บทที่ 4

การจัดเตรียมข้อมูล การใช้โปรแกรม และตัวอย่างการวิเคราะห์

1 บทนำ

ในบทนี้เป็นการรายงานที่เกี่ยวกับการจัดเตรียมข้อมูล และการใช้โปรแกรม ซึ่งได้เขียนขึ้นในภาษาเทอร์โบพาสคาล (TURBO PASCAL) สำหรับใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิต พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดของตัวอย่างการวิเคราะห์การจัดสรรอุนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่

2 การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการใช้โปรแกรม สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชุด

1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากำลังทั่วไป และข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมโปรแกรม
2 ข้อมูลเกี่ยวกับบัส
3 ข้อมูลเกี่ยวกับสายส่งไฟฟ้า และหม้อแปลง
4 ข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์การจัดสรรอุนิตคอมมิตเมนท์

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากำลังทั่วไป และข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมโปรแกรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UNB	INTEGER	-NUMBER OF BUSES (จำนวนบัสทั้งหมดของระบบ)
UNL	INTEGER	-NUMBER OF LINE (จำนวนสายส่ง และหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบ)

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UNOP	INTEGER	-NUMBER OF PERIOD (จำนวนคาบที่ใช้ในการวิเคราะห์)
UPBASE	REAL	-BASE MVA (ค่าเบส เอ็ม.วี.เอ. ของระบบ)
UERROR	REAL	-MAXIMUM ERROR (ค่าผิดพลาดสูงสุดที่ยอมรับได้ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบในการหาคำตอบของระบบ)
ULNIT	INTEGER	-MAXIMUM NO. OF ITERATION PERMISSIBLE (จำนวนรอบสูงสุดของการทำอิทเทอร์เรชัน ถ้าเกินค่านี้จะหยุดการคำนวณ)
UPNCT	REAL	-CONSTANT OF PENALTY FUNCTION (ค่าคงที่ของ Penalty Function (w_i))
USPR	REAL	-SPINNING RESERVE (กำลังผลิตสำรอง)

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับบัส

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UNTB(I)	INTEGER	-BUS TYPE (รหัสประจำบัส แสดงถึงชนิดของบัส นั่นคือ บัสชนิดที่ 1,2 และ 3 หมายถึง โหลดบัส (Load Bus) บัสที่มีการควบคุมแรงดัน (Voltage Controlled Bus) และบัสอ้างอิง (Reference Bus) ตามลำดับ
UVSPEC(I)	REAL	-SPECIFIED VOLTAGE (PU) (ค่ากำหนดหรือค่าเริ่มต้นของแรงดันที่บัสต่าง ๆ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UVB(I)	REAL	-BASE VOLTAGE (KV) (แรงดันเบส KV ของระบบ)
UPG(I)	REAL	-REAL POWER GENERATION (MW) (กำลังไฟฟ้าที่ผลิตที่บัส P_{G_i})
UQG(I)	REAL	-REACTIVE POWER GENERATION (MVAR) (กำลังรีแอคตีฟที่ผลิตที่บัส Q_{G_i})
UPD(I)	REAL	-REAL POWER DEMAND (MW) (โหลดจริงที่บัส,P_{D_i})
UQD(I)	REAL	-REACTIVE POWER DEMAND (MVAR) (โหลดรีแอคตีฟที่บัส,Q_{D_i})
UYC(I)	REAL	-SHUNT SUSCEPTANCE (ค่าซัสเซปแตนซ์ (Susceptance) ของตัวเหนี่ยวนำหรือตัวเก็บประจุที่บัส)

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับสายส่งและหม้อแปลง

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UNSB(I)	INTEGER	-SENDING BUS (P) (รหัสประจำบัสที่สายส่งหรือหม้อแปลงติดอยู่และเป็นบัสต้นทาง)
UNEB(I)	INTEGER	-ENDING BUS (Q) (รหัสประจำบัสที่สายส่งหรือหม้อแปลงติดอยู่และเป็นบัสปลายทาง)
URR	REAL	-SERIES RESISTANCE (PU) (ความต้านทานอนุกรมของสายส่งหรือหม้อแปลง)
UXL	REAL	-SERIES REACTANCE (PU) (รีแอคแตนซ์ (Reactance) อนุกรมของสายส่งหรือหม้อแปลง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UYSHT(I)	REAL	-SUSCEPTANCE OF LINE CHARGING (PU) (ซัสเซปแตนซ์ (Susceptance) ของไลน์ชาร์จจิง ของสายส่ง)
UTR(I)	REAL	-TRANSFORMER RATIO (อัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลง (Off-Nominal Turn Ratio, a))
UTX(I)	REAL	-PHASE SHIFT (DEG.) (มุมเลื่อนเฟสของหม้อแปลง)

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการวิเคราะห์การจัดสรรกำลังผลิต

- ข้อมูลเกี่ยวกับโรงจักรพลังความร้อน

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UA(I)	REAL	-A Coefficient (สัมประสิทธิ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน)
UB(I)	REAL	-B Coefficient (สัมประสิทธิ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน)
UC(I)	REAL	-C Coefficient (สัมประสิทธิ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังความร้อน)
CSU(I)	REAL	-COLD START COST (ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องขณะอุณหภูมิเครื่องต่ำ)
TTC(I)	REAL	-THERMAL TIME CONSTANT (เวลาคงตัวเชิงความร้อน)
FC(I)	REAL	-FIX (START UP) COST (ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเริ่มเดินเครื่อง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
BANK(I)	REAL	-BANKING COST (อัตราค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องขณะอุณหภูมิเครื่องสูง)
UISUT(I)	INTEGER	-MINIMUM UP TIME (เวลาน้อยที่สุดในการเดินเครื่อง)
UISDT(I)	INTEGER	-MINIMUM DOWN TIME (เวลาน้อยที่สุดในการหยุดเครื่อง)
UIPS(I)	INTEGER	-INITIAL CONDITION (ภาวะแรกเริ่มของโรงจักรหลังความร้อน

- ข้อมูลเกี่ยวกับขีดจำกัดของตัวแปรควบคุมและตัวแปรสถานะที่บัส

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UPMAX(I)	REAL	-MAXIMUM REAL POWER GENRATION (MW) (ค่าสูงสุดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของบัส, $P_{G\,imax}$)
UPMIN(I)	REAL	-MINIMUM REAL POWER GENRATION (MW) (ค่าต่ำสุดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของบัส, $P_{G\,imin}$)
UQMAX(I)	REAL	-MAXIMUM REACTIVE POWER GENRATION (MVAR) (ค่าสูงสุดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของบัส, $Q_{G\,imax}$)
UQMIN(I)	REAL	-MINIMUM REACTIVE POWER GENRATION (MVAR) (ค่าต่ำสุดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตของบัส, $Q_{G\,imin}$)
UVMAX(I)	REAL	-MAXIMUM VOLTAGE (PU) (ค่าสูงสุดของขนาดของแรงดันที่บัส, $\lvert V \rvert_{imax}$)
UVMIN(I)	REAL	-MINIMUM VOLTAGE (PU) (ค่าต่ำสุดของขนาดของแรงดันที่บัส, $\lvert V \rvert_{imin}$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ข้อมูลเกี่ยวกับขีดจำกัดของตัวแปรสำหรับสายส่ง

สัญญลักษณ์	รูปแบบ	ความหมายและคำอธิบาย
UPFMAX(I)	REAL	-MAXIMUM REAL POWER FLOW (MW) (ค่าสูงสุดของกำลังจริงที่ไหลในสายส่งหรือหม้อแปลง)
UQFMAX(I)	REAL	-MAXIMUM REACTIVE POWER FLOW (MVAR) (ค่าสูงสุดของกำลังรีแอกตีฟที่ไหลในสายส่งหรือหม้อแปลง)

3 การใช้โปรแกรม

การใช้โปรแกรมวิเคราะห์ การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ สามารถทำได้โดยพิมพ์อักษร "UCP" จากนั้นจอภาพจะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

```
   $$$ UCP : UNIT COMMITMENT PROGRAM $$$
      DATE : APRIL 27, 1994
PROGRAM BY : TANAWAT TUNPICHART (C415582)
             ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
             FACULTY OF ENGINEERING
             CHULALONGKORN UNIVERSITY
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากนั้นโปรแกรมจะแสดงข้อความบนจอภาพเพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมเลือก input DATA หรือ load DATA ดังนี้

```
***** MENU OF FILE *****
        E = ENTER DATA
        L = LOAD DATA
        Q = QUIT

YOUR OPTION IS ==> L
```

ผู้ใช้จะต้องเลือกป้อนตัวอักษรเข้าไป ถ้าเลือก E หรือ L โปรแกรมจะแสดงข้อความดังนี้

```
ENTER FILE'S NAME : MD4E_T.DAT
```

โปรแกรมจะแสดง DATA และการจัดลำดับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แล้วจะแสดงข้อความดังนี้

```
***** CALCULATION SELECTED METHOD *****
        1. Strict Priority
        2. Dynamic Programming No Constraint
        3. Dynamic Programming With Constraint

Select = 2
```

ผู้ใช้จะต้องป้อนหมายเลขประจำ Method ที่ต้องการวิเคราะห์เข้าไป ถ้าผู้ใช้เลือก 2 หรือ 3 จอภาพจะแสดงข้อความดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
HOW MUCH STATE TO SAVE (0 = ALL)?= 0
```

ผู้ใช้จะต้องเลือกจำนวน State ที่ต้องการให้เก็บไว้คิดในชั่วโมงถัดไป

สำหรับรายละเอียดของโปรแกรม และการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ได้สรุปและแสดงรายละเอียด ในภาคผนวก ค. ซึ่งเป็นคู่มือการใช้โปรแกรมการจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่

4 ตัวอย่างการวิเคราะห์

ในหัวข้อนี้จะแสดงการศึกษา การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์อย่างประหยัดแบบต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้ากำลัง ตัวอย่างที่ใช้แสดงการวิเคราะห์มี 2 ตัวอย่าง คือ ระบบไฟฟ้ากำลังขนาดเล็กโดยทำการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ และระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ โดยที่ในตัวอย่างแรกจะพิจารณาถึง กรณีที่ไม่คิดผลของเวลาน้อยที่สุดในการเดินเครื่องและหยุดเครื่อง และกรณีที่คิดผลของเวลาน้อยที่สุดในการเดินเครื่องและหยุดเครื่องสำหรับในตัวอย่างที่สอง ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่จะพิจารณาถึงการจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ (Unit Commitment Problem) โดยทำการวิเคราะห์แบบคิดผลของ เวลาน้อยที่สุดในการ เดินเครื่อง และหยุดเครื่อง และมีการทำโหลดโฟลว์ (Initial Case) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลัง

ในการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลัง มีจุดประสงค์เพื่อแสดงวิธีการคำนวณซึ่งง่ายในการตรวจสอบผลที่ได้ โดยตัวอย่างของระบบไฟฟ้ากำลังที่มีคุณสมบัติของยูนิตต่าง ๆ ลักษณะการจ่ายโหลดและภาวะเริ่มต้นของโรงจักรไฟฟ้าพลังความร้อนตามที่แสดงในตารางที่ 4.1 สำหรับการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่จะแสดงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติของยูนิต ลักษณะการจ่ายโหลดและภาวะเริ่มต้น

Unit	Max (MW)	Min (MW)	Incremental heat rate (Btu/kWh)	No-load cost (₹/h)	Full-load ave. cost (₹/mWh)	Minimum Times (h) Up	Down
1	80	25	10,440	213.00	23.54	4	2
2	250	60	9,000	585.62	20.34	5	3
3	300	75	8,730	684.74	19.74	5	4
4	60	20	11,900	252.00	28.00	1	1

Unit	Initial conditions: Hours off-line (−) or on-line (+)	Startup costs: Hot (₹)	Cold (₹)	Cold start (h)
1	−5	150	350	4
2	8	170	400	5
3	8	500	1,100	5
4	−6	0	.02	0

Load pattern: Hour	Load (MW)
1	450
2	530
3	600
4	540
5	400
6	280
7	290
8	500

จงคำนวณหาการจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลัง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ UCP

ก. ใช้วิธี Strict Priority โดยไม่คิดผลของเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินเครื่องและหยุดเครื่อง (Min. Up Time and Min. Down Time)

ข. ใช้วิธี Dynamic Programming โดยคิดผลของเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินเครื่องและหยุดเครื่อง (Min. Up Time and Min. Down Time)

<u>วิธีทำ</u> ในการวิเคราะห์การจัดสรรกำลังผลิตโปรแกรม UCP จะคำนวณค่าต่าง ๆ ตามที่ได้แสดงรายละเอียดในบทที่ 3 นั่นคือข้อมูลทั่วไปสำหรับระบบไฟฟ้ากำลังที่พิจารณาคือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GENERAL DATA

Number of Buses = 4

Number of Line = 0

Number of Periods = 8

Base MVA = 1.00

Max. ERROR = 0.000000

Max. Number of Iteration Permissible = 0

Constant of Penalty Function = 0.00

Spining Reserve (%) = 0.000

มีขีดจำกัดของตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

Bus Data

Bus No	Bus Type	Volt (pu)	Base Volt (KV)	Generation MW	Generation MVAR	Shunt Suscept. (pu)
1	3	1.00000	1.00	0.00	0.00	0.00000
2	2	1.00000	1.00	0.00	0.00	0.00000
3	2	1.00000	1.00	0.00	0.00	0.00000
4	2	1.00000	1.00	0.00	0.00	0.00000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIMIT OF BUS CONTROL & STATE VARIABLE DATA

Bus	P-Gen. (MW)		Q-Gen. (MVAR)		Voltage	
No.	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	80.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	250.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	300.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	60.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00

และรายละเอียดของการจ่ายโหลดในแต่ละคาบคือ

LOAD PATTERN DATA

Period		Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4
1	MW	450.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
2	MW	530.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
3	MW	600.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
4	MW	540.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
5	MW	400.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Period		Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4
6	MW	280.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
7	MW	290.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00
8	MW	500.00	0.00	0.00	0.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	0.00

ก. จากข้อมูลของระบบไฟฟ้ากำลังในตารางที่ 4.1 และอื่น ๆ อาจแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ ลักษณะสมบัติของโรงจักรพลังความร้อนได้ดังนี้

GENERATER COST FUNCTION DATA

Bus No.	Cost=A+B*PG+C*PG**2 A	B	C	COLD START CONST	THERMAL TIME CONST	FIX (START) COST	BANKING COST	Min. Up Time	Min. Down Time	Ini. Sta.
1	213.0	0.000	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	4	2	-5
2	585.6	0.000	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	3	8
3	684.7	0.000	0.0000	1100.00	0.00	0.00	500.00	5	4	8
4	252.0	0.000	0.0000	0.02	0.00	0.00	0.00	1	1	-6

โดยการใช้ Priority-List Scheme จะได้การจัด State ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

State	Generator	Max.Cap.	Min. Cap.
1	3	300.00	75.00
2	3 2	550.00	135.00
3	3 2 1	630.00	160.00
4	3 2 1 4	690.00	180.00

หลังจากการจัด Priority List แล้ว โปรแกรมสามารถคำนวณการจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์โดยไม่คิดผลของเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินเครื่องและหยุดเครื่องได้ ตามที่แสดงในตารางต่อไปนี้

RESULT

Minimum Cost = 9954.64 R

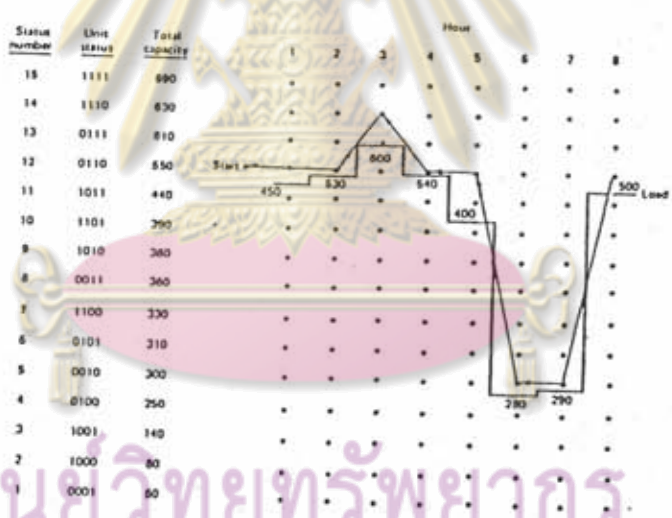
Hour	State	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
0	2				
1	2		150.00	300.00	
2	2		230.00	300.00	
3	3	50.00	250.00	300.00	
4	2		240.00	300.00	
5	2		100.00	300.00	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Hour	State	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
6	1			280.00	
7	1			290.00	
8	2		200.00	300.00	

THIS PROBLEM DOES NOT RUN LOAD FLOW

ซึ่งอาจสรุปได้ตามที่แสดงในรูปที่ 4.1



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ในกรณีไม่คิดผลของ Min. Up Time & Min Down Time

ข. ในกรณี ข. ข้อมูลของระบบไฟฟ้ากำลังเดิมในตารางที่ 4.1 ได้นำมาวิเคราะห์ซ้ำตลอดช่วงระยะเวลา 8 คาบเวลาโดยคิดผลของระยะเวลาน้อยที่สุดในการหยุดเครื่องและเดินเครื่อง รวมทั้งภาวะแรกเริ่ม นั่นคือข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสมบัติของโรงจักรพลังความร้อนคือ

GENERATER COST FUNCTION DATA

Bus No.	Cost=A+B*PG+C*PG**2 A	B	C	COLD START	THERMAL: FIX TIME	(START): COST	BANKING: Min. Up Time	Min. Down Time	Ini: Sta:
1	213.0	0.000	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	4	2	-5
2	585.6	0.000	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	3	8
3	684.7	0.000	0.0000	1100.00	0.00	0.00	500.00	5	4	8
4	252.0	0.000	0.0000	0.02	0.00	0.00	0.00	1	1	-6

โดยการใช้ Priority List Schemes จะได้ลำดับของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหมือนกับกรณี ก. และสามารถคำนวณการจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ โดยคิดผลของเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินเครื่องและหยุดเครื่องได้ตามที่แสดงในตารางต่อไปนี้

RESULT

Minimum Cost = 11364.88 R

Hour	State	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
0	2				
1	2		150.00	300.00	
2	2		230.00	300.00	
3	3	50.00	250.00	300.00	

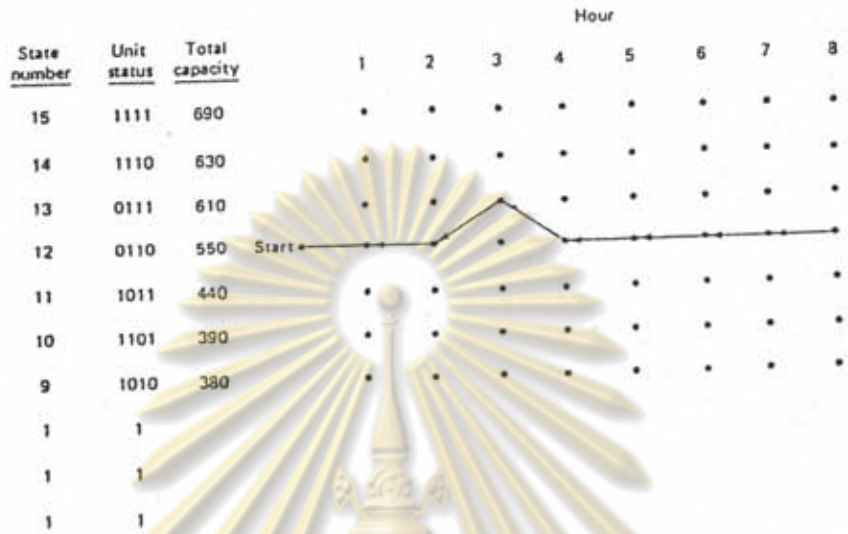
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Hour	State	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
4	3	25.00	215.00	300.00	
5	3	25.00	75.00	300.00	
6	3	25.00	60.00	195.00	
7	2		60.00	230.00	
8	2		200.00	300.00	

THIS PROBLEM DOES NOT RUN LOAD FLOW

ซึ่งอาจสรุปได้ตามที่แสดงในรูปที่ 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

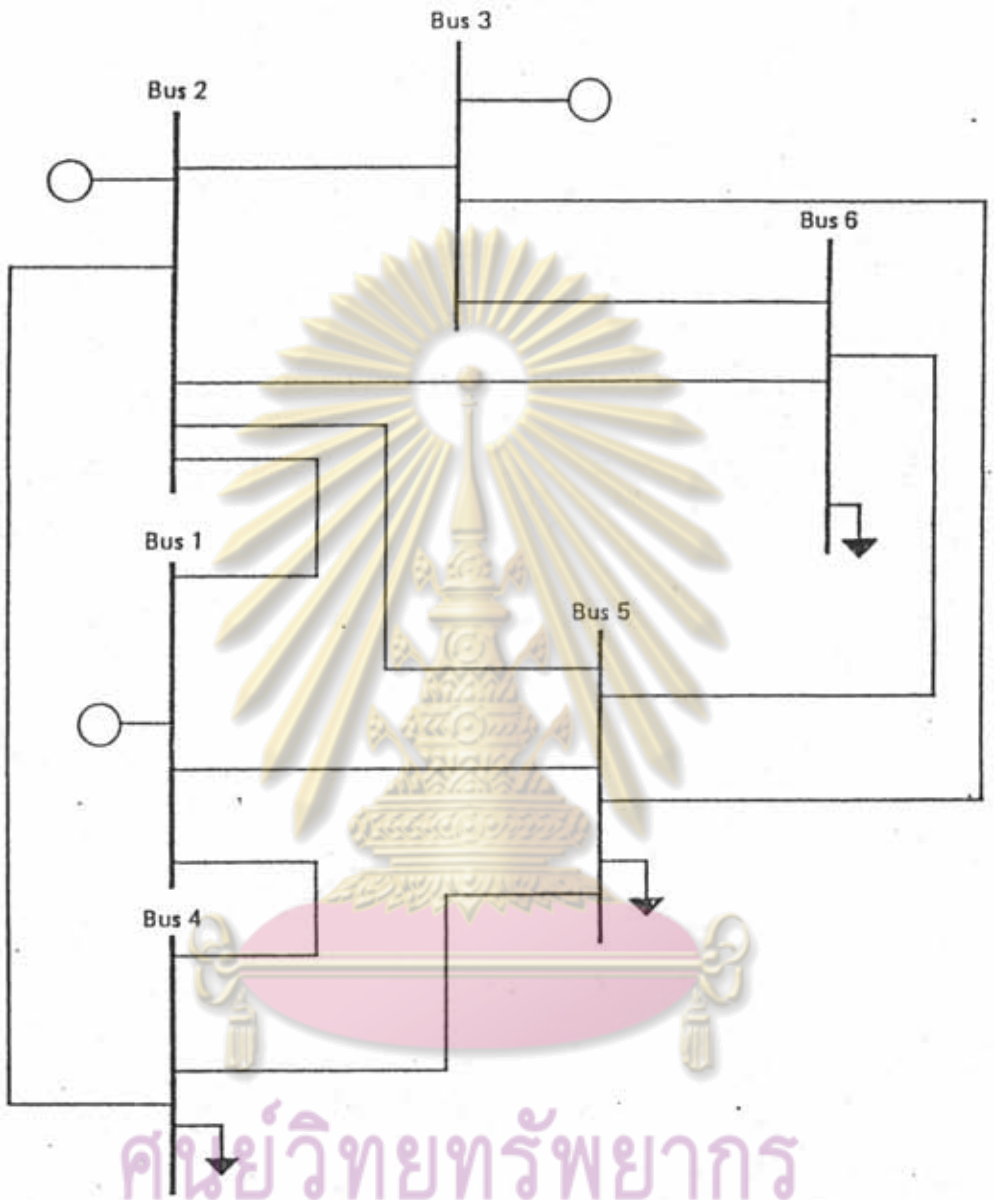


รูปที่ 4.2 การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ในกรณีคิดผลของ Min. Up Time & Min. Down Time

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์และโหลดโฟลว์ของระบบไฟฟ้ากำลัง

ในการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ เราใช้ตัวอย่างของระบบไฟฟ้ากำลังตามที่แสดงในรูปที่ 4.3 ค่าของกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดใน คาบที่ 1 ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอิมพีแดนซ์ของสายส่งและแอดมิตแดนซ์ของไลน์ชาร์จิง (Line Charging)ในหน่วยเปอร์ยูนิต (Per Unit) เทียบกับ 100 MVA 230 kV Base ได้แสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.3 ระบบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 11 สายส่ง

ตารางที่ 4.2 กำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโหลดรวม 360 MW ในคาบเวลาที่ 1

BUS DATA

Bus No.	Bus Type	Volt (pu)	Base Volt (KV)	Generation MW	Generation MVAR	Shunt Suscept (pu)
1	3	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
2	2	1.05000	230.00	50.00	0.00	0.00000
3	2	1.07000	230.00	60.00	0.00	0.00000
4	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
5	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
6	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000

NOTE : BUS TYPE 1 = Load Bus
2 = Voltage Controlled Bus
3 = Reference Bus

ตารางที่ 4.3 อิมพีแดนซ์ของสายส่งสำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง 6 บัส 11 สายส่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LINE AND TRANSFORMER DATA

Line No.	Send Bus (P)	End Bus (Q)	Impedance R	Impedance X	Line Charging	TransF Ratio	Phase Shift (Deg)
1	1	2	0.1000	0.2000	0.0400	1.0000	0.0000

Line No.	Send Bus (P)	End Bus (Q)	Impedance R	Impedance X	Line Charging	TransF Ratio	Phase Shift (Deg)
2	1	4	0.0500	0.2000	0.0400	1.0000	0.0000
3	1	5	0.0800	0.3000	0.0600	1.0000	0.0000
4	2	3	0.0500	0.2500	0.0300	1.0000	0.0000
5	2	4	0.0500	0.1000	0.0200	1.0000	0.0000
6	2	5	0.1000	0.3000	0.0400	1.0000	0.0000
7	2	6	0.0700	0.2000	0.0500	1.0000	0.0000
8	3	5	0.1200	0.2600	0.0500	1.0000	0.0000
9	3	6	0.0200	0.1000	0.0200	1.0000	0.0000
10	4	5	0.2000	0.4000	0.0800	1.0000	0.0000
11	5	6	0.1000	0.3000	0.0600	1.0000	0.0000

ถ้าสมมติให้ Incremental Cost (IC) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งสามยูนิตมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$IC_1 = 213.1+11.669\ (P_{G1})+0.0053\ (P_{G1})^2 \quad R/MWh$$

$$IC_2 = 200.0+10.333\ (P_{G2})+0.0089\ (P_{G2})^2 \quad R/MWh$$

$$IC_3 = 240.0+10.833\ (P_{G3})+0.0074\ (P_{G3})^2 \quad R/MWh$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จงคำนวณหาการจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลังอย่างประหยัด โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ UCP ในกรณีวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์และทำการวิเคราะห์โหลดโฟลว์

วิธีทำ ในการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์โดยใช้โปรแกรม UCP จะมีข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

ข้อมูลทั่วไป สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังที่พิจารณาคือ

```
***GENERAL DATA ***
      Number of Buses = 6
      Number of Line  = 11
      Number of Periods = 4
      Base MVA = 100.00
      Max. ERROR = 0.001000
      Max. Number of Iteration Permissible = 25
      Constant of Penalty Function = 0.00
      Spining Reserve (%) =  0.000
```

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะสมบัติของโรงจักรพลังความร้อนคือ

GENERATER COST FUNCTION DATA

Bus No.	Cost=A+B*PG+C*PG**2 A	B	C	COLD START	THERMAL: FIX TIME	FIX (START)	BANKING: COST	Min. Up Time	Min. Down Time	Ini: Sta:
1	213.1	11.669	0.0053	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1
2	200.0	10.333	0.0089	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1
3	240.0	10.833	0.0074	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	1

โดยมีขีดจำกัดของตัวแปรบัสดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIMIT OF BUS CONTROL & STATE VARIABLE DATA

Bus	P-Gen. (MW)		Q-Gen. (MVAR)		Voltage	
No.	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	200.00	50.00	200.00	-200.00	1.10	0.90
2	150.00	37.50	150.00	-150.00	1.10	0.90
3	180.00	45.00	180.00	-180.00	1.10	0.90
4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90

ข้อมูลลักษณะการจ่ายโหลดคือ

LOAD PATTERN DATA

Period		Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4	Bus 5	Bus 6
1	MW	0.00	0.00	0.00	120.00	120.00	120.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	120.00	120.00	120.00
2	MW	0.00	0.00	0.00	70.00	70.00	70.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	70.00	70.00	70.00
3	MW	0.00	0.00	0.00	47.50	47.50	47.50
	MVAR	0.00	0.00	0.00	47.50	47.50	47.50
4	MW	0.00	0.00	0.00	60.00	60.00	60.00
	MVAR	0.00	0.00	0.00	60.00	60.00	60.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยการใช้ Priority-List Scheme จะได้การจัด State ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด ดังนี้

State	Generator	Max.Cap.	Min. Cap.
1	2	150.00	37.50
2	2 3	330.00	82.50
3	2 3 1	530.00	132.00

หลังการจัด Priority List แล้ว โปรแกรม UCP จะทำการวิเคราะห์การจัดสรรฐานิตคอมมิตเมนท์ ดังนี้

การวิเคราะห์การจัดสรรฐานิตคอมมิตเมนท์ จะได้ผลการจัดสรรฐานิตคอมมิตเมนท์ระบบไฟฟ้ากำลังที่พิจารณาคือ

RESULT

Minimum Cost = 12142.35 R

Hour	State	Gen 1	Gen 2	Gen 3
0	3			
1	3	50.00	150.00	160.00
2	2		150.00	60.00
3	1		142.50	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
-----------------------------------------
: Hour : State : Gen 1 : Gen  2 : Gen  3 :
-----------------------------------------
:  4   :    2  :       : 135.00 :  45.00 :
-----------------------------------------
Press Any Key To Continue
Do you want to calculate Load Flow (Y/N)?=Y
Period = 1
```

สำหรับการทำ LOAD FLOW ในสายส่งต่าง ๆ แรงดันและกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและผลสรุปของระบบไฟฟ้ากำลังในช่วงคาบ (Period) เวลาที่ 1 ได้แสดงในตารางที่ 4.4-4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 การไหลของโหลดในสายส่งต่าง ๆ ในช่วงคาบเวลาที่ 1

Bus Voltage and Power Generation (period 1)

Bus No.	Bus Type	BUS VOLTAGE (PU)	BUS VOLTAGE (KV)	(DEG)	Generation (MW)	Generation (MVAR)	LOAD (MW)	LOAD (MVAR)	SHUNT (MVAR)
1	2	1.0500	241.50	-1.30	54.68	96.34	0.00	0.00	0.00
2	3	1.0500	241.50	0.00	150.00	136.67	0.00	0.00	0.00
3	2	1.0700	246.10	1.16	180.00	152.67	0.00	0.00	0.00
4	1	0.9262	213.03	-3.49	0.00	0.00	120.00	120.00	0.00
5	1	0.9110	209.53	-4.15	0.00	0.00	120.00	120.00	0.00
6	1	0.9521	218.97	-2.98	0.00	0.00	120.00	120.00	0.00

ตารางที่ 4.5 แรงดันและกำลังไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในช่วงคาบเวลาที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Line Flow (Period 1)

LINE No.	FORM BUS P	TO BUS Q	FLOW FROM BUS P (MW)	FLOW FROM BUS P (MVAR)	FLOW TO BUS Q (MW)	FLOW TO BUS Q (MVAR)	LOSS (MW)	LOSS (MVAR)	LINE CHARG. (MVAR)
1	1	2	-9.91	-2.89	10.02	-7.08	0.11	0.23	4.41
2	1	4	32.88	54.92	-30.91	-50.96	1.97	7.88	3.92
3	1	5	27.04	38.52	-25.24	-37.57	1.80	6.75	5.80
4	2	3	-10.37	-7.89	10.43	4.85	0.07	0.33	3.37
5	2	4	100.03	80.67	-92.46	-67.49	7.57	15.14	1.96
6	2	5	35.61	35.41	-33.18	-31.97	2.43	7.30	3.86
7	2	6	39.37	35.56	-37.46	-35.11	1.92	5.48	5.02
8	3	5	54.13	39.20	-49.20	-33.46	4.92	10.67	4.94
9	3	6	95.49	108.62	-91.80	-92.18	3.70	18.49	2.05
10	4	5	3.37	-1.58	-3.33	-5.10	0.03	0.07	6.75
11	5	6	-9.05	-11.88	9.25	7.28	0.20	0.61	5.21

ตารางที่ 4.6 ผลสรุปของระบบไฟฟ้ากำลังในช่วงคาบเวลาที่ 1

Power System Total

	(MW)	(MVAR)
Generation	= 384.68	385.68
Load	= 360.00	360.00
Static Capacitor	= 0.00	0.00
Line Charging	= 0.00	47.30
Loss	= 24.73	72.95
Mismatch	= 0.05	0.02
Production Cost	=	5249.026

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่

ในการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ จาก IEEE RELIABILITY TEST SYSTEM โดยเลือกให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำจ่าย Base Load และเลือก Load เป็นวันสังคารในฤดูร้อน ลบด้วยกำลังผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ จะได้ Demand Load ที่ใช้คำนวณ และมี peak load เป็น 2,850 MW สำหรับข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้มีการสมมติค่า Minimum Up Time, Minimum Down Time, Initial Condition, Hot Start Cost และ Cold Start Cost ใช้วิธี Strict Priority ซึ่งจะมีข้อมูลต่างๆ ดังนี้

```
***GENERAL DATA ***
      Number of Buses = 26
      Number of Line  = 0
      Number of Periods = 12
      Base MVA = 100.00
      Max. ERROR = 0.001000
      Max. Number of Iteration Permissible = 25
      Constant of Penalty Function = 0.00
      Spining Reserve (%) =  0.000

***BUS DATA***
:---:----:--------:------:-------:-------:---------:
:Bus:Bus : Volt    : Base : Generation    : Shunt   :
:   :    :         : Volt :-------:-------: Suscept :
:No.:Type:  (pu)   : (KV) :   MW  :  MVAR :  (pu)   :
:---:----:--------:------:-------:-------:---------:
: 1 : 3  :1.05000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 2 : 2  :1.05000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 3 : 2  :1.05000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
:---:----:--------:------:-------:-------:---------:
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bus No.	Bus Type	Volt (pu)	Base Volt (KV)	Generation MW	Generation MVAR	Shunt Suscept (pu)
4	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
5	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
6	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
7	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
8	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
9	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
10	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
11	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
12	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
13	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
14	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
15	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
16	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
17	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
18	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
19	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
20	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
21	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
22	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
23	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
24	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
25	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000
26	2	1.05000	230.00	0.00	0.00	0.00000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NOTE : BUS TYPE 1 = Load Bus

2 = Voltage Controlled Bus

3 = Reference Bus

GENERATER COST FUNCTION DATA

Bus No.	Cost=A+B*PG+C*PG**2 A	B	C	COLD START CONST	THERMAL: FIX TIME CONST	(START): COST	BANKING: COST	Min. Up Time	Min. Down Time	Ini: Sta:
1	5.0	0.288	0.0000	1100.00	0.00	0.00	500.00	4	3	8
2	5.0	0.298	0.0000	1100.00	0.00	0.00	500.00	4	3	8
3	4.5	0.687	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	3	8
4	5.0	0.725	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	3	8
5	5.0	0.735	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	3	8
6	5.0	0.745	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	3	8
7	7.0	0.755	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	2	-1
8	7.0	0.765	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	2	-1
9	7.0	0.775	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	2	-1
10	7.0	0.785	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	5	2	-6
11	8.5	0.765	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	4	2	-8
12	8.5	0.775	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	4	2	-8
13	8.5	0.785	0.0000	400.00	0.00	0.00	170.00	4	2	-8
14	10.0	0.768	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
15	10.0	0.778	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
16	10.0	0.788	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
17	10.0	0.798	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
18	0.3	4.985	0.0000	0.02	0.00	0.00	0.00	1	1	-8
19	0.3	5.085	0.0000	0.02	0.00	0.00	0.00	1	1	-8
20	0.3	5.185	0.0000	0.02	0.00	0.00	0.00	1	1	-8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bus No.	Cost=A+B*PG+C*PG**2 A	B	C	COLD START CONST	THERMAL: TIME CONST	FIX (START) COST	BANKING: COST	Min. Up Time	Min. Down Time	Ini: Sta:
21	0.3	5.285	0.0000	0.02	0.00	0.00	0.00	1	1	-8
22	10.0	0.117	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
23	10.0	0.117	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
24	10.0	0.137	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
25	10.0	0.147	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8
26	10.0	0.157	0.0000	350.00	0.00	0.00	150.00	2	2	-8

LIMIT OF BUS CONTROL & STATE VARIABLE DATA

Bus No.	P-Gen. (MW) Max	Min	Q-Gen. (MVAR) Max	Min	Voltage Max	Min
1	400.00	100.00	0.00	0.00	1.10	0.90
2	400.00	100.00	0.00	0.00	1.10	0.90
3	350.00	140.00	0.00	0.00	1.10	0.90
4	197.00	68.95	0.00	0.00	1.10	0.90
5	197.00	68.95	0.00	0.00	1.10	0.90
6	197.00	68.95	0.00	0.00	1.10	0.90
7	155.00	54.25	0.00	0.00	1.10	0.90
8	155.00	54.25	0.00	0.00	1.10	0.90
9	155.00	54.25	0.00	0.00	1.10	0.90
10	155.00	54.25	0.00	0.00	1.10	0.90
11	100.00	25.00	0.00	0.00	1.10	0.90

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bus	P-Gen. (MW)		Q-Gen. (MVAR)		Voltage	
No.	Max	Min	Max	Min	Max	Min
12	100.00	25.00	0.00	0.00	1.10	0.90
13	100.00	25.00	0.00	0.00	1.10	0.90
14	76.00	15.20	0.00	0.00	1.10	0.90
15	76.00	15.20	0.00	0.00	1.10	0.90
16	76.00	15.20	0.00	0.00	1.10	0.90
17	76.00	15.20	0.00	0.00	1.10	0.90
18	20.00	16.00	0.00	0.00	1.10	0.90
19	20.00	16.00	0.00	0.00	1.10	0.90
20	20.00	16.00	0.00	0.00	1.10	0.90
21	20.00	16.00	0.00	0.00	1.10	0.90
22	12.00	2.40	0.00	0.00	1.10	0.90
23	12.00	2.40	0.00	0.00	1.10	0.90
24	12.00	2.40	0.00	0.00	1.10	0.90
25	12.00	2.40	0.00	0.00	1.10	0.90
26	12.00	2.40	0.00	0.00	1.10	0.90

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOAD PATTERN DATA

Period		Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4	Bus 5	...
1	MW	1524.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
2	MW	1410.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
3	MW	1353.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
4	MW	1296.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...

Period:		Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4	Bus 5	...
5	MW	1296.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
6	MW	1353.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
7	MW	1524.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
8	MW	1866.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
9	MW	2180.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
10	MW	2408.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
11	MW	2522.00	0.00	0.00	120.00	120.00	...
12	MW	2550.50	0.00	0.00	120.00	120.00	...
13	MW	2521.50	0.00	0.00	120.00	120.00	...
14	MW	2550.00	0.00	0.00	70.00	70.00	...
15	MW	2550.00	0.00	0.00	47.50	47.50	...
16	MW	2464.50	0.00	0.00	0.00	0.00	...
17	MW	2436.00	0.00	0.00	0.00	0.00	...
18	MW	2436.00	0.00	0.00	0.00	0.00	...
19	MW	2350.00	0.00	0.00	0.00	0.00	...
20	MW	2322.00	0.00	0.00	0.00	0.00	...
21	MW	2322.00	0.00	0.00	0.00	0.00	...
22	MW	2350.50	0.00	0.00	0.00	0.00	...
23	MW	2179.50	0.00	0.00	0.00	0.00	...
24	MW	1752.00	0.00	0.00	0.00	0.00	...

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยการใช้ Priority-List Scheme จะได้การจัด State ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดดังนี้

โดยการใช้ Priority-List Scheme จะได้การจัด State ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดดังนี้

State	Generator	Max. Cap.	Min. Cap.
1	1	400.00	100.00
2	1 2	800.00	200.00
3	1 2 3	1150.00	340.00
4	1 2 3 4	1347.00	408.95
5	1 2 3 4 5	1544.00	477.90
6	1 2 3 4 5 6	1741.00	546.85
7	1 2 3 4 5 6 7	1896.00	601.10
8	1 2 3 4 5 6 7 8	2051.00	655.35
9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	2206.00	709.60
10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	2361.00	763.85
11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	2461.00	788.85
12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	2561.00	813.85
13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	2661.00	838.85
14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	2737.00	854.05
15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	2813.00	869.25
16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	2889.00	884.45
17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17	2965.00	899.65
18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22	2977.00	902.05
19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23	2989.00	904.45
20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24	3001.00	906.85
21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24 25	3013.00	909.25
22	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24 25 26	3025.00	911.65
23	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24 25 26 18	3045.00	927.65
24	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24 25 26 18 19	3065.00	943.65
25	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24 25 26 18 19 20	3085.00	959.65
26	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 22 23 24 25 26 18 19 20 21	3105.00	975.65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RESULT
Minimum Cost = 14196.58 Bath

Hour	State	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5	Gen 6	Gen 7	Gen 8	Gen 9	Gen 10	Gen 11	Gen 12	Gen 13	Gen 14
0	6														
1	6	400.00	400.00	350.00	197.00	108.05	68.95								
2	6	400.00	400.00	350.00	122.10	68.95	68.95								
3	6	400.00	400.00	346.15	68.95	68.95	68.95								
4	6	400.00	400.00	289.15	68.95	68.95	68.95								
5	6	400.00	400.00	289.15	68.95	68.95	68.95								
6	6	400.00	400.00	346.15	68.95	68.95	68.95								
7	6	400.00	400.00	350.00	197.00	108.05	68.95								
8	7	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	125.00							
9	9	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	129.00					
10	11	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	47.00			
11	12	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	100.00	61.00		
12	12	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	100.00	89.00		
1	12	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	100.00	60.50		
2	12	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	100.00	89.00		
3	12	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	100.00	89.00		
4	12	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	78.50	25.00		
5	11	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	75.00			
6	11	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	155.00	75.00			
7	10	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	144.50				
8	10	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	116.00				
9	10	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	116.00				
10	10	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	155.00	144.50				
11	9	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	197.00	155.00	155.00	128.50					
12	7	400.00	400.00	350.00	197.00	197.00	153.75	54.25							

4.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์และโหลดโฟลว์ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่

ในการวิเคราะห์การจัดสรรยูนิตคอมมิตเมนท์ของระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ จาก IEEE 14 bus Test System สำหรับข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้สมมติข้อมูลขึ้น ซึ่งจะมีข้อมูลต่างๆ ดังนี้

```
***GENERAL DATA***
      Number of Buses = 14
      Number of Line  = 20
      Number of Periods = 4
      Base MVA = 100.00
      Max. ERROR = 0.001000
      Max. Number of Iteration Permissible = 25
      Constant of Penalty Function = 0.00
      Spining Reserve (%) =  0.000

***BUS DATA***
:---:----:--------:------:-------:-------:---------:
:Bus:Bus :  Volt  : Base :  Generation   :  Shunt  :
:   :    :        : Volt :-------:-------: Suscept :
:No.:Type:  (pu)  : (KV) :  MW   :  MVAR :  (pu)   :
:---:----:--------:------:-------:-------:---------:
: 1 : 3  :1.05000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 2 : 2  :1.05000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 3 : 2  :1.07000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 4 : 1  :1.00000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 5 : 1  :1.00000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 6 : 1  :1.00000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
: 7 : 1  :1.00000 :230.00:   0.00:   0.00: 0.00000 :
:---:----:--------:------:-------:-------:---------:
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bus No.	Bus Type	Volt (pu)	Base Volt (KV)	Generation MW	Generation MVAR	Shunt Suscept (pu)
8	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
9	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
10	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
11	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
12	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
13	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000
14	1	1.00000	230.00	0.00	0.00	0.00000

NOTE : BUS TYPE 1 = Load Bus
2 = Voltage Controlled Bus
3 = Reference Bus

GENERATER COST FUNCTION DATA

Bus No.	Cost=A+B*PG+C*PG**2: A	B	C	COLD START	THERMAL: FIX TIME	BANKING: (START) COST	Min. Up Time	Min. Down Time	Ini: Sta:
1	213.1	11.669	0.0053	350.00	0.00	50.00	150.00	4	2	1
2	200.0	10.333	0.0089	400.00	0.00	70.00	170.00	5	3	3
3	240.0	10.833	0.0074	1100.00	0.00	50.00	500.00	5	4	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIMIT OF BUS CONTROL & STATE VARIABLE DATA

Bus	P-Gen. (MW)		Q-Gen. (MVAR)		Voltage	
No.	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	200.00	50.00	200.00	-200.00	1.10	0.90
2	150.00	37.50	150.00	-150.00	1.10	0.90
3	180.00	45.00	180.00	-180.00	1.10	0.90
4	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
7	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
12	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90
14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LINE AND TRANSFORMER DATA

Line No.	Send Bus (P)	End Bus (Q)	Impedance R	Impedance X	Line Charging	TransF Ratio	Phase Shift (Deg)
1	1	2	0.0194	0.0592	0.0264	1.0000	0.0000
2	2	3	0.0460	0.1980	0.0219	1.0000	0.0000

Line No.	Send Bus (P)	End Bus (Q)	Impedance R	Impedance X	Line Charging	TransF Ratio	Phase Shift (Deg)
3	2	4	0.0581	0.1763	0.0187	1.0000	0.0000
4	1	5	0.0540	0.2230	0.0246	1.0000	0.0000
5	2	5	0.0569	0.1739	0.0170	1.0000	0.0000
6	3	4	0.0670	0.1710	0.0173	1.0000	0.0000
7	4	5	0.0134	0.0421	0.0064	1.0000	0.0000
8	5	6	0.0000	0.2520	0.0000	0.9320	0.0000
9	4	7	0.0000	0.2091	0.0000	0.9780	0.0000
10	7	8	0.0000	0.1762	0.0000	1.0000	0.0000
11	4	9	0.0000	0.5562	0.0000	0.9690	0.0000
12	7	9	0.0000	0.1100	0.0000	1.0000	0.0000
13	9	10	0.0318	0.0845	0.0000	1.0000	0.0000
14	6	11	0.0950	0.1989	0.0000	1.0000	0.0000
15	6	12	0.1229	0.2558	0.0000	1.0000	0.0000
16	6	13	0.0662	0.1303	0.0000	1.0000	0.0000
17	9	14	0.1271	0.2704	0.0000	1.0000	0.0000
18	10	11	0.0821	0.1921	0.0000	1.0000	0.0000
19	12	13	0.2209	0.1999	0.0000	1.0000	0.0000
20	13	14	0.1709	0.3480	0.0000	1.0000	0.0000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOAD PATTERN DATA

Period:		Bus 1	Bus 2	Bus 3	Bus 4	Bus 5	Bus 6	Bus 7	Bus 8	Bus 9	Bus 10	Bus 11	Bus 12	Bus 13	Bus 14
1	MW	0.00	0.00	0.00	47.80	7.60	11.20	0.00	0.00	29.50	9.00	3.50	6.10	13.50	14.90
2	MW	0.00	21.70	94.20	47.80	7.60	11.20	0.00	0.00	29.50	9.00	3.50	6.10	13.50	14.90
3	MW	25.00	95.00	50.00	8.00	8.00	12.00	0.00	0.00	30.00	9.00	4.00	7.00	14.00	15.00
4	MW	0.00	21.00	94.00	47.00	7.00	11.00	0.00	0.00	29.00	9.00	3.00	6.00	13.00	14.00

State	Generator	Max.Cap.	Min. Cap.
1	2	150.00	37.50
2	2 3	330.00	82.50
3	2 3 1	530.00	132.50

RESULT

Minimum Cost = 12582.92 R

Hour	State	Gen 1	Gen 2	Gen 3
0	3			
1	2		98.10	45.00
2	2		150.00	109.00
3	2		150.00	127.00
4	2		150.00	104.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bus Voltage and Power Generation (period 2)

Bus No.	Bus Type	BUS VOLTAGE (PU)	BUS VOLTAGE (KV)	BUS VOLTAGE (DEG)	Generation (MW)	Generation (MVAR)	LOAD (MW)	LOAD (MVAR)	SHUNT (MVAR)
1	1	1.0402	239.24	-0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3	1.0500	241.50	0.00	150.00	31.51	21.70	12.70	0.00
3	2	1.0700	246.10	-2.11	112.68	60.68	94.20	19.00	0.00
4	1	1.0046	231.05	-4.01	0.00	0.00	47.80	3.90	0.00
5	1	1.0035	230.80	-3.53	0.00	0.00	7.60	1.60	0.00
6	1	1.0090	232.08	-9.08	0.00	0.00	11.20	7.50	0.00
7	1	0.9984	229.62	-7.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1	0.9984	229.62	-7.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1	0.9846	226.47	-9.22	0.00	0.00	29.50	16.60	0.00
10	1	0.9811	225.65	-9.52	0.00	0.00	9.00	5.80	0.00
11	1	0.9913	227.99	-9.44	0.00	0.00	3.50	1.80	0.00
12	1	0.9926	228.29	-9.99	0.00	0.00	6.10	1.60	0.00
13	1	0.9871	227.03	-10.02	0.00	0.00	13.50	5.80	0.00
14	1	0.9673	222.48	-10.61	0.00	0.00	14.90	5.00	0.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Line Flow (Period 2)

LINE No.	FORM BUS	TO BUS	FLOW FROM BUS P (MW)	FLOW FROM BUS Q (MVAR)	FLOW TO BUS P (MW)	FLOW TO BUS Q (MVAR)	LOSS (MW)	LOSS (MVAR)	LINE CHARG. (MVAR)
1	1	2	-25.78	-10.09	25.92	7.61	0.13	0.40	2.88
2	2	3	17.54	-15.51	-17.32	13.96	0.21	0.92	2.46

LINE No.	FORM BUS P	FORM BUS Q	TO BUS P	TO BUS Q	LOSS (MW)	LOSS (MVAR)	LINE CHARG. (MVAR)
3	2	4	46.18	12.26	-44.97	-10.54	1.22	3.69	1.97
4	1	5	25.78	10.12	-25.38	-11.05	0.40	1.64	2.57
5	2	5	42.35	14.44	-41.30	-13.04	1.05	3.20	1.79
6	3	4	32.09	27.71	-31.01	-26.81	1.08	2.77	1.86
7	4	5	-17.32	7.91	17.37	-8.40	0.05	0.15	0.65
8	5	6	41.71	30.92	-41.71	-25.06	0.00	5.86	0.00
9	4	7	28.81	15.00	-28.81	-12.91	0.00	2.09	0.00
10	7	8	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
11	4	9	16.69	10.47	-16.69	-8.46	0.00	2.01	0.00
12	7	9	28.81	12.91	-28.81	-11.81	0.00	1.10	0.00
13	9	10	6.54	1.70	-6.53	-1.66	0.01	0.04	0.00
14	6	11	6.06	6.13	-5.99	-5.99	0.07	0.15	0.00
15	6	12	7.62	2.89	-7.54	-2.72	0.08	0.17	0.00
16	6	13	16.82	8.55	-16.59	-8.09	0.23	0.46	0.00
17	9	14	9.46	1.97	-9.34	-1.71	0.12	0.26	0.00
18	10	11	-2.47	-4.14	2.49	4.19	0.02	0.05	0.00
19	12	13	1.44	1.12	-1.43	-1.11	0.01	0.01	0.00
20	13	14	4.52	3.41	-4.46	-3.29	0.06	0.11	0.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Power System Total

		(MW)	(MVAR)
Generation	=	263.78	92.18
Load	=	259.00	81.30
Static Capacitor	=	0.00	0.00
Line Charging	=	0.00	14.19

Loss	=	4.74	25.08
Mismatch	=	0.03	0.00
Production Cost	=		3506.873

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย