บทที่ 4

โปรแกรมเทคนิคการลดภาระโหลดเกินในสายส่งแบบโมดิไฟด์ดีคัปเปิล

จากที่กล่าวถึงทฤษฎีหลัก สำหรับเทคนิคการลดภาระโหลดเกินในสายส่งไฟฟ้าในบทที่ 2 และเทคนิคการลดภาระโหลดเกินในสายส่งไฟฟ้าแบบโมดิไฟด์ดีคัปเปิล ในบทที่ 3 ในบทนี้จะแสดงถึงขั้นตอนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาผลลัพธ์ ตามวิธีการในบทที่ 3 การลดภาระโหลดเกินในสายส่งไฟฟ้าแบบโมดิไฟด์ดีคัปเปิล ซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์โหลดโฟลแบบฟาสท์ดีคัปเปิลเป็นส่วนสำคัญ

โปรแกรมสำหรับเทคนิคการลดภาระโหลดเกินในสายส่งไฟฟ้า แบบโมดิไฟด์ดีคัปเปิลนี้ จะแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 10 ส่วนด้วยกัน โดยส่วนที่ 1 ถึง 9 กำหนดให้เป็นสับรูทีน (Subroutine) ของโปรแกรม

1. การอ่านข้อมูลของระบบและข้อมูลเพื่อการควบคุม
2. การจัดเรียงลำดับบัสและข้อมูลใหม่
3. การสร้างบัสแอทมิตแทนซ์ เมตริกของระบบ
4. การหาโหลดโฟลของระบบด้วยเทคนิคแบบฟาสท์ดีคัปเปิล
5. การหาสภาวะโหลดเกินในสายส่ง
6. การหาส่วนกลับเทียมของเมตริก
7. การหาขนาดเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าบัสเพื่อลดภาระโหลดเกินในสายส่ง
8. การหาขนาดกำลังไฟฟ้าในการผลิตและสำหรับโหลดภายหลังลดภาระโหลดเกินในสายส่ง
9. การแสดงข้อมูลและผลลัพธ์
10. โปรแกรมหลักของการวิเคราะห์โหลดเกินในสายส่งและการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง

1. <u>การอ่านข้อมูลของระบบและข้อมูลเพื่อการควบคุม</u>

โปรแกรมในส่วนของการอ่านข้อมูลของระบบและข้อมูลเพื่อการควบคุมนี้ จะถูกอ่านแล้วนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลนี้ จะรวมถึงข้อมูลสำหรับการควบคุมการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดด้วย ลักษณะข้อมูลที่อ่านมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของระบบและข้อมูลสำหรับการควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ข้อมูลในส่วนนี้จะบอกถึงขนาดเบื้องต้นของระบบไฟฟ้า ที่จะทำการวิเคราะห์ และข้อมูลที่ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด โดยประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

NBUS คือ จำนวนของบัสทั้งหมดในระบบที่ทำการวิเคราะห์

MBASE คือ ขนาดของกำลังไฟฟ้าฐาน เอ็ม วี เอ (Base MVA.)

CP คือ ขนาดของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ สำหรับการคำนวณหากำลังไฟฟ้าแอคทีฟ (Active Power Tolerance)

CQ คือ ขนาดของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ สำหรับการคำนวณหากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power Tolerance)

LNIT คือ ขนาดของจำนวนรอบสำหรับการทำอิเทอเรทีฟ (Iterative) ได้สูงสุด

ACP คือ ตัวเร่ง (Acceleration Factor) สำหรับให้ได้ผลลัพธ์เร็วขึ้น และลดจำนวนอิเทอเรทีฟลง

VBASE คือ ขนาดของแรงดันไฟฟ้าฐาน (Base Voltage) เป็นค่าที่ใช้สำหรับเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าของแต่ละบัส ให้มีค่าต่อหน่วย (Per Unit) P.U.

SWG คือ บัสที่กำหนดเป็นสวิงบัส (Swing Bus) หรือบัสอ้างอิง (Reference Bus)

ข้อมูลเบื้องต้นของระบบและข้อมูลสำหรับการควบคุมนี้ทั้งหมดจะกำหนดให้อยู่ในคำสั่ง DATA แรกทั้งหมด โดยข้อมูลแต่ละตัว จะมีเครื่องหมายจุลภาค "," ขั้นอยู่ และเพื่อแน่ใจได้ว่าจำนวนข้อมูลที่ต้องอ่านเท่ากับจำนวนของข้อมูลในคำสั่ง DATA จะมีการตรวจสอบการอ่านข้อมูลเมื่อการอ่านในคำสั่ง DATA เสร็จสิ้น

1.2 ข้อมูลที่เกี่ยวกับสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบ

โปรแกรมในส่วนนี้จะอ่านข้อมูลที่เกี่ยวกับสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า จากคำสั่ง DATA ที่อยู่ถัดมา โดยในหนึ่งคำสั่ง DATA จะบรรจุข้อมูลของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบเพียงหนึ่งสายส่งเท่านั้น และมีลำดับของข้อมูลเรียงกันในคำสั่ง DATA มีดังนี้

LLINE คือ หมายเลขของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า โดยกำหนดเป็นตัวเลข

SB คือ หมายเลขของบัสที่ต้นของสายส่งไฟฟ้าต่อเชื่อมอยู่ ซึ่งจะกำหนดเป็นตัวเลข

EB คือ หมายเลขของบัสที่ปลายทางของสายส่งไฟฟ้าต่อเชื่อมอยู่ ซึ่งจะกำหนดเป็นตัวเลข

RSER คือ ค่าของความต้านทานที่เกิดจากการแทนค่าสายส่งด้วยวงจรสมมูลย์พาย

XSER คือ ค่าของอินดักแทนซ์ ที่เกิดการแทนค่าสายส่งด้วยวงจร

RTX คือ ค่าของความต้านทานหม้อแปลงไฟฟ้าต่อเชื่อมในสายส่งมีหน่วยเป็น P.U.

XTX คือ ค่าของคอนดักแทนซ์ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมในสายส่งมีหน่วยเป็น P.U.

YCAP คือ ค่าชั้น อิลิเมนท์ที่บัส ที่เกิดจากการแทนค่า สายส่งด้วยวงจรสมมูลย์พายโดยกำหนดเป็นค่าซัสแซบแทนซ์ ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของขั้นคาปาซิแทนซ์ของสายส่งตลอดสายต่ออยู่ที่บัสทั้งสองด้านที่สายส่งเชื่อมอยู่มีหน่วย เป็น P.U.

T คือ ค่าของอัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

CMAX คือ ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดสำหรับสายส่งไฟฟ้ามีหน่วยเป็น P.U.

จำนวนของคำสั่ง DATA ที่บรรจุข้อมูลของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าจะเท่ากับจำนวนของสายส่ง และหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบที่ทำการวิเคราะห์

(1029507)

1.3 ข้อมูลที่เกี่ยวกับบัสของระบบ

ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับบัสทั้งหมดในระบบซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับใช้ในการวิเคราะห์โหลดโฟลของระบบและเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการหาขนาดในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และขนาดของโหลดภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง ข้อมูลนี้จะอ่านจากคำสั่ง DATA ที่อยู่ถัดจากคำสั่ง DATA ซึ่งบรรจุข้อมูลของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะข้อมูลดังนี้

BUS คือ หมายเลขประจำบัสแต่ละบัสของระบบ ซึ่งจะกำหนดให้ตัวเลข

TYPEB คือ หมายเลขบอกชนิดของบัสในระบบ ในการวิเคราะห์โหลดโฟลแบบฟาสท์ดีคัปเปิลจะกำหนดชนิดของบัสดังนี้

TYPEB(I) = 1 เป็นบัสของโหลด จะกำหนดเฉพาะค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟ และกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟไว้

TYPEB(I) = 2 เป็นบัสควบคุมแรงดัน (Voltage Control Bus) เป็นบัสที่ควบคุมขนาดของแรงดันไว้เท่ากับค่าที่กำหนด โดยมีค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power) เปลี่ยนค่าได้ในขีดจำกัดที่กำหนดบัสชนิดนี้ จะกำหนดค่าขนาดของแรงดันและกำลังไฟฟ้าแอคทีฟ (Active Power)

TYPEB(I) = 3 เป็นสวิงบัส (Swing Bus) หรือบัสอ้างอิง (Reference Bus) ส่วนมากจะเลือกเอาบัสที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตมากที่สุด ต่ออยู่บัสเดียว เพื่อสำหรับจ่ายพลังไฟฟ้าให้โหลด ส่วนที่เหลือจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวอื่นแล้ว และค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายส่ง ซึ่งในตอนแรกยังไม่รู้ค่า ข้อมูลที่กำหนดไว้สำหรับบัสชนิดนี้คือ ค่ามุมของแรงดันจะกำหนดเป็นศูนย์ และจะเป็นมุมอ้างอิงของแรงดันที่บัสอื่น

GBUS คือ หมายเลขระหัสที่บอกถึงบัสที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่กับบัสนั้น โดยกำหนดให้บัสซึ่งมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ มีค่าเท่ากับ 1 หากเป็นโหลดบัสจะมีค่าเท่ากับศูนย์

VSPEC คือ ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของบัสต่าง ๆ โดยบัสชนิดที่ 2 และ 3 จะกำหนดให้มีค่าคงที่ สำหรับกรณีบัสชนิดที่ 1 นั้น จะกำหนดเป็นค่าแรงดันประมาณเริ่มต้นของบัส มีหน่วยเป็น P.U.

PG คือ ขนาดของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่ออยู่ที่บัส หน่วยที่ใช้เป็น P.U.

QG คือ ขนาดของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่ออยู่ที่บัส หน่วยที่ใช้เป็น P.U.

PGMAX คือ ขนาดของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงสุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่กับบัสผลิตได้ หรือขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่สำหรับการผลิต (Operating Reserve) ที่บัสนั้น หน่วยที่ใช้เป็น P.U.

PD คือ ขนาดของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของโหลดที่ต่ออยู่ที่บัสหน่วยที่เป็น P.U.

QD คือ ขนาดของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟของโหลดที่ต่ออยู่ที่บัส หน่วยที่ใช้เป็น P.U.

QMIN คือ ขนาดพิกัดต่ำสุดของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่ใช้ในบัสชนิดที่ 2 มีหน่วยเป็น P.U.

QMAX คือ ขนาดพิกัดสูงสุดของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่ใช้ในบัสชนิดที่ 2 มีหน่วยเป็น P.U.

YSHT คือ ค่าของคาปาซิเตอร์ (Capacitor) หรือรีแอคเตอร์ (Reactor) ที่ต่อขนานอยู่กับบัส ซึ่งกำหนดเป็นค่าซัสแซบแทนซ์ หน่วยที่ใช้เป็น P.U.

1.4 <u>ข้อมูลที่เกี่ยวกับการแสดงผล</u>

ข้อมูลในส่วนนี้ทั้งหมดจะเป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมการแสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์และข้อมูลต่าง ๆ ออกทางเครื่องพิมพ์หรือ Printer โดยข้อมูลส่วนนี้จะอ่านจากคำสั่ง DATA สุดท้าย หนึ่งคำสั่งเท่านั้น และเก็บค่าที่อ่านจากคำสั่ง DATA ไว้ที่ค่า PTION(I) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันทั้งสิ้น 7 ค่า ซึ่งกำหนดค่า PTION(I) แต่ละค่าเพื่อการควบคุมการแสดงผลดังนี้

PTION (1) เป็นตัวควบคุมการแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับระบบและการควบคุมโปรแกรม

PTION (2) เป็นตัวควบคุมการแสดงข้อมูลของบัสในระบบ

PTION (3) เป็นตัวควบคุมการแสดงข้อมูลของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบ

PTION (4) เป็นตัวควบคุมการแสดงผลลัพธ์การคำนวณหาบัสแอทมิตแทนซ์ของระบบ

PTION (5) เป็นตัวควบคุมการแสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โหลดโฟลของระบบ

PTION (6) เป็นตัวควบคุมการแสดงผลลัพธ์กำลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่ง

PTION (7) เป็นตัวควบคุมการแสดงผลลัพธ์ การลดภาระโหลดเกินในสายส่ง

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

1. อ่านข้อมูลเบื้องต้นของระบบและข้อมูลสำหรับการควบคุมการทำงานของโปรแกรมทั้งหมด จากคำสั่ง DATA แรก

2. ตรวจสอบข้อมูลที่อ่าน และหากค่าที่มีความสำคัญและมิได้กำหนดค่าโปรแกรมจะกำหนดค่าให้ ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมดำเนินการต่อไปได้

3. อ่านข้อมูลที่เกี่ยวกับสายส่งและหม้อแปลงของระบบ โดยข้อมูลของแต่ละสายส่งจะอ่านจากในคำสั่ง DATA หนึ่งคำสั่ง และจะมีการตรวจเช็ค การอ่านข้อมูลว่าครบถ้วนหรือไม่

4. ตรวจสอบข้อมูลที่อ่าน และหากค่าใดซึ่งสำคัญและมิได้กำหนดค่าโปรแกรมจะกำหนดค่าให้เอง

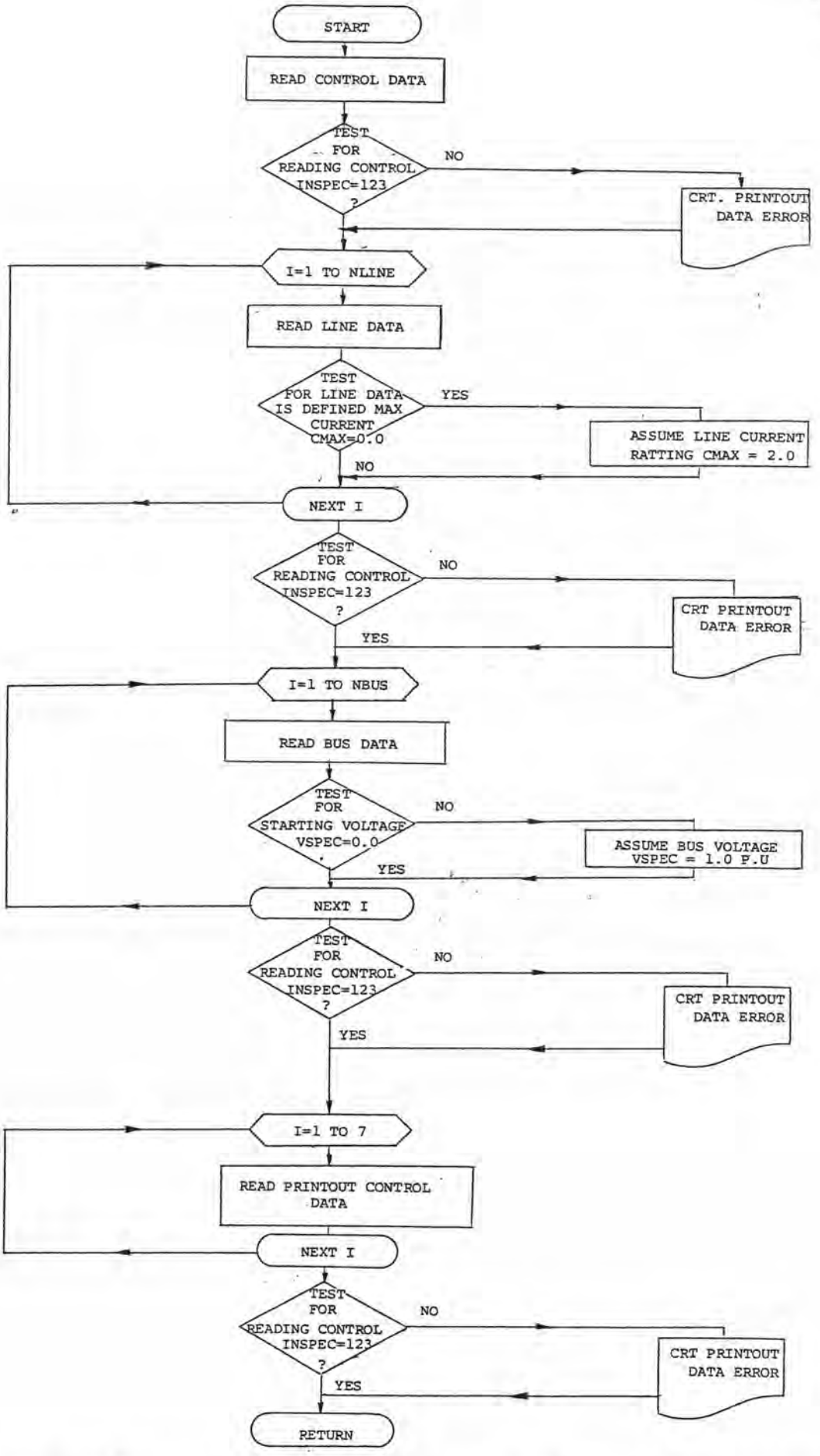
5. อ่านข้อมูลที่เกี่ยวกับบัสของระบบ โดยข้อมูลแต่ละบัสจะอ่านจากในคำสั่ง DATA หนึ่งคำสั่ง และจะมีการตรวจเช็คการอ่านว่า ครบถ้วนหรือไม่

6. ตรวจสอบข้อมูลที่อ่าน และหากค่าใด ซึ่งสำคัญและมิได้กำหนดค่าให้โปรแกรมจะกำหนดค่าให้เอง

7. อ่านข้อมูลที่เกี่ยวกับการแสดงผลลัพธ์ ในคำสั่ง DATAสุดท้าย

ในคำสั่ง DATA หนึ่งจะกำหนดค่าของ INSPEC ไว้ที่ท้ายของคำสั่ง โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 999 ทั้งนี้ เพื่อใช้ในการตรวจสอบการอ่านข้อมูลทั้งหมดว่าถูกต้องหรือไม่

โฟลชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม อยู่ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 โฟลชาร์ทแสดงการอ่านข้อมูลการควบคุมโปรแกรมและข้อมูลที่เกี่ยวกับสายส่งและบัสของระบบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. <u>การจัดเรียงลำดับบัสและข้อมูลใหม่</u>

หลังจากการอ่านข้อมูลต่าง ๆ มาเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ข้อมูลดังกล่าวยังไม่มีการจัดเรียงลำดับให้เป็นไปตามลำดับชนิดของบัส ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์โหลดโฟลของระบบในขั้นเริ่มต้นและรวมถึงเทคนิคการลดภาระโหลดเกินในสายส่งไฟฟ้าด้วย การจัดเรียงลำดับบัสใหม่นี้ กำหนดเป็นสับรูทีนนี้ชื่อว่า "RENUMBER OF BUS" สำหรับจัดเรียงบัสใหม่ ตามชนิดของบัสดังนี้

บัสของโหลด (Load Bus) ซึ่งจะมีค่าของ TYPEB(I) เท่ากับ 1

บัสควบคุมแรงดันไฟฟ้า (Voltage Control Bus) ซึ่งจะมีค่าของTYPEB(I) เท่ากับ 2

สวิงบัส (Swing Bus) ซึ่งจะมีค่าของTYPEB(I) เท่ากับ 3

การจัดเรียงลำดับบัสใหม่นั้นจำเป็นต้องเปลี่ยนข้อมูลของบัสใหม่ทั้งหมดด้วย เพื่อให้สอดคล้องกัน

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้ เป็นดังนี้

NLOAD คือ จำนวนนับบัสชนิดบัสของโหลดทั้งหมดในระบบ

NCON คือ จำนวนนับบัสชนิดบัสควบคุมแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดในระบบ

NLD คือ ตัวเลขเรียงลำดับใหม่สำหรับบัสของโหลด ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นครั้งละหนึ่ง เมื่อตรวจสอบชนิดของบัส เท่ากับ 1 โดยจะมีค่าเริ่มต้นก่อนการตรวจสอบเท่ากับศูนย์

NGN คือ ตัวเลขเรียงลำดับใหม่ สำหรับบัสควบคุมแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นครั้งละหนึ่ง เมื่อตรวจสอบชนิดของบัสเท่ากับ 2 โดยจะมีค่าเริ่มต้นก่อนการตรวจสอบเท่ากับ NLOAD

NK(I) คือ หน่วยเลขประจำบัสเก่า ซึ่งได้จัดเรียงลำดับใหม่แล้ว โดยเก็บตัวเลขประจำบัสเก่าไว้ใน NK(I) ตามลำดับบัสใหม่

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสับรูทีนนี้เป็นดังนี้

1. เริ่มต้นกำหนดให้ค่าตัวนับ NLOAD, NCON, NLD และ NGN เท่ากับศูนย์

2. ตรวจสอบชนิดของบัสทั้งหมด เพื่อนับจำนวนบัสที่มีชนิดเป็นบัสของโหลดและบัสควบคุมแรงดันไฟฟ้า โดยให้ค่าของ NLOAD และ NCON มีค่าเพิ่มที่ละหนึ่ง เมื่อตรวจสอบพบชนิดของบัสนั้น

3. ตรวจสอบชนิดของบัส ครั้งละบัส เพื่อจัดเรียงลำดับบัสใหม่ โดยกำหนดให้

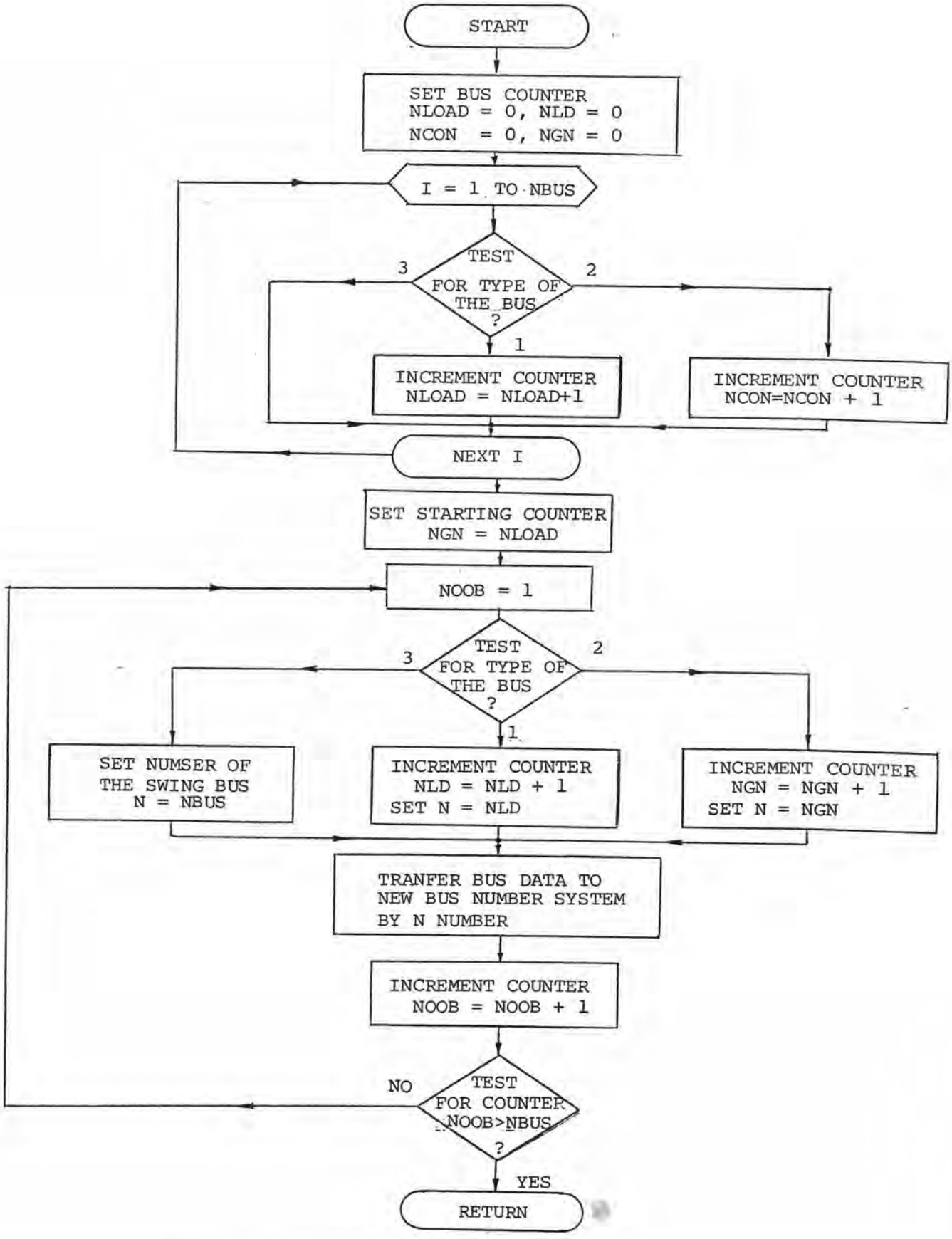
ก. ถ้าชนิดของบัส เท่ากับ 1 ค่าตัวเลขของ NLD จะมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับศูนย์

ข. ถ้าชนิดของบัสเท่ากับ 2 ค่าตัวเลขของ NCON จะมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1 โดยมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ NLOAD

ค. ถ้าชนิดของบัสเท่ากับ 3 ค่าตัวเลขของ N เท่ากับจำนวนทั้งหมดของบัส NBUS

4. ย้ายข้อมูลที่เกี่ยวกับบัสทั้งหมด ซึ่งมีลักษณะ การจัดแบบเดิม ให้จัดเรียงลำดับของบัสใหม่ โดยจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ที่หน่วยความจำใหม่ทั้งหมด สำหรับข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำเดิมยังคงเก็บอยู่ ในลักษณะเดิมไปเปลี่ยนแปลง

รายละเอียดดังโฟลชาร์ท แสดงตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 โฟลชาร์ทแสดงการจัดเรียงบัสใหม่

3. การสร้างบัสแอทมิตแทนซ์เมตริกของระบบ

โปรแกรมในส่วนนี้เป็นสับรูทีนชื่อ "YBUS MATRIX" สำหรับคำนวณหาค่าบัสแอทมิตแทนซ์เมตริกของระบบ YBUS จากข้อมูลของบัส และข้อมูลของสายส่ง และหม้อแปลงไฟฟ้า ของระบบที่อ่านเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่อง เนื่องจากการวิเคราะห์โหลดไฟลของระบบด้วยเทคนิคแบบฟาสท์ดีคัปเปิล ตามอัลกอริทึมของ B. STOTT and O. ALSAC[5] จำเป็นต้องใช้บัสแอทมิตแทนซ์เมตริกของระบบ ในการคำนวณหาโหลดไฟล การคำนวณหาบัสแอทมิตแทนซ์เมตริกของระบบนี้ จะใช้ข้อมูลของบัสและข้อมูลของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าเดิมเมื่อแรกอ่านโดยมิได้จัดเรียงลำดับบัสใหม่ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการใช้ในโปรแกรมอื่นด้วย

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้มีดังนี้

Y (I, J) คือ ขนาดของค่าบัสแอทมิตแทนซ์ระหว่างบัส I และบัส J ของระบบ

AY (I, J) คือ ค่าของมุมบัสแอทมิตแทนซ์ ระหว่างบัส I และบัส J ของระบบ

YTPQ (I, J) คือ ขนาดของบัสแอทมิตแทนซ์ของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างบัส I และบัส J

AYTPQ(I,J) คือ ค่าของมุมบัสแอทมิตแทนซ์ของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งเชื่อมต่อระหว่างบัส I และบัส J

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสับรูทีนนี้เป็นดังนี้

1. กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับขนาดและมุมของบัสแอทมิตแทนซ์เมตริกทั้งหมดเท่ากับศูนย์ กล่าวคือ ค่าของ Y (I, J) และ AY (I, J) = 0.0

2. คำนวณหาค่าขนาดและมุมของอิมพีแดนซ์ของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าหรือค่า ZSER(I) และ AZSER(I)

3. จัดทำส่วนกลับค่าขนาดและมุมของอิมพีแดนซ์ของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อให้เป็นค่าขนาดและมุมของแอทมิตแทนซ์ของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า หรือ YTPQ (I, J) และ AYTPQ (I, J)

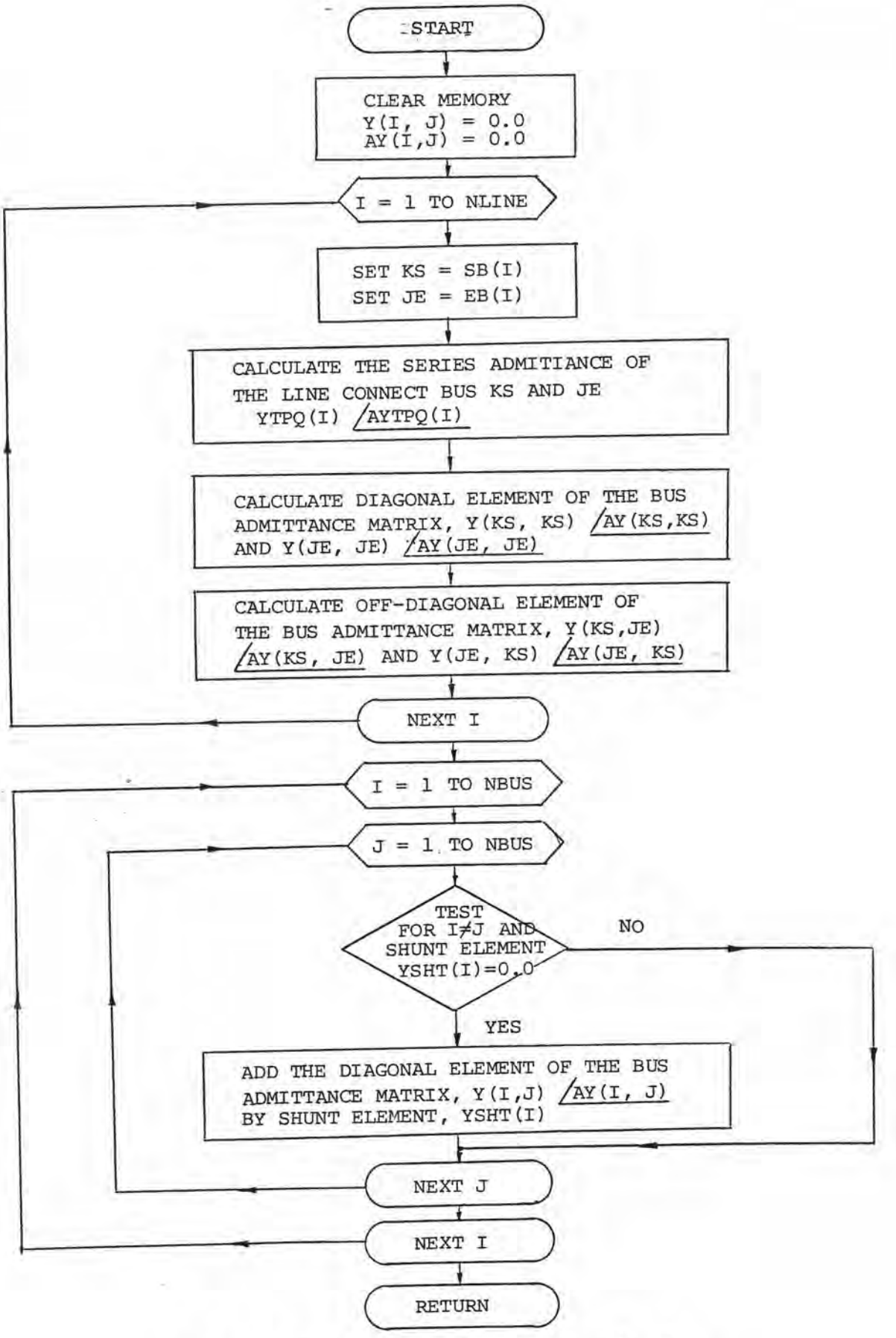
4. คำนวณหาค่าขนาดและมุมของบัสแอทมิตแทนซ์เมตริกของระบบ โดยให้สมาชิกของเมตริกเป็นดังนี้

ก. สมาชิกในแนวทะแยงมุมของเมตริก (Diagonal Element) หรือ Y (I, I) และ AY (I, I) เท่ากับผลบวกของค่าแอทมิตแทนซ์ของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า หรือ YTPQ (I, J) และ AYTPQ (I, J) และค่าซัสแซบแทนซ์ของสายส่ง YCAP(I)

ข. สมาชิกนอกแนวทะแยงมุมของเมตริก (Off Diagonal Element) หรือ Y(I, J) และ AY(I, J) เท่ากับ ค่าลบของแอทมิตแทนของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้า ที่สายส่งนั้นต่ออยู่กับบัส หรือ - YIPQ (I, J) และ AYTPQ(I, J)

5. หากระบบนี้ชั้นอิลิเมนซ์ต่ออยู่ที่บัสต่าง ๆ ของระบบ สมาชิกของบัสแอทมิตแทนซ์เมตริกของระบบในแนวทะแยงมุมจะบวกด้วยค่าซัสแซบแทนซ์ของชั้นอิลิเมนซ์นั้นด้วย

โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมสร้างบัสแอทมิตแทนซ์เมตริก ตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 โฟลชาร์ทแสดงการสร้างบัสแอทมิตแทนซ์เมตริก

4. การหาโหลดโฟลของระบบด้วยเทคนิคแบบฟาสท์ดีคัปเปิล

โปรแกรมในส่วนนี้ เป็นสับรูทีนชื่อ "FAST DECOUPLED LOADFLOW" สำหรับการวิเคราะห์โหลดโฟลของระบบด้วยเทคนิคแบบฟาสท์ดีคัปเปิล ก่อนการทำงานของโปรแกรมนี้ ข้อมูลต่าง ๆ ของระบบต้องได้รับการจัดเรียงลำดับบัสให้มีลำดับบัส ตามที่ต้องการก่อนและได้มีการจัดหาบัสแอทมิดแทนซ์เมตริกของระบบไว้แล้วด้วย ซึ่งได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 2 และ 3 โปรแกรมสำหรับการหาโหลดโฟลด้วยเทคนิคแบบฟาสท์คัปเปิลนี้ จะแยกส่วนการคำนวณค่าของความไม่สมดุลย์กันของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟ ΔP และค่าความไม่สมดุลย์กันของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ ΔQ เป็นอิสระกันเป็น 2 ส่วน

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้ มีดังนี้

NSJ คือ จำนวนบัสทั้งหมดของระบบลบด้วยหนึ่ง หรือ NBUS-1

BMAT1 (I, J) คือ ค่าลบของบัสซัสแซบแทนซ์ระหว่างบัส I และ J ซึ่งเป็นสมาชิกของ [B´] หรือ [B"] เมตริก

G (I, J) คือ ค่าบัสคอนดักแทนซ์ ระหว่างบัส I และบัส J

H (I, J) คือ ค่าบัสซัสแซบแทนซ์ ระหว่างบัส I และบัส J

PCAL คือ ขนาดของค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่ป้อนเข้าบัส ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากคำนวณตามสมการโหลดโฟลที่ (2.5)

QCAL คือ ขนาดของค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่ป้อนเข้าบัส ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการคำนวณตามสมการโหลดโฟลที่ (2.6)

AA คือ ค่าขนาดแรงดันไฟฟ้าที่บัส

B คือ ค่ามุมแรงดันไฟฟ้าที่บัส

P คือ ขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟบัสที่ป้อนเข้าบัส

Q คือ ขนาดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟบัสที่ป้อนเข้าบัส

DPMAX คือ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นสูงสุดของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟในแต่ละอิเทอเรทีฟ

DQMAX คือ ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นสูงสุดของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในแต่ละอิเทอเรทีฟ

NIT1 คือ ค่าจำนวนนับรอบของอิเทอเรทีฟในการคำนวณหาผลลัพธ์

KP คือ ค่าสำหรับใช้ตรวจสอบความถูกต้องที่ยอมรับได้ของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟ เมื่อเทียบกับค่าที่ยินยอมให้ผิดพลาดได้ หรือค่า CP

KQ คือ ค่าสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องที่ยอมรับได้ของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ เมื่อเทียบกับค่าที่ยินยอมให้ผิดพลาดได้หรือค่า CQ

DELV คือ ค่าของตัวแปรสถานะของการเปลี่ยนแปลงค่ามุมและขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่บัส หรือ $\Delta\delta$ และ ΔV

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เป็นดังนี้

1. สร้างบัสซัสแซบแทนซ์เมตริกสำหรับใช้เป็นเมตริก [B´], [B"] และ [B"'] โดยกำหนดให้อยู่ในรูปของค่า BMAT1(I,J)

2. กำหนดค่าเริ่มต้น สำหรับขนาดและมุมของแรงดันไฟฟ้าที่บัสต่าง ๆ โดยกำหนดไว้ในค่า AA(I) และ B(I) ตามลำดับ

3. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าบัสซึ่งป้อนเข้าบัสต่าง ๆ ของระบบ โดยคำนวณจากขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและ/หรือโหลดที่ต่ออยู่กับบัสนั้น ผลลัพธ์จากการคำนวณจะเก็บไว้ที่ค่า

ก. กรณีกำลังไฟฟ้าแอคทีฟ จะเก็บไว้ที่ค่า P(I)

ข. กรณีกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ จะเก็บไว้ที่ค่า Q(I)

4. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าบัส โดยคำนวณจากสมการโหลดโฟลหลักการตามสมการที่ (2.5) ผลลัพธ์จากการคำนวณจะเก็บไว้ที่ค่า

ก. กรณีกำลังไฟฟ้าแอคทีฟจะเก็บไว้ที่ค่า PCAL(I)

ข. กรณีกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟจะเก็บไว้ที่ค่า QCAL(I)

5. ทำการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าบัสที่ได้จากการคำนวณตามขั้นตอนที่ 3 กับค่ากำลังไฟฟ้าบัสที่ได้จากการคำนวณตามขั้นตอนที่ 4 โดยผลเปรียบเทียบจะเก็บไว้ที่ค่า

ก. กรณีกำลังไฟฟ้าแอคทีฟ จะเก็บไว้ที่ค่า DP(I) ซึ่งค่านี้จะเป็นค่าความไม่สมดุลย์กันของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟ ΔP ตามสมการ (3.2)

ข. กรณีกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟจะเก็บไว้ที่ค่า DQ(I) ซึ่งค่านี้จะเป็นค่าความไม่สมดุลย์กันของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ ΔQ ตามในสมการ (3.3)

ค. ผลเปรียบเทียบความแตกต่างค่ากำลังไฟฟ้าบัสสูงสุด จะเก็บไว้ DPMAX และ DQMAX สำหรับกรณีที่เป็นกำลังไฟฟ้าแอคทีฟ และรีแอคทีฟตามลำดับ

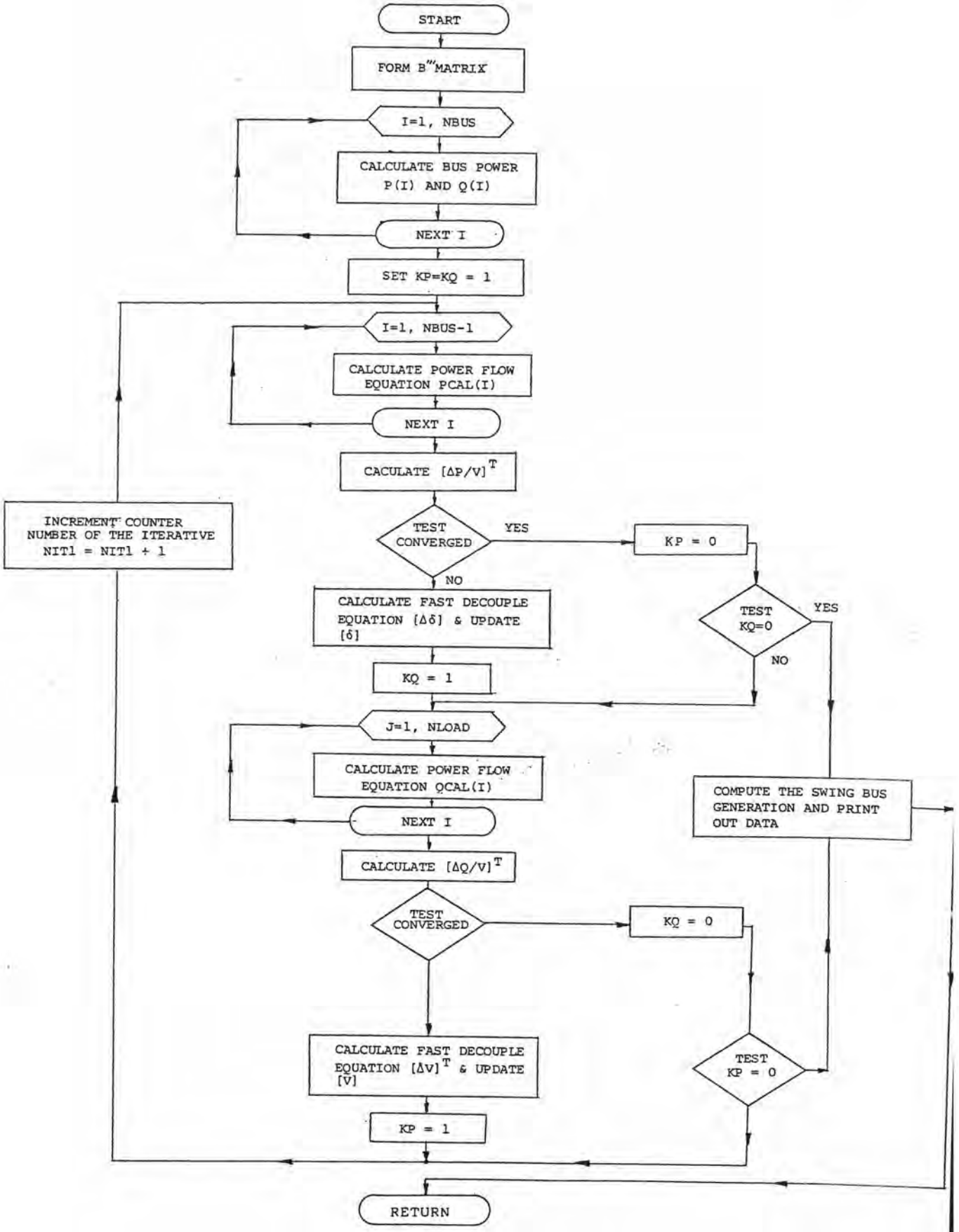
6. ทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างกำลังไฟฟ้าบัสสูงสุด DPMAX และ DQMAX กับค่าซึ่งยินยอมให้ผิดพลาดได้ CP และ CQ ตามลำดับ หากผลการเปรียบเทียบปรากฏว่าค่า DPMAX, DQMAX น้อยกว่าค่า CP และ CQ แล้วจะคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสวิงบัสของระบบและจะสิ้นสุดการทำงานสำหรับสับรูทีนนี้

7. คำนวณหาค่าตัวแปรสถานะของมุมและขนาดแรงดันไฟฟ้า DELV(I) หรือเมตริก $[\Delta\delta : \Delta V]^T$ ตามในสมการที่ (3.2) และ (3.3) โดยใช้ค่า DP(I) และ DQ(I) ซึ่งได้จากการคำนวณขั้นตอนที่ 5 และบัสซัสแซบแทนซ์เมตริก BMAT1(I, J) ซึ่งได้จากการสร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 1

8. ค่า $[\Delta\delta]$ และ $[\Delta V]$ ที่คำนวณได้จากขั้นตอนที่ 7 จะนำไปบวกค่ามุมและขนาดของแรงดันไฟฟ้าเดิมที่ใช้ในการคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ที่ค่า B(I) และ AA(I) ของแต่ละบัสอีกครั้ง เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณต่อในขั้นตอนที่ 4 ใหม่อีกครั้งหนึ่ง และจะดำเนินการในลักษณะเช่นนี้ซ้ำ ๆ กันจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

9. จากขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ที่ได้กล่าวข้างต้นทั้งหมด ได้รวมการคำนวณหาผลลัพธ์โหลดโฟลตามสมการที่ (3.2) และ (3.3) พร้อมกัน แต่ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจริงจะแยกการคำนวณหาผลลัพธ์ ตามสมการที่ (3.2) และ (3.3) จากกัน

โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมการหาโหลดโฟลด้วยเทคนิคแบบฟาสท์ดีคัปเปิลดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 โฟลชาร์ทแสดงการหาโหลดโฟลด้วย เทคนิคแบบฟาส์ทดีคัปเปิล

5. การหาโหลดสภาวะโหลดเกินในสายส่ง

โปรแกรมในส่วนนี้เป็นสับรูทีน ชื่อ "TO FIND THE LINE OVERLOAD" ใช้สำหรับการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่งของระบบทั้งหมด และจะตรวจสอบหาสายส่งที่มีโหลดเกิน โดยกำหนดให้สายส่งใดมีขนาดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินพิกัดสูงสุดของสายส่งร้อยละ 5 จะถือให้สายส่งนั้นเป็นสายส่งที่มีโหลดเกินในสายส่ง โปรแกรมในส่วนนี้จะสร้างเมตริก [A] ขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า สำหรับการลดภาระโหลดเกินในสายส่งต่อไป

LD คือ ค่าจำนวนนับของสายส่งที่มีโหลดเกินพิกัดสูงสุด

NLD คือ หมายเลขประจำสายส่งที่มีโหลดเกินพิกัดสูงสุด

DOC คือ ขนาดกระแสไฟฟ้าที่เกินจากพิกัดสูงสุดของสายส่ง

LN, LM คือ หมายเลขประจำบัสที่ต้นและปลายของสายส่งที่มีโหลดเกินในสายส่ง

GSE คือ ค่าอนุกรมคอนดักแทนซ์ของสายส่ง

BSE คือ ค่าอนุกรมซัสเซบแทนซ์ของสายส่ง

CR, CJ คือ ค่ากระแสไฟฟ้าในส่วนของค่าจริงและค่าจินตภาพของสายส่ง

CRJ คือ ค่าของขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่ง

AMAT(I, J) คือ ค่าของสมาชิกเมตริก [AMAT] ซึ่งสร้างขึ้นตามในสมการที่ (2.24) ถึง (2.28)

CMAX คือ ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดของสายส่ง

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสับรูทีน เป็นดังนี้

1. กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับค่า LD, NLE(I) และ DOC(I)

2. คำนวณหาขนาดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่งทั้งหมด โดยแยกการคำนวณเป็น 2 ส่วน คือ

ก. ค่ากระแสไฟฟ้าในส่วนของค่าจริง ซึ่งคำนวณตามในสมการที่ (2.22) ผลการเก็บไว้ที่ค่า CR(I)

ข. ค่ากระแสไฟฟ้าในส่วนของค่าจินตภาพ ซึ่งคำนวณตามในสมการที่ (2.22) ผลการคำนวณเก็บไว้ที่ค่า CJ(I)

ค. ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่ง โดยคำนวณจากค่า CR(I) และ CJ(I) ผลการคำนวณเก็บไว้ที่ค่า CRJ(I)

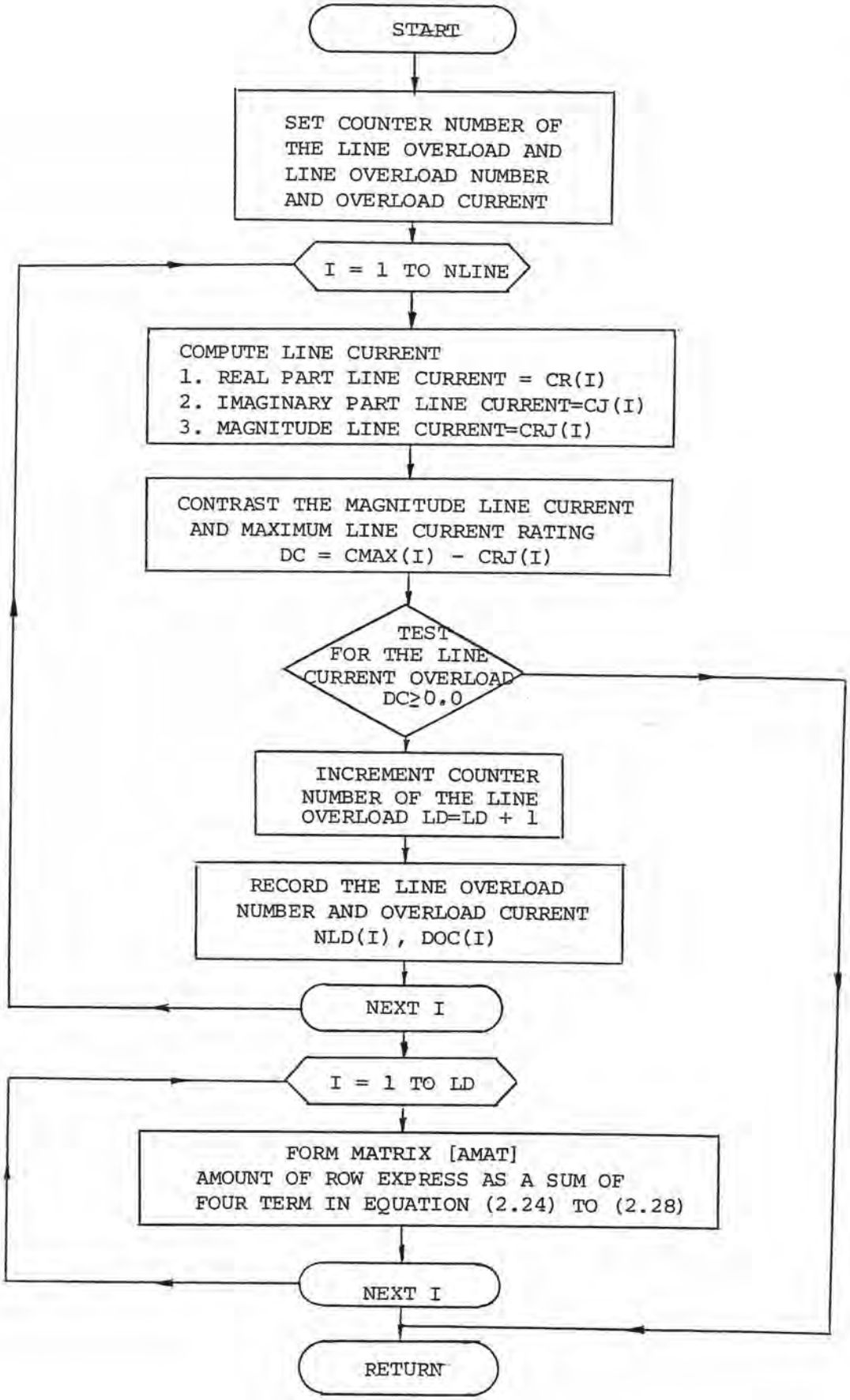
3. เปรียบเทียบขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่ง CRJ(I) กับพิกัดสูงสุดของสายส่ง เพื่อหาสายส่งที่มีขนาดโหลดเกินกว่าพิกัดสูงสุดของสายส่ง หากผลการเปรียบเทียบปรากฏดังนี้

ก. ในระบบมีสายส่งรับภาระโหลดเกิน โปรแกรมจะนับจำนวนของสายส่งที่มีโหลดเกินและจัดเก็บหมายเลขประจำสายส่งและขนาดของกระแสไฟฟ้าที่เกินจากพิกัดสูงสุดของสายส่งไว้ที่ค่า LD, NLDและ DOC(I) ตามลำดับและจะไปดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 4

ข. ในระบบไม่มีสายส่งใดรับภาระโหลดเกิน โปรแกรมนี้จะสิ้นสุดการทำงาน

4. สร้างเมตริก [A] ขึ้นตามในสมการที่ (2.23) ถึง (2.28) โดยขนาดมิติของเมตริก [A] จะมีจำนวนแถวเท่ากับจำนวนของสายส่งที่มีโหลดเกินและจำนวนคอลัมน์เท่ากับสองเท่าของจำนวนบัสในระบบลบด้วย 1 หรือ 2n-1 ในแต่ละแถวจะประกอบด้วยค่าซึ่งคำนวณจากสมการที่ (2.24) ถึง (2.28) จำนวนสี่เทอมเท่านั้นที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์

โฟลชาร์ทแสดงการหาโหลดเกินในสายส่ง ตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 โฟลชาร์ทแสดงการหาโหลดเกินในสายส่ง

6. การหาส่วนกลับเทียมของเมตริก

โปรแกรมในส่วนนี้เป็นสับรูทีนชื่อ "PSEUDO INVERSE MATRIX" สำหรับใช้หาส่วนกลับเทียมของเมตริก [A] ตามในสมการที่ (2.36) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าตัวแปรสถานะ [$\Delta\delta$] และ [ΔV] ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสไฟฟ้าในสายส่ง [ΔI] โดยจะนำผลการจัดทำส่วนกลับเทียมของเมตริก [A] คูณกับค่าของการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสไฟฟ้าในสายส่ง [ΔI] เมตริก

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้ เป็นดังนี้

AMAT (I, J) คือ ค่าของสมาชิกเมตริก [AMAT] หรือเมตริก [A] ที่จะทำการหาส่วนกลับเทียม

XX (I, J) คือ ค่าของสมาชิกเมตริก [XX] ที่ได้จากการทำทรานสโฟส (Transpose) เมตริก [A]

YY (I, J) คือ ค่าของสมาชิกเมตริก [YY] ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากผลคูณของเมตริก [AMAT] กับเมตริก [XX]

INVERA(I, J) คือ ค่าของสมาชิกเมตริก [INVERA] ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการทำส่วนกลับเทียมของเมตริก [AMAT] หรือเมตริก [A]

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสับรูทีน เป็นดังนี้

1. สร้างเมตริก XX (I, J) โดยทำการทรานสโฟสเมตริก [A] หรือ AMAT(I, J)

2. หาผลคูณในลักษณะเมตริกระหว่างค่า AMAT(I, J) กับค่าของ XX(I, J) โดยเก็บค่าไว้ที่ค่า YY(I, J) หรือเป็นการหาผลคูณของเมตริก $[A].[A]^T$

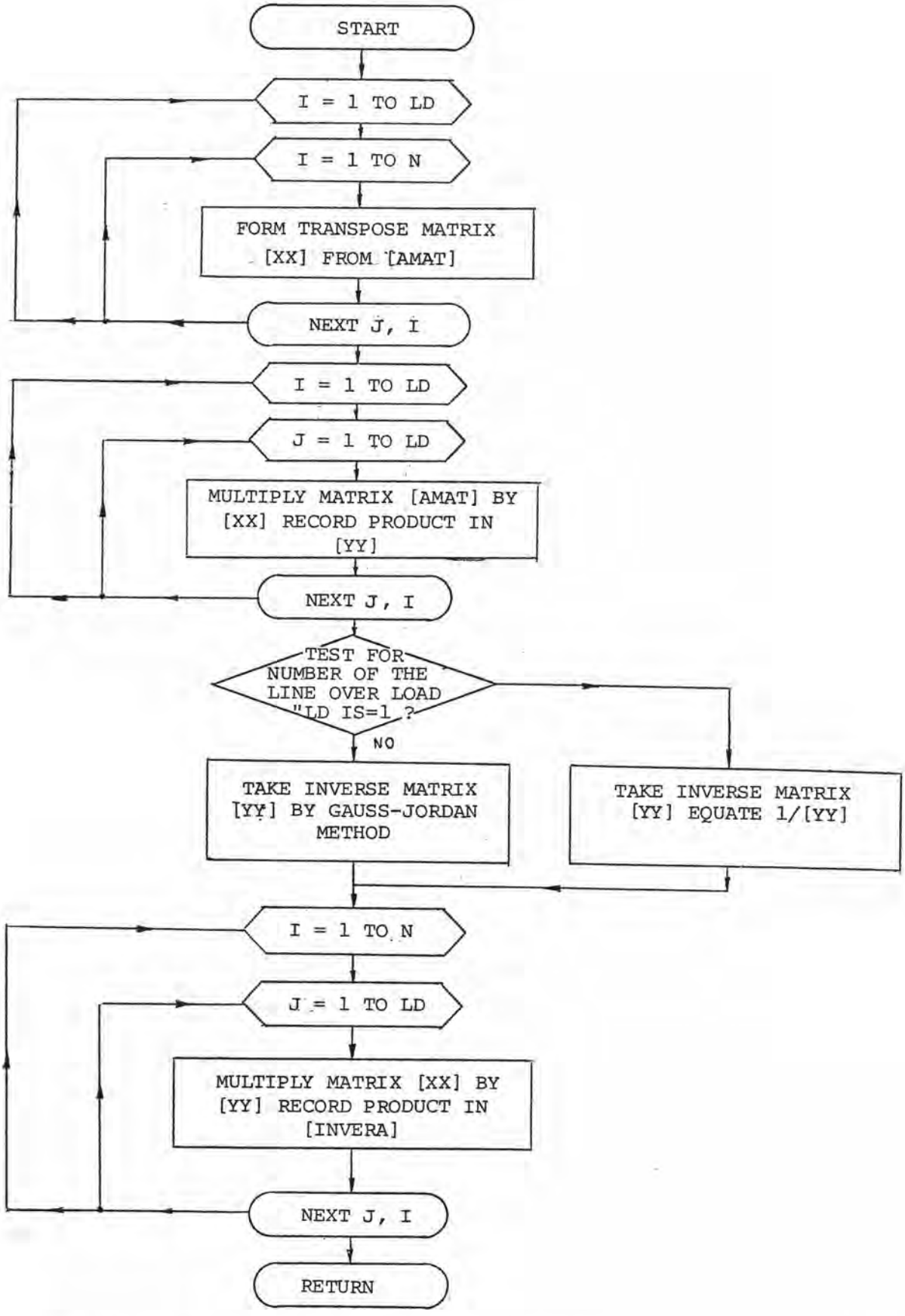
3. คำนวณหาค่าส่วนกลับค่า YY(I, J) โดยผลลัพธ์ที่คำนวณเก็บได้ที่ค่าของ YY(I, J) โดยมีเงื่อนไขในการคำนวณหาดังนี้

ก. ถ้าจำนวนของสายส่งที่มีโหลดเกิน เกิดขึ้นมากกว่า 1 สายแล้ว การคำนวณหาส่วนกลับของค่า YY(I, J) จะใช้วิธีการหาส่วนกลับเมตริกแบบ Gauss-Jordan[6]

ข. ถ้าจำนวนของสายส่งที่มีโหลดเกิน เกิดขึ้นเป็นจำนวนเพียง 1 สายแล้ว การคำนวณหาส่วนกลับของค่า YY(I, J) โดยให้เท่ากับ 1/YY(I, J)

4. คำนวณหาผลคูณในลักษณะเมตริกระหว่างค่า XX(I, J) กับค่า YY(I, J) ซึ่งได้ผ่านการหาส่วนกลับเมตริกในขั้นตอนที่ 3 แล้ว ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะเก็บไว้ที่ค่า INVERA(I, J) ซึ่งจะเป็นผลลัพธ์ของการหาส่วนกลับเทียมของค่า AMAT(I, J) หรือ [A]

โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของโปรแกรมการหาส่วนกลับเทียมของเมตริก ตามรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 โฟลชาร์ทแสดงการหาส่วนกลับ เทียบของ เมตริก

7. <u>การหาขนาดเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าบัสเพื่อลดภาระโหลดเกินในสายส่ง</u>

โปรแกรมในส่วนนี้เป็นสับรูทีน ชื่อ "INCREMENT IN BUS INJECTED POWER TO ALLEVIATELINE OVERLOAD" สำหรับการกำหนดหาค่าขนาดของการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟที่ป้อนเข้าบัสซึ่งเป็นผลมาจากมีการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสไฟฟ้าในสายส่งที่มีโหลดเกิน โดยผลลัพธ์ที่คำนวณหาคือค่าของเมตริก [ΔP] และ [ΔQ] ในสมการที่ (3.22) และ (3.23) ผลที่คำนวณได้นี้จะนำไปใช้เพื่อการคำนวณหาขนาดของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟสำหรับปรับขนาดของการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและขนาดของโหลดที่ต่ออยู่กับบัสใหม่ต่อไป

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้ มีดังนี้

DP, DQ คือ ค่าขนาดการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟที่ป้อนเข้าบัส เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรสถานะของการเปลี่ยนแปลงค่าขนาด และมุมแรงดันไฟฟ้า ซึ่งค่านี้จะแทนด้วย [ΔP] และ [ΔQ] ในสมการที่ (3.22) และ (3.23)

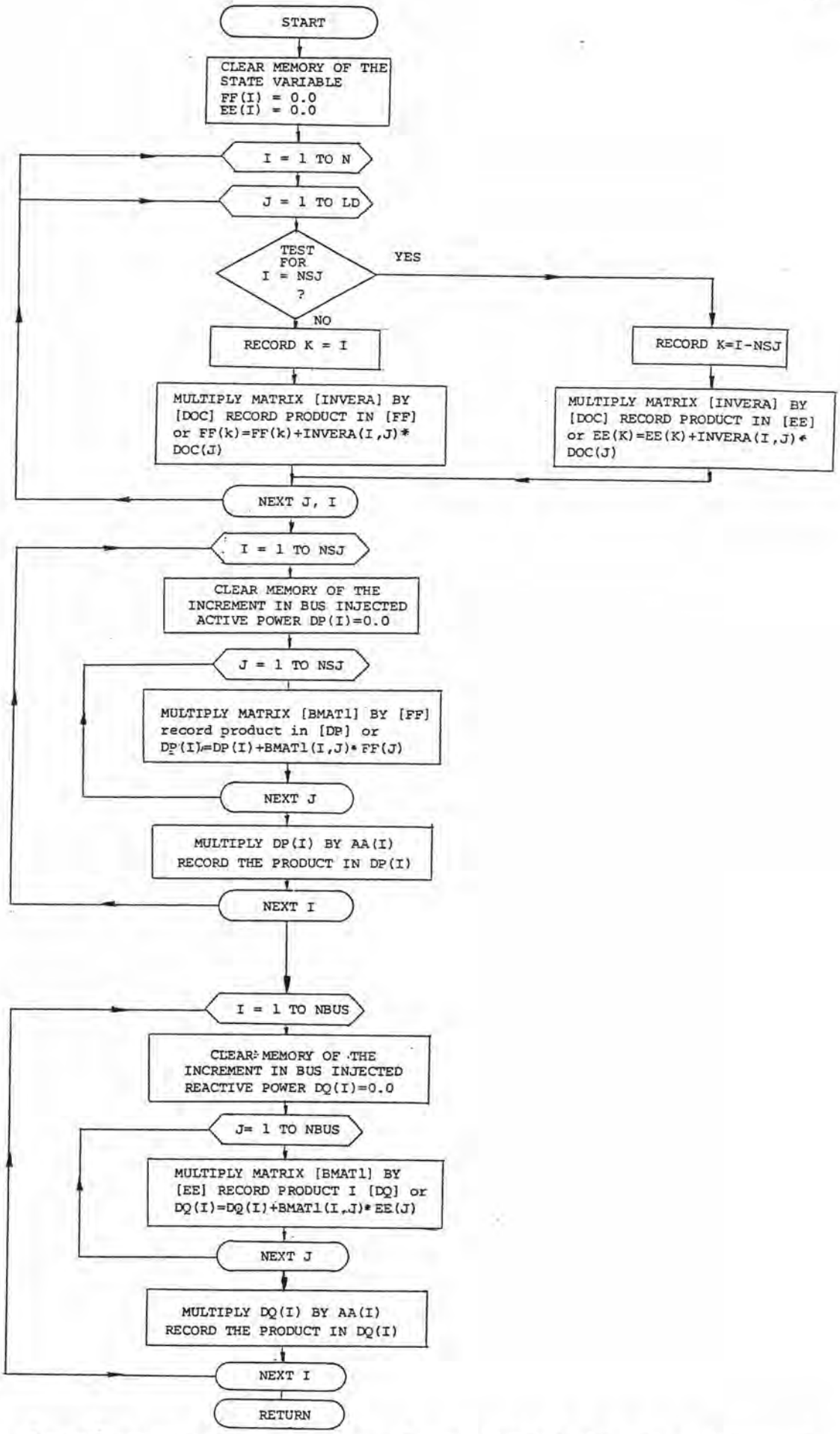
EE, FF คือ ค่าตัวแปรสถานะของการเปลี่ยนแปลงขนาดและมุมของแรงดันไฟฟ้าที่บัส ซึ่งค่านี้จะแทนด้วยเมตริก [ΔV] และ [Δδ] ในสมการที่ (3.13) และ (3.14)

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสับรูทีน เป็นดังนี้

1. คำนวณหาค่าตัวแปรสถานะของการเปลี่ยนแปลงขนาดและมุมแรงดันไฟฟ้าที่บัสต่าง ๆ จากการหาผลลัพธ์ของผลคูณในลักษณะเมตริกของค่าส่วนกลับเทียบของเมตริก [A] กับค่าที่เปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ในสายส่งเนื่องจากโหลดเกินในสายส่ง หรือจากผลคูณในลักษณะเมตริกของค่า INVERA(I, J) กับค่าของ DOC(J) ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะเก็บไว้ที่ค่า FF(I) และ EE(I) ซึ่งค่านี้จะแทนด้วยเมตริก [Δδ] และ [ΔV] ในสมการที่ (3.21) จากการหาผลลัพธ์ของผลคูณในลักษณะเมตริกของค่าบัสซัสเซบแทนซ์ของระบบกับค่าตัวแปรสถานะของการเปลี่ยนแปลงมุมแรงดันไฟฟ้าจะเท่ากับผลคูณในลักษณะเมตริกระหว่างค่า BMAT1 (I, J) กับค่า FF(J) โดยผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะเก็บที่ค่า DP(I) ซึ่งจะเท่ากับเมตริก [ΔP/V] ในสมการที่ (3.22) เพื่อให้ได้ค่า ΔP ตามที่ต้องการค่า DP(I) ต้องคูณด้วยขนาดแรงดันไฟฟ้าที่บัส AA(I) ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะเก็บไว้ที่ค่า DP(I) ซ้ำอีกค่าหนึ่ง

2. การหาค่าขนาดการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ จะเท่ากับผลคูณในลักษณะเมตริกระหว่างค่า BMAT1 (I, J) กับค่า EE(J) โดยผลคูณที่คำนวณได้จะเก็บที่ค่า DQ(I) ซึ่งจะเท่ากับเมตริก [ΔQ/V] ในสมการที่ (3.23) การหาค่า ΔQ ตามที่ต้องการค่าของ DQ(I) ต้องคูณด้วยขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่บัส AA(I) ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะเก็บไว้ที่ค่า DQ(I) ซ้ำอีกค่าหนึ่ง

โฟลชาร์ทแสดงการคำนวณหาขนาดการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าบัสเพื่อภาระโหลดเกินในสายส่ง ตามรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 โฟลชาร์ทแสดงการคำนวณหาขนาดการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าบัสเพื่อลดภาระโหลดเกินในสายส่ง

8. การหาขนาดกำลังไฟฟ้าในการผลิตและโหลดภายหลังลดภาระโหลดเกินในสายส่ง

จากการคำนวณหาขนาดของการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าบัส เพื่อลดภาระโหลดเกินในสายส่งหรือค่าในเมตริก [ΔP] และ [ΔQ] ในแต่ละบัสที่มีการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้า เพื่อใช้ในการปรับหรือเปลี่ยนขนาดกำลังไฟฟ้าในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและตัดโหลดออกจากบัส ซึ่งโปรแกรมในส่วนนี้จะคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าดังกล่าวตามหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ในสมการ (3.15) ถึง (3.18) โดยโปรแกรมนี้จะเป็นสับรูทีนชื่อ "GENERATING RESCHEDULING AND LOAD SHEDDING"

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้ ดังนี้

PGO คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก่อนที่จะทำการลดภาระโหลดเกินในสายส่งและภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่งแล้ว

PGNMAX คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงสุดในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับบัส

PDL, QDL คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟของโหลดที่ยังคงต่ออยู่กับบัสภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่งแล้ว

LPEAK, LQEAK คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟของโหลดที่ต่ออยู่กับบัส เมื่อเริ่มต้นของการคำนวณหาโหลดโฟลของระบบ โดยค่านี้จะเป็นพิกัดสูงสุดของโหลดที่ต่ออยู่กับบัสนั้น

SHEDP, SHEDQ คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟของโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัสเพื่อลดภาระโหลดเกินในสายส่ง

PCURT, QCURT คือ ค่าผลรวมกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟของโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัส เมื่อการลดภาระโหลดเกินในสายส่งสิ้นสุด

PGN, QGN คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งจะใช้ในการวิเคราะห์โหลดโฟลใหม่อีกครั้งหนึ่ง

PDN, QDN คือ ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟของโหลดที่ต่ออยู่เดิม และเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โหลดโฟลใหม่อีกครั้งหนึ่ง

PQRAT คือ ค่าของสัดส่วนกำลังไฟฟ้าของโหลดที่ต่ออยู่กับบัส

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสับรูทีน เป็นดังนี้

1. ทำการตรวจสอบบัสที่จะคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าใหม่ในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและของโหลด ว่าเป็นบัสที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่หรือไม่ โดยตรวจสอบจากค่า GBUSN(I) ของแต่ละบัส

2. หากค่า GBUSN(I) = 1 ซึ่งหมายถึงบัสนั้นมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ขั้นตอนการคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟใหม่ในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและของโหลด มีขั้นตอนดังนี้

ก. คำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากผลบวกของขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟเดิมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับขนาดของการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่บัสนั้น หรือผลบวกของค่า PGO(I) และ DP(I) ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะเก็บไว้ที่ค่า BR

ข. ทำการตรวจสอบค่า BR ที่คำนวณได้กับพิกัดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงสุดในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า PGNMAX(I) และพิกัดกำลังไฟฟ้าต่ำสุดในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์

ค. หากผลการตรวจสอบค่า BR น้อยกว่า ค่า PGNMAX(I) แล้ว จะกำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัสนั้นมีขนาดกำลังการผลิตกำลังไฟฟ้าเท่ากับค่า BR หรือ PGO(I) = BR

ง. หากผลการตรวจสอบค่า BR น้อยค่ากว่าศูนย์แล้ว จะกำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัสนั้น มีขนาดการผลิตกำลังไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ หรือ PGO(I) = 0.0

จ. หากผลการตรวจสอบค่า BR มากกว่าค่า PGNMAX(I) แล้ว จะกำหนดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัสนั้น มีขนาดกำลังการผลิตกำลังไฟฟ้าแอททีฟเท่ากับค่า PGNMAX(I) หรือ PGO(I) = PGNMAX(I) จากนั้นจะคำนวณหาค่าขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่เกินจากพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตได้โดยเก็บผลลัพธ์ไว้ที่ค่า BI หรือ BI = BR-PGNMAX(I) และค่า BI นี้จะกำหนดให้เป็นขนาดกำลังไฟฟ้าแอททีฟของโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัสนั้น หรือค่า SHEDP(I)=BI แต่ค่าของ SHEDP(I) นี้จะต้องอยู่ในช่วงของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงสุดของโหลด LPEAK(I) และค่าศูนย์ สำหรับค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟของโหลดที่ยังคงต่ออยู่กับบัส ภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่งแล้วจะเท่ากับผลลบของค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟเดิมของโหลดและค่า BI โดยผลลัพธ์จะเก็บไว้ที่ค่า PDL(I)

3. หากค่า GBUSN ≠ 1 ซึ่งหมายถึงบัสนั้นไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ ขั้นตอนการคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของโหลดใหม่ ดังนี้

ก. คำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟใหม่ของโหลด จากผลลบของขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟเดิมของโหลด PDN(I) กับค่า BR ผลลัพธ์เก็บไว้ที่ค่า BI หรือ BI = PDN(I)-BR

ข. ทำการตรวจสอบค่า BI มีขนาดเกินกว่าพิกัดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงสุดของโหลด LPEAK(I) หรือไม่ หากค่า BI น้อยกว่าค่า LPEAK(I) แต่มีค่าไม่น้อยกว่าศูนย์จะกำหนดให้ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟใหม่ของโหลด PLD(I) เท่ากับค่า BI และหากค่า BI มากกว่า LPEAK(I) แล้ว จะกำหนดให้ค่า PLD(I) = LPEAK(I) สำหรับขนาดของโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัส SHEDP(I) คำนวณได้จากผลต่างระหว่างกำลังไฟฟ้าแอคทีฟซึ่งต่ออยู่เดิมและใหม่ของโหลดที่บัสนั้น หรือ SHEDP(I) = PDN(I) - PLD(I)

4. เนื่องจากไม่สามารถกำหนดค่าขนาดในการผลิตกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบได้ ดังนั้นการคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟใหม่ที่บัสนั้นจะกระทำเฉพาะโหลดเท่านั้น การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟใหม่ของโหลดจะคล้ายคลึงกับการคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟใหม่ของโหลดในขั้นตอนที่ 3 โดยขนาดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟใหม่และที่จะต้องตัดออกจากบัสของโหลดจะเก็บไว้ที่ค่า QDL(I) และ SHEDQ(I) ตามลำดับ

5. ทำการตรวจสอบว่าในการลดภาระโหลดเกินในสายส่งมีโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัสหรือไม่โดยตรวจสอบจากค่า NOSH ถ้าค่า NOSH มีค่าเท่ากับ 111 จะบอกถึงระบบไม่มีโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัสและถ้าค่า NOSH มีค่าเท่ากับ 999 จะบอกถึงระบบมีโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัส หากผลการตรวจสอบพบว่าไม่มีโหลดที่จะต้องตัดออกจากระบบการทำงานส่วนของโปรแกรมนี้จะสิ้นสุดการทำงาน

6. หากทำการตรวจสอบแล้วพบว่ามีโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัสในระบบแล้ว จะทำการตรวจสอบบัสที่อยู่ข้างเคียง โดยตรวจสอบดังนี้

ก. ตรวจสอบสายส่งที่ต่อเชื่อมระหว่างบัสต้นของสายส่งกับบัสนี้ว่าเป็นสายส่งที่มีโหลดเกินเกิดขึ้นหรือไม่ โดยตรวจสอบสายส่งด้วยค่า NLD(K) และหากตรวจสอบแล้ว พบว่าเป็นสายส่งที่มีโหลดเกินจะตรวจสอบสายส่งอื่นต่อไป

ข. ตรวจสอบทิศทางการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายส่งว่า กำลังไฟฟ้าไหลเข้าหรือออกจากบัสนี้ โดยตรวจสอบจากค่า PSEAL(J)

ค. ตรวจสอบบัสข้างเคียงนั้นมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่หรือไม่ โดยตรวจสอบจากค่า GBUSN(M) ของบัส หากค่า GBUSN(M) = 1 บัสข้างเคียงนั้นจะมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ หากค่า GBUSN(M) $\neq$ 1 บัสข้างเคียงนั้นไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ ถ้าหากบัสนั้นไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่จะตรวจสอบสายส่งอื่นต่อไป

ง. หากตรวจสอบแล้วพบว่าเป็นบัสที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่ จะทำการตรวจสอบต่อไปอีกว่า ขนาดการผลิตกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นถึงพิกัดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงสุดหรือไม่ โดยตรวจสอบค่า PGO(M) กับค่า PGNMAX(M) ของบัสนั้นและถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัสนั้นมีขนาดการผลิตกำลังไฟฟ้าแอคทีฟเท่ากับพิกัดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงสุดแล้วจะทำการตรวจสอบสายส่งอื่นต่อไป

จ. ตรวจสอบขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัสกับขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบัสข้างเคียงในส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ยังมิได้ผลิต หรือตรวจสอบค่า SHEDP(I) กับค่า PSI ถ้าค่า SHEDP(I) น้อยกว่า PIS จะกำหนดให้ขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบัสข้างเคียงเท่ากับ PGO(M) บอกด้วยค่า SHEDP(I) = 0.0 ซึ่งในกรณีนี้จะไม่มีการตัดโหลดที่บัสออกแต่อย่างไร ถ้าค่าของ SHEDP(I) มากกว่าค่า PIS จะกำหนดให้ขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของโหลดที่จะต้องตัดออกจากบัสเท่ากับ SHEDP(I)-PIS หรือ SHEDP(I) = SHEDP(I)-PIS และขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบัสข้างเคียงจะเท่ากับ PGNMAX(M) หรือ PGO(M) = PGNMAX(M) ซึ่งในกรณีนี้จะมีการตัดโหลดที่บัสออกลดน้อยลงจากเดิม

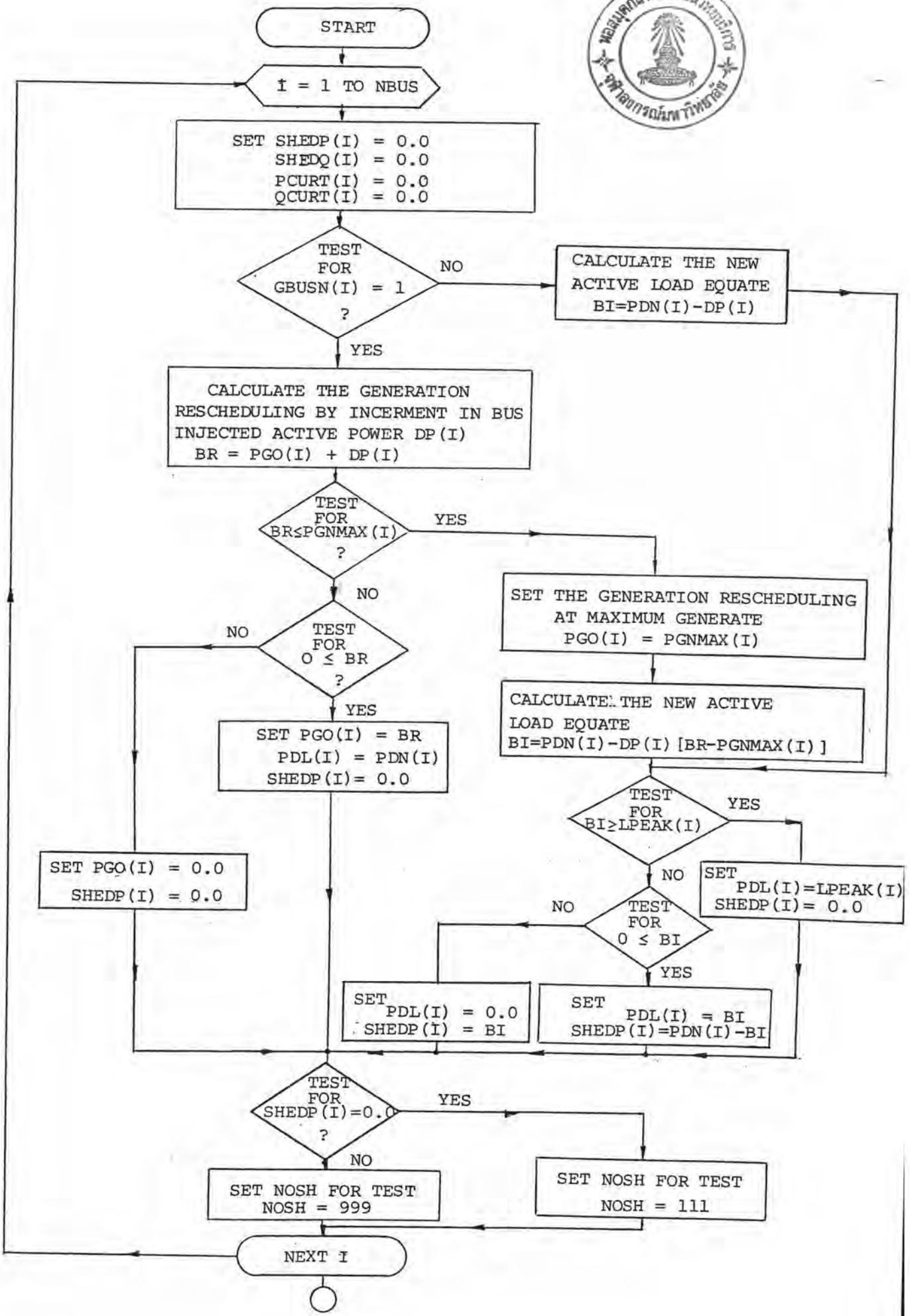
7. คำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟของโหลดที่ตัดออกจากบัสเพื่อให้สามารถเงื่อนไขในทางปฏิบัติได้ดังนี้

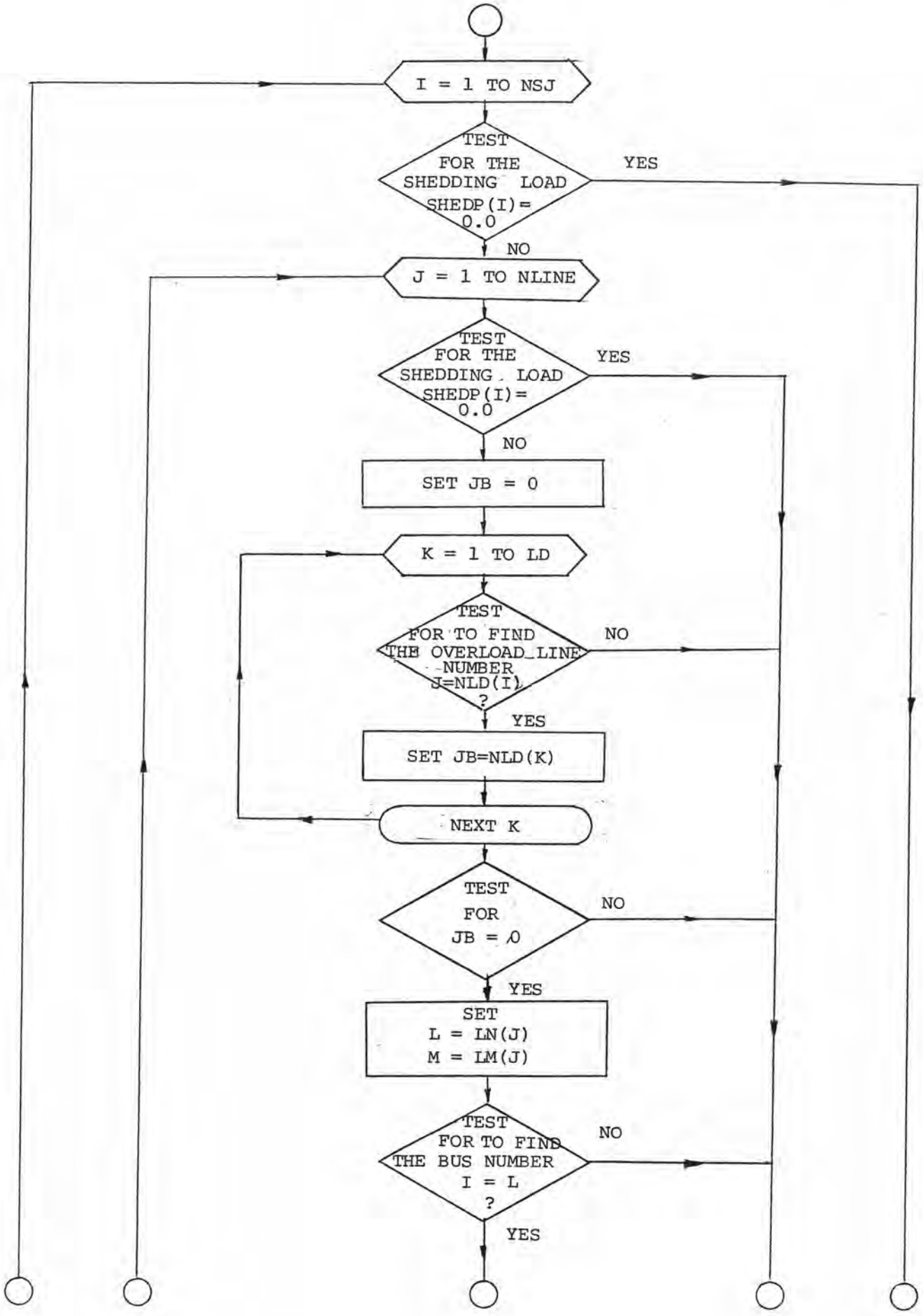
ก. ทำการตรวจสอบสัดส่วนของค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟโหลดที่ต่ออยู่กับบัสโดยต้องการทราบลักษณะของโหลดที่ต่ออยู่กับบัสว่าเป็นอย่างไร เพื่อจะได้กำหนดลักษณะการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่จะต้องตัดออกจากระบบตามสัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดที่ต่ออยู่กับบัส หรือตามสัดส่วนค่ากำลังไฟฟ้าที่กำหนดขึ้นเพื่อความเหมาะสมในการตัดโหลดออกจากระบบ

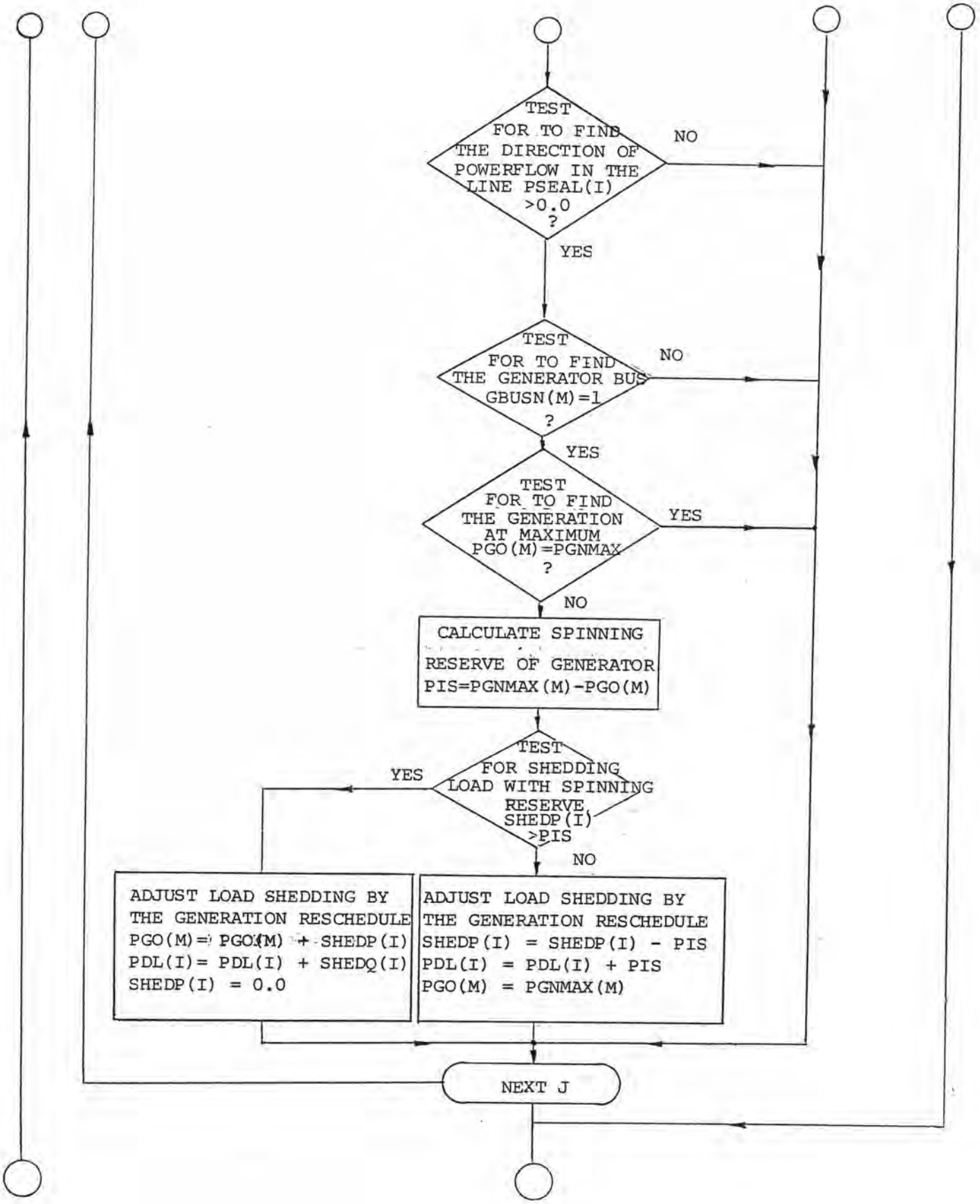
ข. หากผลการตรวจสอบค่าสัดส่วนกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟโหลดที่ต่ออยู่กับบัสมีค่าอยู่ระหว่าง $1 \leq PQRAT \leq 2$ หรืออยู่ในช่วงค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟที่ไม่ต่างกันมาก ซึ่งโหลดในลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นโหลดที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับตัดออกพร้อมกับค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่คำนวณได้จากเทคนิคการลดภาระโหลดเกินในสายส่งแบบดีคัปเปิล โดยคำนวณจากค่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟคูณด้วยสัดส่วนของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟโหลดที่ต่ออยู่กับบัส หรือ PQRAT การตัดโหลดในลักษณะนี้จะทำให้ค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์ของโหลดที่ต่ออยู่กับบัสไม่เปลี่ยนแปลง

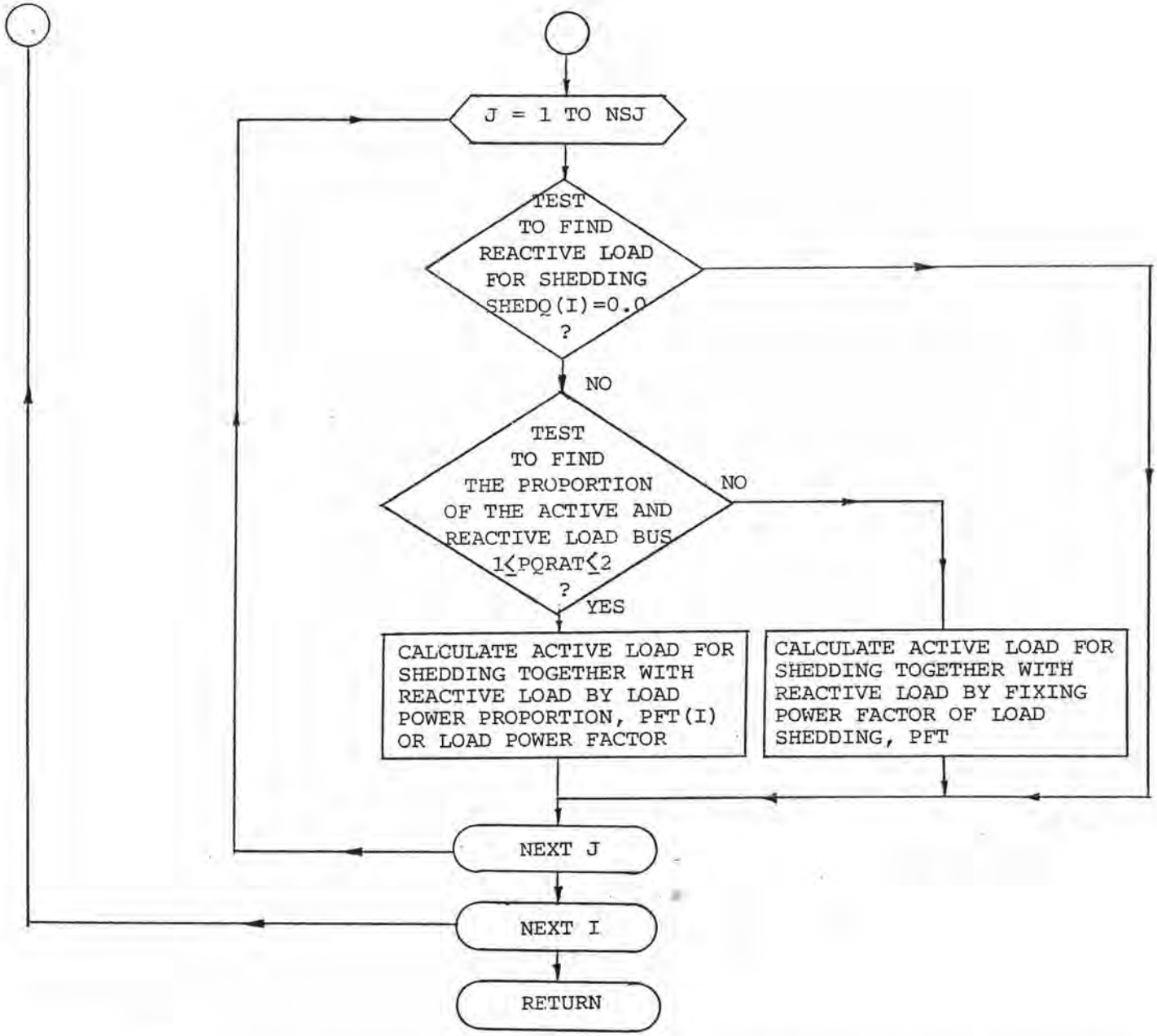
ค. หากผลการตรวจสอบค่าสัดส่วนกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟโหลดที่ต่ออยู่กับบัสมีค่าสูงหรือ $PQRAT > 2$ ซึ่งโหลดในลักษณะนี้จะมีค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูงกว่ากำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟมาก การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟของโหลดที่จะต้องตัดออกจากระบบพร้อมกับกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟโหลดที่คำนวณได้จากเทคนิคการลดภาระโหลดเกินแบบดีคัพเปิล โดยคำนวณจากค่าสัดส่วนของกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟโหลดที่กำหนดขึ้นเพื่อความเหมาะสม ซึ่งในโปรแกรมนี้จะกำหนดให้โหลดที่ต้องตัดออกจากระบบมีค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์เท่ากับ 0.8 หรือมีสัดส่วนกำลังไฟฟ้าแอคทีฟและรีแอคทีฟโหลดเท่ากับ 1.33

โฟลชาร์ทการทำงานของโปรแกรมการหาขนาดกำลังไฟฟ้าใหม่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด ตามรูปที่ 4.8


START
I = 1 TO NBUS
SET SHEDP(I) = 0.0
SHEDQ(I) = 0.0
PCURT(I) = 0.0
QCURT(I) = 0.0
TEST FOR GBUSN(I) = 1 ?
NO
CALCULATE THE NEW ACTIVE LOAD EQUATE BI=PDN(I)-DP(I)
YES
CALCULATE THE GENERATION RESCHEDULING BY INCERMENT IN BUS INJECTED ACTIVE POWER DP(I)
BR = PGO(I) + DP(I)
TEST FOR BR≤PGNMAX(I) ?
YES
SET THE GENERATION RESCHEDULING AT MAXIMUM GENERATE
PGO(I) = PGNMAX(I)
CALCULATE THE NEW ACTIVE LOAD EQUATE
BI=PDN(I)-DP(I) [BR-PGNMAX(I)]
NO
TEST FOR 0 ≤ BR ?
NO
YES
SET PGO(I) = BR
PDL(I) = PDN(I)
SHEDP(I)= 0.0
SET PGO(I) = 0.0
SHEDP(I) = 0.0
TEST FOR BI≥LPEAK(I)
YES
NO
SET PDL(I)=LPEAK(I)
SHEDP(I)= 0.0
TEST FOR 0 ≤ BI
NO
YES
SET PDL(I) = 0.0
SHEDP(I) = BI
SET PDL(I) = BI
SHEDP(I)=PDN(I)-BI
TEST FOR SHEDP(I)=0.0 ?
YES
NO
SET NOSH FOR TEST
NOSH = 999
SET NOSH FOR TEST
NOSH = 111
NEXT I


I = 1 TO NSJ
TEST FOR THE SHEDDING LOAD SHEDP(I)= 0.0
YES
NO
J = 1 TO NLINE
TEST FOR THE SHEDDING LOAD SHEDP(I)= 0.0
YES
NO
SET JB = 0
K = 1 TO LD
TEST FOR TO FIND THE OVERLOAD_LINE NUMBER J=NLD(I) ?
NO
YES
SET JB=NLD(K)
NEXT K
TEST FOR JB = 0
NO
YES
SET L = LN(J) M = LM(J)
TEST FOR TO FIND THE BUS NUMBER I = L ?
NO
YES


TEST FOR TO FIND THE DIRECTION OF POWERFLOW IN THE LINE PSEAL(I) >0.0 ?
NO
YES
TEST FOR TO FIND THE GENERATOR BUS GBUSN(M)=1 ?
NO
YES
TEST FOR TO FIND THE GENERATION AT MAXIMUM PGO(M)=PGNMAX ?
YES
NO
CALCULATE SPINNING RESERVE OF GENERATOR PIS=PGNMAX(M)-PGO(M)
TEST FOR SHEDDING LOAD WITH SPINNING RESERVE SHEDP(I) >PIS
YES
NO
ADJUST LOAD SHEDDING BY THE GENERATION RESCHEDULE PGO(M)= PGO(M) + SHEDP(I) PDL(I)= PDL(I) + SHEDQ(I) SHEDP(I) = 0.0
ADJUST LOAD SHEDDING BY THE GENERATION RESCHEDULE SHEDP(I) = SHEDP(I) - PIS PDL(I) = PDL(I) + PIS PGO(M) = PGNMAX(M)
NEXT J



รูปที่ 4.8 โฟลชาร์ทแสดงการหาขนาดกำลังไฟฟ้าในการผลิตและขนาดของดโหลดภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง

9. การแสดงข้อมูลและผลลัพธ์

โปรแกรมในส่วนนี้เป็นสับรูทีนชื่อ "PRINTOUT" สำหรับการแสดงผลลัพธ์ทั้งหมดจากการวิเคราะห์และข้อมูลต่าง ๆ ของระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมส่วนย่อยๆ ในการแสดงผลหลายส่วน ดังนี้

9.1 การแสดงผลข้อมูลเกี่ยวกับระบบและการควบคุมโปรแกรม

การแสดงผลในส่วนนี้เป็นการแสดงผลเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของระบบและข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมการทำงานของโปรแกรมซึ่งได้แก่ ชื่อของระบบที่ทำการวิเคราะห์ จำนวนของระบบ จำนวนของบัสและสายส่ง พิกัดสูงสุดของจำนวนอิเทอเรทีฟและบัสที่เป็นสวิงบัส เป็นต้น การแสดงผลในส่วนนี้จะพิมพ์ผลออกทางเครื่องพิมพ์ (Printer) โดยกำหนดให้ค่า PTION(I) เป็นตัวควบคุมการแสดงผลดังกล่าว

9.2 การแสดงข้อมูลของบัสในระบบ

การแสดงผลในส่วนนี้ เป็นการแสดงข้อมูลเกี่ยวกับบัสในระบบ ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับใช้ในการวิเคราะห์หาโหลดโฟลของระบบ การวิเคราะห์โหลดเกินและการลดภาระโหลดเกินในสายส่งได้แก่ ข้อมูลหมายเลขระหัสประจำบัส ขนาดกำลังไฟฟ้าในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดของโหลด และค่าชั้นอิลิเมนท์ เป็นต้น การแสดงผลในส่วนนี้ จะควบคุมด้วยค่า PTION(2)

9.3 การแสดงข้อมูลของสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าของระบบ

ในส่วนนี้เป็นการแสดงข้อมูลเกี่ยวกับสายส่งและหม้อแปลงไฟฟ้าที่ต่ออยู่ระหว่างบัสในระบบและเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับใช้ในการวิเคราะห์โหลดโฟลของระบบและการวิเคราะห์โหลดเกินในสายส่ง ได้แก่ ข้อมูลของหมายเลขระหัสประจำสายส่ง ค่าคงที่อิมพีเดนซ์ของสายส่ง และพิกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุดของสายส่ง เป็นต้น การแสดงผลในส่วนนี้ จะควบคุมด้วยค่า PTION (3)

9.4 การแสดงผลลัพธ์การคำนวณหาบัสแอทมิทแทนซ์ของระบบ

การแสดงผลในส่วนนี้ เป็นการแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหาค่าบัสแอทมิทแทนซ์ของระบบในโปรแกรมสับรูทีนที่ชื่อ "YBUS MATRIX" โดยผลที่แสดงจัดทำเป็นรูปของเมตริกซึ่งแสดงค่าจริงและจินตภาพของค่าบัสแอทมิตแทนซ์ การแสดงผลในส่วนนี้จะควบคุมด้วยค่า PTION(4)

9.5 <u>การแสดงผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โหลดโฟลของระบบ</u>

การแสดงผลในส่วนนี้ เป็นการแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหาโหลดโฟลด้วย เทคนิคฟาสท์ดีคัปเปิล ซึ่งได้แก่ผลลัพธ์ของขนาดและมุมแรงดันไฟฟ้าที่บัส ขนาดกำลังไฟฟ้าบัสและกำลังไฟฟ้าในการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดทั้งระบบ การแสดงผลในส่วนนี้จะควบคุมด้วยค่าของ PTION(5)

9.6 <u>การแสดงผลลัพธ์กำลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่ง</u>

การแสดงผลในส่วนนี้เป็นการแสดงให้เห็นถึงกำลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่งจากบัสหนึ่งไปยังอีกบัสหนึ่งในระบบทั้งหมดและค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่งของระบบด้วย โดยการแสดงผลในส่วนนี้จะควบคุมด้วยค่า PTION(6)

9.7 <u>การแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหาขนาดในการผลิตและขนาดของโหลดภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง</u>

การแสดงผลในส่วนนี้ เป็นการแสดงผลที่คำนวณได้จาก เทคนิคการลดภาระโหลดเกินในสายส่งแบบโมดิไฟล์ดีคัปเปิล ซึ่งผลลัพธ์ที่แสดงนี้จะประกอบด้วยขนาดในการผลิตเดิมและใหม่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและขนาดของโหลด เมื่อยังมิได้ลดภาระโหลดเกินและภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่งแล้ว ตลอดจนขนาดของโหลดที่ตัดออกจากบัส การแสดงผลในส่วนนี้จะควบคุมด้วยค่า PTION(7)

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เป็นดังนี้

1. ทำการตรวจสอบค่า PTION(I) ทั้งหมดมีค่าเท่ากับศูนย์หรือไม่ หากค่า PTION(I) ทั้งหมดมีค่าเท่ากับศูนย์ จะกำหนดให้ PTION(7) มีค่าเท่ากับ 1

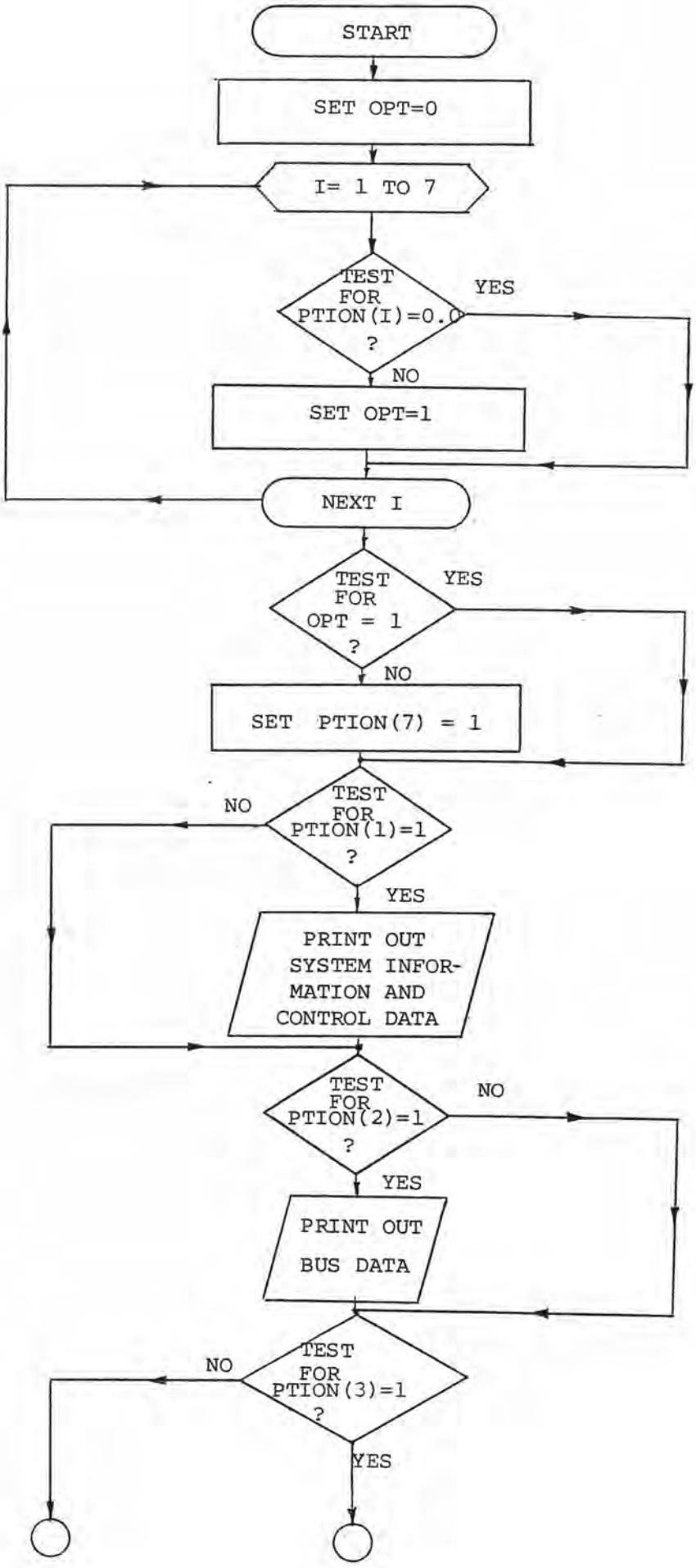
2. ทำการตรวจสอบค่า PTION(I) เรียงตามลำดับจากน้อยไปหามาก และเมื่อตรวจสอบแล้วจะดำเนินดังนี้

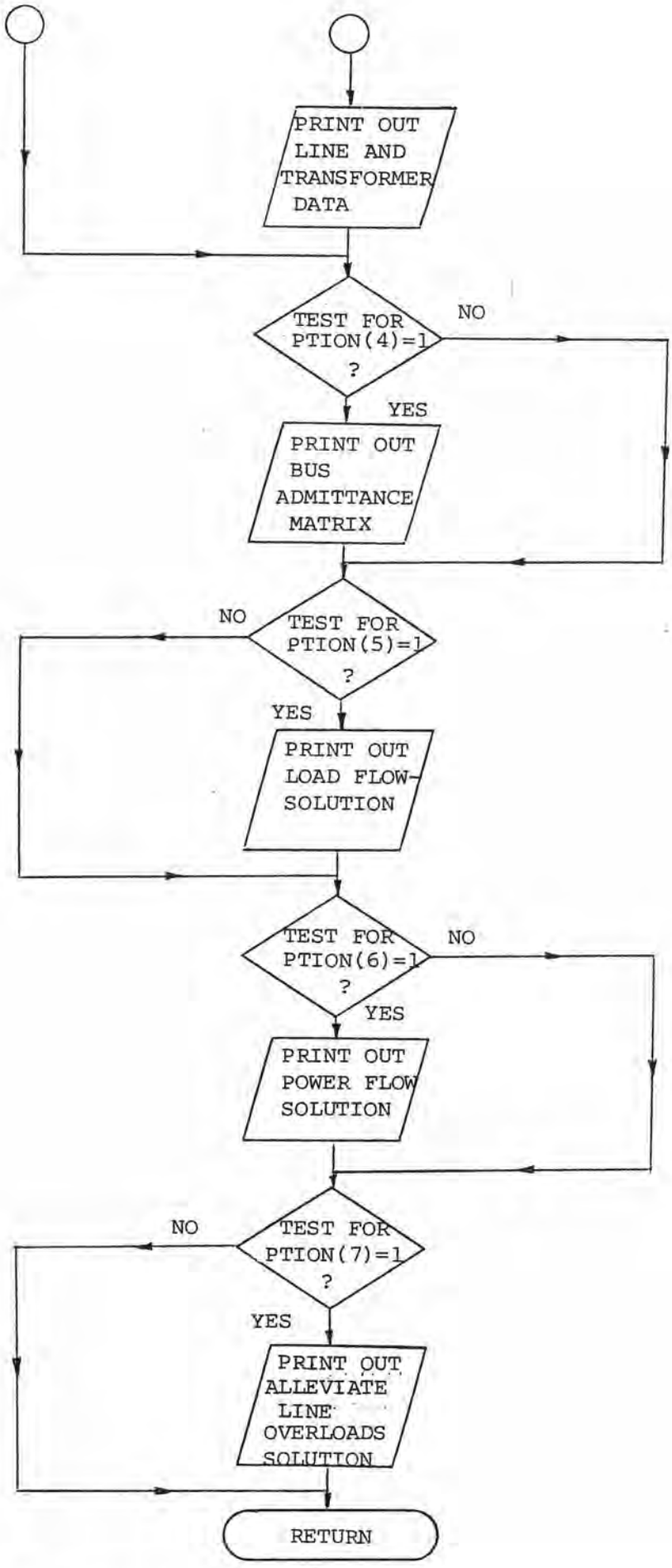
ก. หากผลการตรวจสอบค่าของ PTION(I) เท่ากับ 1 จะควบคุมให้มีการแสดงผลในส่วนของ PTION(I) ควบคุมอยู่

ข. หากตรวจสอบแล้ว ค่า PTION(I) เท่ากับ 0 จะควบคุมมิให้มีการแสดงผลในส่วนนั้นให้ปรากฏและจะผ่านไปยังการตรวจสอบ PTION(I) อื่นต่อ ๆ ไป

3. ขั้นตอนการทำงานจะเป็นตามลักษณะนี้จนกว่าการตรวจสอบค่าจะดำเนินการได้แล้วเสร็จ

โฟลชาร์ทแสดงขั้นตอนการแสดงผลพัธ์ในระบบ ตามรูปที่ 4.9


START
SET OPT=0
I= 1 TO 7
TEST FOR PTION(I)=0.0 ?
YES
NO
SET OPT=1
NEXT I
TEST FOR OPT = 1 ?
YES
NO
SET PTION(7) = 1
TEST FOR PTION(1)=1 ?
NO
YES
PRINT OUT SYSTEM INFOR-MATION AND CONTROL DATA
TEST FOR PTION(2)=1 ?
NO
YES
PRINT OUT BUS DATA
TEST FOR PTION(3)=1 ?
NO
YES



รูปที่ 4.9 โฟลชาร์ทสำหรับแสดงข้อมูลและผลลัพธ์

10. <u>โปรแกรมหลักของการวิเคราะห์โหลดเกินในสายส่งและการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง</u>

โปรแกรมในส่วนนี้ จะเป็นโปรแกรมหลักของการวิเคราะห์โหลดเกินในสายส่งและการลดภาระโหลดเกินในสายส่งด้วยเทคนิคแบบ โมดิไฟอ์ดีคัปเปิลทั้งหมด โดยโปรแกรมนี้จะควบคุมและจัดลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนของสับรูทีนทั้งหมดตามหัวข้อที่ 4.1 ถึง 4.9 ตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานจนเสร็จการทำงาน

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมส่วนนี้ มีดังนี้

PASK คือ จำนวนนับของรอบทำงานของโปรแกรมการวิเคราะห์โหลดเกินในสายส่งและการภาระโหลดเกินในสายส่ง

RPG คือ ขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟใหม่ในการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีหน่วยเป็นเมกกะวัตต์

RQG คือ ขนาดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟใหม่ ในการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีหน่วยเป็นเมกกะวาร์

SLOADP คือ ขนาดกำลังไฟฟ้าแอคทีฟโหลดที่ตัดออกจากบัสมีหน่วยเป็นเมกกะวัตต์

SLOADG คือ ขนาดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟโหลดที่ตัดออกจากบัสมีหน่วยเป็นเมกกะวาร์

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เป็นดังนี้

1. อ่านข้อมูลของระบบและข้อมูลเพื่อการควบคุม โดยควบคุมให้สับรูทีนในส่วนแรกดำเนินการอ่านข้อมูล

2. จัดเรียงลำดับบัสและข้อมูลใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับการวิเคราะห์โหลดโฟลแบบฟาสท์ดีคัปเปิล โดยควบคุมให้โปรแกรมสับรูทีนส่วนนี้ดำเนินการ

3. คำนวณหาค่าบัสแอทมิตแทนซ์เมตริก [Ybus] ของระบบ โดยควบคุมให้โปรแกรมสับรูทีนส่วนนี้ดำเนินการ

4. คำนวณหาผลลัพธ์โหลดโฟลเริ่มต้นของระบบด้วยเทคนิคแบบฟาสท์ดีคัปเปิล พร้อมทั้งสร้างบัสซัสแซบแทนซ์ [B'''] โดยควบคุมให้โปรแกรมสับรูทีน ส่วนนี้ดำเนินการ

5. คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่งทั้งหมดของระบบ และทำการตรวจสอบโหลดเกินสายส่งต่าง ๆ ในระบบ โดยควบคุมให้โปรแกรมสับรูทีนส่วนนี้ดำเนินการ หากผลการทดสอบไม่มีสายส่งใดมีโหลดเกินจะไปดำเนินการตามขั้นตอนที่ 10

6. หากสายส่งมีโหลดเกิน จะสร้างเมตริก [A] ขึ้นโดยคำนวณหาสมาชิกของเมตริก [A] จำนวน 4 เทอมในแต่ละสายส่งที่มีโหลดเกินและคำนวณหาส่วนกลับเทียบของเมตริก [A] ที่สร้างขึ้น การดำเนินการในส่วนนี้จะให้โปรแกรมสับรูทีน สำหรับการหาสภาวะโหลดเกินในสายส่งและสับรูทีนการหาส่วนกลับเทียบของเมตริก คำนวณร่วมกัน

7. คำนวณขนาดการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าบัสเพื่อลดภาระโหลดเกินในสายส่ง หรือการคำนวณค่าของเมตริก $[\Delta P/V : \Delta Q/V]^T$ จากผลการคำนวณหาตัวแปรสถานะที่เปลี่ยนแปลงของขนาดและมุมแรงดันไฟฟ้าหรือ ΔV และ $\Delta\delta$ การดำเนินการในส่วนนี้จะให้โปรแกรมสับรูทีน คำนวณหาค่าที่ต้องการ

8. คำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าใหม่ในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและขนาดของโหลดใหม่ที่ต่ออยู่กับบัส ภายหลังการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง การดำเนินการในส่วนนี้ จะกำหนดให้โปรแกรมสับรูทีน คำนวณหาค่าที่ต้องการ

9. เปลี่ยนแปลงขนาดและมุมแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณหาได้จากการหาโหลดของระบบเมื่อเริ่มต้น ด้วยค่าตัวแปรสถานะที่เปลี่ยนแปลงของขนาดและมุมแรงดันไฟฟ้าจากขั้นตอนที่ 7

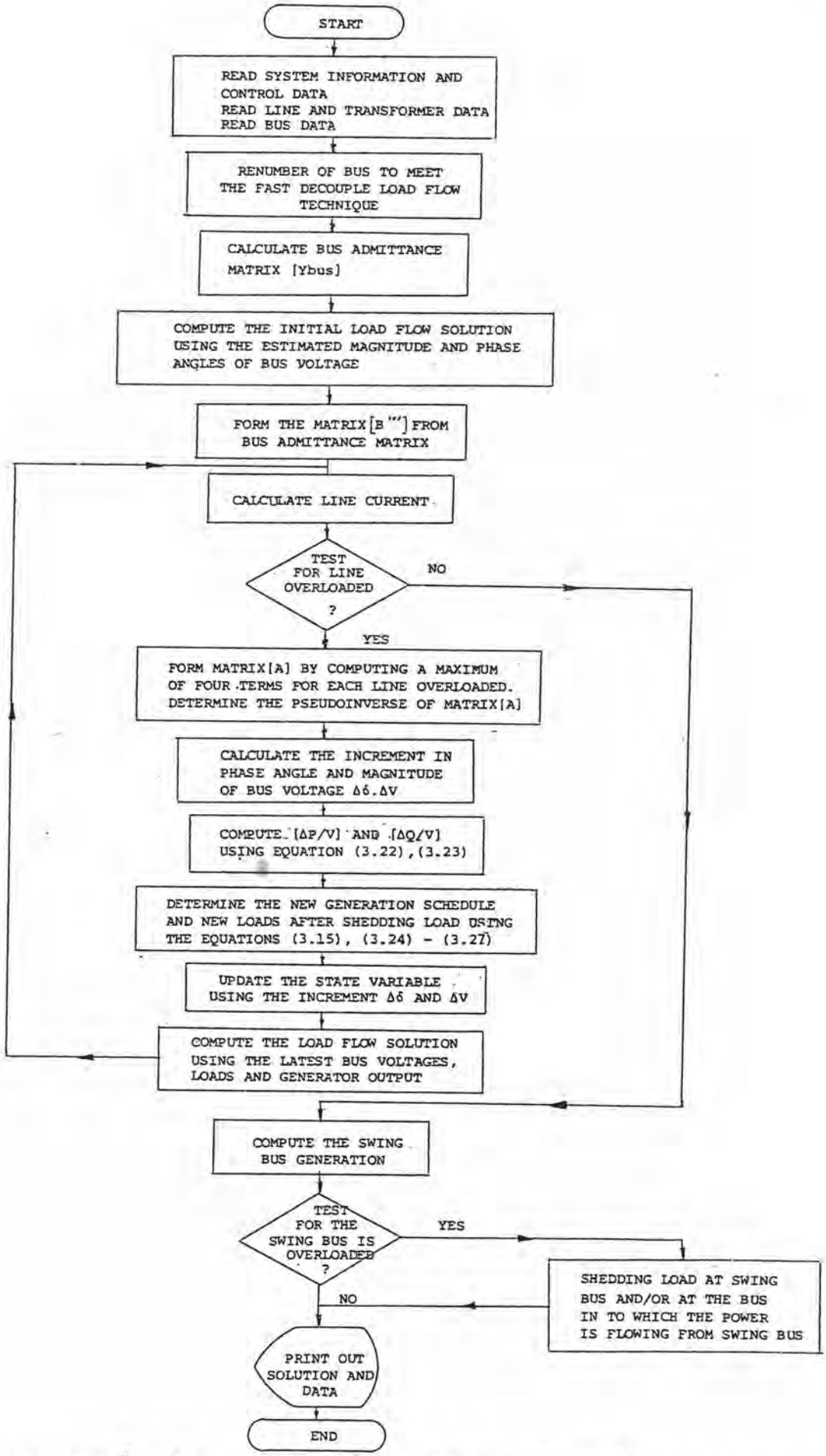
10. คำนวณหาผลลัพธ์โหลดโฟลใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลขนาดและมุมของแรงดันไฟฟ้า ซึ่งคำนวณได้จากในขั้นตอนที่ 9 และข้อมูลขนาดกำลังไฟฟ้าใหม่ ในการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและขนาดของโหลดซึ่งคำนวณได้จากในขั้นตอนที่ 8

11. ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะส่งกลับไปคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในสายส่งในขั้นตอนที่ 5 และจะดำเนินการตามลำดับขั้นตอนเดิมอีกครั้งหนึ่ง

12. เมื่อผลการตรวจสอบสภาวะโหลดเกินในสายส่งไม่ปรากฏ โปรแกรมจะดำเนินการคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าในการผลิตสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สวิงบัสและจะทำการตรวจสอบโหลดเกินที่สวิงบัสด้วย หากมีโหลดเกินที่บัสนี้จะดำเนินการตัดโหลดที่ต่ออยู่กับบัสนี้ออกและหรือที่บัสใกล้เคียง ซึ่งสวิงบัสได้ส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้

13. แสดงผลลัพธ์นี้จากการวิเคราะห์โหลดเกินในสายส่ง และการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง และแสดงข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ

ไฟลชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอยู่ในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมหลักของการวิเคราะห์โหลดเกินในสายส่งและการลดภาระโหลดเกินในสายส่ง