แสดงว่า มีลายน์ที่ถูกข้ามไปเพราะไม่มีบัสใดต่ออยู่กับระบบ ลายน์ที่ถูกข้ามจะมีจำนวนเท่ากับ INC ให้ไปทำขั้นตอนที่ 5

5. บันทึกค่า INC ไว้ชั่วคราว

IJJ = INC

INC = 0

6. กำหนดค่าตัวนับเริ่มจาก II = 1, 2, 3,.....IJJ

7. ลายน์ที่ข้ามไปคือ I = NT%(II)

8. ตรวจสอบลายน์ I ว่าเป็นบรานช์หรือลิงค์ โดยไปทำขั้นตอนที่ 17

ถึงขั้นตอนที่ 23 เสร็จแล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 6 โดยเริ่มค่าตัวนับ II ต่อไปจนครบถึง IJJ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 9

9. ตรวจสอบว่า INC = IJJ หรือไม่

9.1 ถ้า INC ไม่เท่ากับ IJJ แสดงว่าลายน์ที่ได้ข้ามไปสามารถตรวจสอบได้ และลดลงแล้ว ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 4

9.2 ถ้า INC มีค่าเท่ากับ IJJ แสดงว่ามีลายน์ที่ไม่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้า ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ กลับสู่โปรแกรม SCIP พร้อมกับแสดงหมายเลขลายน์ที่ไม่ได้ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าทางจอภาพ

10. ตรวจสอบว่า INFC = 0 หรือไม่

10.1 ถ้า INFC = 0 แสดงว่าตรวจสอบครบทุกลายน์ในระบบไฟฟ้าแล้ว ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ไปทำส่วนอื่นต่อไป

10.2 ถ้า INFC $\neq$ 0 แสดงว่ามีลายน์ที่ข้ามไปเพราะมีค่าเป็นอนันต์และเป็นบรานช์ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 11

11. บันทึกค่า INFC ไว้ชั่วคราว

IJJ = INFC

INFC = 0

12. กำหนดค่า ADIN% = 1

13. กำหนดค่าตัวนับ เริ่มจาก II = 1, 2, 3,.....IJJ

14. ลายน์ที่ข้ามไปคือ I = INF(II)

15. ตรวจสอบว่าลายน์ I เป็นบรานช์หรือลิงค์ โดยไปทำขั้นตอนที่ 17 ถึงขั้นตอนที่ 23 เสร็จแล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 13 โดยเริ่มค่า II ต่อไปจนครบถึง IJJ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 16

16. ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ และไปทำส่วนอื่นต่อไป

17. กำหนดค่า IX = 0

18. ตรวจสอบว่าบัสพีของลายน์ I มีอยู่ในระบบไฟฟ้าแล้วหรือไม่ (คือตรวจสอบว่า NP%(I) มีอยู่ใน BU%(ICC), ICC = 1, 2,...IO หรือไม่)

18.1 ถ้าใช่ ให้กำหนดค่า IX = 1

18.2 ถ้าไม่ใช่ ไปทำขั้นตอนต่อไป

19. ตรวจสอบว่าบัสคิวของลายน์ I มีอยู่ในระบบไฟฟ้าแล้วหรือไม่ (คือ

ตรวจสอบว่า NQ%(I) มีอยู่ใน BU%(ICC), ICC = 1, 2,...IO หรือไม่)

19.1 ถ้าใช่ ไปทำขั้นตอนที่ 20

19.2 ถ้าไม่ใช่ ไปทำขั้นตอนที่ 21

20. ตรวจสอบว่า IX มีค่าเท่าไร

20.1 ถ้า IX = 1 แสดงว่าลายน์ I เป็นลิงค์ ให้บันทึกค่า

```
PP%(I)          =   NP%(I)
QQ%(I)          =   NQ%(I)
ITHF(ITHC+1)    =   I
BCON%(ITHC+1)   =   IO
ITHC            =   ITHC + 1
```

แล้วไปทำขั้นตอนที่ 23

20.2 ถ้า IX = 0 ให้บันทึกค่า

```
IO          =   IO + 1
BU%(IO)     =   NP%(I)
QQ%(I)      =   NP%(I)
PP%(I)      =   NQ%(I)
```

แล้วไปทำขั้นตอนที่ 22

21. ตรวจสอบค่า IX มีค่าเท่าไร

21.1 ถ้า IX = 0 แสดงว่าลายน์ I ไม่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้า ให้บันทึกหมายเลขลายน์ไว้ และข้ามลายน์นี้ไปก่อนโดย

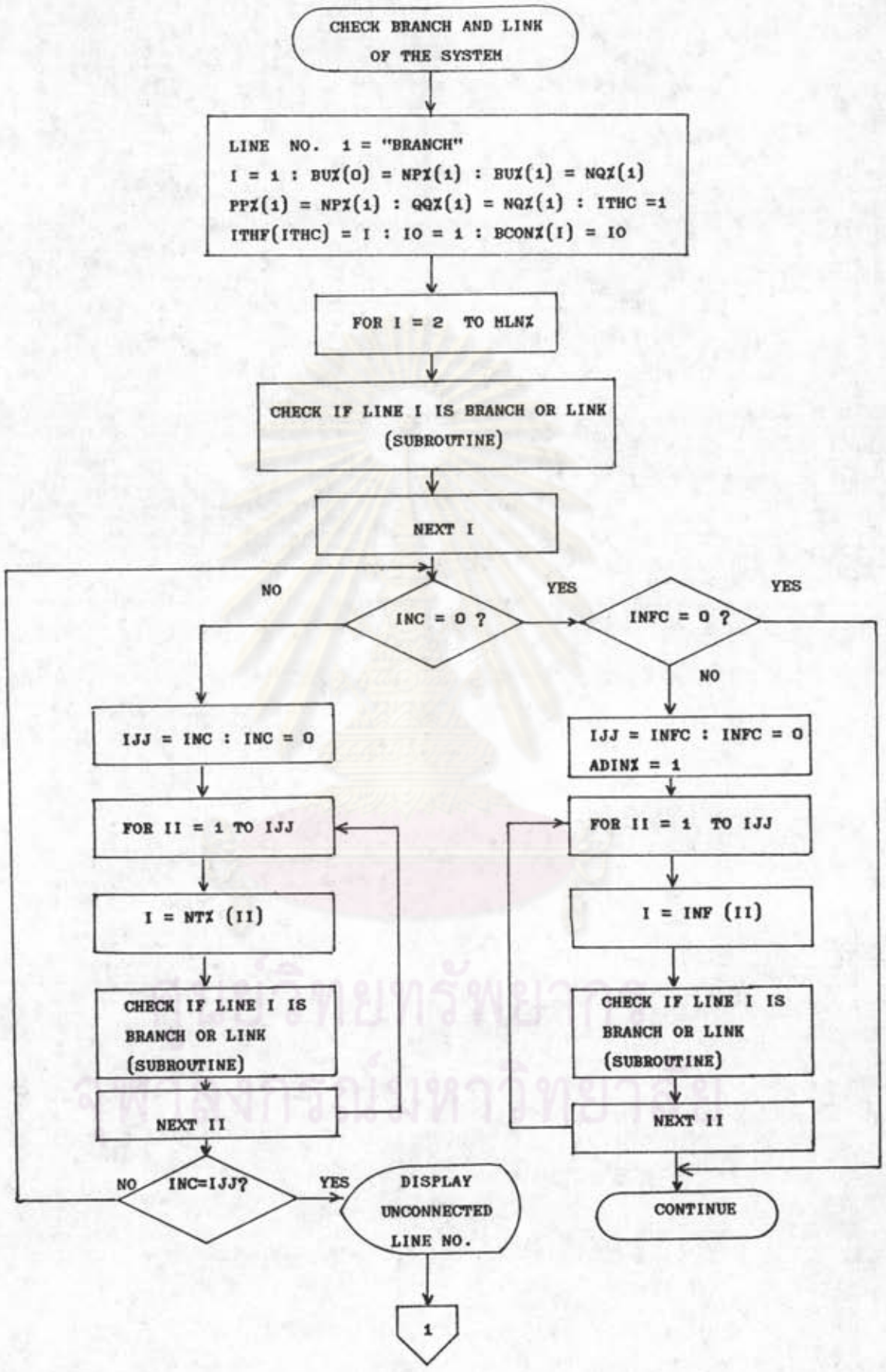
```
INC         =   INC + 1
NT%(INC)    =   I
```

แล้วไปทำขั้นตอนที่ 23

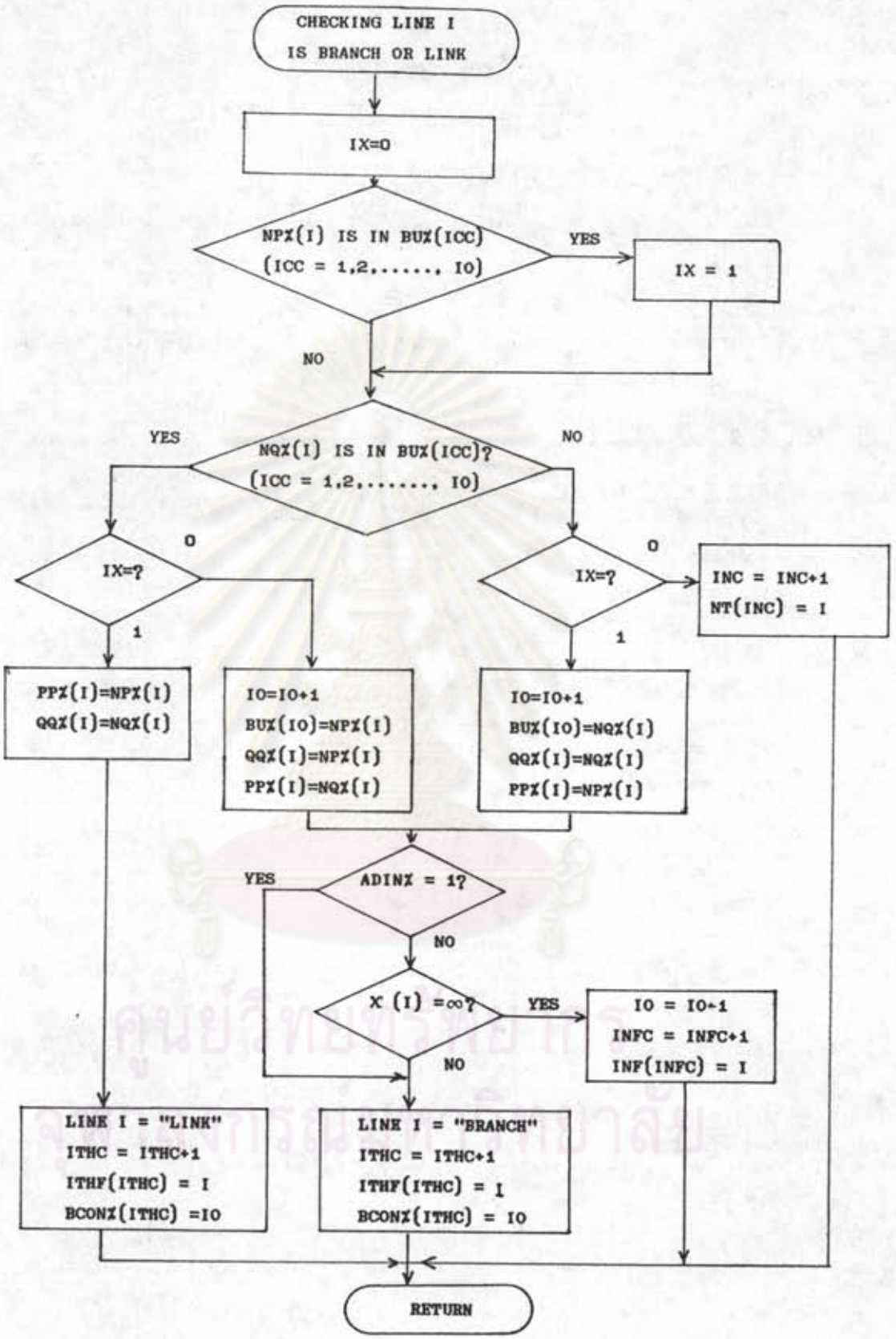
21.2 ถ้า IX = 1 ให้บันทึกค่า

```
IO          =   IO + 1
BU%(IO)     =   NQ%(I)
QQ%(I)      =   NQ%(I)
PP%(I)      =   NP%(I)
```

แล้วไปทำขั้นตอนที่ 22



รูปที่ 4.11 โฟลชาร์ทแสดงการตรวจสอบระบบว่าสายน์ใด เป็นบรานช์หรือลิงค์



รูปที่ 4.12 โฟลชาร์ทแสดงการตรวจสอบแต่ละสายว่าเป็นบรานช์หรือลิงค์

22. ตรวจสอบว่า ADIN% มีค่าเท่าไร

22.1 ถ้า ADIN% = 0 ให้ตรวจสอบว่าลายน์ I มีค่าอนันต์หรือไม่

22.1.1 ถ้ามีค่าเป็นอนันต์ ให้ข้ามลายน์นี้ไปก่อนโดยบันทึกค่า

IO = IO - 1

INFC = INFC + 1

INF(INFC) = I

แล้วไปทำขั้นตอนที่ 23

22.1.2 ถ้ามีค่าไม่เป็นอนันต์ กำหนดให้ลายน์ I เป็นบรานช์ และให้บันทึกค่า

ITHC = ITHC + 1

ITHC(ITHC) = I

BCON%(ITHC)= IO

แล้วไปทำขั้นตอนที่ 23

22.2 ถ้า ADIN% = 1 กำหนดให้ลายน์ Iเป็นบรานช์ และให้บันทึกค่า

ITHC = ITHC + 1

ITHF(ITHC) = I

BCON%(ITHC) = IO

แล้วไปทำขั้นตอนที่ 23

23. กลับสู่โปรแกรมข้างต้นในขั้นตอนเดิม

โฟลชาร์ทของโปรแกรมส่วนนี้แสดงในรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12

2. <u>การสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์</u>

โปรแกรมส่วนนี้จะเป็นส่วนคำนวณในการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ โดยดำเนินการตามวิธีอัลกอริทึม (Algorithms) ของ สแตกและเอลเบียด (stagg and El-Abiad) (11) หลังจากโปรแกรมทำการตรวจสอบโครงร่างของระบบ โปรแกรมก็จะทำการส่งค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์แบบต่าง ๆ (XM(I), RM(I); XI(I), RI(I); XML(I),RML(I) หรือ XLT(I), RLT(I)) มาทำการสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์แบบต่าง ๆ ในโปรแกรมส่วนนี้

ที่ละประเภท

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม

ZBX(I,J) คือ ตัวแปรในรูปของ 2 มิติ ใช้บันทึกค่ารีแอคแตนซ์ของบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ ขณะทำการสร้างหรือขณะเรียกมาใช้งานจากไฟล์

ZBR(I,J) คือ ตัวแปรในรูปของ 2 มิติ ใช้บันทึกค่ารีซีสแตนซ์ของบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ ขณะทำการสร้างหรือขณะเรียกมาใช้งานจากไฟล์

XX(I) คือ ตัวแปรสำหรับบันทึกค่ารีแอคแตนซ์ของระบบไฟฟ้า เป็นค่าที่ใช้ในการสร้างบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์

RR(I) คือ ตัวแปรสำหรับบันทึกค่ารีซีสแตนซ์ของระบบไฟฟ้า เป็นค่าที่ใช้ในการสร้างบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้

1. บันทึกค่าสมาชิกทุกตัวของ ZBX(I,J) และ ZBR(I,J) ให้เป็นศูนย์
2. เริ่มจากลายน์ที่ I = ITHF(L), L = 1, 2,.....,ITHC
3. ตรวจสอบว่าลายน์ I เป็นบรานช์หรือลิงค์
   3.1 ถ้าลายน์ I เป็นบรานช์ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 4
   3.2 ถ้าลายน์ I เป็นลิงค์ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 5
4. เพิ่มบรานช์ ลายน์ที่ I เข้าในเมตริกซ์โดยคำนวณค่า

```
ZBX(Q%, S%)  =  ZBX(P%, S%)
ZBR(Q%, S%)  =  ZBR(P%, S%)
ZBX(S%, Q%)  =  ZBX(P%, S%)
ZBR(S%, Q%)  =  ZBR(P%, S%)
```

โดยที่ P% = PP%(I)

Q% = QQ%(I)

S% = BU%(KK), KK = 1, 2, 3,...BCON%.(I)

และคำนวณ

```
ZBX(Q%, Q%)  =  ZBX(P%, Q%) + XX(I)
ZBR(Q%, Q%)  =  ZBR(P%, Q%) + RR(I)
```

เมื่อคำนวณเสร็จไปทำขั้นตอนที่ 8

5. ตรวจสอบว่า ต้องการคำนวณด้วยค่าทางคอมเพล็กซ์หรือไม่

5.1 ถ้าต้องการคำนวณแบบคอมเพล็กซ์ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 7

5.2 ถ้าต้องการคำนวณแยกค่ารีแอคแตนซ์ และรีซีสแตนซ์อิสระจากกัน ให้ไปทำขั้นตอนที่ 6

6. เพิ่มลิงค์ลายน์ที่ I เข้าในเมตริกซ์โดยคำนวณดังนี้

ZLX(S%) = ZBX(P%, S%) - ZBX(Q%, S%)

ZLR(S%) = ZBR(P%, S%) - ZBR(Q%, S%)

โดยที่ P% = PP%(I)

Q% = QQ%(I)

S% = BU%(KK), KK = 1, 2, 3...BCON%(I)

คำนวณค่า:

LLX = ZLX(P%) - ZLX(Q%) + XX(I)

LLR = ZLR(P%) - ZLR(Q%) + RR(I)

และคำนวณค่าสมาชิกของเมตริกซ์ค่าใหม่ดังนี้

ZBX(K,L) = ZBX(K,L) - (ZLX(K)*ZLX(L)/LLX)

ZBR(K,L) = ZBR(K,L) - (ZLR(K)*ZLR(L)/LLR)

โดยที่ K = 1, 2, 3....BCON%(I)

L = 1, 2, 3....BCON%(I)

เมื่อคำนวณเสร็จให้ข้ามไปขั้นตอนที่ 8

7. เพิ่มลิงค์ ลายน์ที่ I เข้าในเมตริกซ์ โดยคำนวณแบบคอมเพล็กซ์ดังนี้

ZLX(S%) = ZBX(P%, S%) - ZBX(Q%, S%)

ZLR(S%) = ZBR(P%, S%) - ZBR(Q%, S%)

โดยที่ P% = PP%(I)

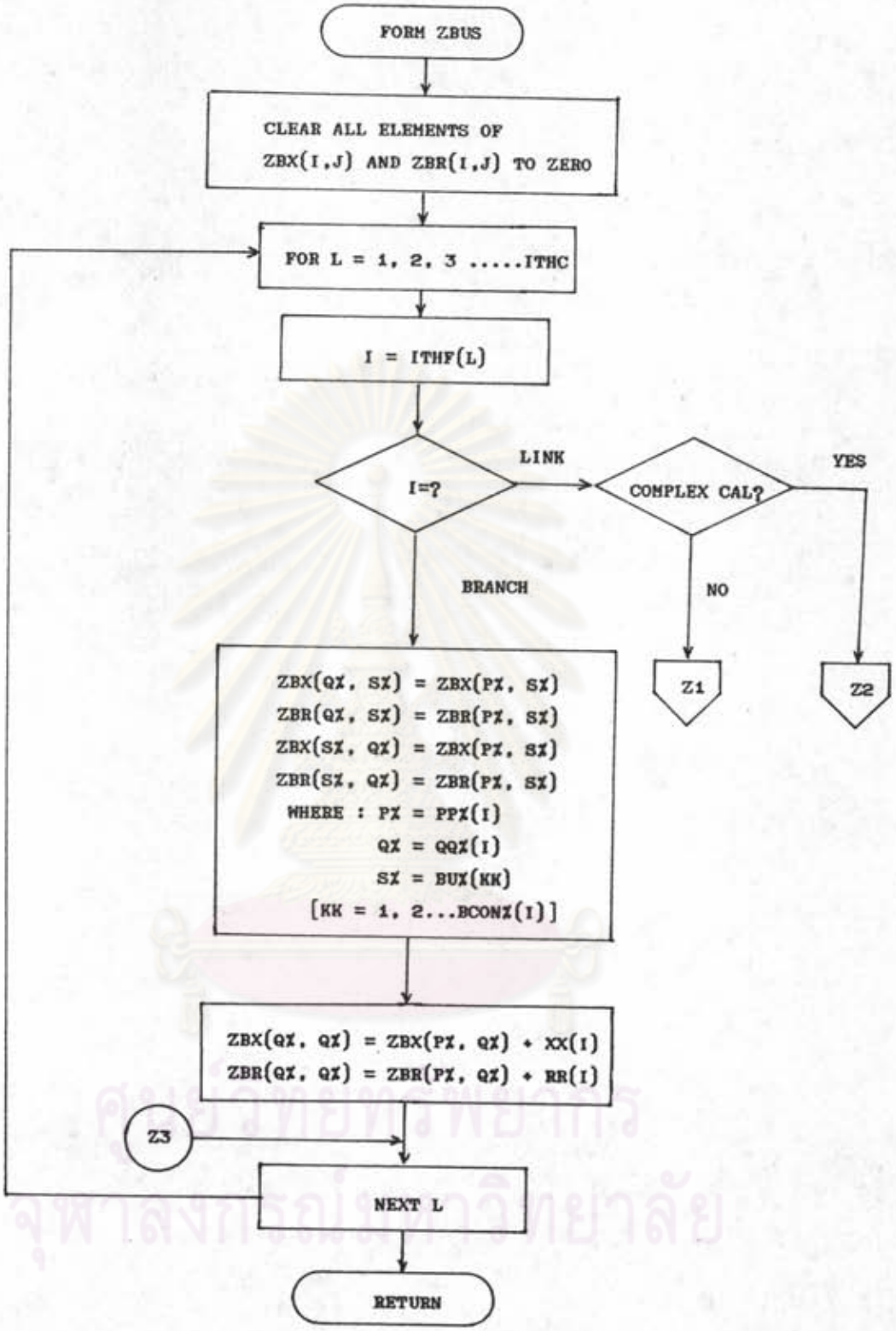
Q% = QQ%(I)

S% = BU%(K), K = 1, 2, 3.....BCON%(I)

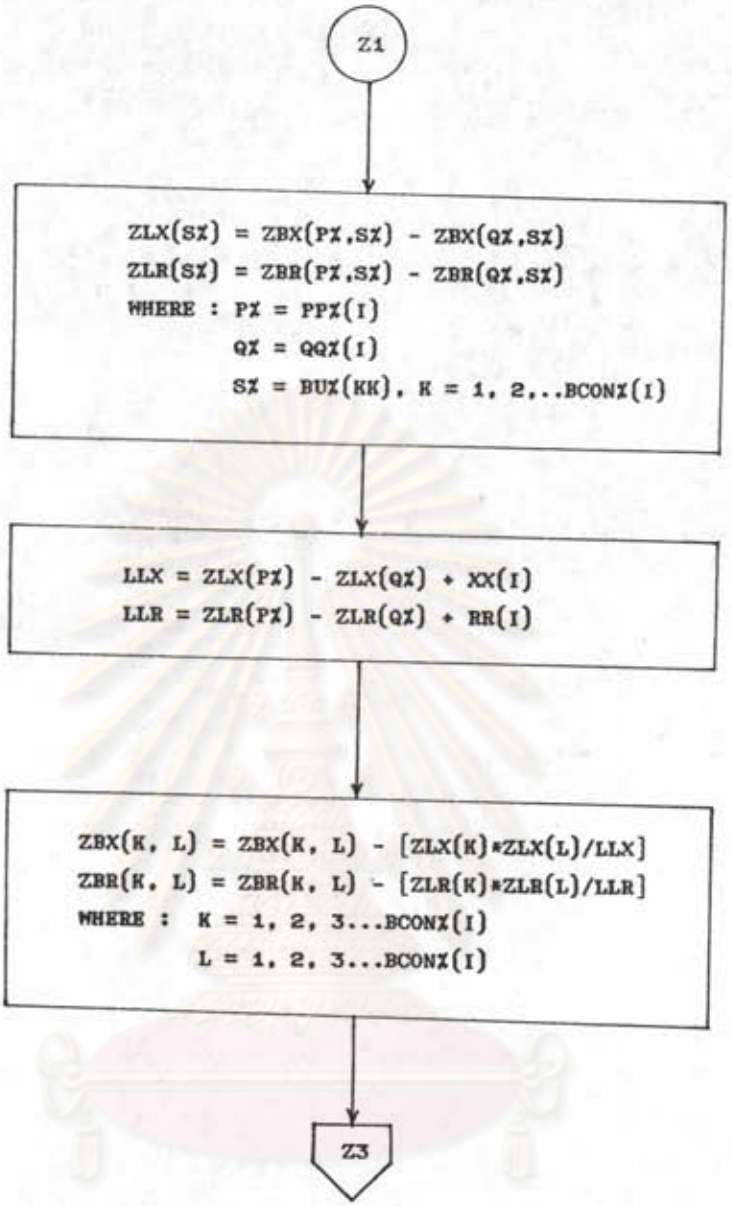
คำนวณค่า:

LLX = ZLX(P%) - ZLX(Q%) + XX(I)

LLR = ZLR(P%) - ZLR(Q%) + RR(I)

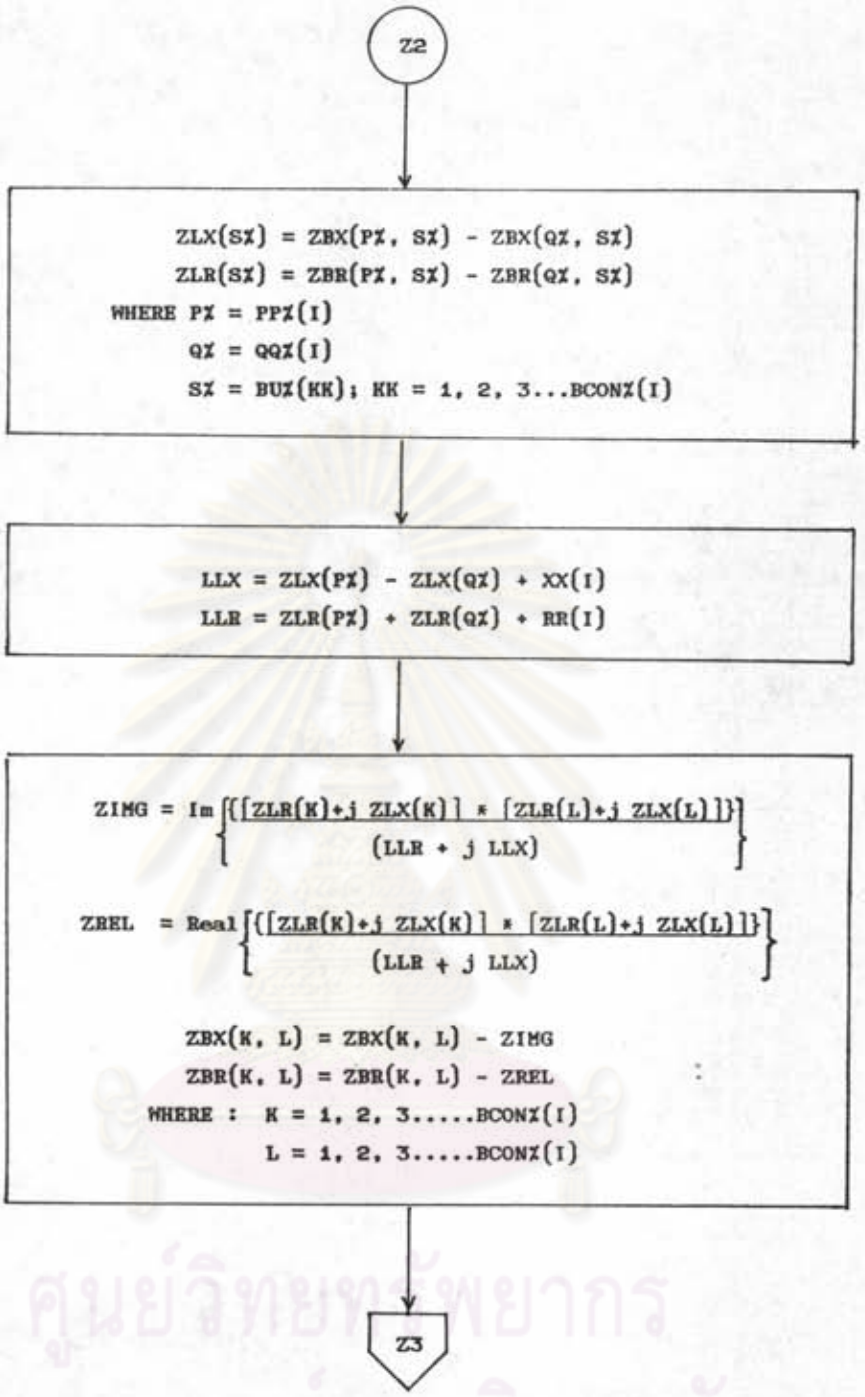


รูปที่ 4.13 (ก) โฟลชาร์ทแสดงการสร้างบัสอิมพีแดนซ์ เมตริกซ์



รูปที่ 4.13 (ข) โฟลชาร์ทแสดงการสร้างบัสอิมพีแดนซ์ เมตริกซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.13 (ก) โฟลชาร์ทแสดงการสร้างบัสอิมพีแดนซ์ เมตริกซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และคำนวณค่าสมาชิกของเมตริกซ์ค่าใหม่ดังนี้

$$ZIMG = Im\left\{\frac{[ZLR(K) + jZLX(K)] * [ZLR(L) + jZLX(L)]}{(LLR + jLLX)}\right\}$$

$$ZREL = Real\left\{\frac{[ZLR(K) + jZLX(K)] * [ZLR(L) + jZLX(L)]}{(LLR + jLLX)}\right\}$$

ZBX(K, L) = ZBX(K, L) - ZIMG

ZBR(K, L) = ZBR(K, L) - ZREL

โดยที่ K = 1, 2, 3....BCON%(I)

L = 1, 2, 3....BCON%(I)

8. กลับไปทำขั้นตอนที่ 2 โดยเริ่มลายน์ต่อไปจนครบ

<u>การคำนวณกระแสลัดวงจร</u>

โปรแกรมในส่วนนี้จะทำการคำนวณกระแสลัดวงจร 3 เฟส เฉพาะคำตอบที่ต้องการตามจุดประสงค์การคำนวณแบบต่าง ๆ ที่ได้เลือกไว้ โดยจะอ่านค่าบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์ เฉพาะเรคคอร์ดที่ต้องการ

การทำงานของโปรแกรมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการคำนวณกระแสลัดวงจร ส่วนที่สองเป็นการหาค่าแฟคเตอร์ตัวคูณจากกราฟแต่ละประเภท โดยส่วนที่สองนี้ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมย่อยของส่วนแรก

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม มีดังนี้

VB = ระดับแรงดันของบัสที่เกิดลัดวงจรมีหน่วยเป็นกิโลโวลท์

MB = เอ็มวีเอฐาน

FB% = หมายเลขบัสที่เกิดลัดวงจร

MBS% = หมายเลขบัสสูงสุดในระบบไฟฟ้า

OPT% = ดัชนีแสดงจุดประสงค์ในการคำนวณ

GNC% = จำนวนต้นกำเนิดกระแสลัดวงจร (เครื่องกำเนิดไฟฟ้ารวมกับแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า)

1. การคำนวณกระแสลัดวงจรประเภทต่าง ๆ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

1. คำนวณค่ากระแสฐาน (Base current) มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์

$$BCUR = \frac{MB}{1.732 * VB}$$

2. ตรวจสอบว่า OPT% มีค่าเท่าไร

2.1 ถ้า OPT% = 1 แสดงว่าให้คำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 3

2.2 ถ้า OPT% = 2 แสดงว่าให้คำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 20

2.3 ถ้า OPT% = 3 แสดงว่าให้คำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา ให้ไปทำขั้นตอนที่ 30

2.4 ถ้า OPT% = 4 แสดงว่าให้คำนวณกระแสลัดวงจรทุกประเภท ให้ไปทำขั้นตอนที่ 3

3. อ่านค่ารีแอคแตนซ์สมมูลย์ของระบบที่จุดลัดวงจร (XTH) จากไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เรคคอร์ดที่ FB% ค่าที่ต้องการจะอยู่ที่ไฟล์บัฟเฟอร์ลำดับที่ FB% (ดูรายละเอียดได้จากโครงสร้างไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์)

4. อ่านค่ารีซีสแตนซ์สมมูลย์ของระบบที่จุดลัดวงจร (RTH) จากไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ MBS% + FB% และไฟล์บัฟเฟอร์ลำดับที่ FB%

5. คำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรก สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง ขณะลัดวงจรที่บัส FB% (ใช้เทียบค่า Momentary ratings หรือ Closing and latching capability ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูงได้โดยตรง) มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms) ดังนี้

$$FIMH = \frac{1.6 * VO(FB\%) * BCUR}{[\,(RTH + RF)^2 + (XTH + XF)^2\,]^{1/2}}$$

6. อ่านค่ารีแอคแตนซ์สมมูลย์ของระบบที่จุดลัดวงจร (XTH) จากไฟล์บัส

อิมพิแดนซ์เมตริกซ์เรคคอร์ดที่ (4*MBS%) + FB%

7. อ่านค่ารีซีสแตนซ์สมมูลย์ของระบบที่จุดลัดวงจร (RTH) จากไฟล์บัส อิมพิแดนซ์เมตริกซ์เรคคอร์ดที่ (5*MBS%) + FB%

8. คำนวณอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ สำหรับหาแฟคเตอร์ตัวคูณของกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกัน ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง ขณะลัดวงจรที่บัส FB% จาก

XRH = XTH/RTH

9. ตรวจสอบว่าต้นกำเนิดกระแสลัดวงจรตัวใดเป็นรีโมทซอส (Remote Source) หรือโลคอลซอส (Local source) เมื่อเทียบกับจุดลัดวงจรดังนี้

9.1 เริ่มต้นค่าตัวนับ KG = 1, 2, 3....,GNC%

9.2 หมายเลขลายน์ของต้นกำเนิดกระแสลัดวงจรตัวที่ KG คือ

LG = GNTH% (KG)

9.3 ตรวจสอบลายน์ลำดับที่ LG

9.3.1 ถ้าเป็นแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า กำหนดให้เป็นรีโมทซอส แล้วไปทำขั้นตอนที่ 9.7

9.3.2 ถ้าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไปทำขั้นตอนที่ 9.4

9.4 อ่านค่ารีแอคแตนซ์สมมูลย์ (XTG) จากไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์เรคคอร์ดที่ (11 + KG)*MBS% + FB%

9.5 รีแอคแตนซ์นับจากภายนอกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถึงจุดลัดวงจรคือ

XEXT = XTG - XLT(LG)

9.6 ตรวจสอบว่าค่ารีแอคแตนซ์นับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถึงจุดลัดวงจรมีค่ามากกว่า 1.5 เท่าของลับทรานเซียนรีแอคแตนซ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไม่

9.6.1 ถ้ามากกว่า กำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวนี้ (ลำดับที่ KG) เป็นรีโมทซอส

9.6.2 ถ้าน้อยกว่า กำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวนี้ (ลำดับที่ KG) เป็นโลคอลซอส

9.7 กลับไปทำขั้นตอนที่ 9.1 โดยเริ่มค่าต่อไปจนครบ

10. คำนวณกระแสลัดวงจรที่ไหลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้าแต่ละตัว ขณะลัดวงจรที่บัส FB%

11. รวมกระแสลัดวงจรจากต้นกำเนิดกระแสลัดวงจรที่เป็นรีโมทซอส(CNRMT

= ผลรวมกระแส)

12. รวมกระแสลัดวงจรจากต้นกำเนิดกระแสลัดวงจรที่เป็นโลคอลซอส (CNLOC = ผลรวมกระแส)

13. คำนวณอัตราส่วนของกระแสลัดวงจรที่ไหลจากรีโมทซอส ต่อกระแสลัดวงจรที่ไหลจากโลคอลซอสบวกรีโมทซอสดังนี้

MFIDX = CNRMT/(CNRMT+CNLOC)

14. หาค่าตัวคูณ (MFLOC) จากกราฟของโลคอลซอส โดยใช้อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ จากขั้นตอนที่ 8 (ใช้วิธีอินเตอร์โปเลทค่าจากตาราง)

15. หาค่าตัวคูณ (MFRMT) จากกราฟของรีโมทซอส โดยใช้อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ จากขั้นตอนที่ 8 (ใช้วิธีอินเตอร์โปเลทค่าจากตาราง)

16. เฉลี่ยค่าตัวคูณจากกราฟของรีโมทซอส และตัวคูณจากกราฟของโลคอลซอส (จากขั้นตอนที่ 14 และ 15 ตามลำดับ) โดยใช้อัตราส่วนของกระแสที่ไหลจากต้นกำเนิดกระแสลัดวงจรจากรีโมทซอส และโลคอลซอสจากขั้นตอนที่ 13 ดังนี้

MFAVR = (MFRMT * MFIDX) + ((1-MFIDX) * MELOC)

17. อ่านค่ารีแอคเตนซ์สมมูลย์ที่จุดลัดวงจร (XTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ (2 * MBS%) + FB%

18. อ่านค่ารีซีสแตนซ์สมมูลย์ที่จุดลัดวงจร (RTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ (3 * MBS%) + FB%

19. คำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง ดังนี้

19.1 คำนวณกระแสลัดวงจรจากอิมพีแดนซ์สมมูลย์ของวงจรมีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms) จาก

$$EPZ = \frac{VO(FB\%) * BCUR}{((XTH + XF)^2 + (RTH + RF)^2)^{1/2}}$$

19.2 คำนวณกระแสลัดวงจร ที่ใช้เทียบค่าอินเตอร์รับติงคาปาบิลิตี (Interrupting capability) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูงได้โดยตรง มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms) ได้จาก

FIAVR = EPZ * MFAVR

19.3 คำนวณค่าฟอลท์เลเวล (Fault level) สำหรับเซอร์กิตเบรก

เกอร์แรงดันสูง มีหน่วยเป็นเอ็มวีเอ (MVA) ได้จาก

FLH = FIAVR * VB * 1.732

20. อ่านค่ารีแอคแตนซ์สมมูลย์ของระบบที่จุดลัดวงจร (XTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ (8 * MBS%) + FB%

21. อ่านค่ารีซีสแตนซ์สมมูลย์ของระบบที่จุดลัดวงจร (RTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ (9 * MBS%) + FB%

22. คำนวณอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ ของวงจรขณะเกิดลัดวงจรที่บัส FB% เพื่อใช้ในการหาแฟคเตอร์ตัวคูณสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ และอะซิมเมตริคอลแฟคเตอร์สำหรับฟิวส์

XRL = XTH/RTH

23. อ่านค่ารีแอคแตนซ์ (XTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ 6 * MBS% + FB%

24. อ่านค่ารีซีสแตนซ์ (RTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ 7 * MBS% + FB%

25. หาค่าแฟคเตอร์ตัวคูณ (Multiplying factor) สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ ด้วยการอินเตอร์โปเลทค่าจากตาราง โดยใช้อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์จากขั้นตอนที่ 22

26. คำนวณกระแสลัดวงจร สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ ดังนี้

26.1 คำนวณกระแสลัดวงจร จากอิมพีแดนซ์สมมูลย์ของวงจรมีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

$$FIIL = \frac{VO(FB\%) * BCUR}{[(XTH + XF)^2 + (RTH + RF)^2]^{1/2}}$$

26.2 คำนวณกระแสลัดวงจร สำหรับเทียบค่าอินเตอร์รับติงคาปาบิลิตี้ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

FLVCB = FIIL * Multiplying factor

26.3 คำนวณค่าฟอลท์เลเวล สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ มีหน่วยเป็นเอ็มวีเอ (MVA)

FLL = FIIL * VB * 1.732

27. หาค่าอะซิมเมตริกคอลแฟคเตอร์ (Asymmetrical factor) โดย

การอินเตอร์โปเลหาค่าจากตาราง โดยใช้อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์จากขั้นตอนที่ 22

28. คำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์ดังนี้

28.1 กระแสลัดวงจรสมดุลย์ (Symmetrical short circuit current) มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

$$FIIL = \frac{VO(FB\%) * BCUR}{[(XTH + XF)^2 + (RTH + RF)^2]^{1/2}}$$

28.2 กระแสลัดวงจรไม่สมดุลย์ (Asymmetrical short circuit current) มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

FIML = FIIL* Asymmetrical factor

28.3 คำนวณค่าฟอลท์เลเวล สำหรับฟิวส์มีหน่วยเป็นเอ็มวีเอ (MVA)

FLL = FIIL * VB% 1.732

29. ตรวจสอบว่า OPT% มีค่าเท่าไร

29.1 ถ้า OPT% = 1 หรือ 2 ให้จบการทำงานในโปรแกรมส่วนนี้ ไปทำในโปรแกรมส่วนอื่นต่อไป

29.2 ถ้า OPT% = 4 ให้ทำขั้นตอนต่อไป

30. อ่านค่ารีแอคแตนซ์ (XTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ (10 * MBS%) + FB%

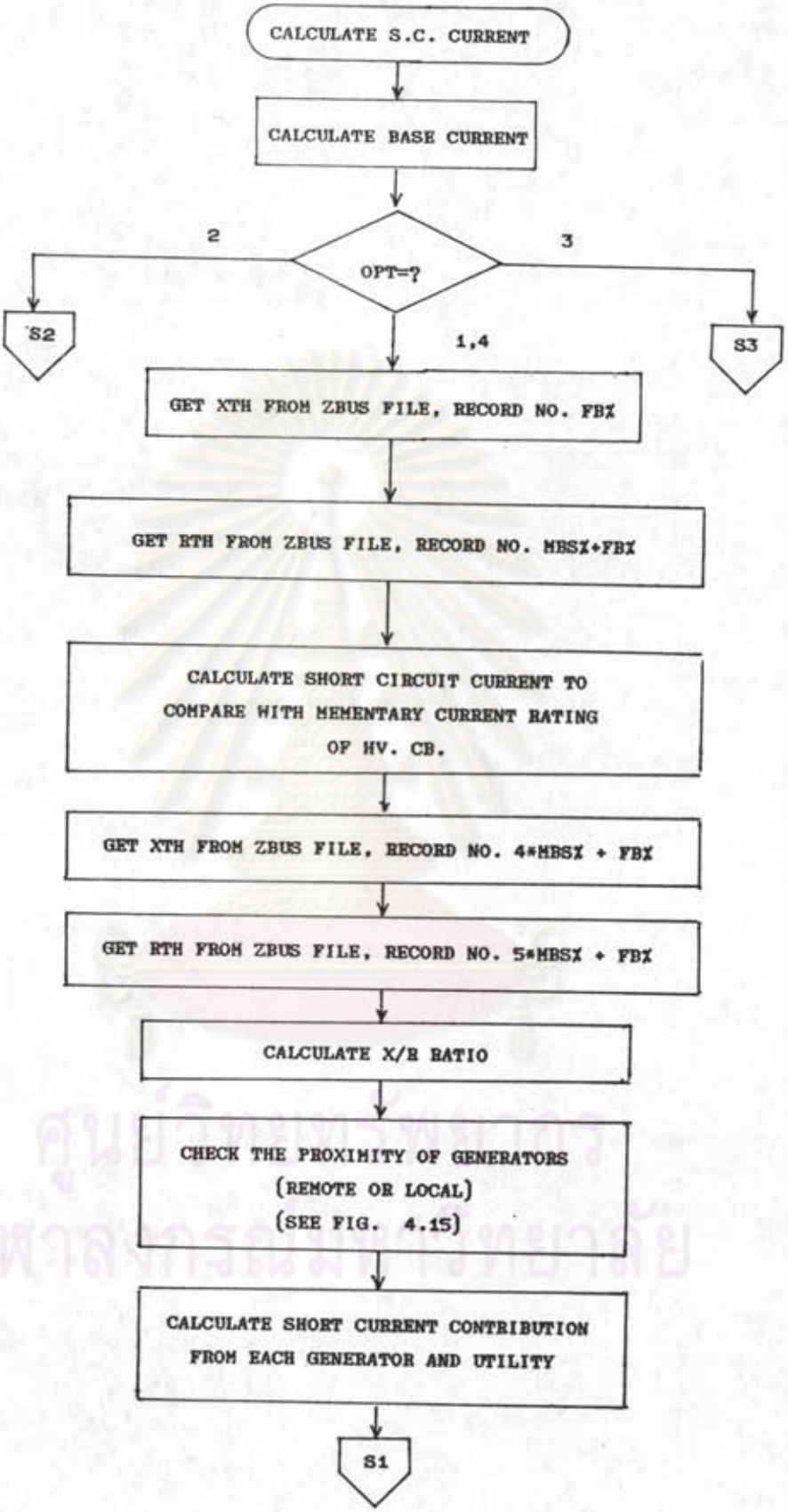
31. อ่านค่ารีซีสแตนซ์ (RTH) จากไฟล์บัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เรคคอร์ดที่ (11 * MBS%) + FB%

32. คำนวณกระแสลัดวงจร สำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms) ดังนี้

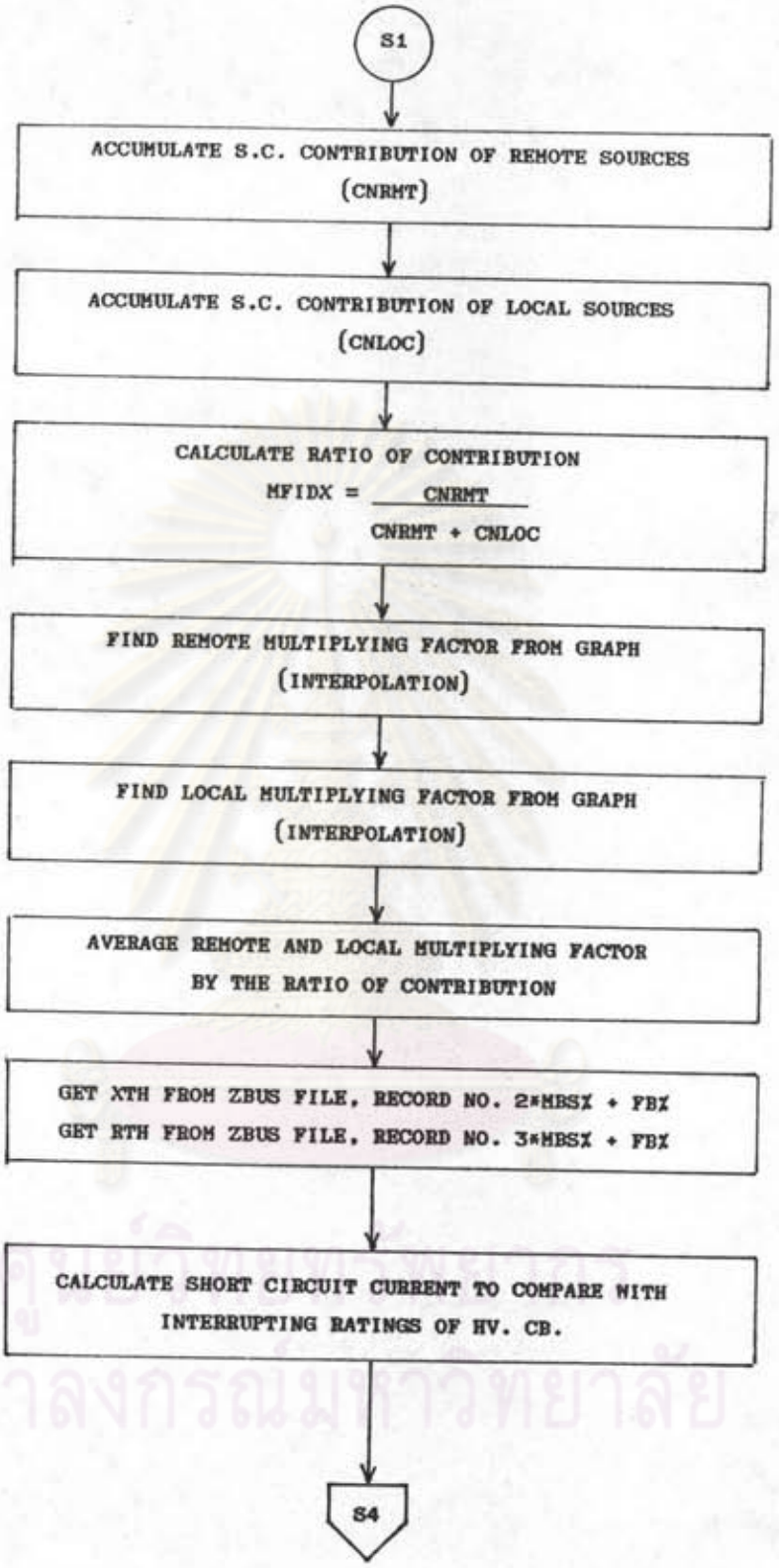
$$FILT = \frac{VO(FB\%) * BCUR}{[(XTH + XF) + (RTH + RF)^2]^{1/2}}$$

33. จบการทำงานในโปรแกรมส่วนนี้ ไปทำในส่วนอื่นต่อไป

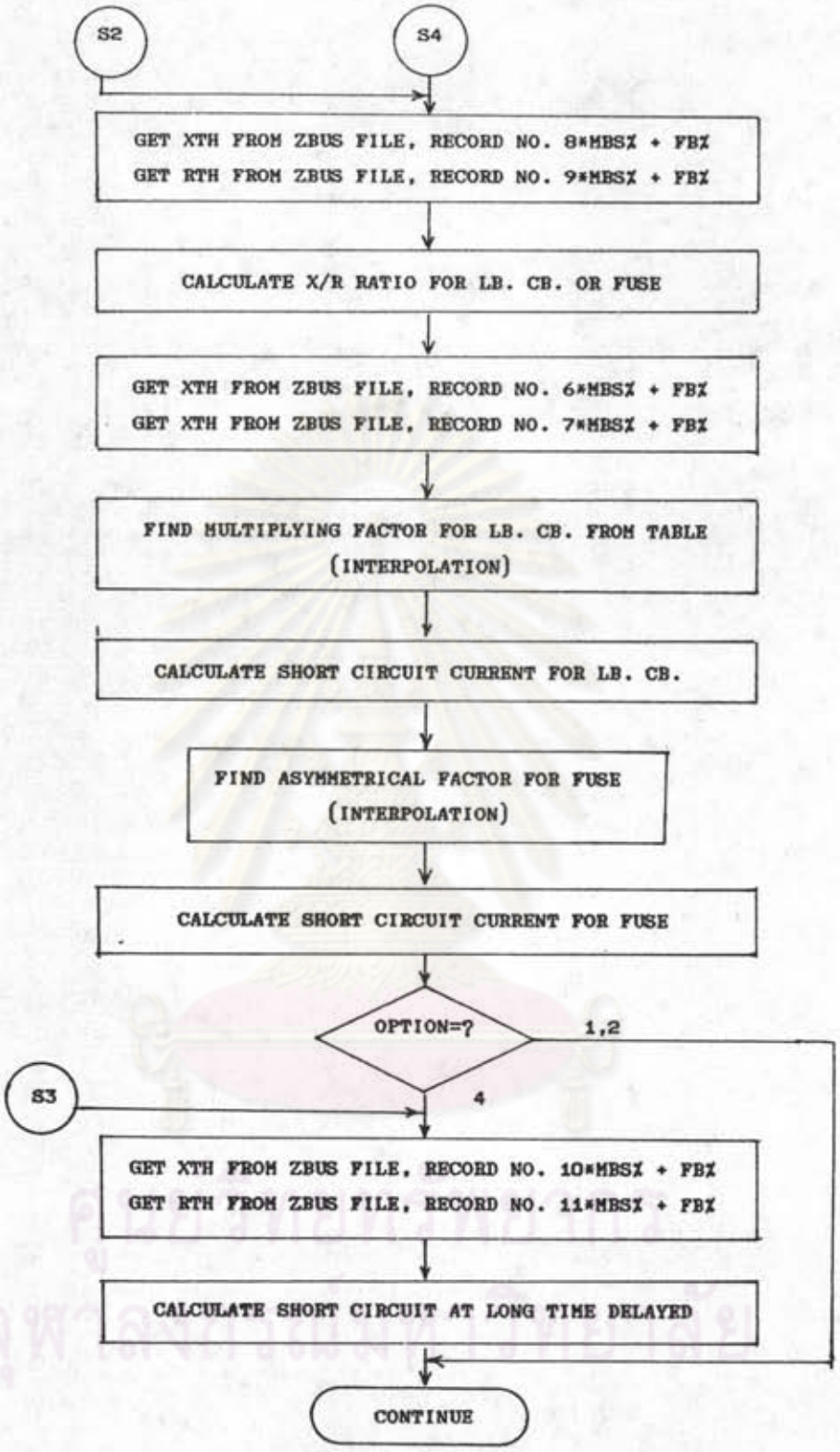
โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.14 (ก), (ข), (ค) และ 4.15



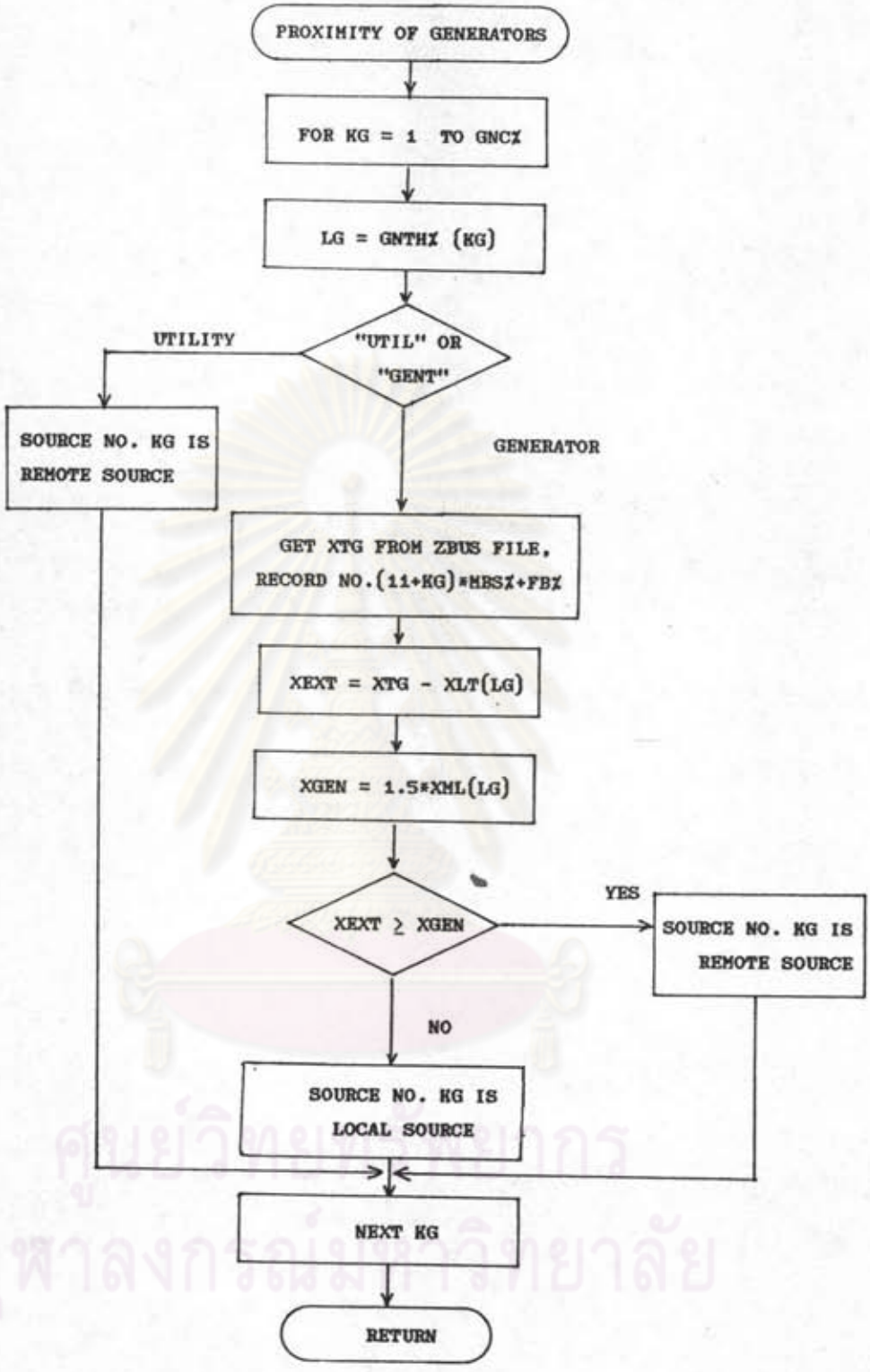
รูปที่ 4.14(ก) โฟลชาร์ทแสดงการคำนวณกระแสลัดวงจร



รูปที่ 4.14 (ข) โฟลชาร์ทแสดงการคำนวณกระแสลัดวงจร



รูปที่ 4.14(ก) โฟลชาร์ทแสดงการคำนวณกระแสลัดวงจร



รูปที่ 4.15 โฟลชาร์ทแสดงการตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ว่าเป็นรีโมทซอส หรือโลคอลซอส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การอินเตอร์โปเลทเพื่อหาแฟคเตอร์ตัวคูณ

ในการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง กระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำและกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์จะต้องหาค่าแฟคเตอร์ตัวคูณตามแต่ละประเภทดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แฟคเตอร์เหล่านี้จะอยู่ในรูปของกราฟหรือตาราง เป็นฟังก์ชั่นของอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์

การหาแฟคเตอร์ตัวคูณ ในที่นี้ใช้วิธีลิเนียร์อินเตอร์โปเลชัน (Linear interpolation) โดยจัดค่าต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของตาราง การหาค่าที่ต้องการทำได้โดยการตรวจหาค่าต่ำกว่าและสูงกว่าจุดที่ต้องการจากตาราง และทำการอินเตอร์โปเลทจากค่าทั้งสองโดยใช้สูตร

$$P = \frac{Y(J) + [\, Y(I) - Y(J) \,] * [Z - X(J)]}{[\, X(I) - X(J) \,]}$$

โดยที่

Z คือ อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ ที่ต้องการหาแฟคเตอร์ตัวคูณ

X(I) คือ ค่าในตารางที่สูงกว่าค่า Z

X(J) คือ ค่าในตารางที่ต่ำกว่าค่า Z

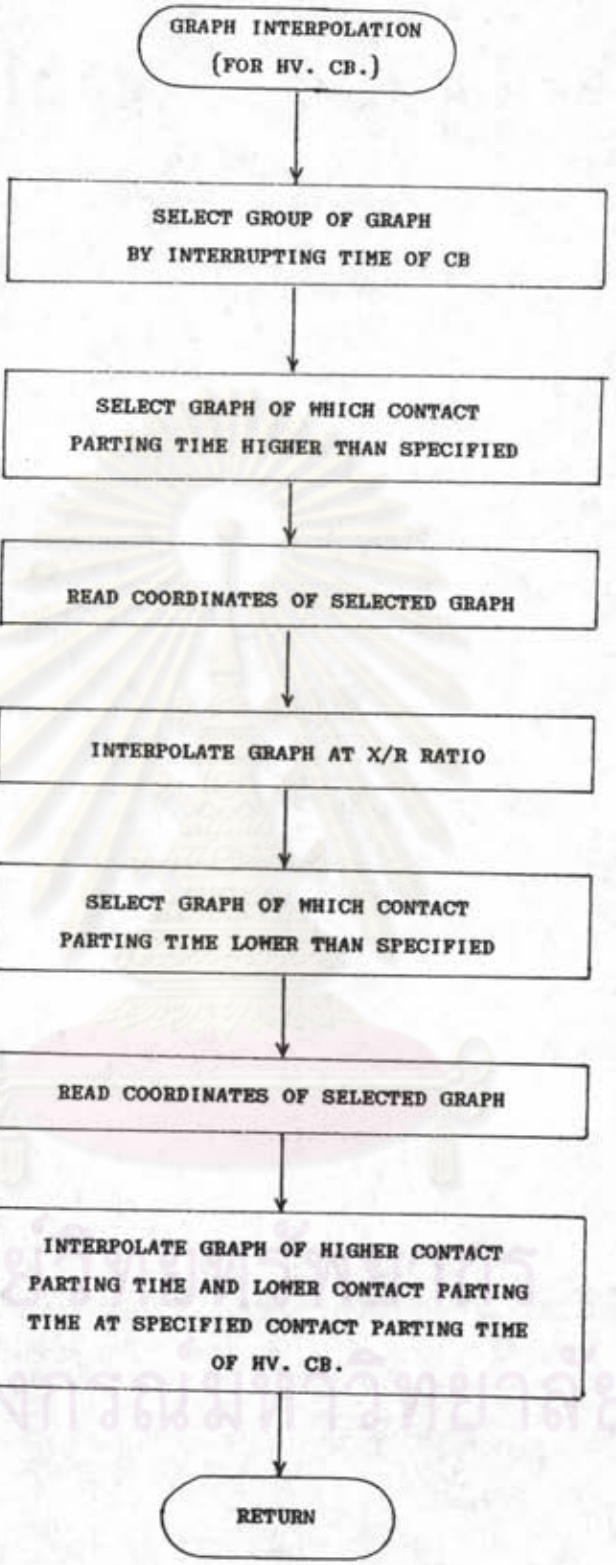
Y(I) คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณที่จุด X(I)

Y(J) คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณที่จุด X(J)

P คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณที่จุด Z

ในการหาแฟคเตอร์ตัวคูณสำหรับคำนวณกระแสลัดวงจร ในช่วงคอนแทกแยกจากกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูงนั้น ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณนอกจากจะขึ้นกับค่าอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์แล้ว ยังขึ้นกับค่าอินเตอร์รับติงทาม (Interrupting Time) และคอนแทกพาร์ทติงทาม (Contact parting time) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์อีกด้วย (ดังแสดงในรูปที่ 2.10 และ 2.11) ดังนั้นการหาแฟคเตอร์ตัวคูณตัวที่ต้องการ จะต้องเลือกกลุ่มของกราฟตามอินเตอร์รับติงทามของเซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วจึงเลือกหาเส้นกราฟที่มีคอนแทกพาร์ทติงทามต่ำกว่าและสูงกว่าค่าที่กำหนด แล้วจึงทำการอินเตอร์โปเลทหาค่าที่อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่ต้องการ ดังขั้นตอนดังนี้

1. เลือกกลุ่มของการฟตามค่าอินเตอร์รับติงทาม ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรง



รูปที่ 4.16 ไฟลชาร์ทแสดงการอินเตอร์โพเลชกราฟแฟกเตอร์ตัวคูณของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

ต้นสูง (2, 3, 5, 8 ไซเกิล)

2. เลือกเส้นกราฟที่มีคอนแทกพาทติงหามที่สูงกว่า และเส้นที่มีคอนแทกพาร์ทติงหามที่ต่ำกว่าที่กำหนด

3. อ่านค่าจุดโคออร์ดิเนท (Coordinates) ของกราฟที่มีคอนแทกพาร์ทติงหามสูงกว่ากำหนดจากตาราง (X(I), Y(I), I = 1, 2,....N)

4. ทำการอินเตอร์โปเลทกราฟ ที่ค่าอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่ต้องการโดยใช้สูตรข้างต้น

5. อ่านค่าจุดโคออร์ดิเนท (Coordinates) ของกราฟที่มีคอนแทกพาร์ทติงหามต่ำกว่ากำหนดจากตาราง (X(I), Y(I), I = 1, 2,...N)

6. ทำการอินเตอร์โปเลทกราฟ ที่อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่ต้องการโดยใช้สูตรข้างต้น

7. ทำการอินเตอร์โปเลท ระหว่างค่าที่ได้จากข้อ 4 และข้อ 6 ที่ค่าคอนแทกพาร์ทติงหามที่กำหนด จะได้ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณตัวที่ต้องการตามค่าอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ ค่าคอนแทกพาร์ทติงหามและค่าอินเตอร์รับติงหามของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามที่กำหนด จาก

$$P = \frac{P_2 + (P1 - P2) \times [\, PT - U(PTL\%) \,]}{[\, U(PTH\%) - U(PTL\%) \,]}$$

โดยที่

PT = ค่าคอนแทกพาร์ทติงหามที่กำหนด

U(PTH%) = ค่าคอนแทกพาร์ทติงหามของกราฟที่มีค่าสูงกว่าค่า PT

U(PTL%) = ค่าคอนแทกพาร์ทติงหามของกราฟที่มีค่าต่ำกว่าค่า PT ที่ต้องการ

P1 = ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณที่อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่ต้องการของ U(PTH%)

P2 = ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณที่อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่ต้องการของ U(PTL%)

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.16

<u>การคำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ และแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจร</u>

โปรแกรมส่วนนี้จะคำนวณแรงดันที่บัสต่าง ๆ และกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของระบบขณะลัดวงจร ตามจุดประสงค์การคำนวณที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ และจะคำนวณก็ต่อเมื่อผู้ใช้

ต้องการ เพื่อมิให้เสียเวลาคำนวณโดยไม่จำเป็น

โปรแกรมส่วนนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะเป็นการอ่านค่าจากไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ตัวที่ต้องการ แล้วจึงส่งเข้าไปคำนวณกระแส และหรือแรงดันที่บัสขณะลัดวงจรในส่วนที่สอง

1. <u>การคำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ และแรงดันที่บัสต่าง ๆ แต่ละประเภท</u>

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้คือ

1. ตรวจสอบจุดประสงค์ในการคำนวณ

1.1 ถ้า OPT% = 1 แสดงว่าเป็นการคำนวณสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้ทำขั้นตอนที่ 2

1.2 ถ้า OPT% = 2 แสดงว่าเป็นการคำนวณสำหรับฟิวส์ ให้ทำขั้นตอนที่ 8

1.3 ถ้า OPT% = 3 แสดงว่าเป็นการคำนวณสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา ให้ทำขั้นตอนที่ 11

1.4 ถ้า OPT% = 4 แสดงว่าต้องการคำนวณทั้งหมด ให้ทำขั้นตอนที่ 2

2. ตรวจสอบว่า แรงดันที่บัส (VB) มีค่าเท่าไร

2.1 ถ้า VB $\geq$ 1 ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 3

2.2 ถ้า VB < 1 ให้อ่านบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 6 และเขตที่ 7 แล้วทำการคำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร และหรือ แรงดันที่บัสขณะลัดวงจร สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 7 ต่อไป

3. อ่านบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 0 และเขตที่ 1

4. คำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ และหรือ แรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรกสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

5. อ่านบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 2 และเขตที่ 3

6. คำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ และหรือแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกันสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

7. ตรวจสอบว่า OPT% มีค่าเท่าไร

7.1 ถ้า OPT% = 1 ไปทำขั้นตอนที่ 13

7.2 ถ้า OPT% = 4 ไปทำขั้นตอนที่ 8 ต่อไป

8. อ่านค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 6 และเขตที่ 7

9. คำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ และหรือ แรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจรซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์

10. ตรวจสอบว่า OPT% มีค่าเท่าไร

10.1 ถ้า OPT% = 2 ไปทำขั้นตอนที่ 13

10.2 ถ้า OPT% = 4 ให้ไปทำขั้นตอนที่ 11 ต่อไป

11. อ่านค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 10 และเขตที่ 11

12. คำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ และหรือแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา

13. จบการทำงานในโปรแกรมส่วนนี้ ไปทำส่วนอื่นต่อไป

โฟล์ชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.17 (ก) และ 4.17 (ข)

2. <u>การคำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ และแรงดันที่บัสขณะลัดวงจร</u>

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม

EFR(I) = แรงดันขณะลัดวงจรของบัส I, เรียลพาร์ท (Real part)

EFX(I) = แรงดันขณะลัดวงจรของบัส I, อิมเมจินนารีพาร์ท (Imaginary part)

VO(I) = ขนาดของแรงดันก่อนลัดวงจรของบัส I

VOA(I) = มุมของแรงดันก่อนลัดวงจรของบัส I

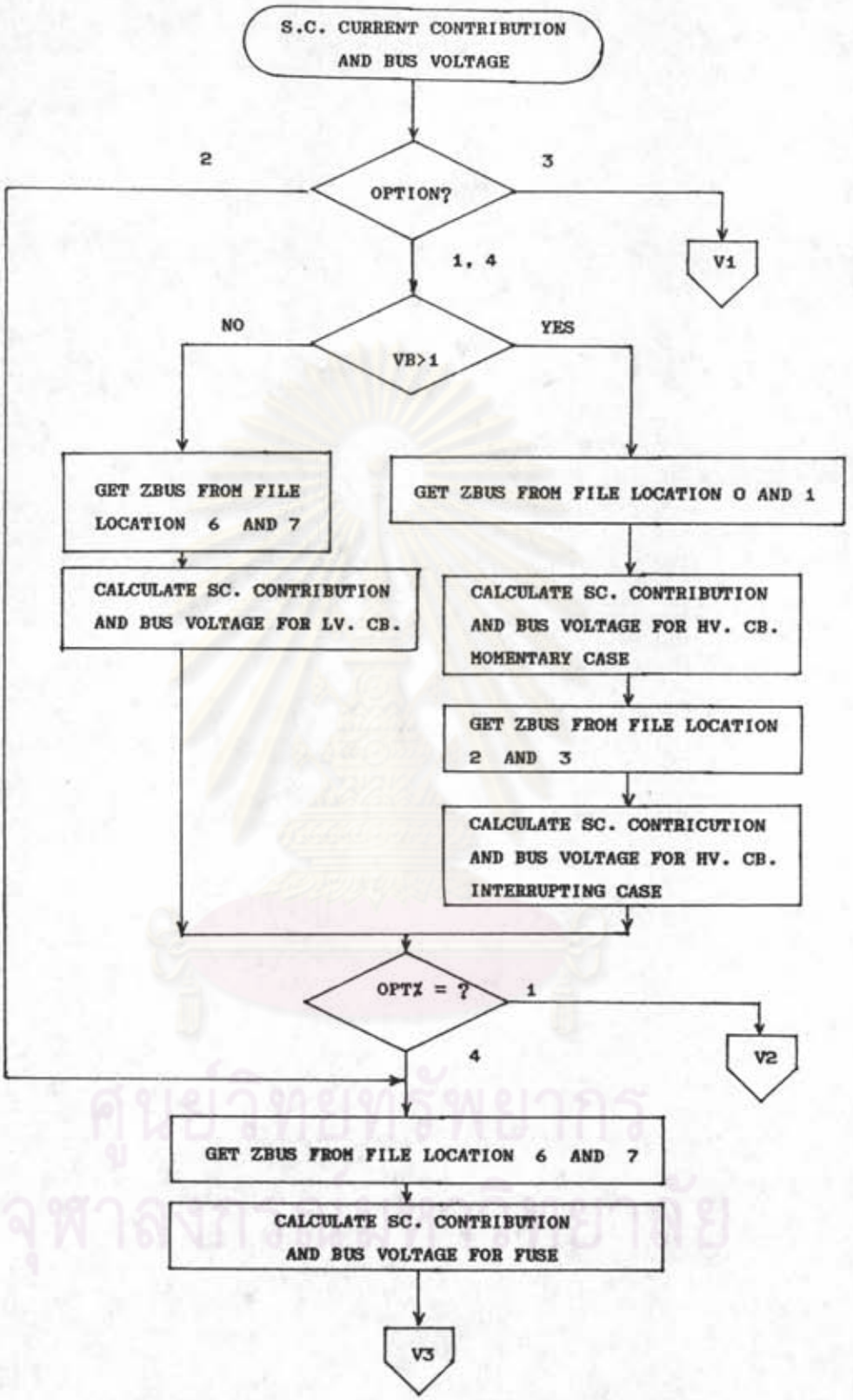
RF = ฟอลท์รีซีสแตนซ์ (Fault resistance)

XF = ฟอลท์รีแคคแตนซ์ (Fault reactance)

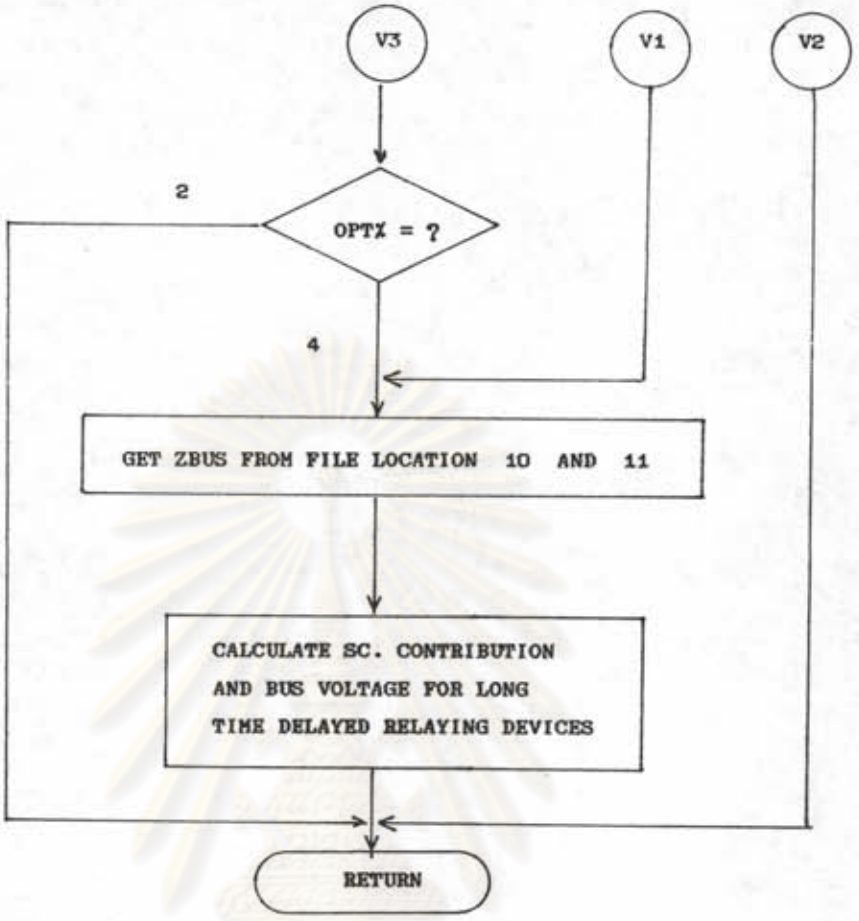
ZBR(I, J)= บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์

ZBX(I, J)= บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์

FIL(I) = ขนาดของกระแสที่ไหลผ่านลายน์ I ขณะเกิดลัดวงจร



รูปที่ 4.17 (ก) โฟลชาร์ทแสดงการคำนวณกระแสในส่วนต่าง ๆ ของวงจร และแรงดันที่บัสของวงจร



รูปที่ 4.17 (ข) โฟลชาร์ทแสดงการคำนวณกระแสในส่วนต่าง ๆ ของวงจร และแรงดันที่บัสของวงจร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FILA(I) = มุมของกระแสที่ไหลผ่านลายน์ I ขณะเกิดลัดวงจร

FB% = บัสที่เกิดการลัดวงจร

MBS% = หมายเลขบัสสูงสุดในระบบไฟฟ้า

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เป็นดังนี้

1. คำนวณแรงดันขณะลัดวงจรของบัสต่าง ๆ

VR(FB%) = VO(FB%) * COS(VOA(FB%))

VX(FB%) = VO(FB%) * SIN(VOA(FB%))

ZR = ZBR(FB%,FB%) + RF

ZX = ZBX(FB%,FB%) + XF

VR(I) = VO(I) * COS(VOA(I))

VX(I) = VO(I) * SIN(VOA(I))

แรงดันที่บัส FB% :

$$EFR(FB\%) = Real\left\{ \frac{(RF+jXF) * [VR(FB\%)+jVX(FB\%)]}{ZR + j\,ZX} \right\}$$

$$EFX(FB\%) = IM\left\{ \frac{(RF+jXF) * [VR(FB\%)+jVX(FB\%)]}{ZR + j\,ZX} \right\}$$

แรงดันที่บัสอื่น ๆ :

$$EFR(I) = VR(I) - Real\left\{ \frac{[ZBR(I,FB\%)+jZBX(I,FB\%)] * [VR(FB\%)+jVX(FB\%)]}{ZR + jZX} \right\}$$

$$EFX(I) = VX(I) - Im\left\{ \frac{[ZBR(I,FB\%)+jZBX(I,FB\%)] * [VR(FB\%)+jVX(FB\%)]}{ZR + jZX} \right\}$$

โดยที่ $I = 1, 2, 3 \ldots MBS\%,\ I \neq FB\%$

2. ตรวจสอบว่าต้องการคำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจรหรือไม่

2.1 ถ้าต้องการ ให้ทำขั้นตอนที่ 3

2.2 ถ้าไม่ต้องการ ให้ทำขั้นตอนที่ 5

3. คำนวณกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร

M = NP%(I)

N = NQ%(I)

FILR(I) = Real { [RR(I)+jXX(I)] * [EFR(M)-EFR(N)+j(EFX(M)-EFX(N))] }

FILX(I) = Im { [RR(I)+jXX(I)] * [EFR(M)-EFR(N)+j(EFX(M)-EFX(N))] }

โดยที่ I = 1, 2, 3, 4.....MLN%

4. คำนวณขนาดและมุมของกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจรดังนี้

4.1 ขนาดของกระแส

$$FIL(I) = \{[FILR(I)]^2 + [FILX(I)]^2\}^{1/2}$$

4.2 ถ้า FILR(I)<0 และ FILX(I) <0 :

$$FILA(I) = -3.14159 + \tan^{-1}\left\{\frac{FILX(I)}{FILR(I)}\right\}$$

4.3 ถ้า FILR(I)<0 และ FILX(I) = 0 :

FILA(I) = -1.57079

4.4 ถ้า FILR(I)<0 และ FILX(I)>0 :

$$FILA(I) = -\tan^{-1}\left\{-\frac{FILX(I)}{FILR(I)}\right\}$$

4.5 ถ้า FILR(I) = 0 และ FILX(I)<0 :

FILA(I) = 3.14159

4.6 ถ้า FILR(I) = 0 และ FILX(I) = 0 :

FILA(I) = 0

4.7 ถ้า FILR(I) = 0 และ FILX(I)>0 :

FILA(I) = 0

4.8 ถ้า FILR(I)>0 และ FILX(I)<0 :

$$FILA(I) = 3.14159 - \tan^{-1}\left\{-\frac{FILX(I)}{FILR(I)}\right\}$$

4.9 ถ้า FILR(I)>0 และ FILX(I) = 0 :

FILA(I) = 1.57079

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.10 ถ้า FILR(I)>0 และ FILX(I)>0 :

$$FILA(I) = \tan^{-1}\left\{\frac{FILX(I)}{FILR(I)}\right\}$$

4.11 เปลี่ยนมุมของกระแสให้มีหน่วยเป็นองศา (Degree)

FILA(I) = FILA(I) * 180 , I = 1, 2...MLN%

5. ตรวจสอบว่าต้องการคำนวณแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะลัดวงจรหรือไม่

5.1 ถ้าต้องการให้ทำขั้นตอนที่ 6

5.2 ถ้าไม่ต้องการ ให้ทำขั้นตอนที่ 7

6. คำนวณขนาดของแรงดันไฟฟ้า และมุมของแรงดันไฟฟ้าของบัสขณะเกิดลัดวงจร

6.1 ขนาดของแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ $\{[(EFR(I)]^2+[EFX(I)]^2\}^{1/2}$ I = 1, 2, 3....MLN%

6.2 มุมของแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ $\tan^{-1}\left\{\frac{EFX(I)}{EFR(I)}\right\}$ I = 1, 2, 3....MLN% โดยพิจารณาเครื่องหมายของมุมจากเครื่องหมายของ EFX(I) และ EFR(I) (ลักษณะเดียวกับขั้นตอนที่ 4.2 ถึง 4.11)

7. จบการทำงานในโปรแกรมส่วนนี้ ไปทำโปรแกรมส่วนอื่นต่อไป

<u>การเปลี่ยนแปลงข้อมูลเบื้องต้น และการแก้ไขบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์</u>

การเข้าสู่โปรแกรมในส่วนนี้ทำได้โดยการเลือก C ตามขั้นตอนที่ 14 ในหัวข้อโปรแกรมการคำนวณ โปรแกรมในส่วนนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์ได้ พร้อมกันนั้นโปรแกรมก็จะดัดแปลงบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ใหม่ตามข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนไป โดยไม่ต้องทำการสร้างบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ใหม่ทั้งหมด ซึ่งจะเป็นการอำนวยความสะดวกและประหยัดเวลาได้มาก เมื่อต้องการเปลี่ยนค่าข้อมูลของอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง

โปรแกรมในส่วนนี้จะแตกต่างจากการแก้ไขข้อมูล ในส่วนของโปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้นกล่าวคือ การแก้ไขข้อมูลในส่วนของโปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น จะ

สามารถแก้ไขได้ถึงโครงร่างของระบบ สามารถจะเพิ่มหรือลบอุปกรณ์ใด ๆ ออกจากระบบ หรือเปลี่ยนแปลงโครงร่างของระบบได้ ในขณะที่โปรแกรมในส่วนนี้จะสามารถเปลี่ยนได้เฉพาะค่าข้อมูลของอุปกรณ์ เช่น ค่าอิมพิแดนซ์ ขนาดพิกัด ฯลฯ โดยไม่สามารถแก้ไขโครงร่างของระบบ ไม่สามารถเพิ่มหรือลบอุปกรณ์ใด ๆ ของระบบได้

การทำงานของโปรแกรมจะอยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงค่า โปรแกรมจะแสดงข้อมูลเดิมของอุปกรณ์นั้น ๆ ก่อน แล้วจึงรอให้เปลี่ยนค่าต่าง ๆ ทีละค่าจนครบ แล้วก็จะทำการคัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ใหม่ตามค่าข้อมูลที่ได้เปลี่ยนแปลงไป

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเป็นดังนี้

1. ตรวจสอบว่าเป็นการทำงานในโปรแกรมส่วนนี้ครั้งแรกหรือไม่

   1.1 ถ้าเป็นครั้งแรก ให้เปิดไฟล์ชั่วคราว และเก็บข้อมูลและบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์เดิมไว้

   1.2 ถ้าไม่ใช่ครั้งแรก ให้ทำขั้นตอนต่อไป

2. รับการป้อนหมายเลขลายน์ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากผู้ใช้ (ลายน์ของระบบไฟฟ้า 1 ลายน์ เท่ากับ อุปกรณ์ 1 อุปกรณ์)

3. ตรวจสอบหมายเลขลายน์

   3.1 ถ้าเป็น 999 ให้ออกจากโปรแกรมส่วนนี้ และทำส่วนอื่นต่อไป

   3.2 ถ้าหมายเลขลายน์เกินลายน์สุดท้ายของระบบไฟฟ้าให้กลับไปทำขั้นตอนที่2

4. อ่านค่าจากไฟล์ข้อมูล และแสดงข้อมูลเดิมของลายน์นั้นทางจอภาพ

5. รอรับการเลือกการทำงานจากผู้ใช้

   5.1 ถ้าเลือก B หมายถึงไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลลายน์นี้ ให้กลับไปขั้นตอนที่ 2

   5.2 ถ้าเลือก C หมายถึงต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของลายน์นี้ ให้ทำขั้นตอนที่ 6 ต่อไป

   5.3 ถ้าเลือก X หมายถึงไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่อไป ให้ออกจากโปรแกรมนี้ และไปทำส่วนอื่นต่อไป

6. รับการป้อนข้อมูลใหม่ทีละค่าจนครบ

7. ตรวจสอบว่า ต้องการให้ยกเลิกการเปลี่ยนค่าข้อมูลที่เพิ่งผ่านมาหรือไม่

7.1 ถ้าต้องการยกเลิก ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 2

7.2 ถ้าไม่ต้องการยกเลิก แสดงว่าการเปลี่ยนค่าถูกต้องแล้ว ให้ทำขั้นตอนต่อไป

8. บันทึกค่าอิมพิแดนซ์สมมูลย์เดิมของลายน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงข้อมูล

OXM = XM(I) : ORM = RM(I)

OXI = XI(I) : ORI = RI(I)

OXML = XML(I) : ORML = RML(I)

OXLT = XLT(I) : ORLT = RLT(I)

9. บันทึกข้อมูลใหม่ลงไฟล์ข้อมูล แทนที่ข้อมูลเดิม

10. ตรวจสอบว่าลายน์ที่ I เป็นอุปกรณ์หม้อแปลง 3 ขดลวดหรือไม่

10.1 ถ้าใช่ ให้ค้นหาอีก 2 ลายน์ที่เหลือจากไฟล์ข้อมูล แล้วทำขั้นตอนต่อไป

10.2 ถ้าไม่ใช่ ให้ทำขั้นตอนต่อไป

11. แปลงค่าข้อมูลเบื้องต้น ให้เป็นอิมพิแดนซ์สมมูลย์ของอุปกรณ์นั้น ๆ

12. ตรวจสอบจุดประสงค์ในการคำนวณ

12.1 ถ้า OPT% = 1 หรือ 4 ให้ทำขั้นตอนที่ 13

12.2 ถ้า OPT% = 2 ให้ทำขั้นตอนที่ 17

12.3 ถ้า OPT% = 3 ให้ทำขั้นตอนที่ 20

13. ดัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 1 ดังนี้

13.1 อ่านค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 0 และเขตที่ 1

13.2 เพิ่มสิงค์ที่ขนานกับลายน์ I เข้าระบบ โดยคำนวณแบบคอมเพล็กซ์และสิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XM(I) * OXM}{OXM - XM(I)}$$

$$RR(I) = \frac{RM(I) * ORM}{ORM - RM(I)}$$

13.3 บันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ลงไฟล์เขตที่ 0 และเขตที่ 1

14. ดัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 2 ดังนี้

14.1 อ่านค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 2 และเขตที่ 3

14.2 เพิ่มลิงค์ที่ขนานกับลายน์ I เข้าระบบ โดยคำนวณแบบคอมเพล็กซ์และลิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XI(I) * OXI}{OXI - XI(I)}$$

$$RR(I) = \frac{RI(I) * ORI}{ORI - RI(I)}$$

14.3 บันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ลงไฟล์เขตที่ 2 และเขตที่ 3

15. คัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 3 ดังนี้

15.1 อ่านค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 4 และเขตที่ 5

15.2 เพิ่มลิงค์ที่ขนานกับลายน์ที่ I เข้าระบบ โดยคำนวณแยกค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์ ลิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XI(I) * OXI}{OXI - XI(I)}$$

$$RR(I) = \frac{RI(I) * ORI}{ORI - RI(I)}$$

15.3 บันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ลงไฟล์เขตที่ 4 และเขตที่ 5

16. คัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 7 ดังนี้

16.1 ตรวจสอบว่าลายน์ที่ I เป็นแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า หรือมอเตอร์หรือไม่

16.1.1 ถ้าใช่ ให้ข้ามไปขั้นตอนที่ 17

16.1.2 ถ้าไม่ใช่ ให้ทำขั้นตอนที่ 16.2 ต่อไป

16.2 ตรวจสอบว่าลายน์ที่ I เป็นหม้อแปลง หรือเคเบิล หรือบัสหรือไม่

16.2.1 ถ้าใช่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 16.9

16.2.2 ถ้าไม่ใช่ ให้ทำขั้นตอนที่ 16.3 ต่อไป

16.3 ตรวจสอบว่าลายน์ที่ I เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช่หรือไม่

16.3.1 ถ้าไม่ใช่ ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 17

16.3.2 ถ้าใช่ ให้ทำขั้นตอนที่ 16.4 ต่อไป

16.4 ตรวจสอบลำดับที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า (K=ลำดับที่)

16.5 อ่านค่าบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์ เซตที่ 11+K

16.6 เพิ่มลิงค์ขนานกับลายน์ที่ I เข้าระบบ โดยคำนวณแยกค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์ และลิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XLT(I) * OXLT}{OXLT - XLT(I)}$$

$$RR(I) = XX(I)$$

16.7 บันทึกบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เฉพาะส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ลงไฟล์เซตที่ 11+K

16.8 ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 17

16.9 เริ่มต้นนับลำดับที่ K = 1, 2,....GNC%

16.10 อ่านค่าบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เซตที่ 11+K

16.11 เพิ่มลิงค์ที่ขนานกับลายน์ I เข้าระบบ โดยคำนวณแยกค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์ และลิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XLT(I) * OXLT}{OXLT - XLT(I)}$$

$$RR(I) = XX(I)$$

16.12 บันทึกบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ เฉพาะส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ลงไฟล์เซตที่ 11+K

16.13 กลับไปทำขั้นตอนที่ 16.9 โดยเริ่มลำดับที่ต่อไป จนครบถึง K = GNC% แล้วไปทำขั้นตอนที่ 17 ต่อไป

17. คัดแปลงบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 4 ดังนี้

17.1 อ่านค่าบัสอิมพีแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เซตที่ 6 และ 7

17.2 เพิ่มลิงค์ขนานกับลายน์ที่ I เข้าระบบ โดยคำนวณแบบคอมเพล็กซ์ และลิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XML(I) * OXML}{OXML - XML(I)}$$

$$RR(I) = \frac{RML(I) * ORML}{ORML - RML(I)}$$

17.3 บันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ลงไฟล์เขตที่ 6 และเขตที่ 7

18. ดัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 5 ดังนี้

18.1 อ่านค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 8 และ 9

18.2 เพิ่มลิงค์ขนานกับลายน์ที่ I เข้าระบบแยกค่ารีแอคแตนซ์และรีซีสแตนซ์และลิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XML(I) * OXML}{OXML - XML(I)}$$

$$RR(I) = \frac{RML(I) * ORML}{ORML - RML(I)}$$

18.3 บันทึกค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ลงไฟล์เขตที่ 8 และ 9

19. ตรวจสอบจุดประสงค์ในการคำนวณ

19.1 ถ้า OPT% = 1 หรือ 2 ให้กลับไปทำขั้นตอนที่ 2

19.2 ถ้า OPT% = 3 หรือ 4 ให้ทำขั้นตอนที่ 20 ต่อไป

20. ดัดแปลงบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ประเภทที่ 6 ดังนี้

20.1 อ่านค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จากไฟล์เขตที่ 10 และเขตที่ 11

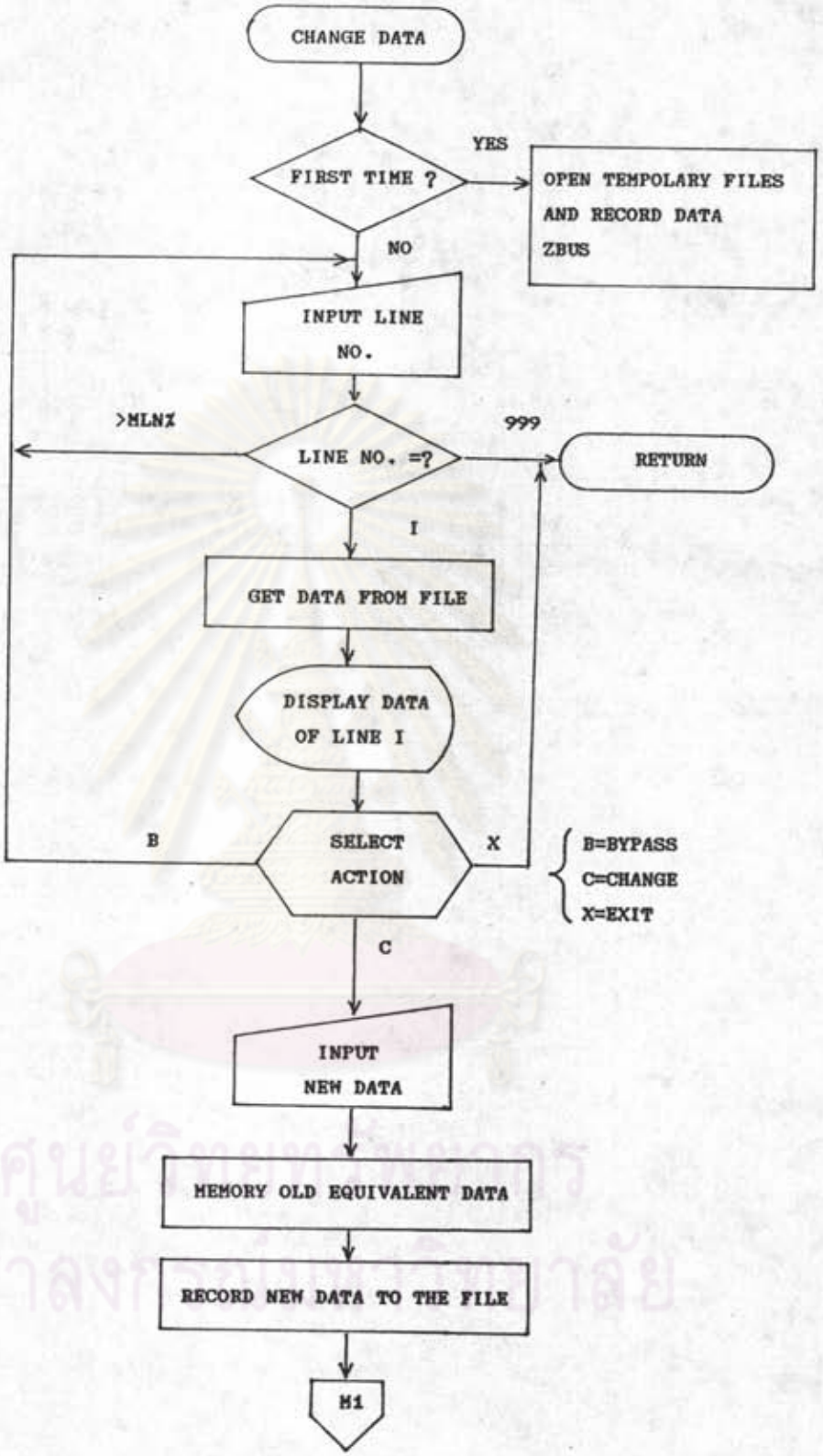
20.2 เพิ่มลิงค์ขนานกับลายน์ที่ I เข้าระบบ โดยคำนวณแบบคอมเพล็กซ์และลิงค์มีขนาดเท่ากับ

$$XX(I) = \frac{XLT(I) * OXLT}{OXLT - XLT(I)}$$

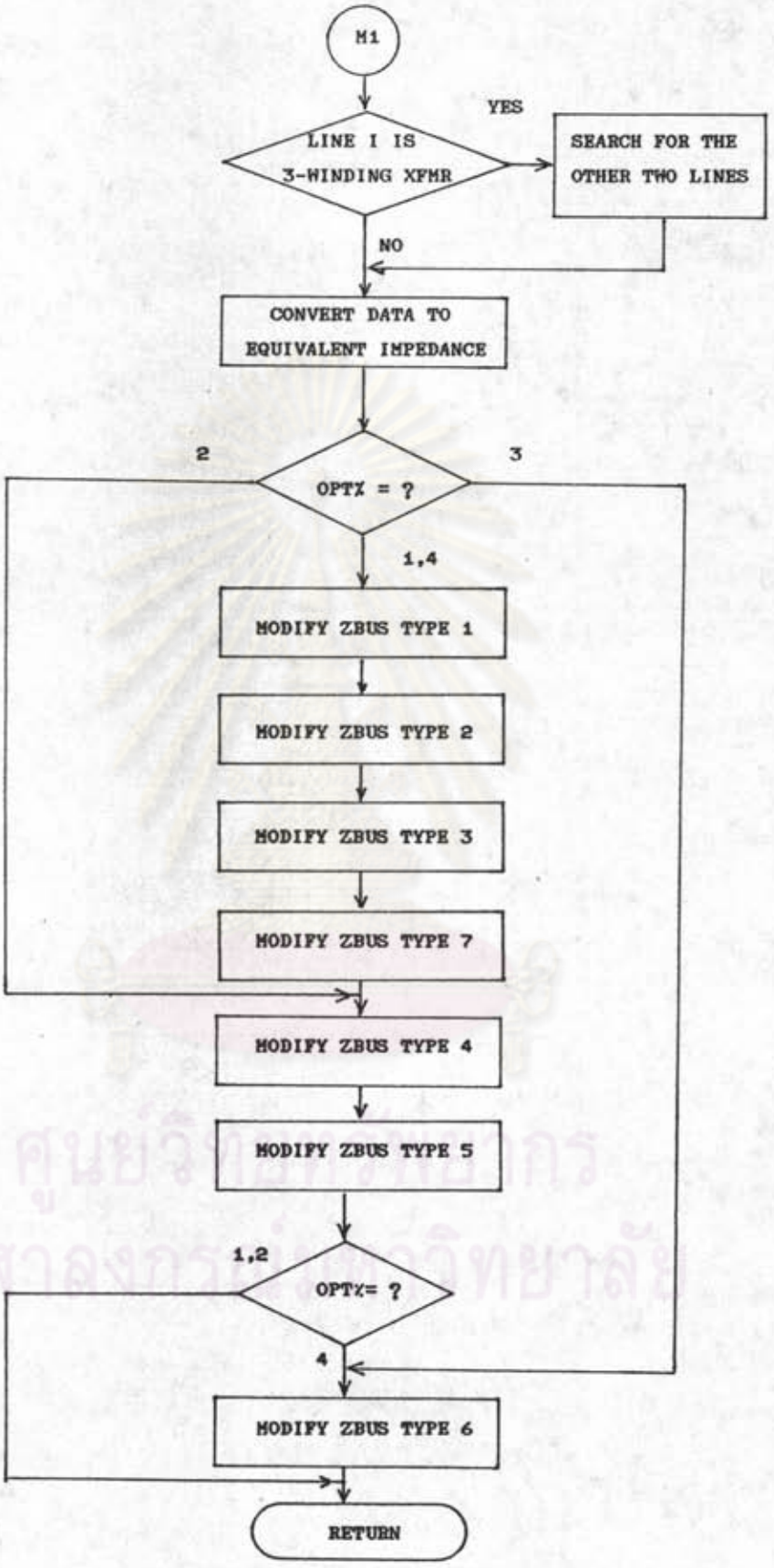
$$RR(I) = \frac{RLT(I) * ORLT}{ORLT - RLT(I)}$$

20.3 บันทึกค่าบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ลงไฟล์เขตที่ 10 และ 11

21. กลับไปทำขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 4.18 (ก) โฟลชาร์ทแสดงการ เปลี่ยนข้อมูล เบื้องต้นและการดัดแปลงบัสอิมพีแดนซ์ เมตริกซ์



รูปที่ 4.18 (ข) โฟลชาร์ทแสดงการ เปลี่ยนข้อมูล เบื้องต้นและการดัดแปลงบัสอิมพีแดนซ์ เมตริกซ์

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.18 (ก) และ 4.18(ข)

การแสดงผลลัพธ์

1. การแสดงผลลัพธ์ทางจอภาพ

หลังจากการคำนวณการลัดวงจรที่บัสใดบัสหนึ่งแล้ว ก็จะเป็นการแสดงผลลัพธ์ทางจอภาพ โดยแบ่งออกเป็นหน้าและหน้าย่อย (กำหนดโดยตัวเลขหน้าจุดเป็นหน้า และหลังจุดเป็นหน้าย่อย เช่น 1.1, 1.2, 2.1 เป็นต้น ตัวเลขจะปรากฏที่บรรทัดแรกทางขอบซ้ายของจอภาพ) การแสดงผลลัพธ์หน้าใดบ้างจะขึ้นกับว่า ผู้ใช้ได้ให้คำนวณอะไรบ้าง เช่น คำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์, ฟิวส์, รีเลย์ถ่วงเวลา หรือทั้งหมด คำนวณแรงดันที่บัสและกระแสลัดวงจรที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ด้วยหรือไม่

การแสดงผลลัพธ์แบ่งออกได้ ดังนี้คือ

1. หน้าที่ 1.1 จะเป็นผลลัพธ์ของการคำนวณกระแสลัดวงจร สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง ประกอบด้วยค่าที่จะนำไปเทียบหาขนาดพิกัดของเซอร์กิตเบรก-เกอร์ และค่าอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิเคราะห์การลัดวงจรเช่น ฟอลท์เลเวล อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณ รวมทั้งค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลมาจากระบบผลิตกำลังไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวที่ 1 ถึงตัวที่ 5 และถ้ามีเกิน 5 ตัว ก็จะแสดงในหน้าย่อยต่อไป (1.2, 1.3...) ทีละ 5 ตัวจนครบ ค่าอัตราส่วนของกระแสลัดวงจรที่ไหลมาจากรีโมทซอส ต่อผลรวมของกระแสลัดวงจรที่ไหลมาจากรีโมทซอสและโลคอลซอส จะแสดงในหน้าย่อยสุดท้าย (ดังแสดงในรูปที่ 16 ของภาคผนวก ก.) ความหมายของค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ มีดังนี้ คือ

FAULT LEVEL คือ ค่าผลคูณของระดับแรงดันที่บัสที่เกิดลัดวงจร คูณกับกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกัน (Interrupting short circuit current) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง และคูณด้วย 1.732 มีหน่วยเป็นเอ็มวีเอ (MVA)

X/R RATIO คือ ค่าอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่จุดเกิดลัดวงจร ของวงจรที่ใช้คำนวณกระแสลัดวงจร ในช่วงคอนแทกแยกจากกันของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

E/Z คือ ค่าแรงดันก่อนลัดวงจร หารด้วยค่าอิมพิแดนซ์สมมูลย์ที่จุดลัดวงจร ของวงจรที่ใช้คำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกัน ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

MULTIPLYING FACTOR : LOCAL คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณที่ได้จากกราฟที่ต้นกำเนิดกระแสลัดวงจรเป็นโลคอลซอส (คิดรวมผลการลดลงของส่วนประกอบกระแสตรง และส่วนประกอบกระแสสลับของกระแสลัดวงจร)

MULTIPLYING FACTOR : REMOTE คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณที่ได้จากกราฟที่ต้นกำเนิดกระแสลัดวงรเป็นรีโมทซอส (คิดผลของการลดลงของส่วนประกอบกระแสตรงของกระแสลัดวงจรแต่เพียงอย่างเดียว)

MULTIPLYING FACTOR : AVERAGE คือ ค่าแฟคเตอร์ตัวคูณซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของแฟคเตอร์ตัวคูณของโลคอลซอส และรีโมทซอส ตามอัตราส่วนของกระแสลัดวงจรที่มาโลคอลซอสและรีโมทซอส

E/Z * MF. : LOCAL คือ ค่าผลคูณระหว่าง E/Z กับ MULTIPLYING FACTOR : LOCAL

E/Z * MF. : REMOTE คือ ค่าผลคูณระหว่าง E/Z กับ MULTIPLYING FACTOR : REMOTE

E/Z * MF. : AVERAGE คือค่าผลคูณระหว่าง E/Z กับ MULTIPLYING FACTOR : AVERAGE

INTERRUPTING SHORT CIRCUIT CURRENT [SYM]: คือ ค่ากระแสลัดวงจรที่ใช้เทียบค่าอินเตอร์รับติงคาปาบิลิตี (Interrupting capability) (ซึ่งกำหนดด้วยค่ากระแสสมดุลย์) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

MOMENTARY SHORT CIRCUIT CURRENT [ASYM] คือ ค่ากระแสลัดวงจรที่ใช้เทียบค่า โมเมนตารีเรติง (Momentary rating) หรือโคลสชิงแอนด์แลทช์ชิงคาปาบิลิตี (Closing and latching capability) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง (เป็นกระแสไม่สมดุลย์) มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

GENERATOR CONTRIBUTION (SYM) [P.U., DEGREE]: หมายถึงกระแสลัดวงจรที่ไหลมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า เป็นค่ากระแสสมดุลย์และแสดงด้วยค่าเปอร์ยูนิต, องศา โดยจะแสดงในบรรทัดต่อไป เช่น "LINE NO. 1 BUS

NO. 2 [REMOTE] = 1.95, -89.43" หมายความว่า กระแสลัดวงจรที่ไหลมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า ซึ่งเป็นลายน์ที่ 1 ในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า และต่ออยู่ที่บัสหมายเลข 2 เป็นรีโมทซอสเมื่อคิดจากจุดที่เกิดจุดลัดวงจร มีค่ากระแสเท่ากับ 1.95 เปอร์ยูนิต และมุม -89.43 องศา

REMOTE/(LOCAL + REMOTE) คือ ค่าอัตราส่วนของผลรวมกระแสลัดวงจรจากรีโมทซอส ต่อ ผลรวมกระแสลัดวงจรจากโลคอลซอส บวกกับ ผลรวมกระแสลัดวงจรจากรีโมทซอส

2. หน้าที่ 2.1 จะแสดงผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ ฟิวส์และรีเลย์ถ่วงเวลา ดังแสดงในตัวอย่างในรูปที่ 17 ของภาคผนวก ก.

ความหมายของค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำดังนี้

E/Z คือ กระแสลัดวงจรที่คำนวณจาก แรงดันก่อนลัดวงจรของบัสที่เกิดลัดวงจร หารด้วยค่าอิมพิแดนซ์สมมูลย์ที่จุดลัดวงจรของวงจรที่ใช้คำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

X/R RATIO คือ ค่าอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่จุดลัดวงจร ของวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ

FAULT LEVEL คือ ค่าผลคูณของกระแสลัดวงจรที่คำนวณจาก E/Z คูณกับ ระดับแรงดันที่บัส คูณด้วย 1.732 มีหน่วยเป็นเอ็มวีเอ (MVA) ค่า FAULT LEVEL นี้ใช้เป็นระดับกำลังงานลัดวงจรอ้างอิงในการคำนวณกระแสลัดวงจร ของวงจรแรงดันต่ำอื่น ที่ต่ออยู่กับบัสนี้

INTERRUPTING SHORT CIRCUIT CURRENT [SYM] คือ ค่ากระแสลัดวงจรที่ใช้เทียบค่าอินเตอร์รับติงคาปาบิลิตี (Interrupting capability) หรือชอตเซอร์กิตเคอร์แรนท์เรติง (Short-circuit current rating) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ (เป็นกระแสสมดุลย์) มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

ความหมายของค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ สำหรับฟิวส์มีดังนี้

E/Z คือ ค่าที่คำนวณจากแรงดันก่อนการลัดวงจรของบัส ที่เกิด

การลัดวงจรหารด้วยอิมพีแดนซ์สมมูลย์ของวงจรสำหรับฟิวส์ มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

X/R RATIO คือ อัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ที่จุดลัดวงจรของวงจรสำหรับฟิวส์

FAULT LEVEL คือ ค่าผลคูณของกระแสลัดวงจรที่คำนวณจาก E/Z คูณกับระดับแรงดันของบัส คูณด้วย 1.732 มีหน่วยเป็นเอ็มวีเอ (MVA)

INTERRUPTING SHORT CIRCUIT CURRENT [SYM] คือ ค่ากระแสลัดวงจรที่ใช้เทียบค่าอินเตอร์รับติงเคอร์เรนท์ (Interrupting current) ของฟิวส์ ซึ่งกำหนดด้วยค่ากระแสลัดวงจรสมดุลย์ มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

ASYMMETRICAL SHORT CIRCUIT CURRENT คือ ค่ากระแสลัดวงจรไม่สมดุลย์ ใช้ประกอบการเทียบค่าอินเตอร์รับติงเคอร์เรนท์ของฟิวส์ มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

ความหมายของค่าผลลัพธ์ สำหรับรีเลย์ถ่วงเวลาดังนี้

SHORT CIRCUIT CURRENT คือ กระแสลัดวงจรที่บัสที่เกิดลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา มีหน่วยเป็นกิโลแอมป์อาร์เอ็มเอส (kArms)

3. หน้าที่ 3 จะแสดงผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจรที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรกสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง เป็นกระแสลัดวงจรสมดุลย์มีค่าเป็นต่อหน่วย และองศา มีทิศทางเป็นบวกนับจากหมายเลขบัสต่ำไปหมายเลขบัสสูง การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 ลายน์ต่อ 1 หน้าย่อย เริ่มจากหน้าที่ 3.1, 3.2, 3.3....จนครบลายน์สุดท้ายของระบบไฟฟ้า

4. หน้าที่ 4 จะแสดงผลลัพธ์ของแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะเกิดการลัดวงจรที่บัสที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรกสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 บัส ต่อ 1 หน้าย่อย มีค่าเป็นต่อหน่วยและองศาเช่นเดียวกัน

5. หน้าที่ 5 ถ้าระดับแรงดัน (แรงดันฐาน) ของบัสที่เกิดการลัดวงจรมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 กิโลโวลท์ จะแสดงผลลัพธ์ของกระแสที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร

ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกัน สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

ถ้าระดับแรงดันของบัสที่เกิดลัดวงจร มีค่าน้อยกว่า 1 กิโลโวลท์ จะแสดงผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจรที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ

การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 ลายน์ต่อ 1 หน้าย่อย เป็นกระแสสมดุลย์ มีค่าเป็นต่อหน่วยและองศา มีทิศทางเป็นบวกนับจากหมายเลขบัสต่ำไปสูง

6. หน้าที่ 6 ถ้าระดับแรงดันที่บัส (แรงดันฐาน) ของบัสที่เกิดลัดวงจร มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 กิโลโวลท์ จะแสดงผลลัพธ์ของแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะเกิดลัดวงจรที่บัสที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกันสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง ถ้าระดับแรงดันของบัสที่เกิดลัดวงจรมีค่าน้อยกว่า 1 กิโลโวลท์ จะแสดงผลลัพธ์ของแรงดันที่บัสขณะลัดวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 บัสต่อ 1 หน้าย่อย มีค่าเป็น ต่อหน่วยและองศา

7. หน้าที่ 7 จะแสดงผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจรที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์ เป็นกระแสลัดวงจรสมดุลย์ มีค่าเป็นต่อหน่วย และองศา ทิศทางเป็นบวก นับจากหมายเลขบัสต่ำไปสูง การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 ลายน์ต่อ 1 หน้าย่อย

8. หน้าที่ 8 จะแสดงผลลัพธ์ของแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะเกิดการลัดวงจรที่บัสที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับฟิวส์ การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 บัสต่อ 1 หน้าย่อย มีค่าเป็นต่อหน่วย และองศา

9. หน้าที่ 9 จะแสดงผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจรที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา เป็นกระแสลัดวงจรสมดุลย์ มีค่าเป็นต่อหน่วยและองศา มีทิศทางเป็นบวก นับจากหมายเลขบัสต่ำไปสูง การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 ลายน์ต่อ 1 หน้าย่อย

10. หน้าที่ 10 จะแสดงผลลัพธ์ของแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะเกิดการบัสวงจรที่บัสที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา การแสดงผลลัพธ์จะแสดงทีละ 8 บัสต่อ 1 หน้าย่อย มีค่าเป็นต่อหน่วยและองศา

การแสดงผลลัพธ์จะเริ่มตั้งแต่หน้าที่ 1.1, 1.2, 2.1.....เรื่อย ๆ ไปจนครบ โดยจะขึ้นหน้าย่อยหรือหน้าต่อไปเมื่อมีการกดปุ่มใด ๆ 1 ครั้ง นอกจากนี้ขณะแสดงผลลัพธ์นี้ โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่ามีการกดปุ่ม Ctrl และปุ่มอื่น ๆ ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งจะเป็นการแสดงผลลัพธ์อื่น ๆ ดังนี้ คือ

1. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ Home โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์เริ่มหน้าแรกใหม่

2. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ PgDn โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์หน้าต่อไป โดยเริ่มหน้าย่อยที่ 1 ของหน้าต่อไป

3. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ PgUp โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ถอยหลังกลับ 1 หน้า และเริ่มแสดงหน้าย่อยที่ 1

4. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ Left โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ถอยหลังกลับ 1 หน้าย่อย สิ้นสุดที่หน้าย่อยที่ 1 ของหน้านั้น

5. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ Right โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์หน้าย่อยต่อ ๆ ไป หรือหน้าต่อไป

6. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ End โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์หน้าสุดท้าย และเริ่มแสดงหน้าย่อยที่ 1

7. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ F1 จะเข้าสู่การทำงานในโปรแกรมการแสดงภาพเป็นการแสดงภาพที่สร้างไว้ด้วย PC-DRAW

8. ถ้ากด Ctrl พร้อมกับ Enter จะเป็นการสิ้นสุดการแสดงผลลัพธ์ เข้าสู่โปรแกรมส่วนอื่นต่อไป

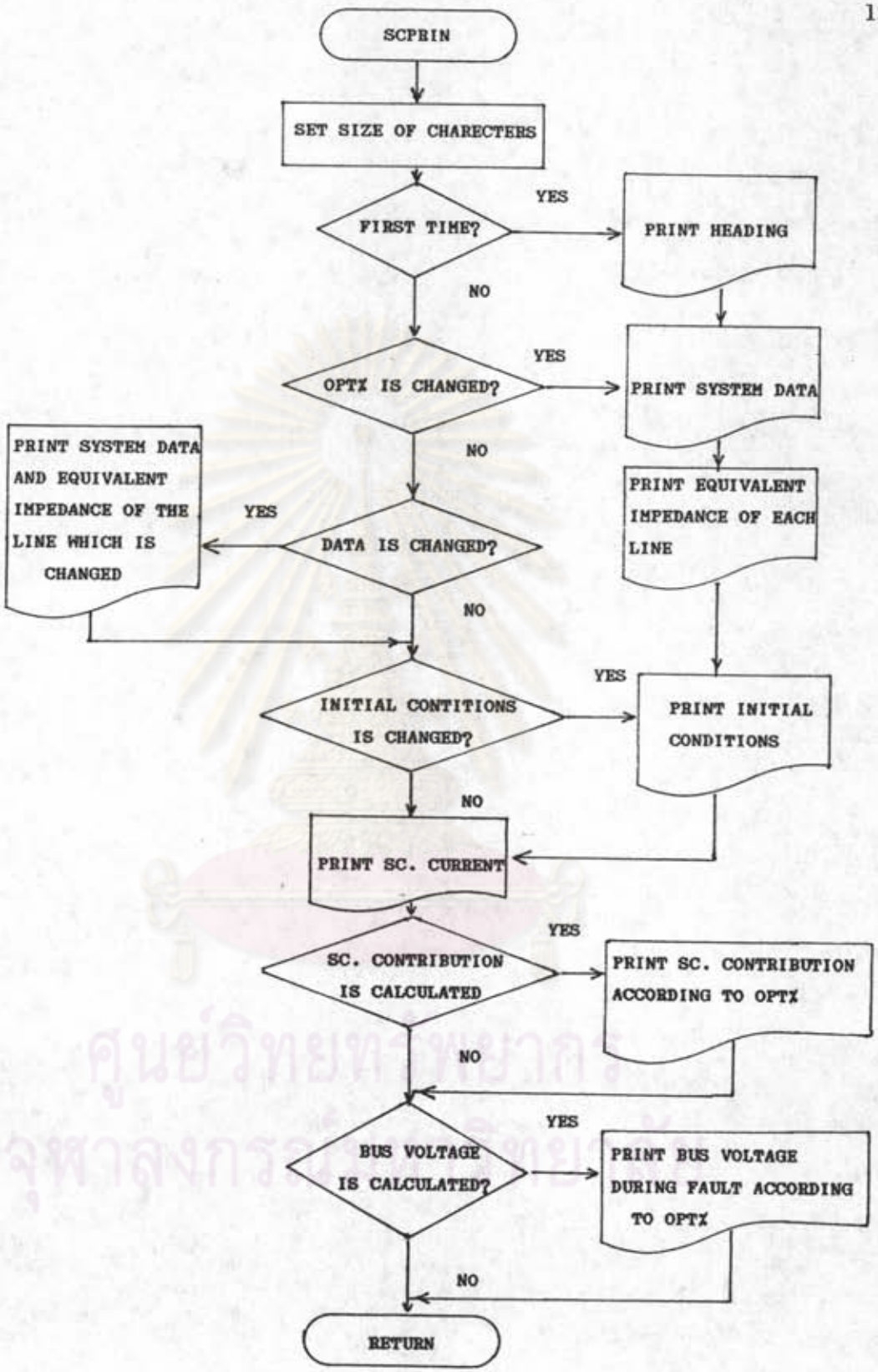
2. <u>การพิมพ์ผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์</u>

ผลลัพธ์จะพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ก็ต่อเมื่อผู้ใช้ต้องการ และจะพิมพ์ผลลัพธ์ทุกค่าของการลัดวงจรที่บัสที่ได้คำนวณครั้งหลังสุดก่อนหน้าที่จะสั่งให้พิมพ์ เช่น ถ้าได้คำนวณเฉพาะกระแสลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ก่อนหน้าที่จะสั่งพิมพ์ ก็จะพิมพ์เฉพาะผลลัพธ์ของกระแสลัด

วงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยจะพิมพ์ค่าต่าง ๆ เช่นเดียวกับที่แสดงทางจอภาพ นอกจากนั้น ถ้าเป็นการพิมพ์ครั้งแรก โปรแกรมจะพิมพ์ข้อมูลเบื้องต้น อิมพิแดนซ์สมมูลย์ของแต่ละอุปกรณ์ และพิมพ์ค่าสภาวะเบื้องต้นต่าง ๆ ให้ก่อนที่จะพิมพ์ผลลัพธ์ ส่วนการพิมพ์ผลลัพธ์ครั้งต่อ ๆ ไป ก็จะไม่พิมพ์ข้อมูลเบื้องต้นเหล่านี้อีก นอกจากจะมีการเปลี่ยนค่าข้อมูลเบื้องต้น และหรือค่าสภาวะเบื้องต้นเหล่านี้ โปรแกรมจะพิมพ์ทุกค่าที่ได้มีการเปลี่ยนแปลง ก่อนที่จะพิมพ์ผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจร

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

1. กำหนดขนาดและชนิดของตัวอักษร ตามขนาดของกระดาษที่จะพิมพ์
2. ตรวจสอบว่าเป็นการพิมพ์ครั้งแรกหรือไม่
   2.1 ถ้าเป็นการพิมพ์ครั้งแรก ให้ทำขั้นตอนที่ 6
   2.2 ถ้าไม่ใช่การพิมพ์ครั้งแรก ให้ไปทำขั้นตอนที่ 3
3. ตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงจุดประสงค์การคำนวณกระแสลัดวงจร (เซอร์กิตเบรกเกอร์, ฟิวส์, รีเลย์ถ่วงเวลา, คำนวณทั้งหมด) หรือไม่
   3.1 ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง ให้ทำขั้นตอนที่ 7
   3.2 ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ให้ทำขั้นตอนที่ 4
4. ตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์หรือไม่
   4.1 ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงให้พิมพ์ข้อมูลเบื้องต้นลายน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า พร้อมทั้งอิมพิแดนซ์สมมูลย์ของลายน์นั้น ๆ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 5
   4.2 ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ให้ทำขั้นตอนที่ 5
5. ตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนค่าสภาวะเบื้องต้นหรือไม่
   5.1 ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง ให้ทำขั้นตอนที่ 9
   5.2 ถ้าไม่มี ให้ทำขั้นตอนที่ 10
6. พิมพ์หัวกระดาษ
7. พิมพ์ข้อมูลเบื้องต้นทั้งหมด
8. พิมพ์อิมพิแดนซ์สมมูลย์ของแต่ละลายน์ในระบบไฟฟ้า
9. พิมพ์ค่าสภาวะเบื้องต้น
10. พิมพ์ผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจรของบัสที่คำนวณครั้งหลังสุดก่อนการสั่งพิมพ์
11. ตรวจสอบว่าได้มีการคำนวณกระแสลัดวงจรที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจรหรือไม่



รูปที่ 4.19 โฟลชาร์ทแสดงการพิมพ์ผลลัพธ์

11.1 ถ้ามีการคำนวณ ให้พิมพ์ผลลัพธ์ของกระแสลัดวงจรที่ไหลในส่วนต่าง ๆ ของวงจร ตามประเภทของจุดประสงค์การคำนวณที่ถูกเลือกไว้ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 12

11.2 ถ้าไม่มีการคำนวณ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 12

12. ตรวจสอบว่าได้มีการคำนวณแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะเกิดการลัดวงจรหรือไม่

12.1 ถ้ามีการคำนวณ ให้พิมพ์ผลลัพธ์ของแรงดันที่บัสต่าง ๆ ขณะเกิดการลัดวงจร ตามประเภทของจุดประสงค์การคำนวณที่ถูกเลือกไว้ แล้วไปทำขั้นตอนที่ 13

12.2 ถ้าไม่มีการคำนวณ ให้ไปทำขั้นตอนที่ 13

13. จบการพิมพ์ผลลัพธ์ ไปทำในโปรแกรมส่วนอื่นต่อไป

โฟลชาร์ทแสดงในรูปที่ 4.19

<u>การแสดงรูปภาพ</u>

โปรแกรม SCDRAW เป็นโปรแกรมสำหรับแสดงรูปภาพทางจอภาพ การเข้าสู่โปรแกรมส่วนนี้สามารถทำได้ขณะการแสดงข้อมูลแต่ละลายน์ในส่วนของโปรแกรม SCIP หรือขณะแสดงผลลัพธ์ในส่วนของโปรแกรม SCCAL หรือในขั้นตอนรอคำสั่งการคำนวณครั้งต่อ ๆ ไป ในส่วนของโปรแกรม SCCAL รูปภาพดังกล่าวเป็นรูปที่สร้างขึ้นด้วยซอฟแวร์ชื่อ PC-DRAW ของบริษัท MICORGRAFX จำนวนภาพที่จะแสดงได้จะเท่ากับที่สร้างไว้ด้วย PC-DRAW (มีจำนวน 1-99 ภาพ)

PC-DRAW จะเก็บรูปที่สร้างขึ้นไว้ในไฟล์ซึ่งมีเอกเทนชั่นเป็น .PXX และ .TXX (XX มีค่าตั้งแต่ 01-25 ขึ้นกับจำนวนภาพที่สร้างขึ้น) การตั้งชื่อไฟล์รูปภาพ จะต้องตั้งให้มีชื่อเดียวกันกับไฟล์ข้อมูล

การแสดงรูปภาพด้วยโปรแกรม SCDRAW นี้ จะต้องประกอบด้วยไฟล์ต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในดิสค์เดียวกันกับไฟล์ข้อมูล ดังนี้

1. filename.PXX เป็นไฟล์รูปภาพซึ่งมีชื่อเดียวกันกับไฟล์ข้อมูล (filename จะต้องเป็นชื่อเดียวกับไฟล์ข้อมูล) ไฟล์รูปภาพ 1 ไฟล์ จะมีรูปภาพ 4 รูป

2. filename.TXX เป็นไฟล์รูปภาพซึ่งเก็บตัวอักษร ไฟล์นี้จะมีเฉพาะเมื่อภาพที่สร้างขึ้นมีตัวอักษรด้วย

3. *.DGM เป็นไฟล์ช่วยในการสร้างภาพของ PC-DRAW ในกรณีที่ขณะสร้างภาพมีการเรียกใช้สัญญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นภาพขาว-ดำ (* คือชื่อของไฟล์ที่เก็บสัญญลักษณ์ต่าง ๆ ของ PC-DRAW)

4. *.CLR เป็นไฟล์ช่วยในการสร้างภาพของ PC-DRAW ในกรณีที่ขณะสร้างภาพมีการเรียกใช้สัญญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นภาพสี

5. ITEX.INT เป็นไฟล์ช่วยในการสร้างภาพของ PC-DRAW

การเข้าสู่โปรแกรม SC-DRAW นี้ ทำได้โดยการกดปุ่ม Ctrl และ F1 พร้อมกันขณะอยู่ในขั้นตอนต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ขณะโปรแกรมทำการแสดงภาพ โปรแกรมตรวจสอบการกดปุ่มเพื่อควบคุมการแสดงภาพดังนี้คือ

1. ถ้ามีการกด Ctrl พร้อมกับ Home โปรแกรมจะแสดงภาพแรกใหม่

2. ถ้ามีการกด Ctrl พร้อมกับ PgDn โปรแกรมจะแสดงภาพต่อ ๆ ไป และถ้าแสดงครบทุกภาพแล้ว และแสดงคำว่า END OF DIAGRAM

3. ถ้ามีการกด Ctrl พร้อมกับ PgUp โปรแกรมจะแสดงภาพย้อนหลัง 1 ภาพ

4. ถ้ามีการกด Ctrl พร้อมกับ Enter จะสิ้นสุดการทำงานในโปรแกรม SCDRAW กลับสู่การทำงานในโปรแกรมเดิมก่อนแสดงภาพ

5. ถ้ามีการกด Esc. จะสิ้นสุดการทำงานในโปรแกรม SCDRAW กลับสู่การทำงานในโปรแกรมเดิมก่อนแสดงภาพ

6. ถ้ามีการกดปุ่มอื่น ๆ (ตัวอักษร A, B, C...TAB...) โปรแกรมจะแสดงภาพต่อ ๆ ไป

โปรแกรม SCDRAW นี้เป็นโปรแกรมซึ่งดัดแปลงมาจากโปรแกรมชื่อ SOURCE.BAS ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ PC-DRAW โดยดัดแปลงในส่วนควบคุมการแสดงภาพ, ตัวแปร และเพิ่มเติมส่วนเชื่อมต่อ เพื่อให้สามารถแสดงภาพที่ต้องการ และเชื่อมต่อกับโปรแกรมการวิเคราะห์การลัด

วงจรของระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมที่เขียนขึ้นในงานวิจัยนี้

โครงสร้างไฟล์ข้อมูล

ข้อมูลต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปในส่วนการทำงานของโปรแกรมการจัดการข้อมูลเบื้องต้น จะถูกเก็บไว้ในดิสค์ไฟล์ ไฟล์ข้อมูลนี้ผู้ใช้จะเป็นผู้ตั้งชื่อ และจะเป็นชื่อใด ๆ ก็ได้ตามข้อแม้การตั้งชื่อไฟล์ในภาษาเบสิค

ลักษณะของไฟล์ข้อมูลนี้จะเป็นไฟล์ชนิดแรนดอมไฟล์ (Random file) สามารถอ่านเรคคอร์ดใดก็ได้ เรคคอร์ดหนึ่งจะมีความยาว 38 ไบท์ แบ่งออกเป็น 11 ฟิลด์ (field) 3 ฟิลด์แรกมีขนาดฟิลด์ละ 2 ไบท์และ 8 ฟิลด์ต่อไปมีขนาดฟิลด์ละ 4 ไบท์ แต่ละเรคคอร์ดจะเป็นข้อมูลของแต่ละลายน์ในระบบไฟฟ้า (หรือเรียกได้ว่าเป็นข้อมูลของอุปกรณ์ 1 อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า ยกเว้นหม้อแปลง 3 ขดลวด ซึ่งมีข้อมูลอยู่ 3 ชุด) หมายเลขประจำเรคคอร์ดจะมีค่าตรงกับหมายเลขลายน์ของระบบไฟฟ้า

ข้อมูลต่าง ๆ ของแต่ละอุปกรณ์ที่บันทึกลงไฟล์ข้อมูลตามฟิลด์ต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 4.20

โครงสร้างของไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์

ขณะทำงานในส่วนของโปรแกรมการคำนวณ(SCCAL) โปรแกรมจะสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ชนิดต่าง ๆ ตามจุดประสงค์ในการคำนวณดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และจะบันทึกบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์เหล่านี้ลงไฟล์ในดิสค์เดียวกันกับที่มีไฟล์ข้อมูลอยู่ ไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์นี้จะถูกตั้งชื่อโดยโปรแกรม ให้มีชื่อหน้าชื่อเดียวกันไฟล์ข้อมูล แต่มีเอกเทนชันเป็น .ZBS

ลักษณะของไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์นี้ จะเป็นไฟล์ชนิดแรนดอมไฟล์เช่นเดียวกับไฟล์ข้อมูล เรคคอร์ดหนึ่งจะมีความยาว 240 ไบท์ แบ่งออกเป็น 60 ฟิลด์ ฟิลด์ละ 4 ไบท์ ใช้บันทึกค่าสมาชิกของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ขนาด 60 x 60 ได้ 1 แถว (60 ตัว)

ฟิลด์ที่ J ของเรคคอร์ดที่ I ของไฟล์ จะเท่ากับสมาชิกของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ คอลัมน์ที่ J แถวที่ I [Z(I, J)]

ไฟล์บัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์จะถูกแบ่งออกเป็นเซตดังนี้

1. เซตที่ 0 จะอยู่ที่เรคคอร์ดที่ 1 ถึง MBS% (MBS% = จำนวนบัสสูงสุด) บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรก สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

2. เซตที่ 1 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ MBS% + 1 ถึง 2*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงไซเกิลแรก สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

3. เซตที่ 2 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 2*MBS% + 1 ถึง 3*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกัน สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

4. เซตที่ 3 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 3*MBS% + 1 ถึง 4*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรในช่วงคอนแทกแยกจากกัน สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

5. เซตที่ 4 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 4*MBS% + 1 ถึง 5*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

6. เซตที่ 5 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 5*MBS% + 1 ถึง 6*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันสูง

7. เซตที่ 6 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 6*MBS% + 1 ถึง 7*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ หรือฟิวส์

8. เซตที่ 7 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 7*MBS% + 1 ถึง 8*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ หรือฟิวส์

9. เซตที่ 8 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 8*MBS% + 1 ถึง 9*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำหรือฟิวส์

10. เซตที่ 9 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 9*MBS% + 1 ถึง 10*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณอัตราส่วนเอ็กซ์ต่ออาร์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำหรือฟิวส์

11. เซตที่ 10 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 10*MBS% + 1 ถึง 11*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา

12. เซตที่ 11 อยู่ที่เรคคอร์ดที่ 11*MBS% + 1 ถึง 12*MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีซีสแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรสำหรับรีเลย์ถ่วงเวลา

13. เซตที่ 11 + I, I = 1, 2,....GNC% (GNC% = จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบวกแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า) อยู่ที่เรคคอร์ดที่ (11 + I) * MBS + 1 ถึง (12 + I) * MBS% บันทึกค่าของส่วนที่เป็นรีแอคแตนซ์ของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ ใช้ในการตรวจสอบระยะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวที่ I ถึงบัสที่เกิดการลัดวงจร

14. เรคคอร์ดที่ (12 + GNC%) * MBS% + 1 จะเป็นเรคคอร์ดสุดท้ายของไฟล์ จะบันทึกค่าต่าง ๆ สำหรับการตรวจสอบ และบอกลักษณะของบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ที่อยู่ในไฟล์ดังนี้

14.1 ฟิลด์ที่ 1 บันทึกค่า หมายเลขบัสสูงสุดของระบบไฟฟ้า

14.2 ฟิลด์ที่ 2 บันทึกค่า จำนวนลายน์ของระบบไฟฟ้า

14.3 ฟิลด์ที่ 3 บันทึกค่า จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารวมกับแหล่งผลิตกำลังไฟฟ้า

14.4 ฟิลด์ที่ 4 บันทึกค่า จุดประสงค์ของการคำนวณกระแสลัดวงจร (สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์, ฟิวส์, รีเลย์ถ่วงเวลา หรือทั้งหมด)

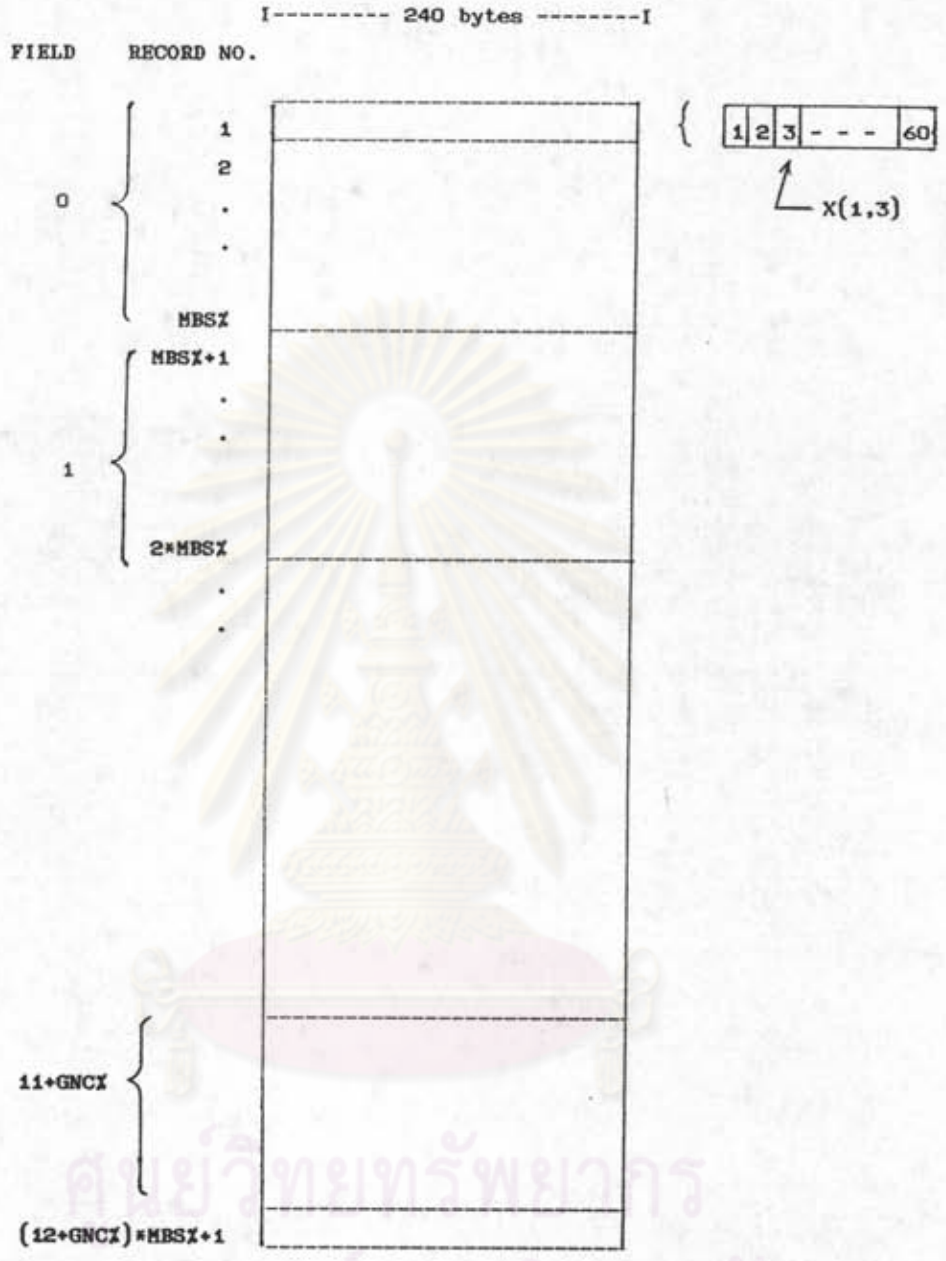
14.5 ฟิลด์ที่ 5 บันทึกค่า เอ็มวีเอฐาน

14.6 ฟิลด์ที่ 6 บันทึกคำว่า "LAST"

โครงสร้างบัสอิมพิแดนซ์เมตริกซ์ไฟล์แสดงในรูปที่ 4.21

BYTE	1-2	3-4	5-6	7-10	11-14	15-18	19-22	23-26	27-30	31-34	35-38
1. UTILITY	LINE NO.	LOWER	HIGHER	"UTIL"	0	MVA	0	0	0	X/R	0
2. TRANSFORMER	"	"	"	"XFMR"	TYPE	MVA	0	X	0	X/R	0
3. LINE	"	"	"	"LINE"	TYPE	Length	kV	X	R	X/R	0
4. MOTOR	"	"	"	"MTOR"	TYPE	kW	RPM	Xd	power factor	X/R	efficiency
5. GENERATOR	"	"	"	"GENT"	TYPE	MVA	0	X"d	X'd	X/R	0

รูปที่ 4.20 แสดงโครงสร้างไฟล์ข้อมูล



รูปที่ 4.21 โครงสร้างไฟล์บัสซิมพิแดนซ์ เมตริกซ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย