บทที่ 4

ตัวอย่างผลการคำนวณ และการวิเคราะห์แบบจำลองไฟฟ้า

4.1 ข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณ

ในบทนี้จะแสดงตัวอย่างการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย ของระบบโคเจนเนอเรชันแบบต่างๆที่ได้แสดงไว้ในบทก่อน และทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณ ข้อมูลพื้นฐานของแต่ละองค์ประกอบในแบบจำลองจะใช้ข้อมูลเหมือนกันหมดดังแสดงในตารางที่ 4.1-4.6

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลพื้นฐานของหม้อไอน้ำ และ HRSG

Boiler Number	Thermal Cap. (MW)	MTTF (%/yr.)	MTTR (%/yr.)
1	120	80	20
2	200	90	10
3	100	86	14
4	55	95	5
5	173	78	22
6	230	82	18

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลพื้นฐานของ Turbo-alternator ทั่วไป

TG Number	TG Cap. (MVA)	Power Factor	MTTF (%/yr.)	MTTR (%/yr.)
1	100	0.85	90	10
2	185	0.85	80	20
3	90	0.85	85	15
4	50	0.85	90	10
5	155	0.90	90	10
6	215	0.90	80	20

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลพื้นฐานของสถานีหม้อแปลง

Transformer Unit Number	λ_T (f/yr.)	r (hr.)
All units (1-6)	0.02	343

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลพื้นฐานของ Tie-branch

Component Type	λ_T (f/yr. or f/yr.km)	r (hr.)	L (km)
Line/Cable	0.025	212	12
Transformer	0.02	343	-

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับ Turbo-alternator ที่มีแบบจำลอง 3 สถานะ

State Number	% of rated Capacity	Availability
1	100	0.75
2	50	0.20
3	0	0.05

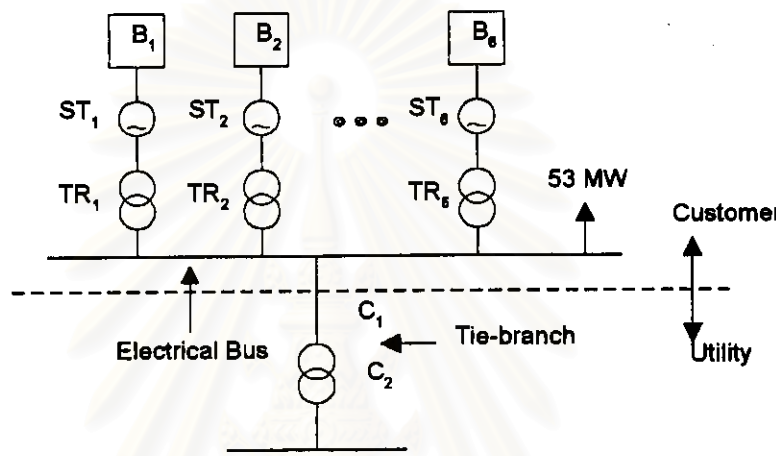
ตารางที่ 4.6 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับ Turbo-alternator ที่มีแบบจำลอง 4 สถานะ

State Number	% of rated Capacity	Availability
1	100	0.70
2	75	0.15
3	50	0.10
4	0	0.05

4.2 ตัวอย่างการคำนวณแบบจำลองโรงไฟฟ้า

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> Station 1:Topping Cycle Cogeneration with Steam Turbine (Unit Plant)

กรณี Turbo-alternator ทุกเครื่องมีแบบจำลองแบบสองสถานะ



รูปที่ 4.1 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 1

ขั้นตอนการคำนวณ

1. สร้าง equivalent unit ของ turbo-alternator ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดง equivalent unit ของ turbo-alternator

Equivalent Unit	Equivalent Capacity (MW)	Availability
1	85	0.719436606
2	157.25	0.719436606
3	76.5	0.730427998
4	42.5	0.854330969
5	139.5	0.70145069
6	193.5	0.655486685

2. สร้างตาราง COPT โดยรวมผลของ Tie-branch ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงตาราง COPT ของโรงไฟฟ้า

State Number	Cap. Out (MW)	Cap. IN (MW)	Cum. Prob.	Individual. Prob
1	0	694.25	1	0.147322125
2	42.5	651.75	0.85149207	0.0251193881
3	76.5	617.75	0.826170494	0.0543707528
4	85	609.25	0.771362108	0.0574521718
5	119	675.25	0.713447499	0.00927056979
6	127.5	566.75	0.70410231	0.00979597192
7	139.5	554.75	0.69422749	0.0627027948
8	157.25	537	0.631019996	0.0574521718
9	161.5	532.75	0.573105388	0.0212033178
10	182	512.25	0.551731404	0.016912376
11	193.5	500.75	0.540954112	0.077430152
12	199.75	494.5	0.462900719	0.00979597192
13	204	490.25	0.453025899	0.00361530468
14	216	478.25	0.449381494	0.0231411145
15	224.5	469.75	0.426054116	0.0244526186
16	233.75	460.5	0.401404676	0.0212033178
17	236	458.25	0.380030692	0.0132023485
18	242.25	452	0.366722077	0.0224049989
19	258.5	465.75	0.344136738	0.00394571172
20	267	428.25	0.340159267	0.00416933178
21	270	424.25	0.335956376	0.0285763978
22	276.25	418	0.307149965	0.00361530468
23	278.5	415.75	0.303505561	0.0301959424
24	284.75	409.5	0.273066569	0.00382019919
25	296.75	397.5	0.269215621	0.0244526186

ตารางที่ 4.8 แสดงตาราง COPT ของโรงไฟฟ้า (ต่อ)

State Number	Cap. Out (MW)	Cap. IN (MW)	Cum. Prob.	Individual. Prob
26	301	393.25	0.244566182	0.00902449163
27	312.5	381.75	0.235469052	0.00487246317
28	318.75	375.5	0.23055737	0.00826879639
29	321	373.25	0.222222017	0.00514860612
30	333	361.25	0.21703197	0.0329555858
31	339.25	355	0.183811122	0.00416933178
32	343.5	350.75	0.179608231	0.00153873498
33	350.75	343.5	0.178057111	0.0301959424
34	355	339.25	0.147618819	0.0111441246
35	361.25	333	0.136384295	0.00140988399
36	373.25	321	0.134963063	0.00902449163
37	375.5	318.75	0.125865932	0.00561914342
38	381.75	312.5	0.12020156	0.00953594748
39	393.25	301	0.110588857	0.00514860612
40	397.5	296.75	0.10539881	0.0019001463
41	409.5	284.75	0.1034883369	0.0121625995
42	415.75	278.5	0.0912228717	0.00153873498
43	418	276.25	0.0896717514	0.0128519051
44	425.25	270	0.0767164004	0.001625194156
45	427.25	267	0.0760773716	0.0111441246
46	435.75	258.5	0.0638435472	0.011775709
47	452	242.25	0.0519730548	0.00207380295
48	458.25	236	0.0498825596	0.00351933997
49	460.5	233.75	0.0463348923	0.00219133408
50	469.75	224.5	0.04412592	0.00919001463

ตารางที่ 4.8 แสดงตาราง COPT ของโรงไฟฟ้า (ต่อ)

State Number	Cap. Out (MW)	Cap. IN (MW)	Cum. Prob.	Individual. Prob
51	478.25	216	0.0422104793	0.00200783557
52	490.25	204	0.0401864825	0.0128619051
53	494.5	199.75	0.0272311316	0.00474312842
54	500.75	193.5	0.0224498254	0.000600070537
55	512.25	182	0.0218449248	0.0046459471
56	532.75	161.5	0.0174639969	0.00219133408
57	537	157.25	0.015255027	0.00080873449
58	554.75	139.5	0.0144397806	0.00074101247
59	566.75	127.5	0.0136928037	0.00474312842
60	575.25	119	0.00891149753	0.00501194144
61	609.25	85	0.00385921446	0.00080873449
62	617.75	76.5	0.00304397061	0.000854568871
63	651.75	42.5	0.00218252326	0.00186970879
64	694.25	0	0.000317926048	0.0083001819

3. คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยโดยใช้สมการ (3.12) ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 434.2376 MW

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> จากตัวอย่างที่ 1 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ โดยให้ส่วนประกอบอื่นๆเป็นเช่นเดิม

ขั้นตอนการคำนวณ

1. สร้าง equivalent unit ของ ST-set ที่มีแบบจำลองเป็นสองสถานะ ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดง equivalent unit ของ turbo-alternator

Equivalent Unit	Equivalent Capacity (MW)	Availability
1	85	0.719436606
2	157.25	0.719436606
4	42.5	0.854330969
6	193.5	0.655486685

2. สร้างตาราง COPT กรณี two-state model ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงตาราง COPT ของโรงไฟฟ้ากรณี two-state model

State Number	Cap. Out (MW)	Cap. IN (MW)	Cum. Prob.	Individual. Prob
1	0	478.25	1	0.289851189
2	42.5	435.75	0.710148811	0.0494215279
3	85	393.25	0.660757283	0.113035162
4	127.5	350.75	0.54769212	0.0192732362
5	157.25	321	0.528418884	0.113035162
6	193.5	284.75	0.415383755	0.153241148
7	199.75	278.5	0.263042574	0.0192732362
8	236	242.25	0.243769338	0.0259751644
9	242.25	236	0.217794173	0.0440810609
10	278.5	199.75	0.173713112	0.059409473
11	284.75	193.5	0.11430364	0.00751610987
12	321	157.25	0.10678753	0.010297046
13	350.75	127.5	0.0966578251	0.059409473
14	393.25	85	0.0382483521	0.0101297046
15	436.75	42.5	0.0271186475	0.0231683004
16	478.25	0	0.0039503471	0.0039503471

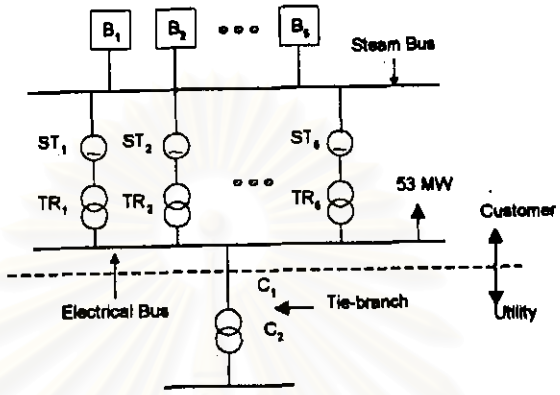
3. สร้างตาราง COPT โดยทำการเพิ่ม ST-set ที่เหลือที่เป็น multi-state model เข้ากับ COPT จากตารางข้างต้นแล้วทำการรวมผลของ tie-branch ดังแสดงในตาราง 4.11ซึ่งในที่นี้จะแสดงเฉพาะบางสถานะของตาราง COPT ที่แท้จริง

ตารางที่ 4.11 แสดงตาราง COPT ของโรงไฟฟ้า

State Number	Cap. Out (MW)	Cap. IN (MW)	Cum. Prob.	Individual. Prob
1	0	694.25	1	0.101103419
10	85	609.25	0.773906917	0.039427961
20	146.25	548	0.641245282	0.00411541535
30	182	512.25	0.560164084	0.00820210236
40	204	490.25	0.466433887	0.0019155402
50	234.625	459.625	0.382916157	0.00144058411
60	266.625	427.625	0.337786681	0.00303647655
70	277.125	417.125	0.305856904	0.00329485278
80	305.75	388.5	0.242782233	0.00129434789
90	319.625	374.625	0.220117979	0.000561793998
100	347.375	346.875	0.177808631	0.000553207616
110	359.25	335	0.143402768	0.000942228572
120	388.5	305.75	0.111291299	0.000625879353
130	413.75	280.5	0.0910013482	0.00114957167
140	429	265.25	0.0640170905	0.000134604082
150	462.125	232.125	0.0459797176	0.0012652768
160	494.5	199.75	0.0272505781	0.00280938065
170	516.5	177.75	0.0181567855	0.000367447033
180	566.75	127.5	0.0113321	0.00280938065
190	651.75	42.5	0.00146895636	0.00109559253
191	656	38.25	0.00036454534	0.000174828812
192	694.25	0	0.00018830932	0.00817160014

4. คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยโดยใช้สมการ (3.12) ในบทก่อนจะได้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 430.1929 MW

<u>ตัวอย่างที่ 3</u> Station 2 : Topping Cycle Cogeneration with Steam Turbine (Range Plant)
กรณี Turbo-alternator มีแบบจำลองแบบสองสถานะทุกตัว



รูปที่ 4.2 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 3

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 505.8064 MW

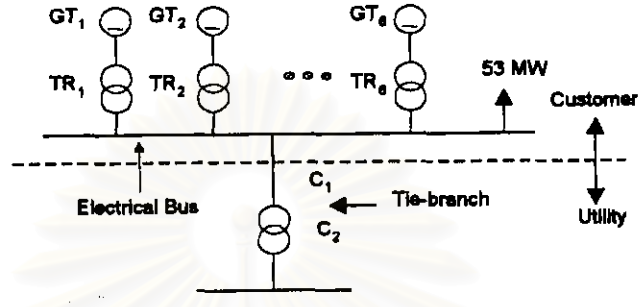
<u>ตัวอย่างที่ 4</u> จากตัวอย่างที่ 3 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นเหมือนเดิม

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 502.0562 MW

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่างที่ 5</u> Station 3 : Topping Cycle Cogeneration with Gas Turbine

กรณี Turbo-alternator มีแบบจำลองแบบสองสถานะทุกตัว



รูปที่ 4.3 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 5

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 527.7917 MW

<u>ตัวอย่างที่ 6</u> จากตัวอย่างที่ 5 เปลี่ยนแบบจำลองของ GT-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ GT-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นเหมือนเดิม

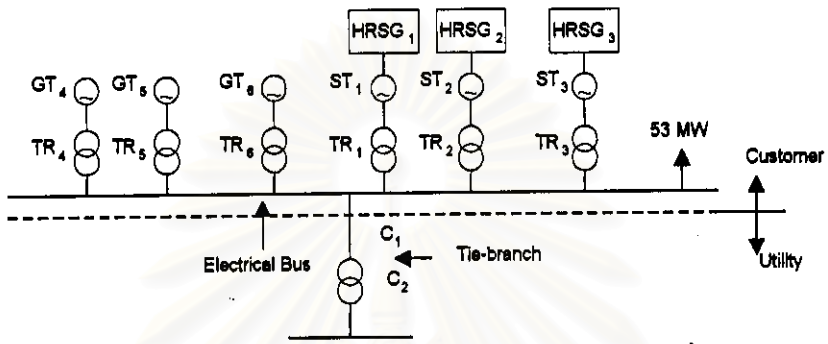
ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 522.6063 MW

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตัวอย่างที่ 7</u> Station 4: Combine Cycle Cogeneration with Steam Turbine as Topping Cycle (Unit Plant)

แบบจำลองของ GT-set ตัวที่เป็น 5 เป็นชนิดสี่สถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ



รูปที่ 4.4 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 7

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 485.9468 MW

<u>ตัวอย่างที่ 8</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 7 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 491.1322 MW

<u>ตัวอย่างที่ 9</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 7 เปลี่ยนแบบจำลองของ GT-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 485.7468 MW

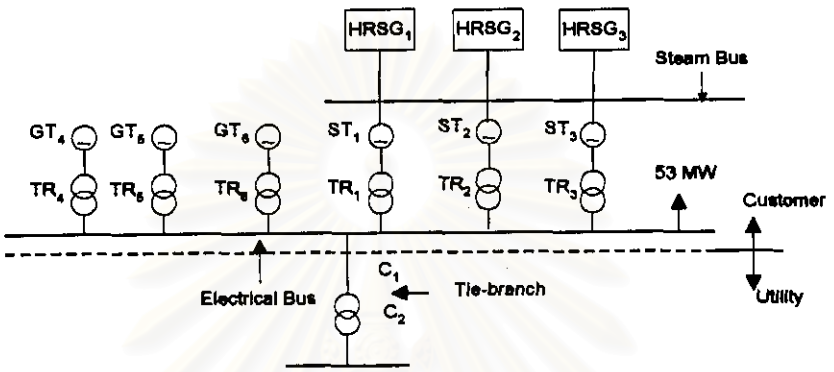
<u>ตัวอย่างที่ 10</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 7 ให้ turbo-alternator ทุกชนิดมีแบบจำลองแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 491.1322 MW

<u>ตัวอย่างที่ 11</u> Station 5: Combine Cycle Cogeneration with Steam Turbine as Topping Cycle (Range Plant)

แบบจำลองของ GT-set ตัวที่เป็น 5 เป็นชนิดสี่สถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ



รูปที่ 4.5 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 11

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 509.2501 MW

<u>ตัวอย่างที่ 12</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 11 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 514.6683 MW

<u>ตัวอย่างที่ 13</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 11 เปลี่ยนแบบจำลองของ GT-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 509.4829 MW

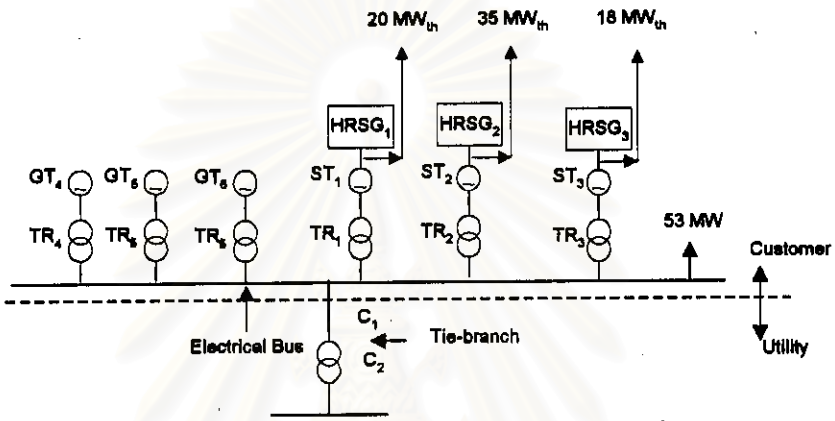
<u>ตัวอย่างที่ 14</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 11 ให้ turbo-alternator ทุกชนิดมีแบบจำลองแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 514.4355 MW

ตัวอย่างที่ 15 Station 6: Combine Cycle Cogeneration with Steam Turbine as Bottoming Cycle (Unit Plant)

แบบจำลองของ GT-set ตัวที่เป็น 5 เป็นชนิดสี่สถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ



รูปที่ 4.6 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 15

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 485.9468 MW

ตัวอย่างที่ 16 จากรูปในตัวอย่างที่ 15 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 491.1322 MW

ตัวอย่างที่ 17 จากรูปในตัวอย่างที่ 15 เปลี่ยนแบบจำลองของ GT-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นมีแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

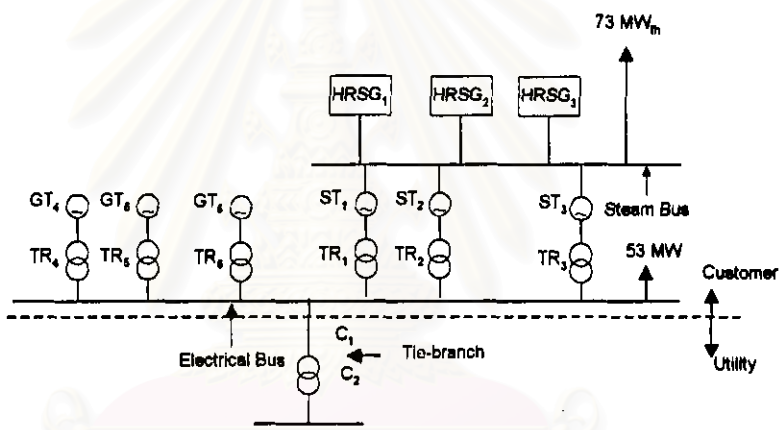
ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 485.9468 MW

ตัวอย่างที่ 18 จากรูปในตัวอย่างที่ 15 ให้ turbo-alternator ทุกชนิดมีแบบจำลองแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 491.1322 MW

ตัวอย่างที่ 19 Station 7: Combine Cycle Cogeneration with Steam Turbine as Bottoming Cycle (Range Plant)
แบบจำลองของ GT-set ตัวที่เป็น 5 เป็นชนิดสี่สถานะ นอกนั้นแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ



รูปที่ 4.7 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 19

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 490.0223 MW

ตัวอย่างที่ 20 จากรูปในตัวอย่างที่ 19 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ นอกนั้นมีแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 495.2852 MW

<u>ตัวอย่างที่ 21</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 19 เปลี่ยนแบบจำลองของ GT-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นมีแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 490.0998 MW

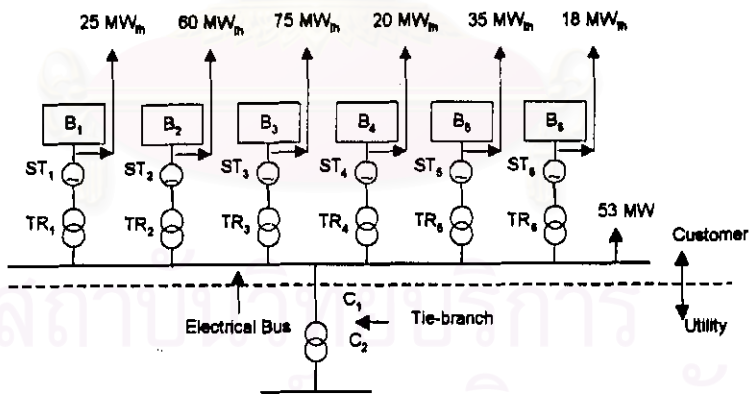
<u>ตัวอย่างที่ 22</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 19 ให้ turbo-alternator ทุกชนิดมีแบบจำลองแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 495.20776 MW

<u>ตัวอย่างที่ 23</u> Station 8: Bottoming Cycle Cogeneration with Steam Turbine (Unit Plant)

กรณี Turbo-alternator มีแบบจำลองแบบสองสถานะทุกตัว



รูปที่ 4.8 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 23

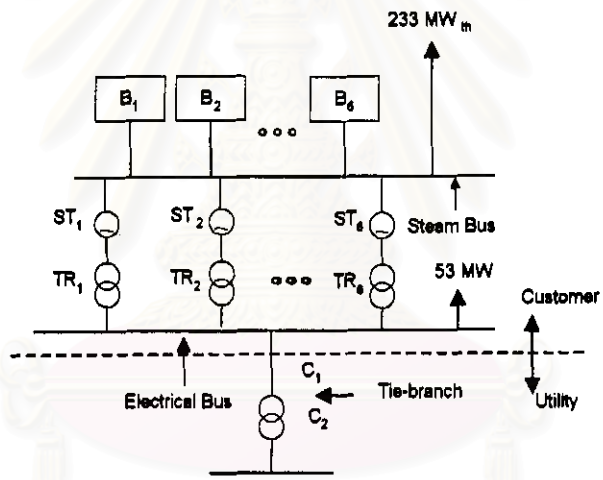
ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้

ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 377.2096 MW

<u>ตัวอย่างที่ 24</u> จากรูปในตัวอย่างที่ 23 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นมีแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 375.5281 MW

<u>ตัวอย่างที่ 25</u> Station 9: Bottoming Cycle Cogeneration with Steam Turbine (Range Plant)
กรณี Turbo-alternator มีแบบจำลองแบบสองสถานะทุกตัว



รูปที่ 4.9 แสดงระบบโคเจนเนอเรชันตัวอย่างที่ 25

ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 410.0466 MW

<u>ตัวอย่างที่ 26</u> จากตัวอย่างที่ 25 เปลี่ยนแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 3 จากสองสถานะเป็นสามสถานะ และแบบจำลองของ ST-Set ตัวที่ 5 จากสองสถานะเป็นสี่สถานะ นอกนั้นมีแบบจำลองเป็นแบบสองสถานะ
ใช้หลักการเดิมที่กล่าวไว้ในบทก่อนจะได้
ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ย = 409.7039 MW

4.3 สรุปผลการคำนวณ

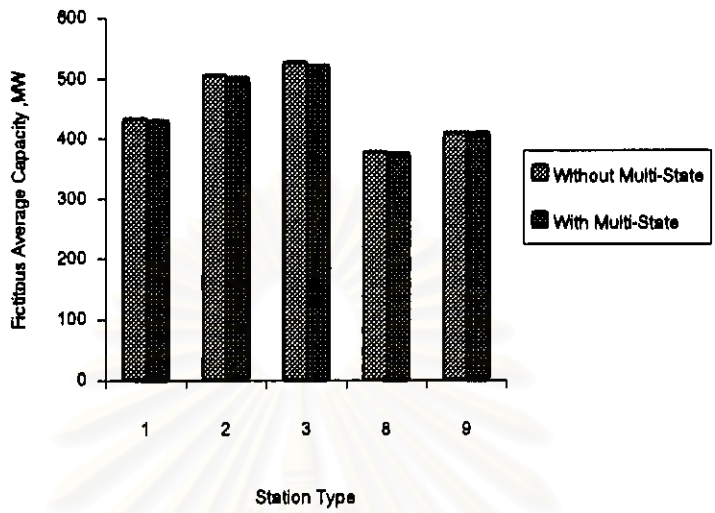
จากผลการคำนวณในหัวข้อก่อนเราสามารถทำการสรุปเป็นตารางได้ดังในตารางที่ 4.12 และ 4.13

ตารางที่ 4.12 สรุปผลการคำนวณโคเจนเนอเรชันเฉพาะกรณี Gas Turbine และSteam Turbine

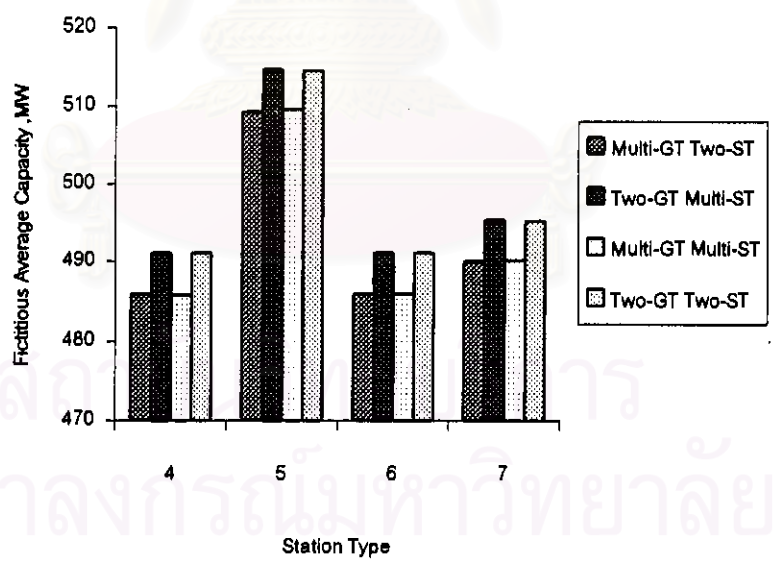
Station Type	Fictitious Average Cap. (MW) Without Multi-State Model	Fictitious Average Cap. (MW) With Multi-State Model
1	434.2376	430.1929
2	505.8064	502.0562
3	527.7917	522.6063
8	377.2096	375.5281
9	410.0466	409.7039

ตารางที่ 4.13 สรุปผลการคำนวณโคเจนเนอเรชันเฉพาะกรณี Combined Cycle

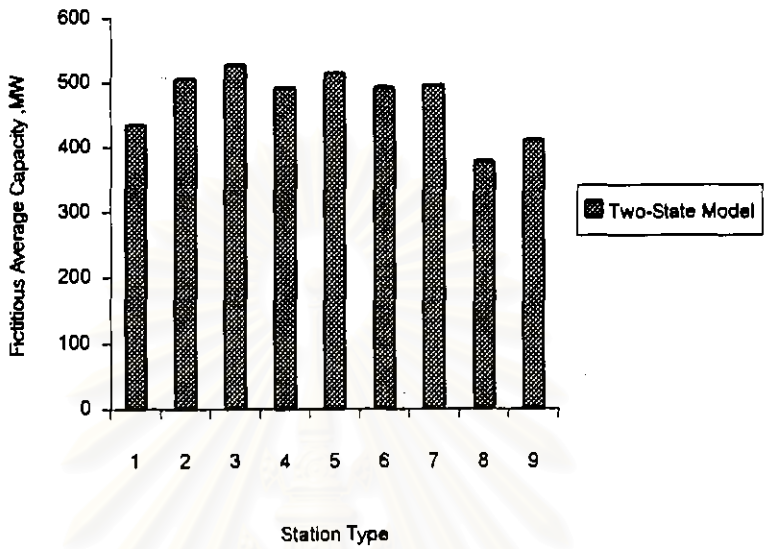
Station Type	Avg. Cap.(MW) Multi-State GT Two-State ST	Avg. Cap.(MW) Two-State GT Multi-State ST	Avg. Cap.(MW) Multi-State GT Multi-State ST	Avg. Cap.(MW) Two-GT Two-ST
4	485.9468	491.1322	485.7468	491.1322
5	509.2501	514.6683	509.4829	514.4355
6	485.9468	491.1322	485.9468	491.1322
7	490.0223	495.2852	490.0998	495.20776



รูปที่ 4.10 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของโคเจนเนอเรชันแบบต่างๆ ยกเว้นกรณีโคเจนเนอเรชันแบบความร้อนร่วม



รูปที่ 4.11 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของโคเจนเนอเรชันแบบความร้อนร่วม



รูปที่ 4.12 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยของโคเจนเนอเรชัน กรณี Turbo-alternator มีแบบจำลองแบบสองสถานะ

จากผลการคำนวณที่ได้เราสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณากราฟรูปที่ 4.10 จะพบว่าโคเจนเนอเรชันที่ต่อแบบ range plant จะให้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมากกว่าแบบ unit plant (2 เทียบกับ 1 และ 9 เทียบกับ 8) เนื่องจากระบบแบบ range plant สามารถใช้หม้อไอน้ำร่วมกันได้ในขณะที่แบบ unit plant ไม่สามารถใช้ร่วมกันได้ ดังนั้นถ้าหม้อไอน้ำของยูนิตใดเกิดเสียจะทำให้ทั้งยูนิตไม่สามารถทำงานได้ซึ่งแตกต่างจากกรณีของ range plant แต่เมื่อพิจารณาทางด้านเทอร์โมไดนามิกจะพบว่าการต่อแบบ range plant จะให้ค่าอุณหภูมิและความดันค่าเดียว ในขณะที่การต่อแบบ unit plant สามารถให้อุณหภูมิและความดันได้หลายค่าซึ่งขึ้นกับความจำเป็นที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิต

เมื่อเปรียบเทียบกรณี topping cycle กับ bottoming cycle (1 และ 2 เมื่อเทียบกับ 8 และ 9) จะพบว่าแบบ topping cycle จะให้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยสูงกว่ากรณี bottoming cycle เนื่องจากไม่มีส่วนของโหลดไอน้ำของกระบวนการผลิตเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่อาจมีกรณีที่ bottoming cycle ให้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยใกล้เคียงหรือเท่ากับกรณี topping cycle ได้ถ้ามีโหลดไอน้ำไม่มาก

โคเจนเนอเรชันในแต่ละชนิด กรณีที่มี turbo-alternator เป็นชนิด multi-state model จะให้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยน้อยกว่ากรณีชนิด two-state model เมื่อเปรียบเทียบกัน

จากกราฟโคเจนเนอเรชันแบบ Gas Turbine จะให้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยมากสุดเมื่อเทียบกับโคเจนเนอเรชันแบบอื่น

2. เมื่อพิจารณากราฟรูปที่ 4.11 จะพบว่า กรณี Combine Cycle Cogeneration with Steam Turbine as Topping Cycle (Range Plant) ให้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยมากสุด ในขณะที่กรณี Combine Cycle Cogeneration with Steam Turbine as Bottoming Cycle (Unit Plant) จะให้ค่าน้อยที่สุด เนื่องจากเมื่อทำการลดค่าโหลดไอน้ำสุทธิให้มีค่าน้อยจะให้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยได้อย่างมากเท่ากับกรณี Combine Cycle Cogeneration with Steam Turbine as Topping Cycle (Unit Plant) นั่นเอง

เมื่อพิจารณาโคเจนเนอเรชันชนิดเดียวกัน จะพบว่า Steam Turbine ที่มีแบบจำลองแบบหลายสถานะจะมีผลต่อค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยน้อยมาก ในขณะที่ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยจะมีผลอย่างมากต่อ Gas Turbine ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรณีโคเจนเนอเรชันที่มี Multi-GT จะมีค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยน้อยกว่ากรณีที่มี Two-GT ทุกชนิด

3. เมื่อทำการเปรียบเทียบโคเจนเนอเรชันแต่ละชนิดกรณี turbo-alternator ที่มีแบบจำลองแบบสองสถานะดังในรูปที่ 4.12 จะพบว่า Gas Turbine Cogeneration จะให้ค่ากำลังไฟฟ้าจำลองเฉลี่ยสูงที่สุดเนื่องจากมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องน้อยที่สุดคือไม่มีผลของหม้อไอน้ำหรือ HRSG เข้ามาเกี่ยวข้องในขณะที่โคเจนเนอเรชันแบบ Bottoming Cycle Cogeneration with Steam Turbine (Unit Plant) จะให้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยน้อยที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย