

ภาคผนวก ก

YIPPF Software
Version 1.0
Manual

สารบัญ

หน้าที่

บทที่ 1 บทนำ.....	ภาคผนวก-1
บทที่ 2 การพัฒนาซอฟต์แวร์และการใช้งานโปรแกรม YIPPF.....	ภาคผนวก-5
บทที่ 3 ระบบทดสอบ.....	ภาคผนวก-14
บทที่ 4 ผลการคำนวณ.....	ภาคผนวก-18

บทที่ 1 บทนำ

ส่วนหนึ่งโครงการวิจัยนี้จึงได้พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ของระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยพิจารณาแบบจำลองโหลดจริงที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลกระทบของการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในระบบโรงงานอุตสาหกรรมให้มีความถูกต้อง และแม่นยำ กว่าวิธีแบบเดิม

วัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาโปรแกรม YIPPF เพื่อให้สามารถคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ที่ส่งผลต่อ แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าสูญเสีย และประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน โดยใช้แบบจำลองโหลดไฟฟ้าจริงที่กำลังไฟฟ้าขึ้นกับค่าของแรงดันไฟฟ้า

บทที่ 2 การพัฒนาซอฟต์แวร์และการใช้งานโปรแกรม YIPPF

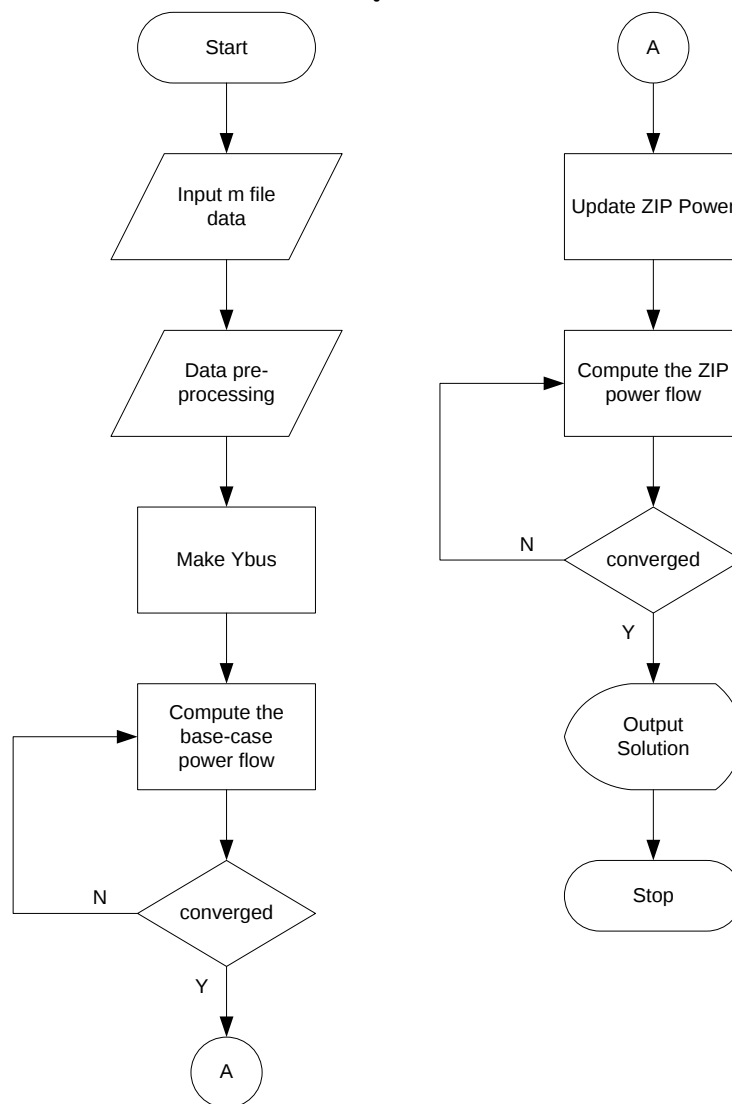
โปรแกรม YIPPF ประกอบด้วยโปรแกรมย่อยที่มีนามสกุลเอ็ม (m-file) สำหรับคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีนิวตันและราฟสัน (Newton Raphson Power Flow) บนโปรแกรม MATLAB โดยดัดแปลงจากไฟล์ต้นแบบในโปรแกรม MATPOWER Version 3.2 ซึ่งผู้พัฒนาอนุญาตให้สามารถดาวน์โหลดใช้งานและพัฒนาต่อยอดสำหรับการศึกษาและวิจัยได้ฟรี

2.1 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานกับโปรแกรม YIPPF

- CPU Pentium II 400 MHz หรือรุ่นที่มีสมรรถนะสูงกว่า
- Microsoft Windows NT 4.0 Windows 2000 หรือ Windows XP
- หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 512 MHz
- ติดตั้งโปรแกรม MATLAB ตั้งแต่รุ่น 6.5 เป็นต้นไป

2.2 ขั้นตอนการคำนวณ

ขั้นตอนในการออกแบบการคำนวณแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการการคำนวณ

2.3 การนำเข้าข้อมูลที่เป็นในการคำนวณ

ข้อมูลที่เป็นสำหรับการคำนวณในโปรแกรม YIPPF จะบันทึกในรูปแบบ m-file ที่สามารถใช้ฟังก์ชัน rddata.m ในการอ่านข้อมูลเพื่อแยกประเภท ตามลักษณะการใช้งาน โดยมีรูปแบบการเรียกใช้งานดังนี้

```
[baseMVA, accuracy, YIP_accuracy, maxiter, busdata, linedata] = rddata(datafile);
```

อินพุตของฟังก์ชันประกอบด้วย

- datafile คือ ชื่อไฟล์อินพุตที่ใช้เตรียมข้อมูล
- baseMVA คือ ค่าฐานของกำลังไฟฟ้า
- accuracy คือ ความละเอียดของการคำนวณที่สภาวะฐาน
- YIP_accuracy คือ ความละเอียดของการคำนวณแบบ YIP Model
- Maxiter คือ จำนวนรอบสูงสุดในการคำนวณ
- busdata คือ ข้อมูลของบัส
- linedata คือ ข้อมูลของสายป้อน

ข้อมูลที่อ่านได้จากการใช้ฟังก์ชัน rddata.m จะถูกแยกประเภทใหม่เป็นข้อมูลของบัส และข้อมูลของสายป้อน ดังรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลของบัส ประกอบด้วย

- Bus Number คือ หมายเลขบัส
- Bus Type คือ ชนิดของบัส
- Percent of real Constant Admittance (Yp)
- Percent of reactive Constant Admittance (Yq)
- Percent of real Constant Current (Ip)
- Percent of reactive Constant Current (Iq)
- Percent of Constant Real Power(Sp)
- Percent of Constant Reactive Power (Sq)
- Pload; real power demand (kW)
- Qload; reactive power demand (kVar)
- Pgen; real power output (kW)
- Qgen; reactive power output (kVar)
- Gs; shunt conductance (kW demanded at V = 1.0 p.u.)
- Bs; shunt susceptance (kVar injected at V = 1.0 p.u.)
- area number, 1-100
- Vm, voltage magnitude (p.u.)
- Va, voltage angle (degrees)
- baseKV, base voltage (kV)
- zone, loss zone (1-999)

ข้อมูลของสายป้อน ประกอบด้วย

- fbus; from bus number
- tbus; to bus number
- r; resistance (p.u.)
- x; reactance (p.u.)
- b; total line charging susceptance (p.u.)
- ratio; transformer off nominal turns ratio
- angle; transformer phase shift angle
- initial branch status

2.4 การคำนวณของการไหลของกำลังไฟฟ้าโดยพิจารณาแบบจำลองโหลดจริงที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า

ขั้นตอนในการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าประกอบด้วย การคำนวณที่สภาวะฐาน และการคำนวณที่ใช้แบบจำลองโหลดจริงที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1 การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าที่สภาวะฐาน

การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในสภาวะฐาน จะใช้ฟังก์ชัน NRPF ที่แบบจำลองโหลดมีค่ากำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าจินตภาพคงที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ผลลัพธ์ที่ได้อ้างอิงสำหรับการคำนวณในขั้นต่อไป มีรูปแบบการใช้งานฟังก์ชัน NRPF ดังนี้

`[V, converged, i] = NRPF(Ybus, Sbus, V0, sw_bus, v_bus, l_bus, accuracy, maxiter)`

อินพุตของฟังก์ชันประกอบด้วย

- Ybus คือ เมตริกซ์แอดมิตแตนซ์ของโครงข่ายระบบ
- Sbus คือ เมตริกซ์ของกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดและโหลด
- V0 คือ ค่าแรงดันเริ่มต้น
- sw_bus คือ บัสอ้างอิง
- v_bus คือ บัสแรงดัน
- l_bus คือ โหลดบัส
- accuracy คือ ความละเอียดของการคำนวณที่สภาวะฐาน
- maxiter คือ จำนวนรอบสูงสุดในการคำนวณ

เอาต์พุตของฟังก์ชัน

- V คือ แรงดันที่ได้จากการคำนวณ
- Converged คือ ผลของการลู่ออกของคำตอบ
- I คือ จำนวนที่ใช้ในการคำนวณ

2.4.2 การคำนวณที่ใช้แบบจำลองโหลดจริงที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า

การคำนวณในขั้นตอนนี้จะนำผลของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณในส่วนแรก มาใช้ปรับค่ากำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าจินตภาพของโหลด โดยใช้ฟังก์ชัน YIPPF ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

`[baseMVA, accuracy, YIP_accuracy, maxiter, busdata, linedata] = YIPPF(datafile, Mode)`

อินพุตของฟังก์ชันประกอบด้วย

- datafile คือ = ชื่อไฟล์ของระบบที่ใช้ในการคำนวณ
 - Mode คือ = รูปแบบในการคำนวณ มี 2 โหมด คือ
 1. โหลดคงที่ (Constant PQ Model) โดยใส่ค่าอินพุตเป็น 'PQ'
 2. โหลดที่ขึ้นกับแรงดัน (YIP Load Model) โดยใส่ค่าอินพุตเป็น 'YIP'
- เอาต์พุตของฟังก์ชัน ที่ได้จากการคำนวณจะถูกเก็บอยู่ในเมตริกซ์ดังนี้
- baseMVA คือ ค่าฐานของกำลังไฟฟ้า
 - accuracy คือ ความละเอียดของการคำนวณที่สภาวะฐาน
 - YIP_accuracy คือ ความละเอียดของการคำนวณแบบ YIP model
 - maxiter คือ จำนวนรอบสูงสุดในการคำนวณ
 - busdata คือ ข้อมูลของบัสที่ใช้ในการคำนวณ
 - linedata คือ ข้อมูลของสายป้อนกำลังที่ใช้ในการคำนวณ

2.5 สรุปไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณ

ไฟล์ที่ใช้ในโปรแกรม YIPPF สามารถแยกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

2.5.1 ไฟล์ที่ใช้ในส่วนโปรแกรมหลัก

ประกอบด้วยไฟล์ดังต่อไปนี้

rddata.m	ใช้ใอ่านข้อมูลของระบบ
NRPF.m	ใช้คำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าที่สภาวะฐาน
YIPPF.m	ใช้คำนวณการแบบจำลองโหลดจริงที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า
lineflow.m	พิมพ์ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า

2.5.2 ไฟล์ข้อมูลอินพุต

ประกอบด้วยไฟล์ดังต่อไปนี้

Case_fac.m	เป็นไฟล์รูปแบบข้อมูลอินพุตที่ใช้ในการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า
------------	---

2.5.3 ไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า

ประกอบด้วยไฟล์ดังต่อไปนี้

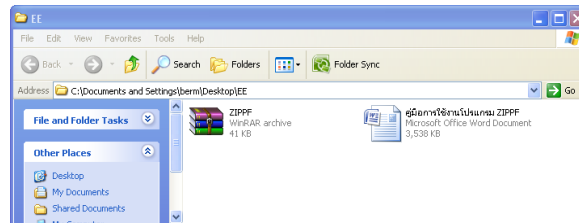
B_bustype.m	สร้างเวกเตอร์เพื่อเก็บชนิดของบัสซึ่งประกอบด้วย บัสอ้างอิง บัสเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และบัสของโหลด
dSbus_dV.m	คำนวณอนุพันธ์ ย่อยของกำลังไฟฟ้าที่ไหลเข้าบัส
RunnigNo.m	เปลี่ยนหมายเลขบัสในการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า
convNo.m	เปลี่ยนหมายเลขบัสกลับไปเป็นหมายเลขบัสเดิม
BSbus.m	เมตริกซ์ที่กำหนดกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลด
YIPSbus	ปรับปรุงค่ากำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าจินตภาพของโหลด
BYbus.m	สร้างเมตริกซ์ที่ใช้เก็บค่า admittance

2.6 การใช้งานโปรแกรม YIPPF

โปรแกรม YIPPF พัฒนาต่อยอดมาจาก MATPOWER Version 3.2 ที่มีขีดความสามารถในการคำนวณหาการไหลของกำลังไฟฟ้า ที่มีจำนวนบัสในระบบสูงสุดถึง 29,997 บัส ในขั้นตอนการไหลของกำลังไฟฟ้ามีขั้นตอนดังนี้

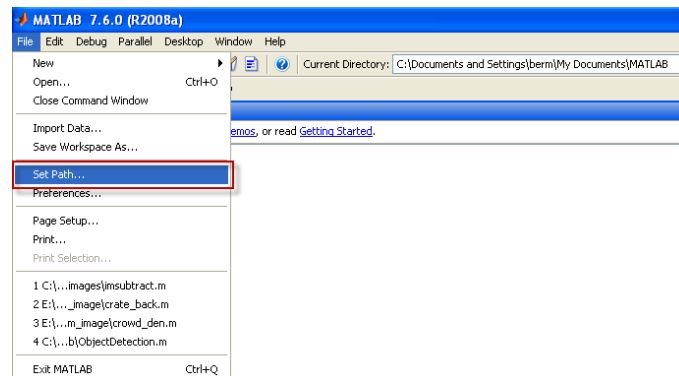
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม YIPPF

1. ติดตั้ง YIP file ชื่อ YIPPF ลงในไดเรกทอรี ที่ต้องการ



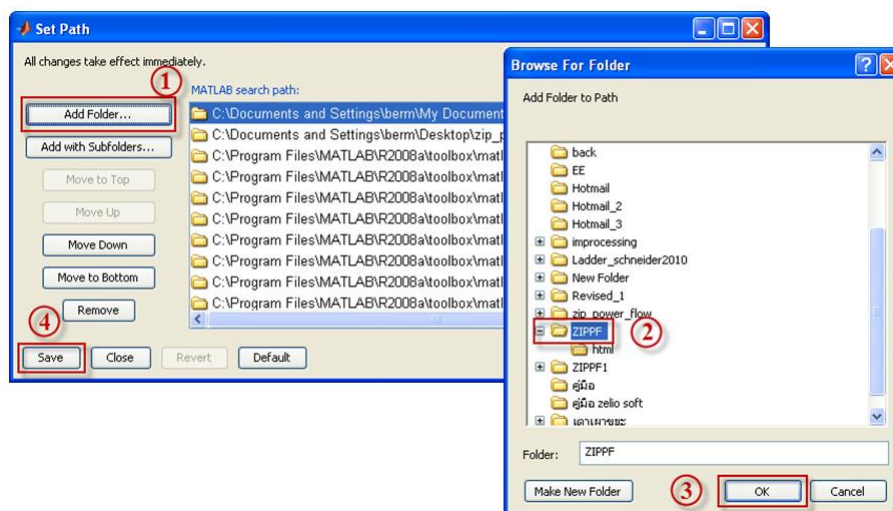
รูปที่ 2.2

2. กำหนดPATH ที่จะติดตั้งในโปรแกรม Matlab โดยเลือกที่เมนู file -> Set Path ... ดังรูป



รูปที่ 2.3

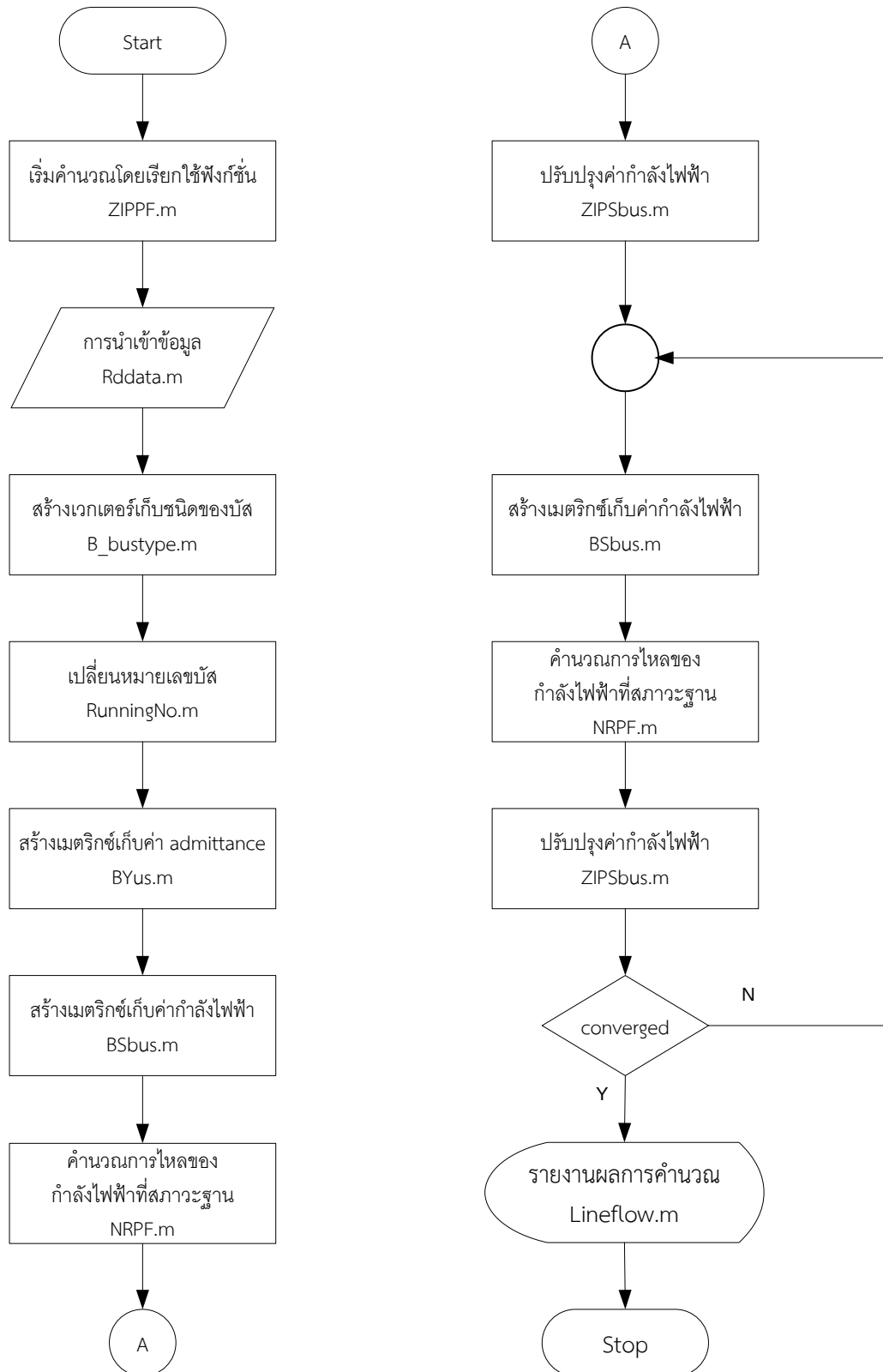
3. จะปรากฏหน้าต่าง Set Path ขึ้น ให้เลือกที่ Add Folder แล้วเลือกตำแหน่งที่ติดตั้งโปรแกรม YIPPF เมื่อเสร็จให้บันทึกโดยเลือกที่ Save ดังรูป



รูปที่ 2.4 กำหนดไดเรกทอรีที่ติดตั้งโปรแกรม

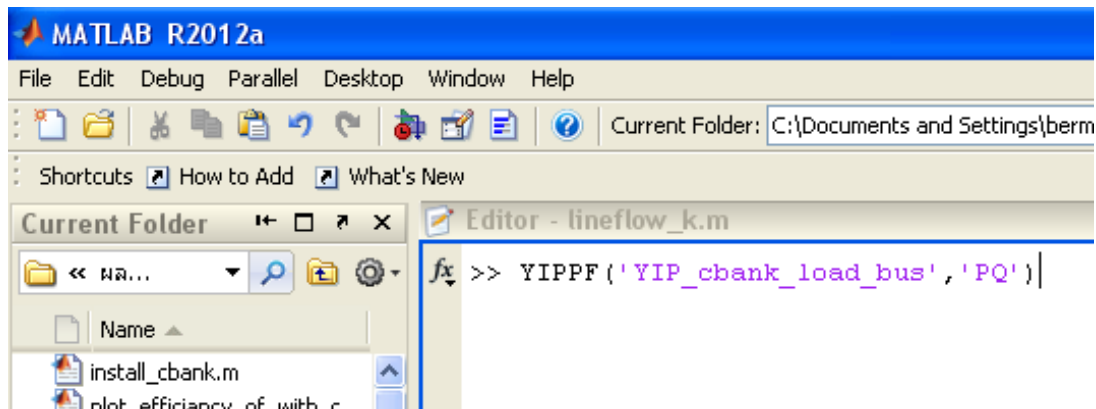
ขั้นตอนการคำนวณโดยใช้โปรแกรม YIPPF

การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการเรียกใช้งานฟังก์ชัน YIPPF ผ่านทาง Command Window ของโปรแกรม Matlab ซึ่งมีขั้นตอนดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการคำนวณและการเรียกใช้งานฟังก์ชัน

1. เปิดโปรแกรม Matlab แล้วพิมพ์ YIPPF แล้วต่อท้ายด้วยไฟล์ของระบบที่ต้องการคำนวณและโหมดในการคำนวณ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การรันโปรแกรมจาก Command window

2. หลักจากเรียกใช้ฟังก์ชัน YIPPF.m แล้วฟังก์ชันต่างๆ จะถูกเรียกใช้ผ่านฟังก์ชันนี้โดยเริ่มจากฟังก์ชันนำเข้าสู่ข้อมูลของระบบที่ต้องการคำนวณซึ่งใช้ฟังก์ชัน rddata.m โดยรายละเอียดของฟังก์ชันจะอยู่ในหัวข้อที่ 2.3 มีรูปแบบการเรียกใช้ดังนี้

```
[baseMVA, accuracy, YIP_accuracy, maxiter, busdata, linedata] = rddata(datafile);
```

3. เมื่อได้ข้อมูลของระบบแล้วขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดชนิดของบัสซึ่งประกอบด้วย

1. Reference bus มีค่าเท่า 3
2. PV bus มีค่าเท่า 2
3. PQ bus มีค่าเท่ากับ 1

โดยฟังก์ชันที่ใช้ในการกำหนดชนิดของบัสคือ B_bustype.m มีรูปแบบการใช้งานดังนี้

```
[sw_bus, v_bus, l_bus] = B_bustype(busdata);
```

4. เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณจึงจำเป็นต้องมีการเรียงลำดับของหมายเลขบัสใหม่ ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ฟังก์ชัน RunningNo.m มีรูปแบบการใช้งานดังนี้

```
[bus_No0, busdata, linedata] = RunnigNo(busdata, linedata);
```

5. ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างเมตริกซ์เพื่อเก็บค่า admittance ของระบบ สามารถทำได้โดยการเรียกใช้งานฟังก์ชัน BYbus.m โดยมีรูปแบบดังนี้

```
[Ybus, Ymuf, Ymut] = BYbus(baseMVA, busdata, linedata);
```

6. ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างเมตริกซ์ที่ใช้ในการเก็บค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดที่จะใช้ในการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าซึ่งสามารถเรียกใช้งานฟังก์ชัน BSbus.m

```
[Sbus] = BSbus(baseMVA, busdata);
```

7. คำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าโดยใช้วิธีของ Newton's method โดยขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณที่สถานะฐาน ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้ฟังก์ชัน NRPF.m มีรูปแบบการใช้งานดังนี้

```
[V, success, iterations] = NRPF(Ybus, Sbus, V0, sw_bus, v_bus, ...  
l_bus, accuracy, maxiter);
```

8. ปรับค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดที่ได้จากการคำนวณที่สภาวะฐาน ให้รูปแบบของ YIP model โดยเรียกใช้งานฟังก์ชัน YIPsbus.m มีรูปแบบการใช้งานดังนี้

```
[busdata, load] = YIPsbus(busdata, busdata0, linedata, V, Sconst);
```

9. หลังจากปรับค่ากำลังไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของ YIP model แล้วให้ทำการปรับค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดอีกครั้ง ซึ่งสามารถเรียกใช้งานฟังก์ชัน BSbus.m

```
[Sbus] = BSbus(baseMVA, busdata);
```

10. คำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าด้วยวิธีของ Newton's method ในวงรอบของการคำนวณแบบ YIP Model โดยใช้ฟังก์ชัน NRPF เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 7

11. ปรับค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดจากการคำนวณในรูปแบบ YIP Model โดยใช้ฟังก์ชัน YIPsbus.m เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 8

12. ตรวจสอบการลู่เข้าหาคำตอบ

13. ผลการคำนวณจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

- สรุปผลรวมของระบบ (System Summary) ดังรูปที่ 2.7

Inner Loop power flow converged in 3 iterations.

Outer Loop power flow converged in 6 iterations.

#####

System Summary								
BUS DATA								
Total Number of BUS		51	Total Number of Gen Bus		1	Total Number of Load Bus	50	
Total Number of Shunt		40	Shunt(kW)		0.0000 kW	Shunt(kvar)		488.2867 kvar
	Maximum	Minimum						
Voltage	1.0000	0.9822						
Angle	0.0551	-0.4835						
Load DATA								
	(kW)	(kvar)	Max(kW)	Max(kvar)	Min (kW)	Min (kvar)		
Total Load	523.4337	596.1947	19.9482	25.8278	0.0000	-2.8976		

รูปที่ 2.7 ตารางสรุปผลการคำนวณของระบบ

- ผลเฉลยการไหลของกำลังไฟฟ้า (Power Flow Solution)

#####

Power Flow Solution							
Bus No	V pu	Angle Degree	Generation kW kVar		YIP Load kW kVar		
1	1.0000	0.0000	533.0074	109.7422	0.0000	0.0000	
2	0.9999	0.0018	-	-	0.0000	0.0000	
3	0.9961	-0.1396	-	-	0.0000	0.0000	
4	0.9906	-0.0898	-	-	0.0000	0.0000	
5	0.9892	-0.1438	-	-	0.0000	0.0000	
6	0.9906	-0.0898	-	-	0.0000	0.0000	
7	0.9892	-0.1435	-	-	0.0000	0.0000	
8	0.9906	-0.0900	-	-	0.0000	0.0000	
9	0.9882	-0.1443	-	-	0.0000	0.0000	
10	0.9911	-0.0863	-	-	0.0000	0.0000	
11	0.9902	-0.3471	-	-	0.0000	0.0000	
12	0.9839	0.0263	-	-	19.9482	25.8278	
13	0.9839	0.0263	-	-	19.9482	25.8278	
14	0.9839	0.0263	-	-	19.9482	25.8278	

รูปที่ 2.8 ตารางผลเฉลยการไหลของกำลังไฟฟ้า

- กำลังไฟฟ้าในสายป้อนกำลังและการสูญเสีย (Line Flow and Losses)

#####

Line Flow and Losses							
From Bus	To Bus	From MW	Injection MVar	To MW	Injection MVar	Line Loss MW	Loss MVar
1	51	5.6710	4.5866	-5.5433	-4.5547	0.1277	0.0319
2	8	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0.0000
2	6	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0.0000
2	9	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0.0000
2	7	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0.0000
2	4	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0.0000
2	5	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0.0000
2	10	0.2579	0.2169	-0.2519	-0.2169	0.0060	0.0000
2	3	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0.0000
3	11	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0.0000
3	15	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0.0000
3	13	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0.0000
3	14	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0.0000
3	12	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0.0000
4	20	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0.0000
4	19	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0.0000
4	18	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0.0000
4	17	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0.0000

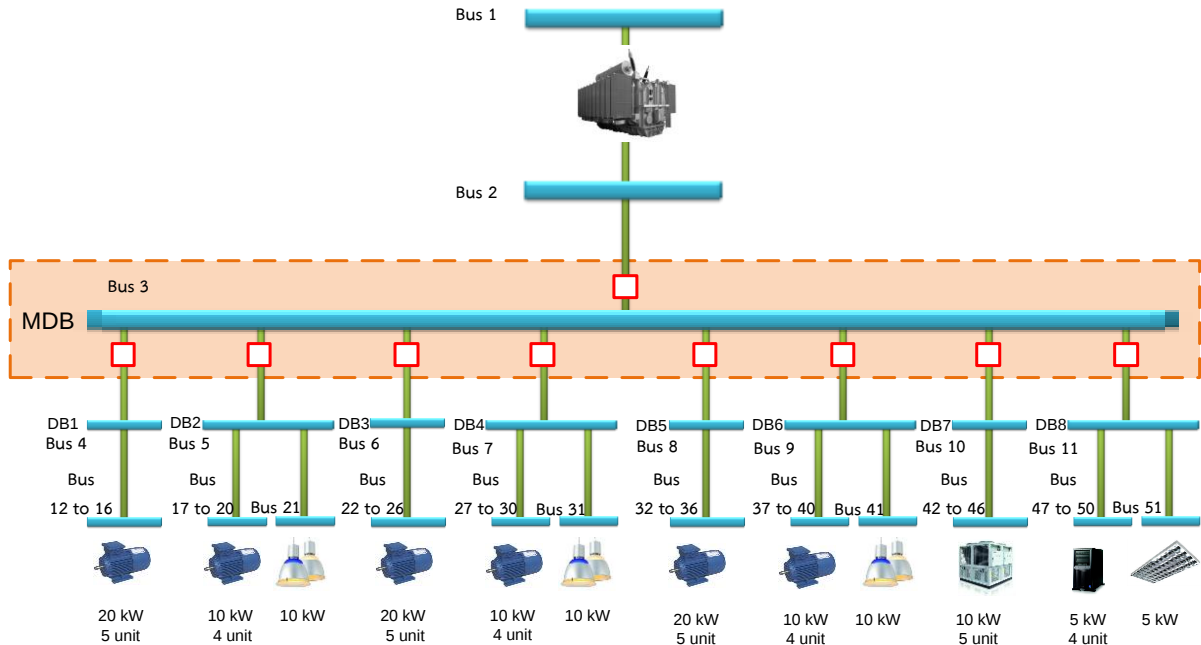
#####

รูปที่ 2.9 ตารางกำลังไฟฟ้าในสายป้อนกำลังและการสูญเสีย

บทที่ 3 ระบบทดสอบ

3.1 โครงข่ายของระบบทดสอบ (Topology)

ข้อมูลของระบบที่ใช้ในการคำนวณเป็นระบบ 51 บัส สามารถแสดงโครงข่ายได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงข่ายของระบบทดสอบ

3.2 ข้อมูลของระบบทดสอบ

ข้อมูลของระบบที่ใช้ในการคำนวณเป็นระบบ 51 บัส ซึ่งข้อมูลบัสและสายป้อนถูกจัดให้อยู่ในรูปของ m-file ชื่อ case_fac.m เพื่อให้ถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมหลักได้สำหรับ ข้อมูลจะถูกแปลงให้อยู่ในระบบเปอร์เซ็นต์โดยใช้ค่าฐานของกำลังไฟฟ้า (BaseMVA) ที่ 1 MVA

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของบัส

Bus Number	Bus Type	YIP Load Model Factor						Load		Gen		GS	BS	Vm	Va	Base KV	Zone
		Real Factor			Reactive Factor												
		Ap	Bp	Cp	Aq	Bq	Cq	Pd	Qd	Pg	Qg						
1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	22	1
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9998	22	1
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9932	22	1
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9869	22	1
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9857	22	1
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9869	22	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9857	22	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9869	22	1
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9847	22	1
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9877	22	1

Bus Number	Bus Type	YIP Load Model Factor						Load		Gen		GS	BS	Vm	Va	Base KV	Zone
		Real Factor			Reactive Factor												
		Ap	Bp	Cp	Aq	Bq	Cq	Pd	Qd	Pg	Qg						
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.9872	22	1
12	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
13	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
14	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
15	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
16	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
17	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9668	12.81	0	0	0	0	1	0.9793	22	1
18	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9668	12.81	0	0	0	0	1	0.9793	22	1
19	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9668	12.81	0	0	0	0	1	0.9793	22	1
20	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9668	12.81	0	0	0	0	1	0.9793	22	1
21	1	0.504	-0.8771	1.3731	7.811	-13.2891	5.2257	9.9753	-2.9699	0	0	0	0	1	0.9795	22	1
22	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
23	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
24	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
25	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
26	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.9356	25.6496	0	0	0	0	1	0.98	22	1
27	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9688	12.8391	0	0	0	0	1	0.9806	22	1
28	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9688	12.8391	0	0	0	0	1	0.9806	22	1
29	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9688	12.8391	0	0	0	0	1	0.9806	22	1
30	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9688	12.8391	0	0	0	0	1	0.9806	22	1
31	1	0.504	-0.8771	1.3731	7.811	-13.2891	5.2257	9.9767	-2.9442	0	0	0	0	1	0.9807	22	1
32	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.93	25.5715	0	0	0	0	1	0.9782	22	1
33	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.93	25.5715	0	0	0	0	1	0.9782	22	1
34	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.93	25.5715	0	0	0	0	1	0.9782	22	1
35	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.93	25.5715	0	0	0	0	1	0.9782	22	1
36	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	19.93	25.5715	0	0	0	0	1	0.9782	22	1
37	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9671	12.8149	0	0	0	0	1	0.9795	22	1
38	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9671	12.8149	0	0	0	0	1	0.9795	22	1
39	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9671	12.8149	0	0	0	0	1	0.9795	22	1
40	1	0.099	-0.0352	0.9362	5.6097	-9.3215	4.7118	9.9671	12.8149	0	0	0	0	1	0.9795	22	1
41	1	0.504	-0.8771	1.3731	7.811	-13.2891	5.2257	9.9755	-2.9662	0	0	0	0	1	0.9797	22	1
42	1	1.005	-1.7417	1.7367	8.3513	-13.2935	5.9422	9.9564	12.5453	0	0	0	0	1	0.9826	22	1
43	1	1.005	-1.7417	1.7367	8.3513	-13.2935	5.9422	9.9564	12.5453	0	0	0	0	1	0.9826	22	1
44	1	1.005	-1.7417	1.7367	8.3513	-13.2935	5.9422	9.9564	12.5453	0	0	0	0	1	0.9826	22	1
45	1	1.005	-1.7417	1.7367	8.3513	-13.2935	5.9422	9.9564	12.5453	0	0	0	0	1	0.9826	22	1
46	1	1.005	-1.7417	1.7367	8.3513	-13.2935	5.9422	9.9564	12.5453	0	0	0	0	1	0.9826	22	1

Bus Number	Bus Type	YIP Load Model Factor						Load		Gen		GS	BS	Vm	Va	Base KV	Zone
		Real Factor			Reactive Factor												
		Ap	Bp	Cp	Aq	Bq	Cq	Pd	Qd	Pg	Qg						
47	1	-1.65	3.9534	-1.3034	2.734	-5.5083	2.759	4.9484	-0.0938	0	0	0	0	1	0.9848	22	1
48	1	-1.65	3.9534	-1.3034	2.734	-5.5083	2.759	4.9484	-0.0938	0	0	0	0	1	0.9848	22	1
49	1	-1.65	3.9534	-1.3034	2.734	-5.5083	2.759	4.9484	-0.0938	0	0	0	0	1	0.9848	22	1
50	1	-1.65	3.9534	-1.3034	2.734	-5.5083	2.759	4.9484	-0.0938	0	0	0	0	1	0.9848	22	1
51	1	-1.65	3.9534	-1.3034	2.734	-5.5083	2.759	4.9484	-0.0705	0	0	0	0	1	0.9848	22	1

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลของสายป้อน

ลำดับที่	Form bus	to bus	R	X	B	Ratio	Angle	Status
1	1	51	0.0024	0.0006	0	1	0	1
2	2	8	0.025	0.00001	0	0	0	1
3	2	6	0.025	0.00001	0	0	0	1
4	2	9	0.025	0.00001	0	0	0	1
5	2	7	0.0125	0.00001	0	0	0	1
6	2	4	0.025	0.00001	0	0	0	1
7	2	5	0.0125	0.00001	0	0	0	1
8	2	10	0.05	0.00001	0	0	0	1
9	2	3	0.0125	0.00001	0	0	0	1
10	3	11	0.0625	0.00001	0	0	0	1
11	3	15	0.0625	0.00001	0	0	0	1
12	3	13	0.0625	0.00001	0	0	0	1
13	3	14	0.0625	0.00001	0	0	0	1
14	3	12	0.0625	0.00001	0	0	0	1
15	4	20	0.125	0.00001	0	0	0	1
16	4	19	0.125	0.00001	0	0	0	1
17	4	18	0.125	0.00001	0	0	0	1
18	4	17	0.125	0.00001	0	0	0	1
19	4	16	0.125	0.00001	0	0	0	1
20	5	25	0.0625	0.00001	0	0	0	1
21	5	24	0.0625	0.00001	0	0	0	1
22	5	23	0.0625	0.00001	0	0	0	1
23	5	22	0.0625	0.00001	0	0	0	1
24	5	21	0.0625	0.00001	0	0	0	1
25	6	30	0.125	0.00001	0	0	0	1
26	6	29	0.125	0.00001	0	0	0	1
27	6	28	0.125	0.00001	0	0	0	1
28	6	27	0.125	0.00001	0	0	0	1
29	6	26	0.125	0.00001	0	0	0	1
30	7	31	0.0625	0.00001	0	0	0	1
31	7	35	0.0625	0.00001	0	0	0	1
32	7	34	0.0625	0.00001	0	0	0	1

ลำดับที่	Form bus	to bus	R	X	B	Ratio	Angle	Status
33	7	33	0.0625	0.00001	0	0	0	1
34	7	32	0.0625	0.00001	0	0	0	1
35	8	40	0.125	0.00001	0	0	0	1
36	8	39	0.125	0.00001	0	0	0	1
37	8	38	0.125	0.00001	0	0	0	1
38	8	37	0.125	0.00001	0	0	0	1
39	8	36	0.125	0.00001	0	0	0	1
40	9	45	0.125	0.00001	0	0	0	1
41	9	44	0.125	0.00001	0	0	0	1
42	9	43	0.125	0.00001	0	0	0	1
43	9	42	0.125	0.00001	0	0	0	1
44	9	41	0.125	0.00001	0	0	0	1
45	10	50	0.25	0.00001	0	0	0	1
46	10	49	0.25	0.00001	0	0	0	1
47	10	48	0.25	0.00001	0	0	0	1
48	10	47	0.25	0.00001	0	0	0	1
49	10	46	0.25	0.00001	0	0	0	1
50	51	2	0.00238	0.00001	0	0	0	1

บทที่ 4 ผลการคำนวณ

จากระบบทดสอบได้มีการทดสอบการคำนวณได้ 2 วิธี คือ

1. แบบคิดรวม Constant Admittance ใน Ybus
2. แบบไม่คิดรวม Constant Admittance ใน Ybus

4.1 ผลการคำนวณแบบคิดรวม Constant Admittance ใน Ybus

4.1.1 ผลของบัส ผลที่ได้จากการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในรูปบัส

Bus	Vm	Va	Generation		YIP Load	
			KW	KVar	S KW	S KVar
1	1	0	5.671	4.5866	0	0
2	0.9703	1.0904	-	-	0	0
3	0.957	1.7589	-	-	0	0
4	0.957	1.7592	-	-	0	0
5	0.957	1.7589	-	-	0	0
6	0.957	1.7592	-	-	0	0
7	0.957	1.7589	-	-	0	0
8	0.957	1.7592	-	-	0	0
9	0.957	1.7592	-	-	0	0
10	0.957	1.7593	-	-	0	0
11	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
12	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
13	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
14	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
15	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
16	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
17	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
18	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
19	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
20	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
21	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
22	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
23	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
24	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
25	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
26	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
27	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
28	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
29	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
30	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
31	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
32	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
33	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
34	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
35	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
36	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867

Bus	Vm	Va	Generation		YIP Load	
			KW	KVar	S KW	S KVar
37	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
38	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
39	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
40	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
41	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
42	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
43	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
44	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
45	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
46	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
47	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
48	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
49	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
50	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
51	0.9837	0.443	-	-	0	0
Total			5.671	4.5866	5.1634	4.5541

4.2.1 ผลของสายป้อน ผลที่ได้จากการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายป้อน

From Bus	To Bus	From Injection		To Injection		Line Loss	
		KW	KVar	KW	KVar	KW	KVar
1	51	5.671	4.5866	-5.5433	-4.5547	0.1277	0.0319
2	8	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	6	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	9	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	7	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0
2	4	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	5	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0
2	10	0.2579	0.2169	-0.2519	-0.2169	0.006	0
2	3	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0
3	11	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	15	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	13	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	14	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	12	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
4	20	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	19	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	18	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	17	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	16	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
5	25	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	24	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	23	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	22	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	21	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0

From Bus	To Bus	From Injection		To Injection		Line Loss	
		KW	KVar	KW	KVar	KW	KVar
6	30	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	29	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	28	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	27	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	26	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
7	31	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	35	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	34	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	33	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	32	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
8	40	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	39	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	38	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	37	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	36	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	45	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	44	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	43	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	42	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	41	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
10	50	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	49	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	48	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	47	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	46	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
51	2	5.5433	4.5547	-5.4167	-4.5542	0.1266	0.0005
total loss						0.5076	0.0325

4.2 ผลการคำนวณแบบไม่คิดรวม Constant Admittance ใน Ybus

4.2.1 ผลของบัส ผลที่ได้จากการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในรูปบัส

Bus	Vm	Va	Generation		YIP Load	
			KW	KVar	S KW	
1	1	0	5.671	4.5866	0	0
2	0.9703	1.0904	-	-	0	0
3	0.957	1.7589	-	-	0	0
4	0.957	1.7592	-	-	0	0
5	0.957	1.7589	-	-	0	0
6	0.957	1.7592	-	-	0	0
7	0.957	1.7589	-	-	0	0
8	0.957	1.7592	-	-	0	0
9	0.957	1.7592	-	-	0	0
10	0.957	1.7593	-	-	0	0

Bus	Vm	Va	Generation		YIP Load	
			KW	KVar	S KW	
11	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
12	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
13	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
14	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
15	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
16	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
17	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
18	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
19	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
20	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
21	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
22	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
23	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
24	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
25	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
26	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
27	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
28	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
29	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
30	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
31	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
32	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
33	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
34	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
35	0.9439	2.4465	-	-	0.1967	0.1735
36	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
37	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
38	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
39	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
40	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
41	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
42	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
43	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
44	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
45	0.9439	2.4468	-	-	0.0983	0.0867
46	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
47	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
48	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
49	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
50	0.9439	2.447	-	-	0.0492	0.0434
51	0.9837	0.443	-	-	0	0
Total			5.671	4.5866	5.1634	4.5541

4.2.2 ผลของสายป้อน ผลที่ได้จากการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าในสายป้อน

From Bus	To Bus	From Injection		To Injection		Line Loss	
		KW	KVar	KW	KVar	KW	KVar
1	51	5.671	4.5866	-5.5433	-4.5547	0.1277	0.0319
2	8	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	6	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	9	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	7	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0
2	4	0.5159	0.4337	-0.5038	-0.4337	0.0121	0
2	5	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0
2	10	0.2579	0.2169	-0.2519	-0.2169	0.006	0
2	3	1.0317	0.8675	-1.0076	-0.8674	0.0241	0
3	11	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	15	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	13	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	14	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
3	12	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
4	20	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	19	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	18	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	17	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
4	16	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
5	25	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	24	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	23	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	22	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
5	21	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
6	30	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	29	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	28	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	27	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
6	26	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
7	31	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	35	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	34	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	33	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
7	32	0.2015	0.1735	-0.1967	-0.1735	0.0048	0
8	40	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	39	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	38	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	37	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
8	36	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	45	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	44	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	43	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0

From Bus	To Bus	From Injection		To Injection		Line Loss	
		KW	KVar	KW	KVar	KW	KVar
9	42	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
9	41	0.1008	0.0867	-0.0983	-0.0867	0.0024	0
10	50	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	49	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	48	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	47	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
10	46	0.0504	0.0434	-0.0492	-0.0434	0.0012	0
51	2	5.5433	4.5547	-5.4167	-4.5542	0.1266	0.0005
Total Loss						0.5076	0.0325

จากผลการคำนวณทั้งสองวิธีสามารถสรุปเวลาที่ใช้ในการคำนวณได้ดังตารางที่ 4.5 ซึ่งสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบมีดังนี้

สมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ

ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional Service Pack 3

CPU AMD Turion(tm) X2 Dual-core Mobile RM-72 2.10 GHz

RAM 3.00 GB

VGA ATI Mobility Radeon HD 3450

ตารางที่ 4.5 สมรรถนะการคำนวณ

m file	แบบคิดรวม Constant Admittance		แบบไม่คิดรวม Constant Admittance	
	จำนวนครั้ง	เวลา	จำนวนครั้ง	เวลา
YIPPF	1	0.147 s	1	0.154 s
lineflow	1	0.071 s	1	0.065 s
BYbus	1	0.029 s	1	0.029 s
spdiags	42	0.028 s	65	0.031 s
NRPF	4	0.026 s	5	0.039 s
dSbus_dV	12	0.008 s	20	0.012 s
YIPSbus	4	0.006 s	5	0.006 s
rddata	1	0.003 s	1	0.003 s
angle	23	0.001 s	33	0.002 s
B_bustype	1	0.001 s	1	0.001 s
BSbus	4	0.001 s	5	0.001 s
RunnigNo	1	0.001 s	1	0.001 s
convNo	2	0.000 s	2	0.000 s
case_fac2	1	0.000 s	1	0.000 s

4.3. ผลการตั้งค่าความแม่นยำ

ผลการทดสอบการคำนวณแบบคิตรวม Constant Admittance ใน Ybus โดยการเปลี่ยนค่า Accuracy ตามตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 สมรรถนะแบบคิตรวม Constant Admittance ใน Ybus

NR YIP	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
10^{-5}	3,2	3,2	3,2	4,2
10^{-6}	3,2	3,2	3,2	4,2
10^{-7}	3,3	3,3	3,3	4,3
10^{-8}	3,3	3,3	3,3	4,3

ผลการทดสอบการคำนวณแบบไม่คิตรวม Constant Admittance ใน Ybus โดยการเปลี่ยนค่า Accuracy ตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 สมรรถนะแบบไม่คิตรวม Constant Admittance ใน Ybus

NR YIP	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
10^{-5}	3,2	3,2	3,2	4,2
10^{-6}	3,3	3,3	3,3	4,3
10^{-7}	3,3	3,3	3,3	4,3
10^{-8}	3,4	3,4	3,4	4,4

หมายเหตุ : (inner loop, outer loop)

ภาคผนวก ข

Source Code ที่ใช้ในโปรแกรม YIPPF

```

function [baseMVA, accuracy, yip_accuracy, maxiter, busdata, linedata] =
YIPPF(datafile, mpopt)

%%initial
[PQ, PV, REF, NONE, BUS_I, BUS_TYPE, Ap, Bp, Cp, Aq, Bq, Cq, PD, QD, PG, QG, GS,
BS, BUS_AREA, VM, ...
    VA, BASE_KV, ZONE, VMAX, VMIN, LAM_P, LAM_Q, MU_VMAX, MU_VMIN] = idx_YIP_bus;
[F_BUS, T_BUS, BR_R, BR_X, BR_B, TAP, SHIFT, BR_STATUS, PF, QF, PT, QT, MU_SF,
MU_ST, ...
    ANGMIN, ANGMAX, MU_ANGMIN, MU_ANGMAX] = idx_YIP_brch;

tic

%% default arguments
if nargin < 2
    mpopt = 'PQ';           %% use default options
    if nargin < 1
        error = ('Load case : unknow error'); %% default data file is
'case9.m'
    end
end

%% read data for run power flow
[baseMVA, accuracy, yip_accuracy, maxiter, busdata, linedata] = rddata(datafile);

%% Initial Bus data
busdata0 = busdata;
linedata0 = linedata;

%% Type of bus
[sw_bus, v_bus, l_bus] = B_bustype(busdata);

%% Running Number of bus
[bus_No0, busdata, linedata] = RunnigNo(busdata, linedata);

%% Initial Voltage for flat start
V0 = busdata(:, VM) .* exp(sqrt(-1) * pi/180 * busdata(:, VA));

%% build admittance matrices
[Ybus, Ymuf, Ymut] = BYbus(baseMVA, busdata, linedata);
%% compute complex bus power injections (generation - load)
[Sbus] = BSbus(baseMVA, busdata);

%% power flow using a full Newton's method.
[V, success, iterations] = NRPF(Ybus, Sbus, V0, sw_bus, v_bus, l_bus,
accuracy, maxiter);
[busdata,load] = YIPSbus(busdata, busdata0, linedata, V, mpopt);
if (strcmp(mpopt, 'YIP'))

    k = 0;
    repeat = 1;

    %% compute power flow in ZIP Model
    while (repeat)

        k = k+1;
        PL0 = busdata(:, PD);
        QL0 = busdata(:, QD);

        %% compute complex bus power injections (generation - load)
        [Sbus] = BSbus(baseMVA, busdata);

        %% power flow using a full Newton's method.

```

```

[V, success, iterations] = NRPF(Ybus, Sbus, V0, sw_bus, v_bus, l_bus,
accuracy, maxiter);

%% Update Power in ZIP model
[busdata, load] = YIP_Sbus(busdata, busdata0, linedata, V, mpopt);

%% check for convergence
delPL = (PL0 - busdata(:, PD));
delQL = (QL0 - busdata(:, QD));
delSL = delPL + j*delQL;
mis = [delPL' delQL'];
F = norm(mis, inf);
yip_accuracy;
mis = find(F>yip_accuracy);
    if isempty(mis)
        repeat = 0;
    else
        repeat = 1;
    end
end

%% convert back to original bus numbering & print results

[busdata, linedata] = convNo(bus_No0, busdata, linedata);
if((k < maxiter) && (success ==1))
    fprintf('\nInner Loop power flow converged in %d iterations.\n',
iterations);
    fprintf('\nOuter Loop power flow converged in %d iterations.\n', k);
    [busdata, linedata] = lineflow_k(baseMVA, busdata, linedata, V, Ybus, Ymuf,
Ymut, load, bus_No0);
else
    fprintf('\nNewton''s method power did not converge in %d iterations.\n',
k);
    [busdata, linedata] = lineflow_k(baseMVA, busdata, linedata, V, Ybus, Ymuf,
Ymut, load, bus_No0);
end

else
    if((success ==1))
        fprintf('\nInner Loop power flow converged in %d iterations.\n',
iterations);
        [busdata, linedata] = lineflow_k(baseMVA, busdata, linedata, V, Ybus, Ymuf,
Ymut, load, bus_No0);
    else
        fprintf('\nNewton''s method power did not converge in %d iterations.\n',
iterations);
        [busdata, linedata] = lineflow_k(baseMVA, busdata, linedata, V, Ybus, Ymuf,
Ymut, load, bus_No0);
    end
end
end

    fprintf('\n\n');
    toc;
return;

function [PQ, PV, REF, NONE, BUS_I, BUS_TYPE, Ap, Bp, Cp, Aq, Bq, Cq, PD, QD, PG,
QG, GS, BS, BUS_AREA, VM, ...
    VA, BASE_KV, ZONE, VMAX, VMIN, LAM_P, LAM_Q, MU_VMAX, MU_VMIN] = idx_YIP_bus
%% define bus types
PQ      = 1;
PV      = 2;
REF     = 3;
NONE    = 4;

%% define the indices
BUS_I    = 1;    %% bus number (1 to 29997)
BUS_TYPE = 2;    %% bus type (1 - PQ bus, 2 - PV bus, 3 - reference bus, 4 -
isolated bus)

```

```

Ap      = 3;    %% Ap real Coefficient
Bp      = 4;    %% Aq reactive Coefficient
Cp      = 5;    %% Bp real Coefficient
Aq      = 6;    %% Bq reactive Coefficient
Bq      = 7;    %% Cp real Coefficient
Cq      = 8;    %% Cq reactive Coefficient
PD      = 9;    %% Pd, real power demand (MW)
QD      = 10;   %% Qd, reactive power demand (MVar)
PG      = 11;   %% Pg, real power generation (MW)
QG      = 12;   %% Qg, reactive power generation (Mvar)
GS      = 13;   %% Gs, shunt conductance (MW at V = 1.0 p.u.)
BS      = 14;   %% Bs, shunt susceptance (MVar at V = 1.0 p.u.)
BUS_AREA = 15;  %% area number, 1-100
VM      = 16;   %% Vm, voltage magnitude (p.u.)
VA      = 17;   %% Va, voltage angle (degrees)
BASE_KV = 18;   %% baseKV, base voltage (kV)
ZONE    = 19;   %% zone, loss zone (1-999)
VMAX    = 20;   %% maxVm, maximum voltage magnitude (p.u.)      (not in PTI
format)
VMIN    = 21;   %% minVm, minimum voltage magnitude (p.u.)      (not in PTI
format)

%% included in opf solution, not necessarily in input
%% assume objective function has units, u
LAM_P    = 22;   %% Lagrange multiplier on real power mismatch (u/MW)
LAM_Q    = 23;   %% Lagrange multiplier on reactive power mismatch (u/MVar)
MU_VMAX  = 24;   %% Kuhn-Tucker multiplier on upper voltage limit (u/p.u.)
MU_VMIN  = 25;   %% Kuhn-Tucker multiplier on lower voltage limit (u/p.u.)

return;

function [F_BUS, T_BUS, BR_R, BR_X, BR_B, TAP, SHIFT, BR_STATUS, PF, QF, PT, QT,
MU_SF, MU_ST, ...
    ANGMIN, ANGMAX, MU_ANGMIN, MU_ANGMAX] = idx_YIP_brch

%% define the indices
F_BUS    = 1;    %% f, from bus number
T_BUS    = 2;    %% t, to bus number
BR_R     = 3;    %% r, resistance (p.u.)
BR_X     = 4;    %% x, reactance (p.u.)
BR_B     = 5;    %% b, total line charging susceptance (p.u.)
TAP      = 6;    %% ratio, transformer off nominal turns ratio
SHIFT    = 7;    %% angle, transformer phase shift angle (degrees)
BR_STATUS = 8;    %% initial branch status, 1 - in service, 0 - out of service
ANGMIN    = 9;    %% minimum angle difference, angle(Vf) - angle(Vt) (degrees)
ANGMAX    = 10;   %% maximum angle difference, angle(Vf) - angle(Vt) (degrees)

%% included in power flow solution, not necessarily in input
PF        = 11;   %% real power injected at "from" bus end (MW)      (not in PTI
format)
QF        = 12;   %% reactive power injected at "from" bus end (MVar) (not in PTI
format)
PT        = 13;   %% real power injected at "to" bus end (MW)      (not in PTI
format)
QT        = 14;   %% reactive power injected at "to" bus end (MVar) (not in PTI
format)

%% included in opf solution, not necessarily in input
%% assume objective function has units, u
MU_SF     = 15;   %% Kuhn-Tucker multiplier on MVA limit at "from" bus (u/MVA)
MU_ST     = 16;   %% Kuhn-Tucker multiplier on MVA limit at "to" bus (u/MVA)
MU_ANGMIN = 17;   %% Kuhn-Tucker multiplier lower angle difference limit
(u/degree)
MU_ANGMAX = 18;   %% Kuhn-Tucker multiplier upper angle difference limit
(u/degree)

return;

```

```

function [baseMVA, accuracy, yip_accuracy, maxiter, busdata, linedata] =
rddata(datafile)

%%----- read data into struct -----
if isstr(datafile)
    %% check for explicit extension
    l = length(datafile);
    if l > 2
        if strcmp(datafile(l-1:l), '.m')
            rootname = datafile(1:l-2);
            extension = '.m';
        end
    end

    %% set extension if not specified explicitly
    if exist('rootname') ~= 1
        rootname = datafile;
        if exist([datafile '.m']) == 2
            extension = '.m';
        end
    end
end

[data.baseMVA, data.accuracy, data.yip_accuracy, data.maxiter, data.busdata,
data.linedata] = feval(rootname);
baseMVA = data.baseMVA;
accuracy = data.accuracy;
yip_accuracy = data.yip_accuracy;
maxiter = data.maxiter;
busdata = data.busdata;
linedata = data.linedata;

return;

function [sw_bus, v_bus, l_bus] = B_bustype(busdata)

%% Constant
SW = 3;
PV = 2;
PQ = 1;
%% form index lists for slack, PV, and PQ buses
sw_bus = find(busdata(:, 2) == SW );    %% reference bus index
v_bus  = find(busdata(:, 2) == PV );    %% PV bus indices
l_bus  = find(busdata(:, 2) == PQ );    %% PQ bus indices

%% pick a new reference bus if for some reason there is none (may have been shut
down)
if isempty(sw_bus)
    sw_bus = v_bus(1);                    %% use the first PV bus
    sw_bus = v_bus(2:length(v_bus));      %% take it off PV list
end

function [bus_No0, busdata, linedata] = RunnigNo(busdata, linedata)

bus_No0 = busdata(:, 1);
R2No = zeros(max(bus_No0), 1);
R2No(bus_No0) = [1:size(busdata, 1)]';

busdata(:, 1)          = R2No( busdata(:, 1));
linedata(:, 1)         = R2No( linedata(:, 1));
linedata(:, 2)         = R2No( linedata(:, 2));

return;

function [Ybus, Ymuf, Ymut] = BYbus(baseMVA, busdata, linedata)

```

```

%% constants
j = sqrt(-1);
nb = size(busdata, 1);          %% number of buses
nl = size(linedata, 1);        %% number of lines

%% check that bus numbers are equal to indices to bus (one set of bus numbers)
if any(busdata(:, 1) ~= [1:nb]')
    error('buses must appear in order by bus number')
end

linedata_stat = linedata(:, 8);          %% ones at in-service branches
R = linedata(:, 3);
X = linedata(:, 4);
Zs = linedata_stat.*(R + j*X);
B = linedata(:, 5);
Ys = linedata_stat ./Zs;
tap = ones(nl, 1);
i = find(linedata(:, 6));
tap(i) = linedata(i, 6);
tap = tap .*exp(j*pi/180 * linedata(:, 7));
Yjj = Ys + j*B/2;
Yii = Yjj ./ (tap .*conj(tap));
Yij = -Ys ./conj(tap);
Yji = -Ys ./tap;

const_Zp = busdata(:, 3);
const_Zq = busdata(:, 4);
Pload = busdata(:, 9);
Qload = busdata(:, 10);
Sconstz =sparse((Pload.*(const_Zp/100)) + j*(Qload.*(const_Zq/100)));

Zconstz = 1./(conj(Sconstz)/baseMVA);
Yconstz = (1./Zconstz);
Ysh = (busdata(:, 13) + j * busdata(:, 14)) /baseMVA;
f = linedata(:, 1);
t = linedata(:, 2);
matf = sparse(f, 1:nl, ones(nl, 1), nb, nl);
matt = sparse(t, 1:nl, ones(nl, 1), nb, nl);

Ybus = spdiags(Ysh, 0, nb, nb) + ...
    spdiags(Yconstz, 0, nb, nb) + ...
    matf * spdiags(Yii, 0, nl, nl) * matf' + ...
    matf * spdiags(Yij, 0, nl, nl) * matt' + ...
    matt * spdiags(Yji, 0, nl, nl) * matf' + ...
    matt * spdiags(Yjj, 0, nl, nl) * matt';

if nargout > 1
    i = [[1:nl]'; [1:nl]'];
    Ymuf = sparse(i, [f; t], [Yii; Yij], nl, nb);
    Ymut = sparse(i, [f; t], [Yji; Yjj], nl, nb);
end

return;

function Sbus = BSbus(baseMVA, busdata)

%%initial
[PQ, PV, REF, NONE, BUS_I, BUS_TYPE, Ap, Bp, Cp, Aq, Bq, Cq, PD, QD, PG, QG, GS,
BS, BUS_AREA, VM, ...
    VA, BASE_KV, ZONE, VMAX, VMIN, LAM_P, LAM_Q, MU_VMAX, MU_VMIN] = idx_YIP_bus;
[F_BUS, T_BUS, BR_R, BR_X, BR_B, TAP, SHIFT, BR_STATUS, PF, QF, PT, QT, MU_SF,
MU_ST, ...

```

```

    ANGMIN, ANGMAX, MU_ANGMIN, MU_ANGMAX] = idx_YIP_brch;

%% constants
j = sqrt(-1);

Pload = busdata(:, PD);
Qload = busdata(:, QD);
Pgen = busdata(:, PG);
Qgen = busdata(:, QG);

Sbus = ((Pgen + j*Qgen) - (Pload + j*Qload))/baseMVA;
return;

function [V, converged, i] = NRPF(Ybus, Sbus, V0, sw_bus, v_bus, l_bus, accuracy,
maxiter)

%% initialize
j = sqrt(-1);
converged = 0;
i = 0;
V = V0;
Va = angle(V);
Vm = abs(V);

%% set up indexing for updating V
npv = length(v_bus);
npq = length(l_bus);
j1 = 1;          j2 = npv;          %% j1:j2 - V angle of pv buses
j3 = j2 + 1;     j4 = j2 + npq;     %% j3:j4 - V angle of pq buses
j5 = j4 + 1;     j6 = j4 + npq;     %% j5:j6 - V mag of pq buses

%% evaluate F(x0)
mis = V .* conj(Ybus * V) - Sbus;
F = [ real(mis([v_bus; l_bus])) ;
      imag(mis(l_bus)) ];

%% check tolerance
normF = norm(F, inf);

if normF < accuracy
    converged = 1;
    %if verbose > 1
        fprintf('\nConverged!\n');
    %end
end

%% do Newton iterations
while (~converged & i < maxiter)
    %% update iteration counter
    i = i + 1;

    %% evaluate Jacobian
    [dSbus_dVm, dSbus_dVa] = dSbus_dV(Ybus, V);

    temp = real(dSbus_dVa(:, [v_bus; l_bus]))';
    j11 = temp(:, [v_bus; l_bus])';
    temp = real(dSbus_dVm(:, l_bus))';
    j12 = temp(:, [v_bus; l_bus])';
    temp = imag(dSbus_dVa(:, [v_bus; l_bus]))';
    j21 = temp(:, l_bus)';
    temp = imag(dSbus_dVm(:, l_bus))';
    j22 = temp(:, l_bus)';

    J = [ j11 j12;
          j21 j22; ];

    %% compute update step
    dx = -(J \ F);

```

```

%% update voltage
if npv
    Va(v_bus) = Va(v_bus) + dx(j1:j2);
end
if npq
    Va(l_bus) = Va(l_bus) + dx(j3:j4);
    Vm(l_bus) = Vm(l_bus) + dx(j5:j6);
end
V = Vm .* exp(j * Va);
Vm = abs(V);           %% update Vm and Va again in case
Va = angle(V);         %% we wrapped around with a negative Vm

%% evaluate F(x)
mis = V .* conj(Ybus * V) - Sbus;
F = [    real(mis(v_bus));
      real(mis(l_bus));
      imag(mis(l_bus))    ];

%% check for convergence
normF = norm(F, inf);
if normF < accuracy
    converged = 1;
    fprintf('\nNewton''s method power flow converged in %d iterations.\n', i);
end
end

if ~converged
    fprintf('\nNewton''s method power did not converge in %d iterations.\n',
i);
end

function [busdata, linedata] = convNo(bus_No0, busdata, linedata)

busdata(:, 1)          = bus_No0( busdata(:, 1)          );
linedata(:, 1)         = bus_No0( linedata(:, 1)         );
linedata(:, 2)         = bus_No0( linedata(:, 2)         );

return;

function [busdata, linedata] = lineflow_k(baseMVA, busdata, linedata, V, Ybus,
Ymuf, Ymut, load, bus_No0)

%%initial
[PQ, PV, REF, NONE, BUS_I, BUS_TYPE, Ap, Aq, Bp, Bq, Cp, Cq, PD, QD, PG, QG, GS,
BS, BUS_AREA, VM, ...
    VA, BASE_KV, ZONE, VMAX, VMIN, LAM_P, LAM_Q, MU_VMAX, MU_VMIN] = idx_YIP_bus;
[F_BUS, T_BUS, BR_R, BR_X, BR_B, TAP, SHIFT, BR_STATUS, PF, QF, PT, QT, MU_SF,
MU_ST, ...
    ANGMIN, ANGMAX, MU_ANGMIN, MU_ANGMAX] = idx_YIP_brch;

fb = linedata(:,1);           % From bus number...
tb = linedata(:,2);           % To bus number...
nb = length(busdata(:, 1));
nl = length(fb);              % No. of Branches..
Pl = busdata(:, 9);           % PLoad
Ql = busdata(:, 10);          % QLoad,
sw_bus = find(busdata(:, 2) == 3);
Vmag = abs(V);
Vang = angle(V)*180/pi;
Iij = zeros(nb,nb);
Sij = zeros(nb,nb);
Si = zeros(nb,1);

```

```

% Bus Current Injections..
I = Ybus*V;

Im = abs(I);
Ia = angle(I);

for m = 1:nl
    p = fb(m); q = tb(m);
    Iij(p,q) = -(V(p) - V(q))*Ybus(p,q); % Y(m,n) = -y(m,n) ..
end

Iij = sparse(Iij);
Iijm = abs(Iij);
Iija = angle(Iij);

% Line Power Flows..
for m = 1:nb
    for n = 1:nb
        if m ~= n
            Sij(m,n) = V(m)*conj(Iij(m,n))*baseMVA;
        end
    end
end

Sij = sparse(Sij);
Pij = real(Sij);
Qij = imag(Sij);
br = find(linedata(:, 8));
Sf = V(linedata(br, 1)) .* conj(Ymuf(br, :) * V) * baseMVA; %% complex power at
"from" bus
St = V(linedata(br, 2)) .* conj(Ymut(br, :) * V) * baseMVA; %% complex power
injected at "to" bus
%busdata(sw_bus, 11) = sum(busdata(sw_bus, 8) + real(Sf(sw_bus, :)));
%busdata(sw_bus, 12) = sum(busdata(sw_bus, 9) + imag(Sf(sw_bus, :)));

busdata(sw_bus, 11) = sum(real(Sf(sw_bus, :)));
busdata(sw_bus, 12) = sum(imag(Sf(sw_bus, :)));

linedata_out = [real(Sf) imag(Sf) real(St) imag(St)];
ReSf=real(Sf);
ImSf=imag(Sf);
ReSt=real(St);
ImSt=imag(St);
tap = ones(nl, 1); %% default tap ratio = 1 for lines
xfmr = find(linedata(:, 6)); %% indices of transformers
tap(xfmr) = linedata(xfmr, 6); %% include transformer tap ratios
tap = tap .* exp(j*pi/180 * linedata(:, 7)); %% add phase shifters
%V = abs(V) .* exp(sqrt(-1) * pi/180 * angle(V));
V = busdata(:, 16) .* exp(sqrt(-1) * pi/180 * busdata(:, 17));
%V = bus(:, VM) .* exp(sqrt(-1) * pi/180 * bus(:, VA));
loss = baseMVA * abs(V(linedata(:, 1)) ./ tap - V(linedata(:, 2))).^ 2 ./ ...
(linedata(:, 3) - j * linedata(:, 4));
Reloss = real(loss);
Imloss = imag(loss);

for k = 1:nb
    if (busdata(k, 2) == 2 | busdata(k, 2) == 3)
        gen_stat(k, 1) = 1;
    else
        gen_stat(k, 1) = 0;
    end
end

[busdata, linedata] = convNo(bus_No0, busdata, linedata);

ngen = length(find(busdata(:, 2) > 1));
nld = length(find(busdata(:, 2) <= 1));

```

```

nzsh = find(busdata(:, 14) ~= 0);
if nzsh
    resh = sum(busdata(nzsh, 16) .^2 .*busdata(nzsh, 13));
    imgsh = sum(busdata(nzsh, 16) .^2 .*busdata(nzsh, 14));
else
    resh = 0;
    imgsh = 0;
end
fchg = abs(V(linedata(:, 1)) ./ tap) .^2 .*linedata(:, 5) *baseMVA /2;
tchg = abs(V(linedata(:, 2))      ) .^2 .*linedata(:, 5) *baseMVA /2;

busdata;

disp('#####');
disp('#####');
disp('-----');
disp('-----');
disp('                                     System Summary');
disp('');
disp('-----');
disp('-----');
disp('-----');
disp('          BUS DATA');
disp('');
disp('-----');
disp('-----');
fprintf('Total Number of BUS          %6d | Total Number of Gen Bus %6d | \n',nb, ngen, nld);
disp('-----');
disp('-----');
fprintf('Total Number of Shunt          %6d | Shunt(kW)          %8.4f kW | \n',length(nzsh), resh, imgsh);
disp('-----');
disp('-----');
disp('          Maximum          Minimum ');
disp('-----');
fprintf('Voltage          %8.4f          %8.4f          \n',max(busdata(:, 16)), min(busdata(:, 16)));
fprintf('Angle          %8.4f          %8.4f          \n',max(busdata(:, 17)), min(busdata(:, 17)));

disp('-----');
disp('-----');
disp('-----');
disp('          Load DATA');
disp('');
disp('-----');
disp('-----');
fprintf('          (kW)          (kvar)          Max (kW)          Max (kvar) \n');
disp('-----');
disp('-----');
fprintf('Total Load          %8.4f          %8.4f          %8.4f          %8.4f \n',sum(busdata(:, PD)), sum(busdata(:, QD)), max(busdata(:, PD)), max(busdata(:, QD)), min(busdata(:, PD)), min(busdata(:, QD)));
disp('-----');
disp('-----');
%fprintf('\n');
disp('-----');
disp('-----');
disp('          Gen DATA');
disp('');
disp('-----');
disp('-----');
disp('          |          kW');
disp('kvar          |')

```

```

fprintf('Total Number of Gen BUS          %6d      |      Total Gen Power          %8.4f
%8.4f      | \n',length(find(busdata(:,2)>1)), sum(busdata(:, PG)), sum(busdata(:,
QG)));
disp('-----');
%fprintf('\n');
disp('-----');

disp('          Transmission Line DATA
');
disp('-----');

fprintf('Total Number of Line          %6d      |      in service          %6d
|      out-of-service          %6d      | \n',nl, length(find(linedata(:, 8)==1)),
length(find(linedata(:, 8)==0)));
disp('-----');

fprintf('Total Number of Transformers      %6d      |      line Charging(inj)      %8.4f      kvar
| \n', length(find(linedata(:, 6) ~= 0)), sum(fchg+tchg));
disp('-----');

fprintf('Total loss          %8.4f      kW          %8.4f      kvar      | \n', sum(Reloss),
sum(Imloss));
disp('-----');

fprintf('\n');
fprintf('\n');

disp('#####');
disp('-----');
disp('          Power Flow Solution          |');
disp('-----');
disp('-----');
disp('| Bus |      V      |      Angle      |      Generation      |      YIP Load      |');
disp('| No |      pu      |      Degree      |      kW      |      kVar      |      kW      |      kVar      |');
disp('-----');
for m = 1:nb
    %disp('-----');
    fprintf('%3g', busdata(m, 1)); fprintf('      %8.4f', Vmag(m)); fprintf('
%8.4f', Vang(m));

    g = find(gen_stat(m) > 0) & busdata(m, 2) == 3;
    if ~isempty(g)
        fprintf('      %8.4f', gen_stat(m)*ReSf(m)); fprintf('      %8.4f',
gen_stat(m)*ImSf(m));
    else
        fprintf('          -          - ');
    end

    fprintf('      %8.4f', busdata(m, PD)); fprintf('      %8.4f', busdata(m, QD));
    fprintf('\n');
end

disp('-----');
fprintf('          Total : %8.4f %8.4f %8.4f %8.4f %8.4f %8.4f
%8.4f %8.4f %8.4f %8.4f',sum(busdata(:,PG)), sum(busdata(:,QG)), sum(busdata(:,
PD)), sum(busdata(:, QD)) );
fprintf('\n');
fprintf('\n');

disp('#####');
;

disp('-----');
');

```

```

disp('                                Line FLOW and Losses
|');
disp('-----');
|');
disp('|From|To |   From Injection   |   To Injection   |   Line Loss
|');
disp('|Bus |Bus|   kW   |   kVar   |   kW   |   kVar   |   kW   |   kVar
|');
for m = 1:n1
    p = fb(m); q = tb(m);
    %disp('-----');
    ---');
        fprintf('%4g', linedata(m,1)); fprintf('%4g', linedata(m, 2)); fprintf('
%8.4f', ReSf(m)); fprintf('    %8.4f', ImSf(m));
        fprintf('    %8.4f', ReSt(m)); fprintf('    %8.4f', ImSt(m));
        fprintf('    %8.4f', Reloss(m)); fprintf('    %8.4f', Imloss(m));
        fprintf('\n');
end

disp('-----');
|');
fprintf('                                Total Loss   :   %8.4f   %8.4f
',sum(Reloss), sum(Imloss));

```