

### รายการอ้างอิง

1. โสติดิพงษ์ พิชัยสวัสดิ์. การประเมินความเชื่อถือได้ของสถานีไฟฟ้าโดยใช้วิธีจำลองเหตุการณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
2. กิตติศักดิ์ ม่วงเงิน. การประเมินความเชื่อถือได้ของสถานีไฟฟ้าในเชิงปริมาณ. โครงการงานชั้นปีที่ 4 ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
3. วิโรจน์ บัวคลี่. การประเมินดัชนีความเชื่อถือได้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าดับในระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
4. Agarwal, S.K. EPRI Program TRELSS Reliability Seminar & Hands-on Training Notes (presented to EGAT Bangkok Thailand, November 16-20, 1998). เอกสารประกอบการอบรมการใช้งานโปรแกรม Transmission Reliability Evaluation of Large Scale System (TRELSS), การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 1998.
5. Billinton, R., and Allan, R.N. Reliability Assessment of Large Electric Power Systems. Boston : Kluwer Academic Publishers, 1988.
6. Billinton, R., and Allan, R.N. Reliability Evaluation of Power System. London : Pitman Advanced Publishing Program, 1984.
7. Beshir, M.J., Cheng, T.C. and Farag, A.S.A. Comparison of Monte Carlo simulation and state enumeration based adequacy assessment programs : CREAM and COMREL. Transmission and distribution conference , 1996 proceeding.
8. Beshir, M.J., Cheng, T.C. and Farag, A.S.A. Comparison of Two Bulk Power Adequacy assessment programs : TRELSS and COMREL. Transmission and distribution conference , 1996 proceeding
9. Billinton, R., and Allan, R.N., Reliability evaluation of engineering systems: concepts and techniques, 2<sup>nd</sup> edition. Plenum Press, 1992.
10. Development of a composite system reliability evaluation program volume 1: Methodology and project results, Electric Power Research Institute (EPRI), August 1990

11. Wood, A. J., and Wollenberg, B.F. Power generation operation and control, New York : John Wiley, 1984.
12. Grainger, J.J., and Stevenson, D.W.Jr., Power System Analysis, New York : McGraw-Hill, 1994.
13. Billinton, R, and Li, W, Composite system reliability assessment using monte carlo approach, Third international conference on probabilistic methods applied to electric power systems PMAPS: conf. proc. No.338.
14. Li, W, Reliability Data Utilization in PMAPS, Fifth international conference on probabilistic methods applied to electric power systems PMAPS, September 1997.
15. Billinton, R, and Sankarakrishnan, A, A comparison of Monte Carlo Simulation Techniques For Composite Power System Reliability Assessment, IEEE WESCANEX'95 (Communicating Power and Computing Conference) Proceedings
16. Melo, A.C.G, Pereira, M.V.F, and Leite da Silva, A.M., Frequency and Duration Calculations in Composite Generation and Transmission Reliability Evaluation, IEEE Transactions on Power Systems, Vol 7, No. 2, May 1992
17. IEEE RTS Task Force of APM Subcommittee, The IEEE Reliability Test System –1996, IEEE PES Winter Meeting, paper 96 WM326-9 PWRs, Baltimore, Jan 21-25, 1996
18. Mello, J.C.O., Melo, A.C.G., Romero, S.P., Oliveira, G.C., Cunha, S.H.F., Morozowski, M.F., Pereira, M.V.F. and Fontoura, R.N.F, Development of a composite system reliability program for large hydrothermal power systems-- issues and solutions.
19. Pinheiro, J.M.S., Dornellas, C.R.R., Schilling, M.Th., Melo, A.C.G. and Mello, J.C.O., Probing the new IEEE reliability test system (RTS-96): HL-II ASSESSMENT, IEEE Transaction on Power Systems, Vol.13, No. 1, February 1998.

20. Billinton,R., and Li,W., A system state transition sampling method for composite system reliability evaluation, IEEE Transaction on Power Systems, Vol.8, No. 3, August 1993.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก

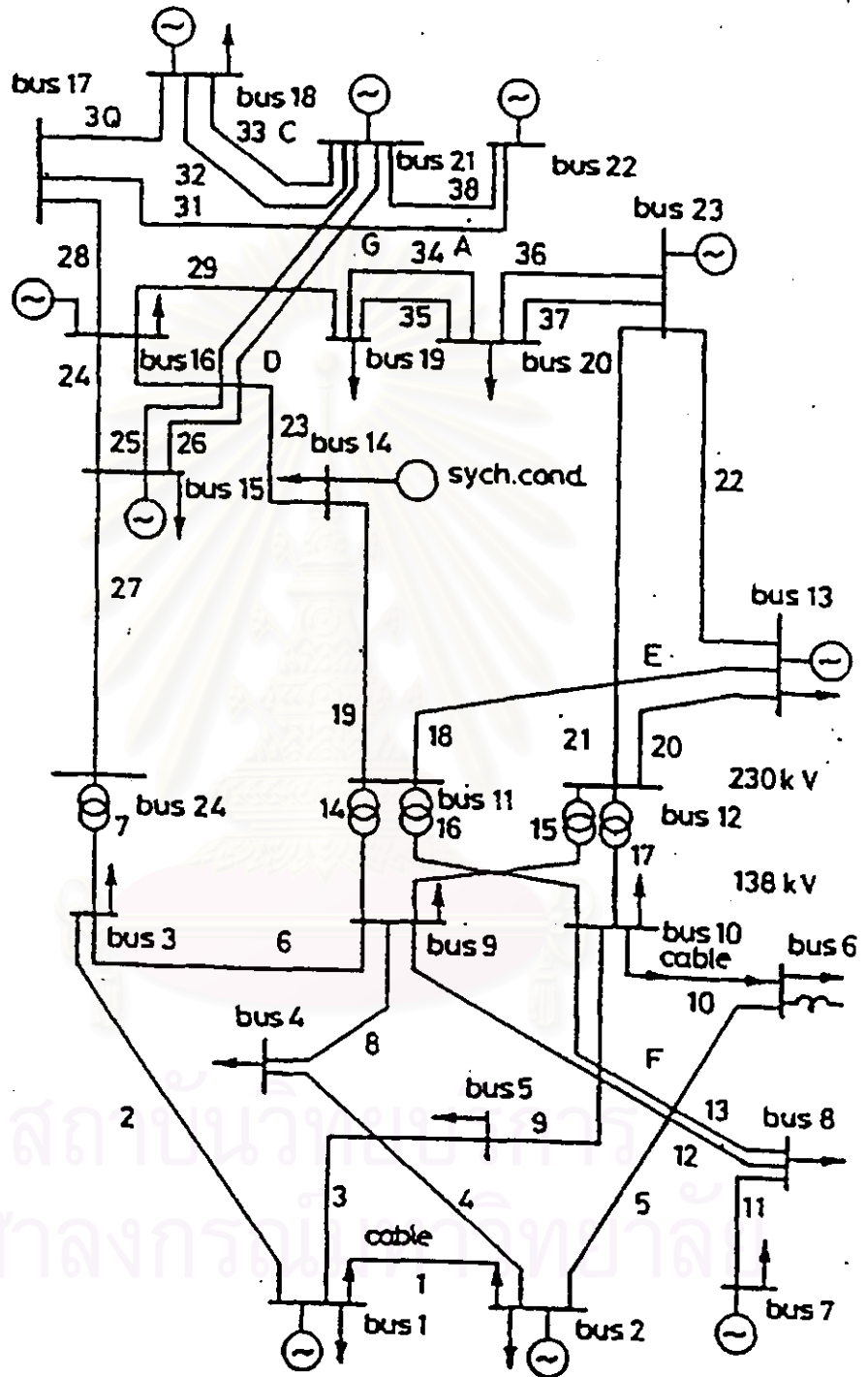
## ระบบทดสอบ

## ผ.1 ระบบทดสอบ IEEE-Reliability Test System ขนาด 24 บัส (RTS-79)

ระบบทดสอบ RTS-79 ประกอบด้วยบัสจำนวน 24 บัส สายส่ง 33 เส้น หม้อแปลง ไฟฟ้า 5 ตัว เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 32 เครื่อง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 400 MW ลงไปจนถึง 12 MW โดยมีกำลังติดตั้ง 3,405 MW และโหลดสูงสุดเท่ากับ 2,850 MW ส่วนบัสอ้างอิงคือบัสที่ 23 ดังรายละเอียดในตารางที่ ผ.1 ผ.2 และ ผ.3 และได้แสดงรูปโครงสร้างของระบบไว้ในรูปที่ ผ.1

ตารางที่ ผ.1 ข้อมูลบัสของระบบ RTS-79

Bus No.	Generation		Load		Pgmax (MW)	Pgmin (MW)
	Pg (MW)	Qg(MVAR)	PI (MW)	QI (MW)		
1	172	0	108	22	192	0
2	172	0	97	20	192	0
3	0	0	180	37	0	0
4	0	0	74	15	0	0
5	0	0	71	14	0	0
6	0	0	136	28	0	0
7	200	0	125	25	300	0
8	0	0	171	35	0	0
9	0	0	175	36	0	0
10	0	0	195	40	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	394	0	265	54	591	0
14	0	0	194	39	0	0
15	215	0	317	64	215	0



รูป ผ.1 โครงสร้างระบบทดสอบ RTS-79

ตารางที่ ผ.1 ข้อมูลบ้ดของระบบ RTS-79 (ต้อ)

Bus No.	Generation		Load		Pgmax	Pgmin
16	155	0	100	20	155	0
17	0	0	0	0	0	0
18	400	0	333	68	400	0
19	0	0	181	37	0	0
20	0	0	128	26	0	0
21	400	0	0	0	400	0
22	250	0	0	0	300	0
23	505	0	0	0	660	0
24	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ.2 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-79

Line No.	From	To	R	X	B	Rating	$\lambda$	$\mu$
			(p.u.)	(p.u.)	(p.u.)			
1	1	2	0.0026	0.0139	0.4611	1.75	0.240	547.500
2	1	3	0.0546	0.2112	0.0572	1.75	0.510	876.000
3	1	5	0.0218	0.0845	0.0229	1.75	0.330	876.000
4	2	4	0.0328	0.1267	0.0343	1.75	0.390	876.000
5	2	6	0.0497	0.1920	0.0520	1.75	0.480	876.000
6	3	9	0.0308	0.1190	0.0322	1.75	0.380	876.000
7	3	24	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
8	4	9	0.0268	0.1037	0.0281	1.75	0.360	876.000
9	5	10	0.0223	0.0883	0.0239	1.75	0.340	876.000
10	6	10	0.0139	0.0605	2.4590	1.75	0.330	250.286
11	7	8	0.0159	0.0614	0.0166	1.75	0.300	876.000

ตารางที่ ผ.2 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-79 (ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (p.u.)	$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
12	8	9	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
13	8	10	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
14	9	11	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
15	9	12	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
16	10	11	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
17	10	12	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
18	11	13	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
19	11	14	0.0054	0.0418	0.0879	5.00	0.390	796.364
20	12	13	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
21	12	23	0.0124	0.0966	0.0203	5.00	0.520	796.364
22	13	23	0.0111	0.0865	0.1818	5.00	0.490	796.364
23	14	16	0.0050	0.0389	0.0818	5.00	0.380	796.364
24	15	16	0.0020	0.0173	0.0364	5.00	0.330	796.364
25	15	21	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
26	15	21	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
27	15	24	0.0067	0.0519	0.1091	5.00	0.410	796.364
28	16	17	0.0033	0.0259	0.0545	5.00	0.350	796.364
29	16	19	0.0030	0.0231	0.0970	5.00	0.340	796.364
30	17	18	0.0018	0.0144	0.0303	5.00	0.320	796.364
31	17	22	0.0135	0.1053	0.2212	5.00	0.540	796.364
32	18	21	0.0033	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
33	18	21	0.0030	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
34	19	20	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364
35	19	20	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364
36	20	23	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364



ตารางที่ ผ.2 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-79 (ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (p.u.)	$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
37	20	23	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364
38	21	22	0.0087	0.0678	0.1424	5.00	0.450	796.364

ตารางที่ ผ.3 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบทดสอบ RTS-79

Generator Group	Bus Connect	Number of Unit	Cap. Of each Unit (MW)	MVAR		$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
				Max	Min		
1	1	2	20	10	0	19.467	175.2
2	1	2	76	30	-25	4.469	219.0
3	2	2	20	10	0	19.467	175.2
4	2	2	76	30	-25	4.469	219.0
5	7	3	100	60	0	7.300	175.2
6	13	3	197	80	0	9.221	175.2
7	15	5	12	6	0	2.980	146.0
8	15	1	155	80	-50	9.125	219.0
9	16	1	155	80	-50	9.125	219.0
10	18	1	400	200	-50	7.964	58.4
11	21	1	400	200	-50	7.964	58.4
12	22	6	50	16	-10	4.424	438.0
13	23	2	155	80	-50	9.125	219.0
14	23	1	350	150	-25	7.617	87.6

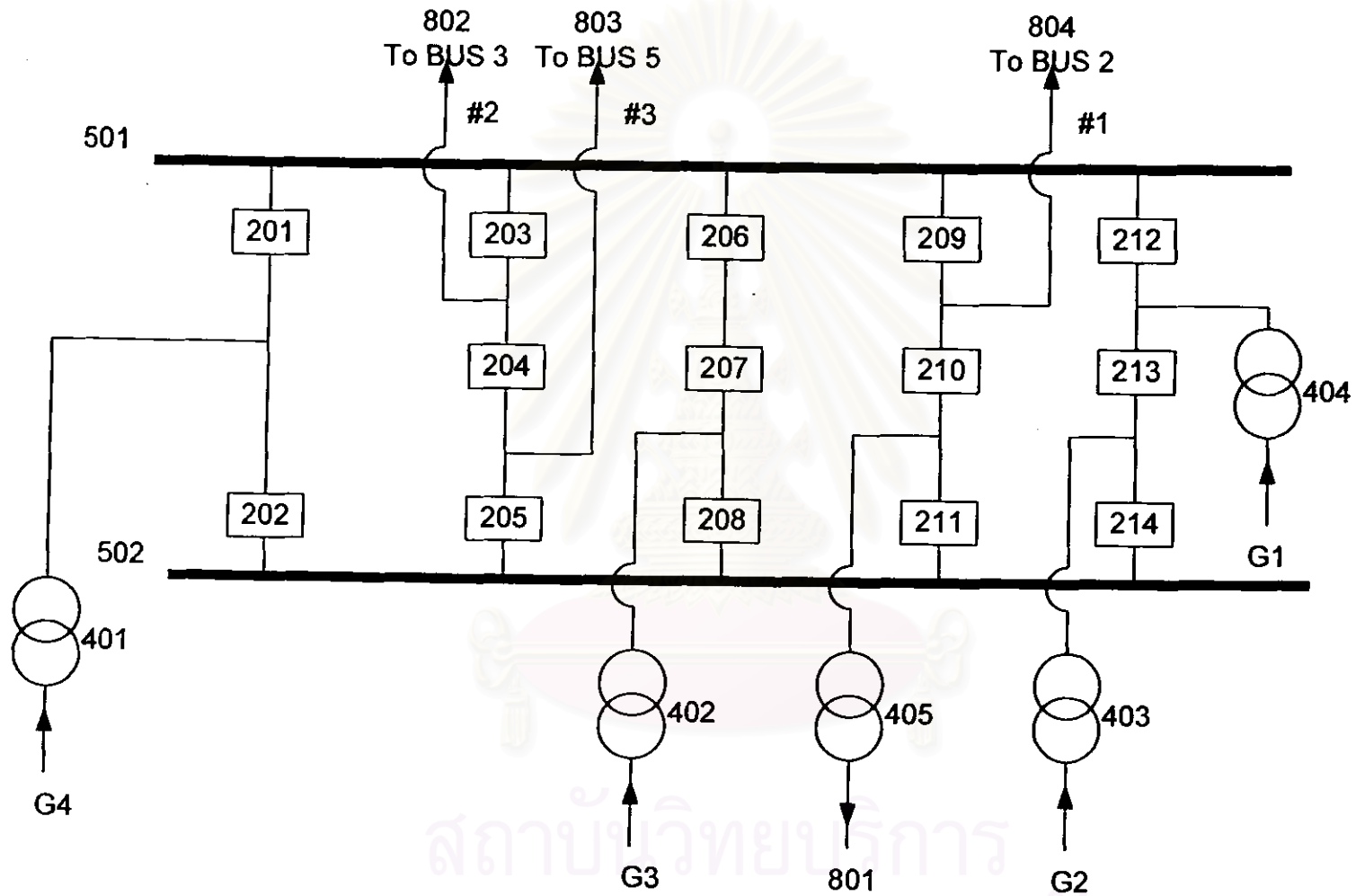
สำหรับโครงสร้างสถานีไฟฟ้าที่บัสทั้ง 24 บัส ในระบบทดสอบ RTS-79 แสดงไว้ดังรูปที่ ผ.2 ถึง ผ.25 ตามลำดับ[5] โดยในรูปจะไม่แสดงสวิตช์ตัดตอน(หากสามารถละลายได้) เนื่องจากในวิทยานิพนธ์จะพิจารณาความเชื่อถือได้ของสวิตช์ตัดตอนเท่ากับหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์กล่าวคือไม่เกิดความผิดพลาดขึ้นเลย เนื่องจากในทางปฏิบัติจะมีความผิดพลาดที่เกิดเนื่องจากสวิตช์ตัดตอนน้อยมาก

หมายเลขที่แสดงไว้ในรูปที่ ผ.2 ถึง ผ.25 มี 3 หลัก หลักร้อยหมายถึงชนิดของอุปกรณ์ ส่วนหลักหน่วยและหลักสิบหมายถึงลำดับของอุปกรณ์ในสถานีไฟฟ้าแต่ละสถานี สำหรับเลขในหลักร้อยมีความหมายดังนี้

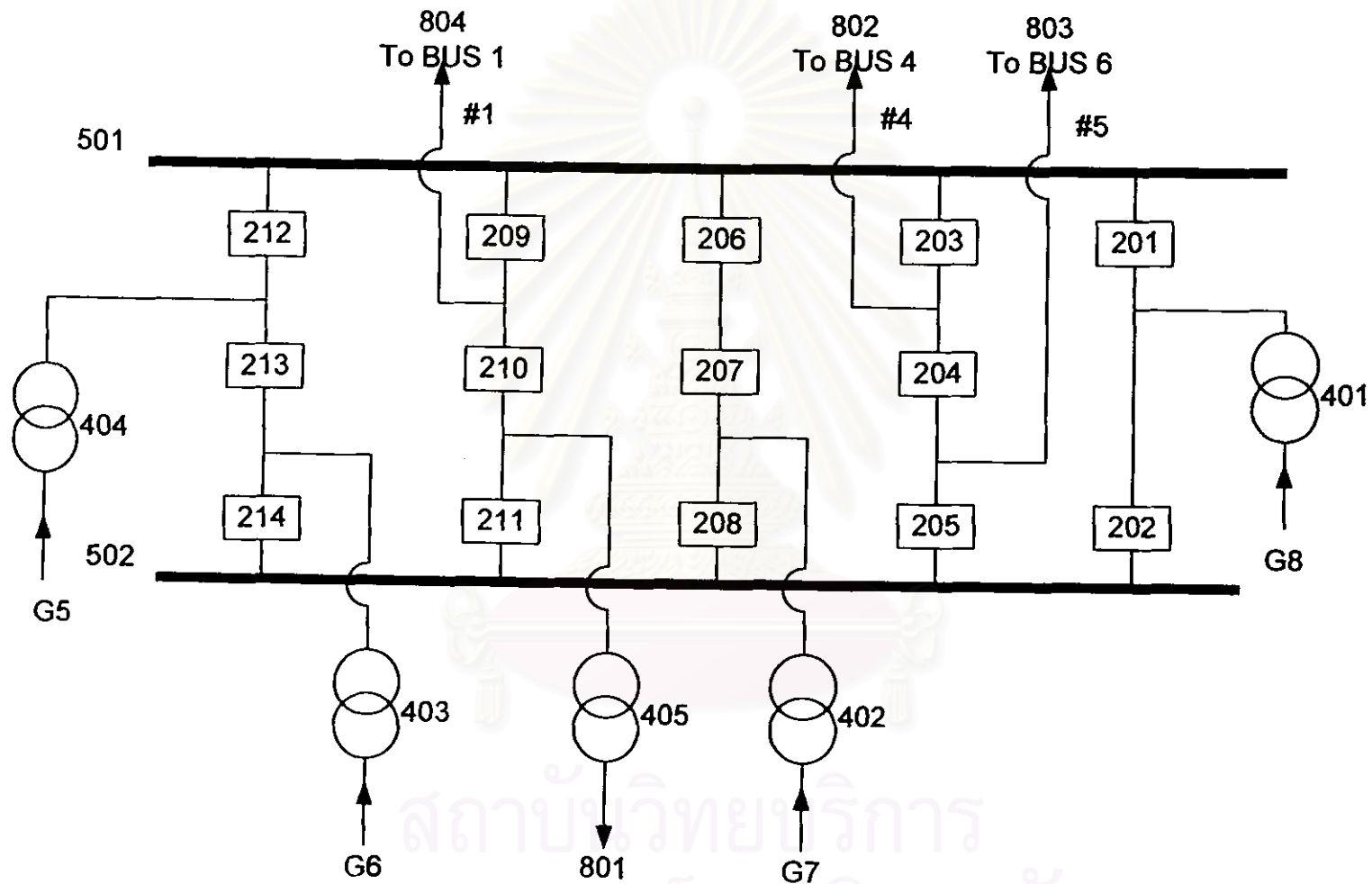
- อุปกรณ์ที่มีเลขในหลักร้อยเป็นเลข 2 หมายถึงเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปกติปิด
- อุปกรณ์ที่มีเลขในหลักร้อยเป็นเลข 3 หมายถึงเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปกติเปิด
- อุปกรณ์ที่มีเลขในหลักร้อยเป็นเลข 5 หมายถึงบัสบาร์
- อุปกรณ์ที่มีเลขในหลักร้อยเป็นเลข 7 หมายถึงสวิตช์ตัดตอนแบบปกติเปิด
- อุปกรณ์ที่มีเลขในหลักร้อยเป็นเลข 8 หมายถึงจุดโหลด หรือสายส่งที่ต่อจากสถานีไฟฟ้าซึ่งมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่ออยู่

สำหรับอุปกรณ์ที่มีขึ้นต้นด้วยตัวอักษร 'G' หมายถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

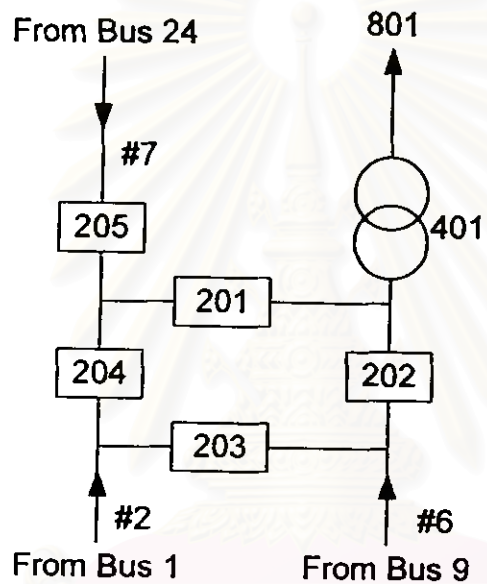
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ผ.2 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 1 ของระบบทดสอบ RTS-79

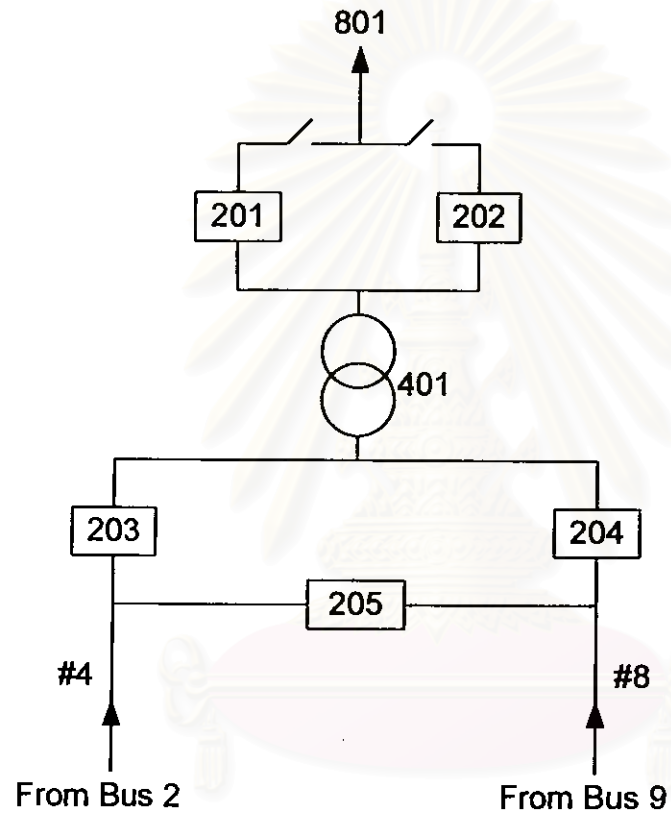


รูปที่ ผ.3 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบังคับที่ 2 ของระบบทดสอบ RTS-79



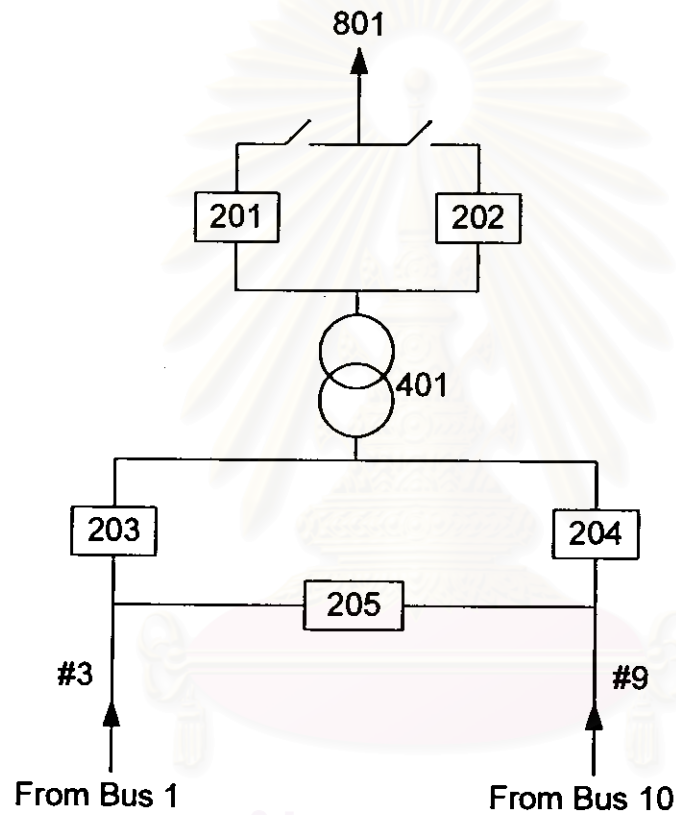
รูปที่ ๘.๔ โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 3 ของระบบทดสอบ RTS-79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

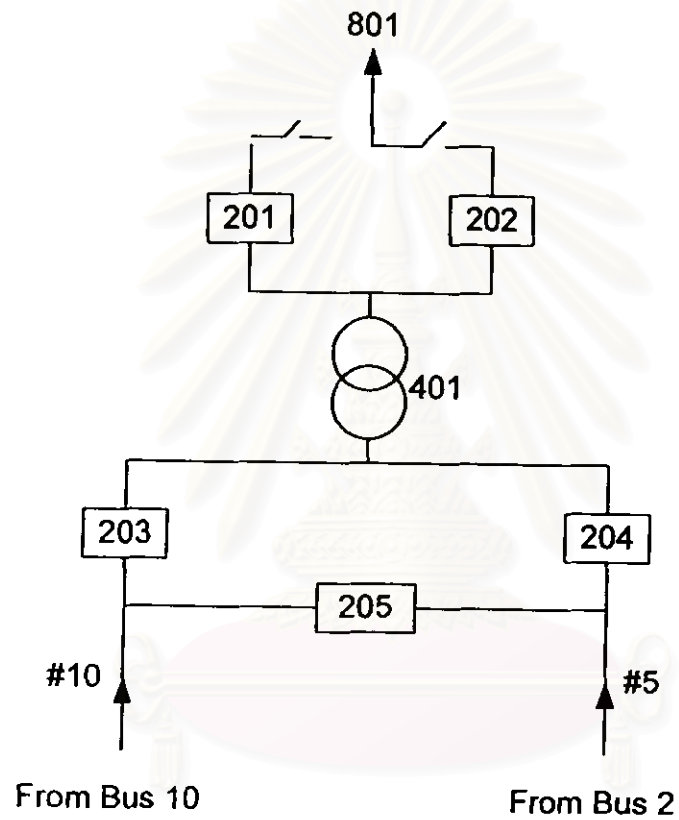


รูปที่ ๘.๕ โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ ๔ ของระบบทดสอบ RTS-79

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



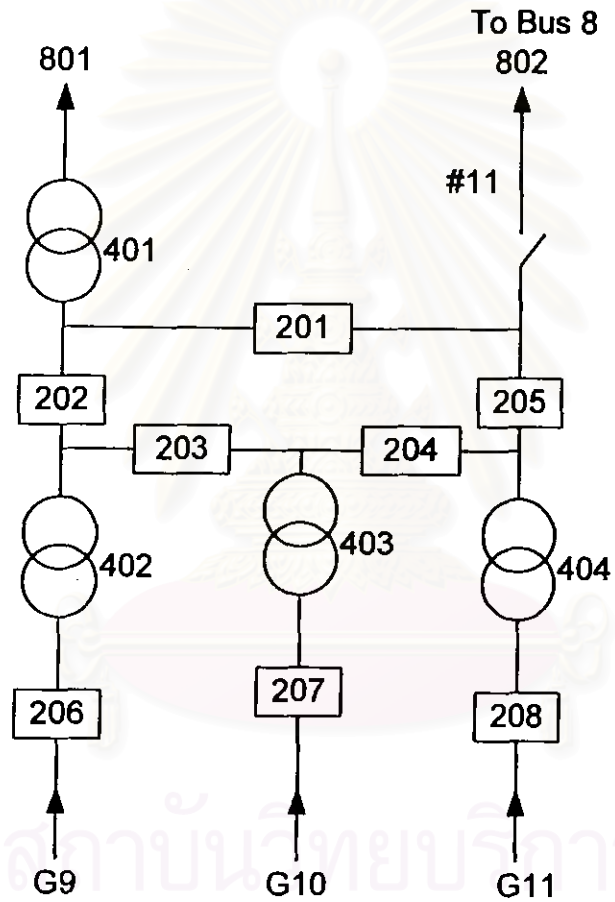
รูปที่ ๘.๖ โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 5 ของระบบทดสอบ RTS-79



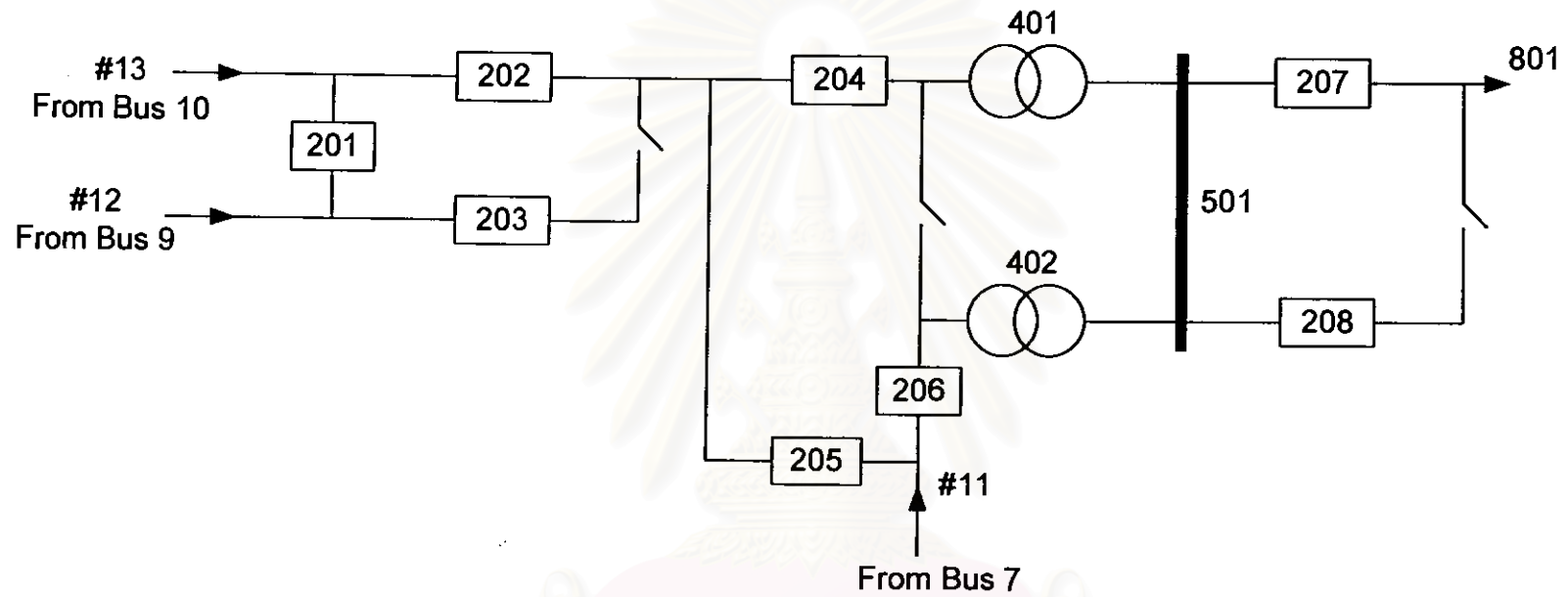
รูปที่ ๗.๗ โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 6 ของระบบทดสอบ RTS-79

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



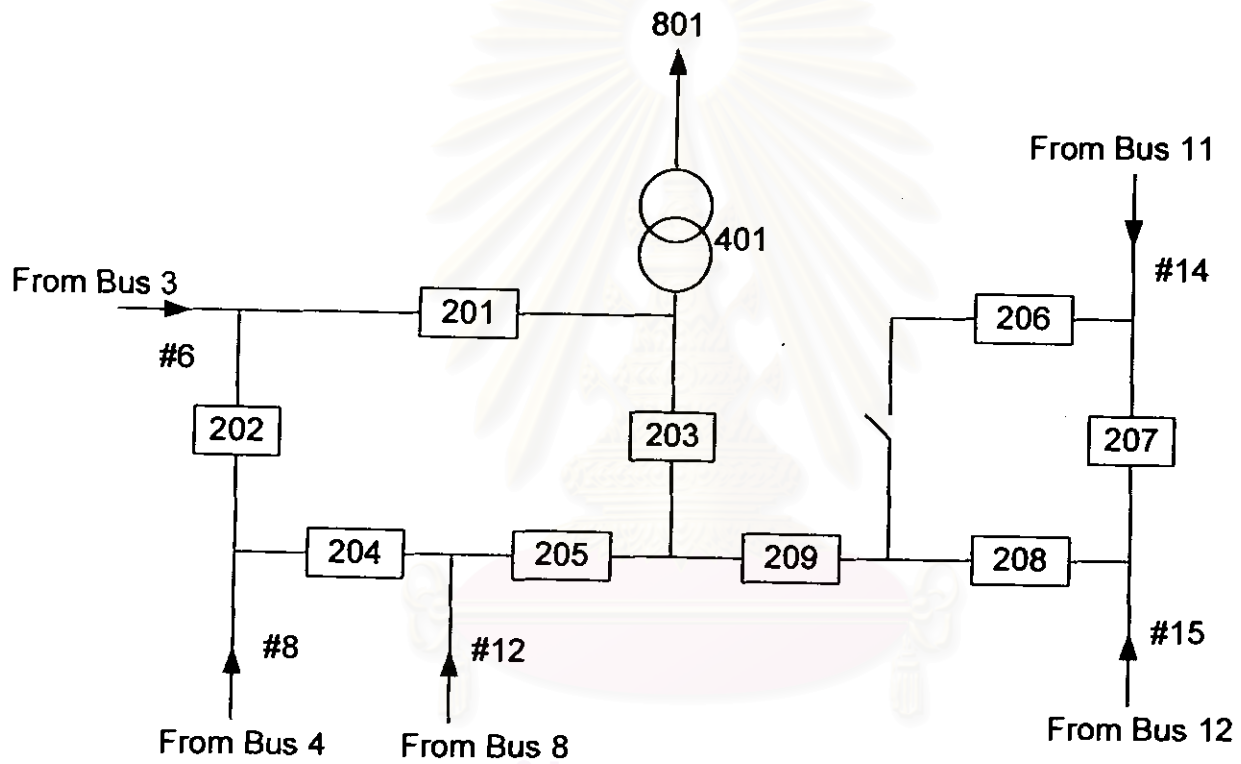


รูปที่ ๘.๘ โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ ๗ ของระบบทดสอบ RTS-79

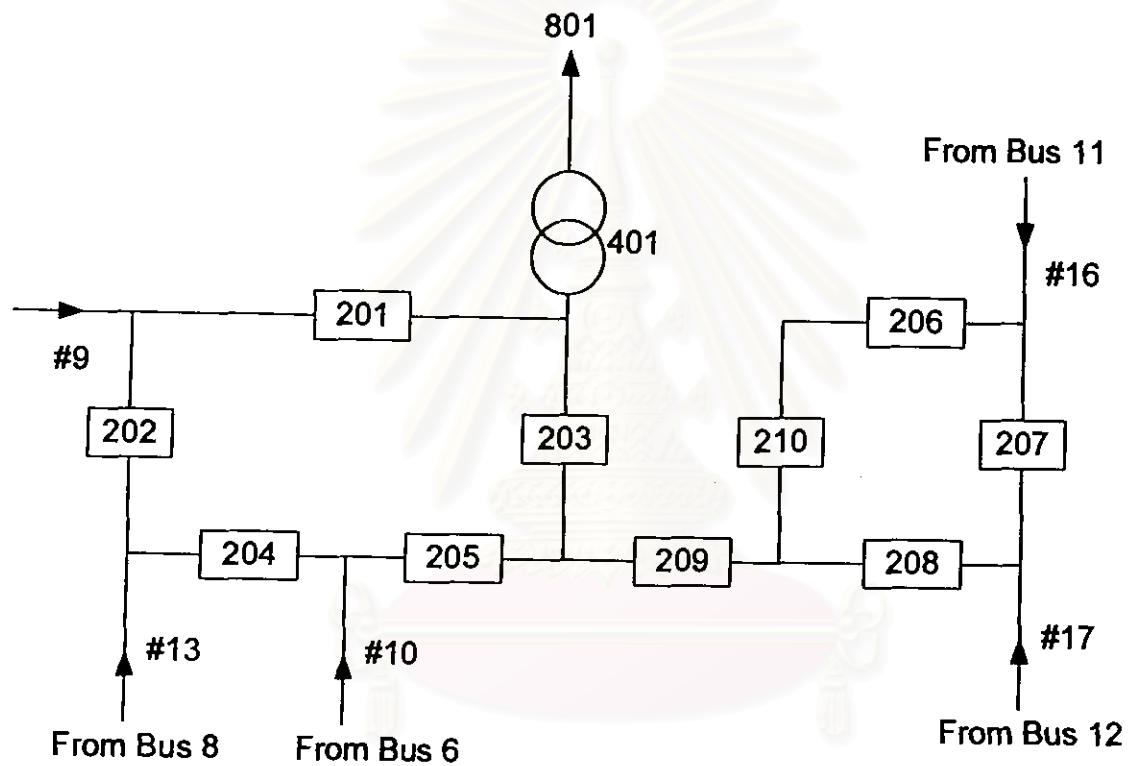


รูปที่ ผ.9 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 8 ของระบบทดสอบ RTS-79

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

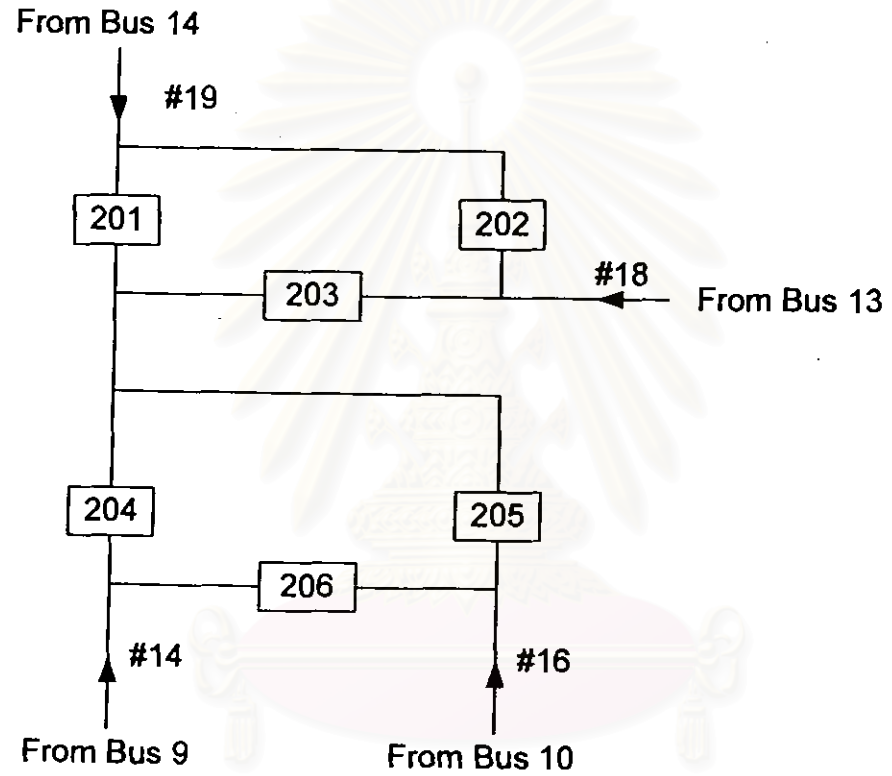


รูปที่ ผ.10 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 9 ของระบบทดสอบ RTS-79

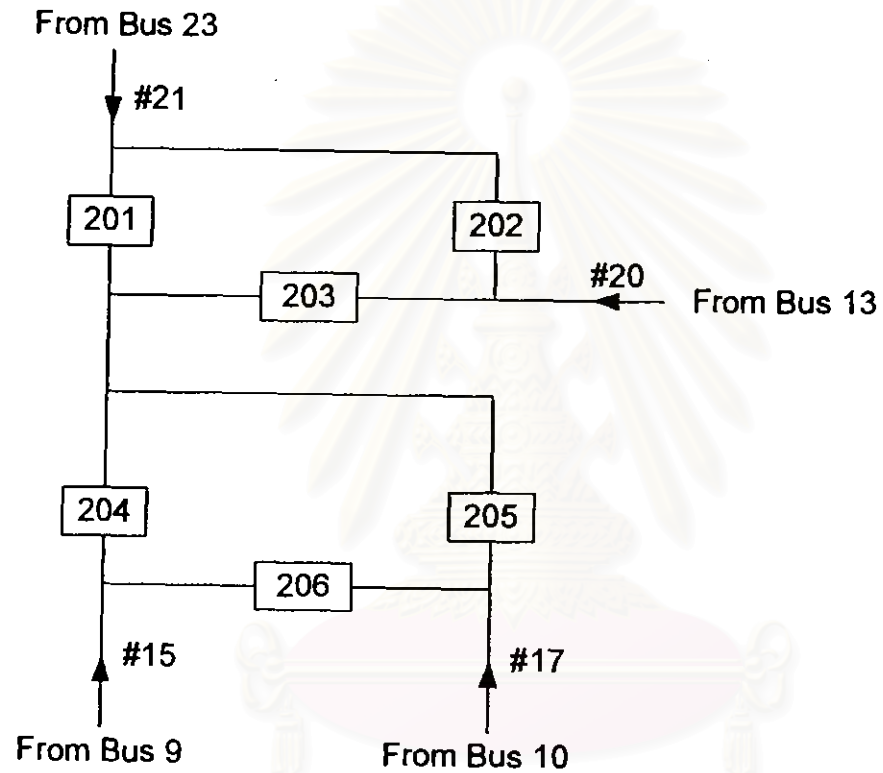


รูปที่ ๘.๑๑ โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 10 ของระบบทดสอบ RTS-79

ศูนย์บริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

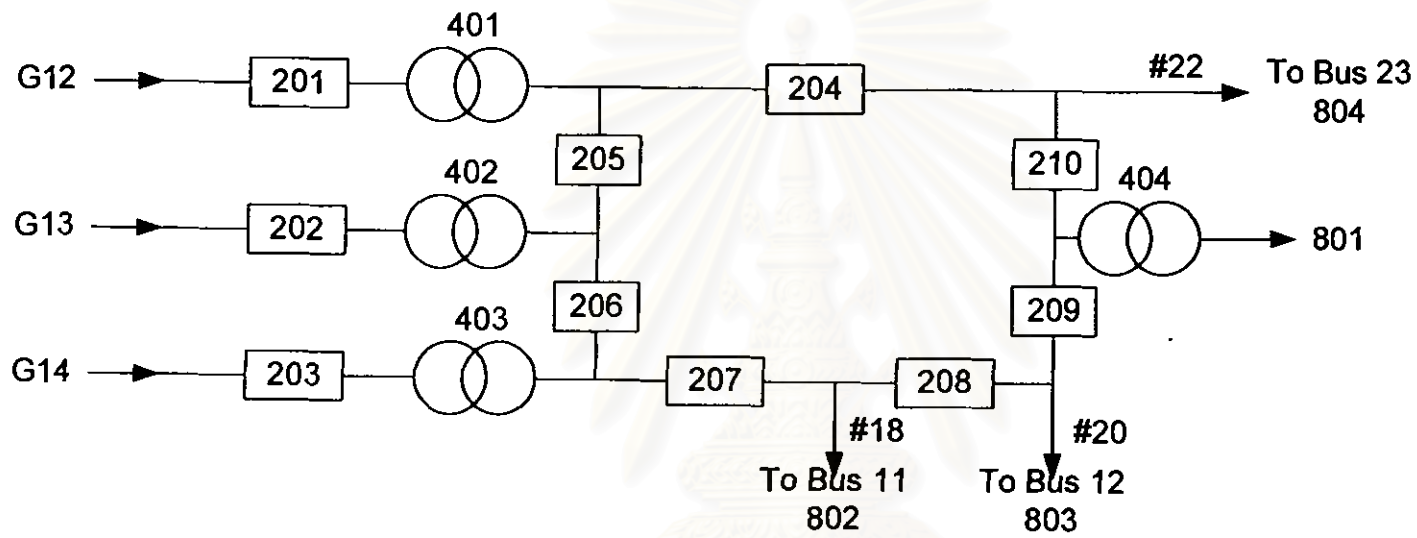


สถาบันวิทยบริการ  
 รูปที่ ผ.12 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 11 ของระบบทดสอบ RTS-79  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



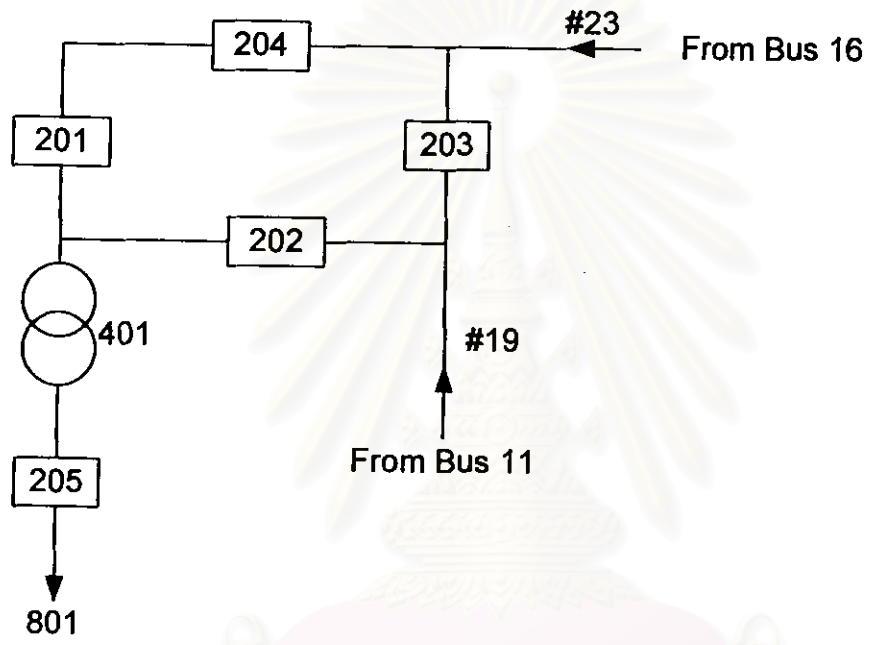
รูปที่ ๘.13 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 12 ของระบบทดสอบ RTS-79

ศูนย์วิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ผ.14 โครงสร้างสถานีไฟฟ้า巴士 13 ของระบบทดสอบ RTS-79

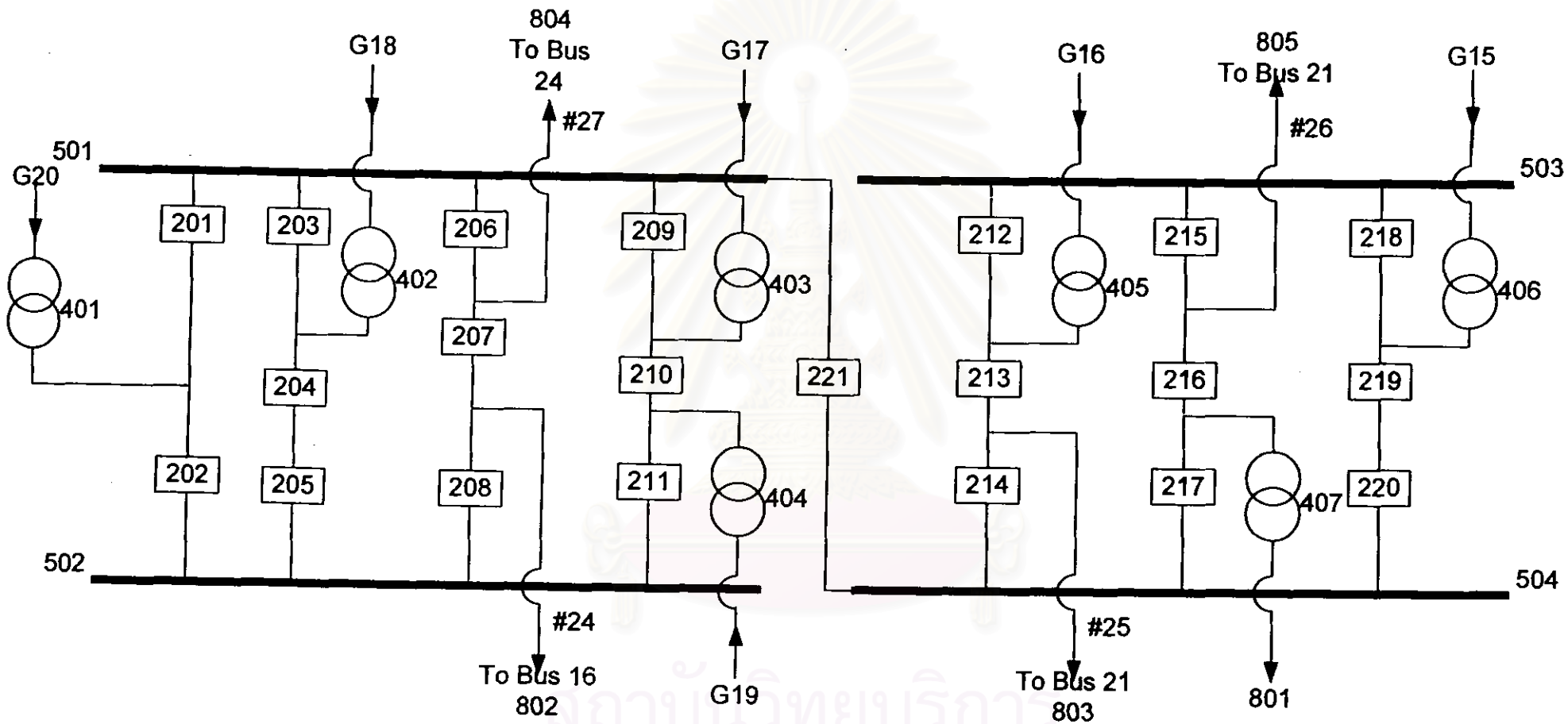
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



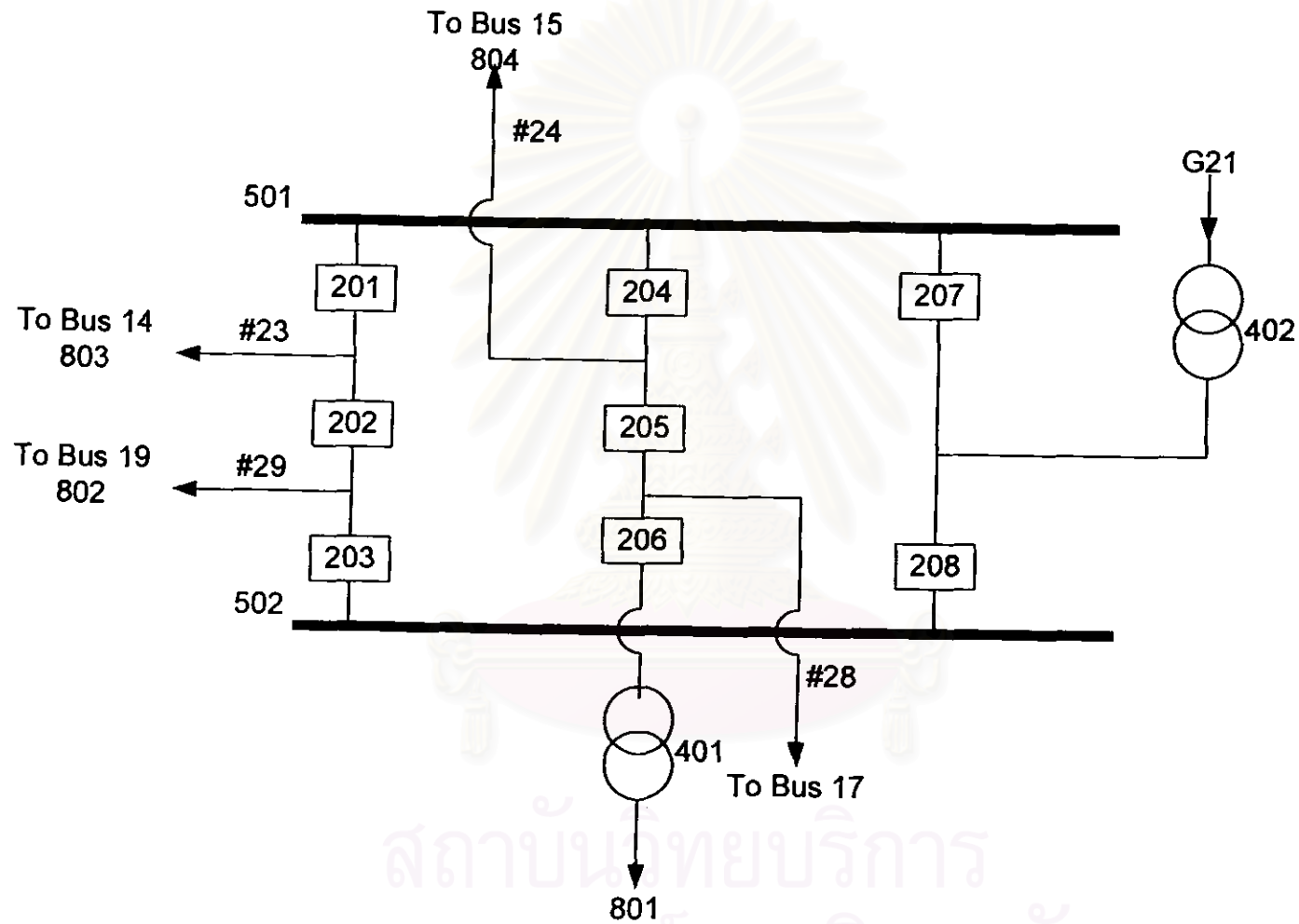
รูปที่ ผ.15 โครงสร้างสถานีไฟฟ้า巴士ที่ 14 ของระบบทดสอบ RTS-79

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

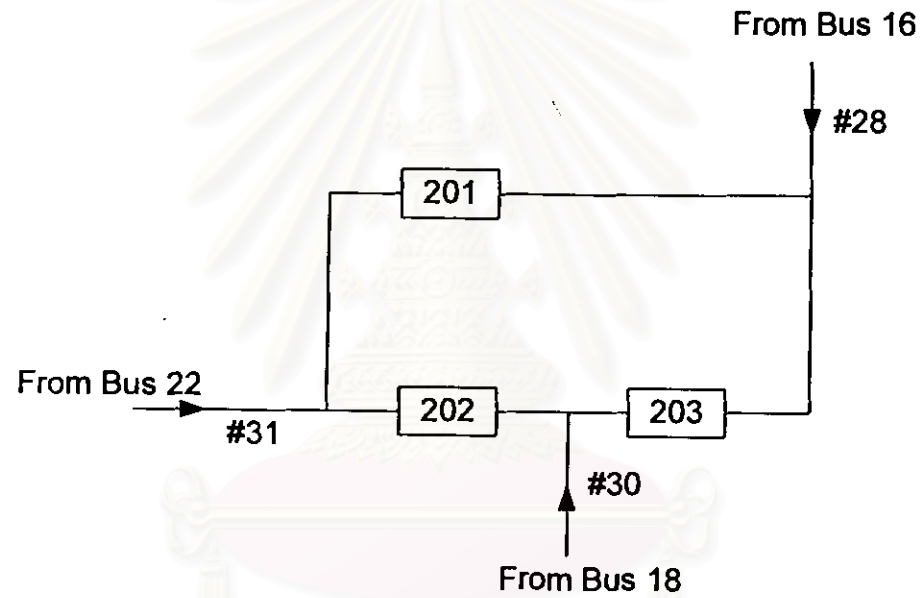




รูปที่ ๘.16 โครงสร้างสถานีไฟฟ้า巴士ที่ 15 ของระบบทดสอบ RTS-79

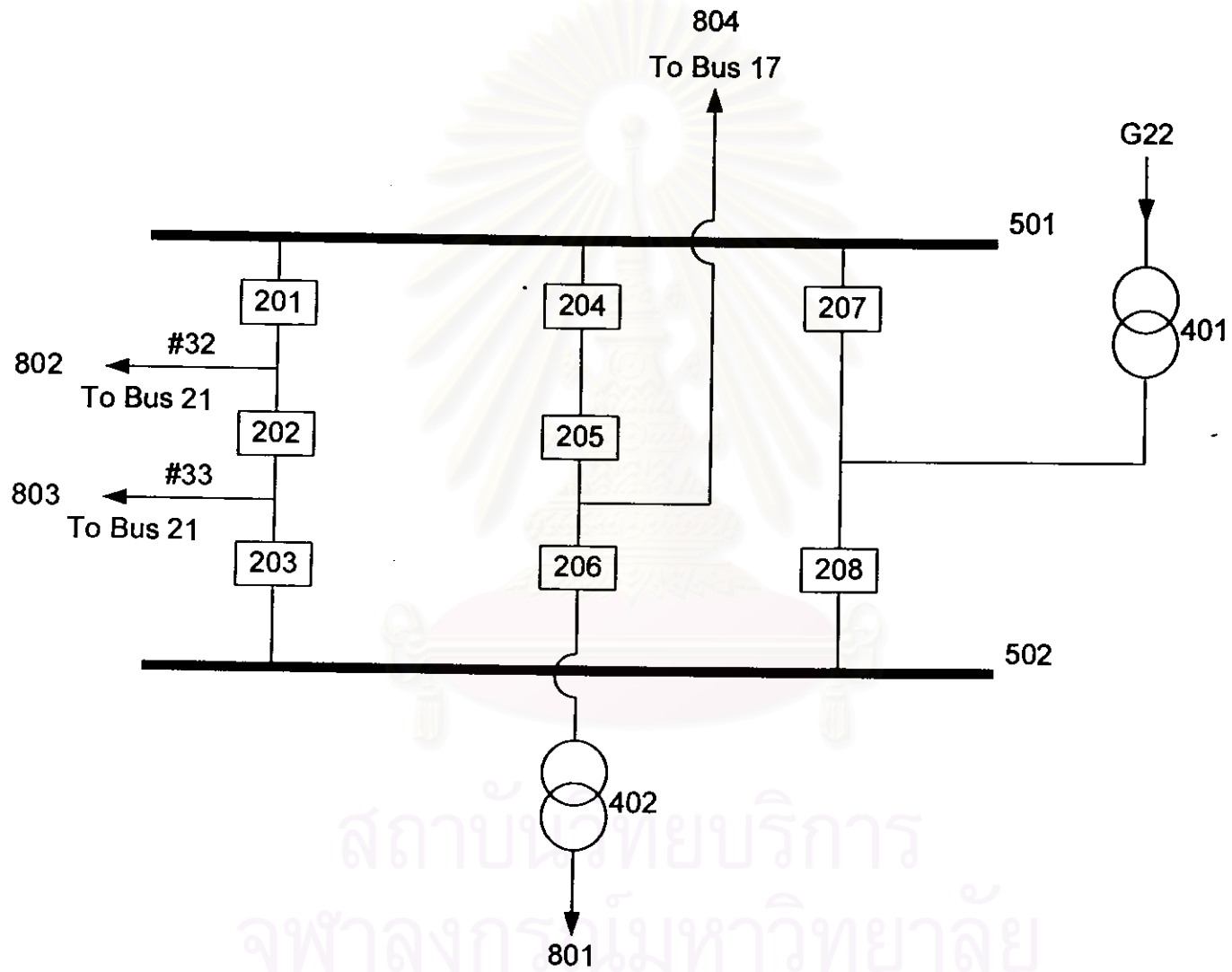


รูปที่ ๘.๑๗ โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ ๑๖ ของระบบทดสอบ RTS-79

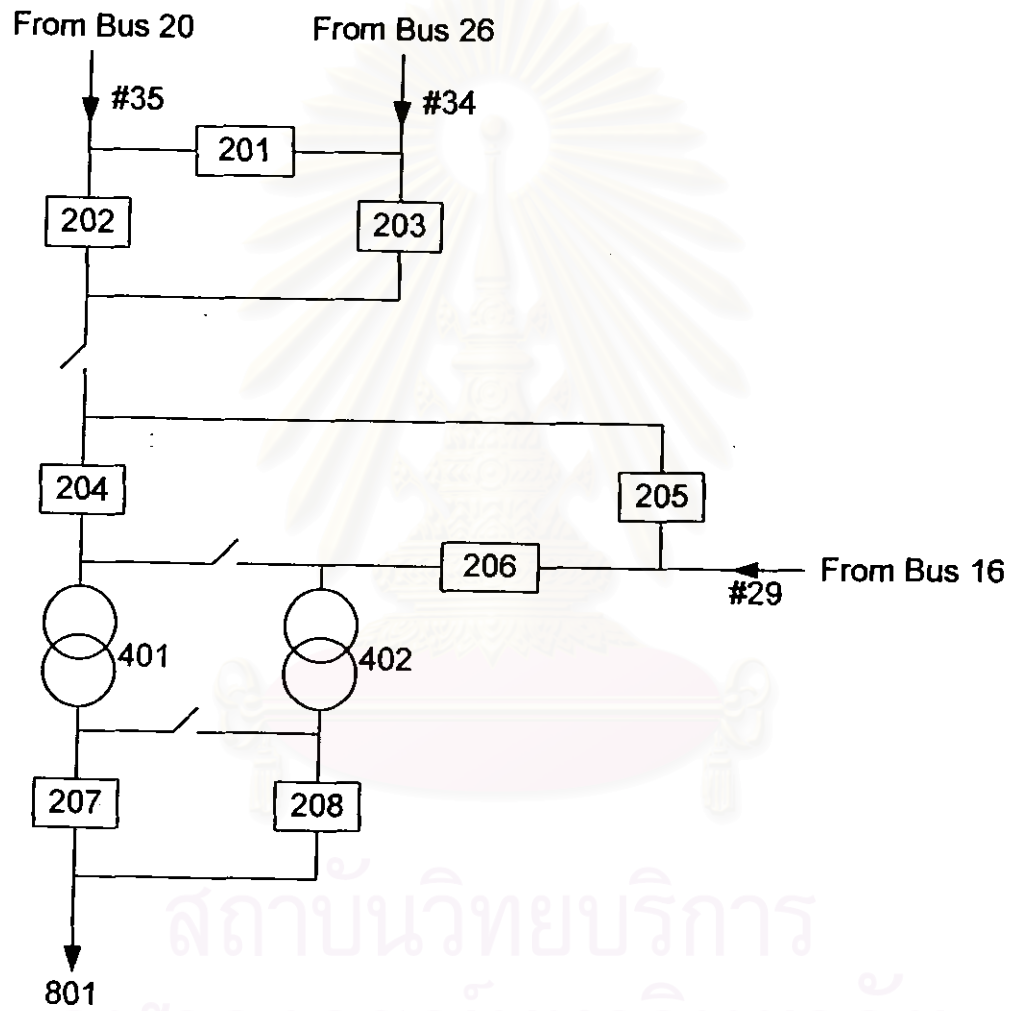


รูปที่ ผ.18 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 17 ของระบบทดสอบ RTS-79

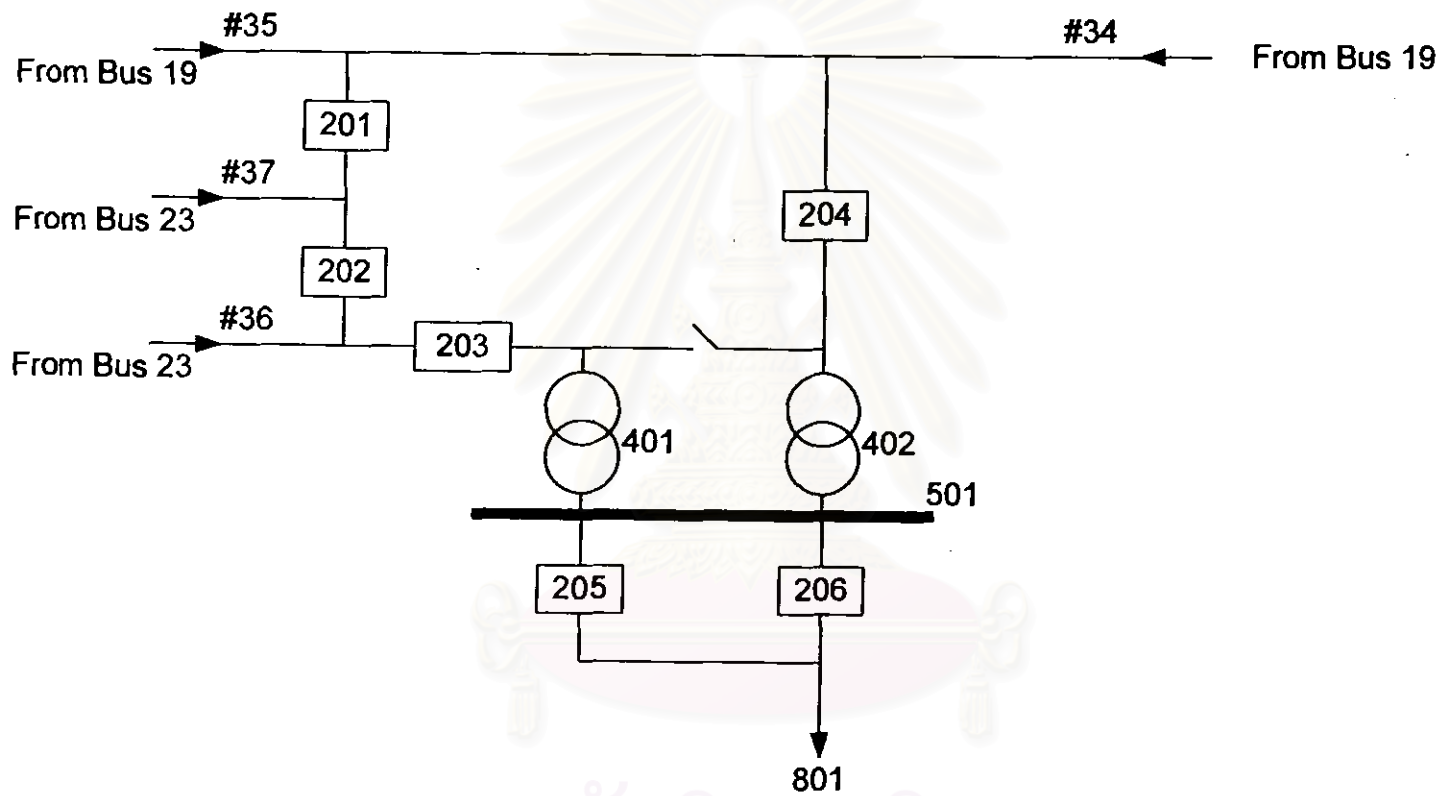
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



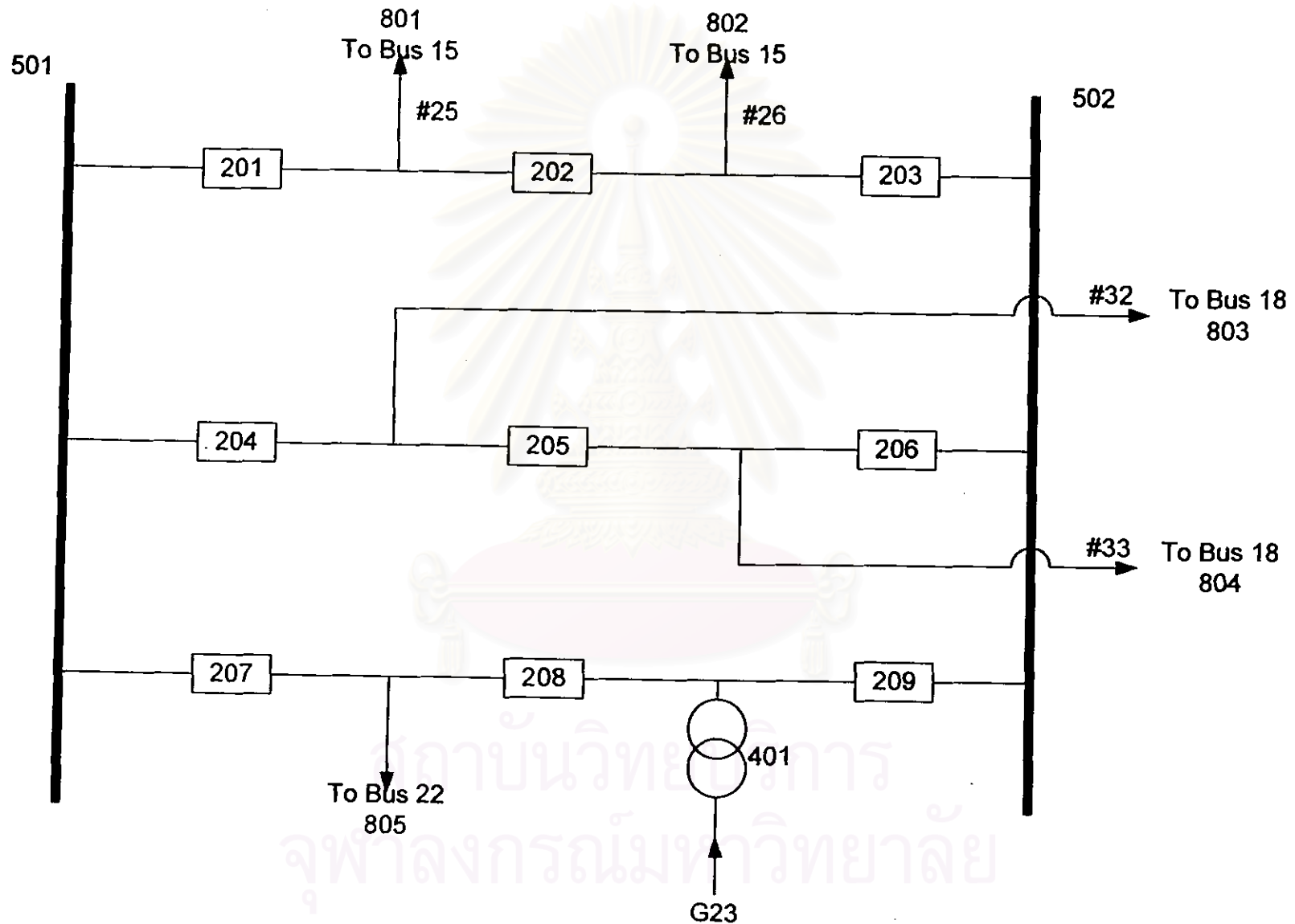
รูปที่ ๘.19 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 18 ของระบบทดสอบ RTS-79



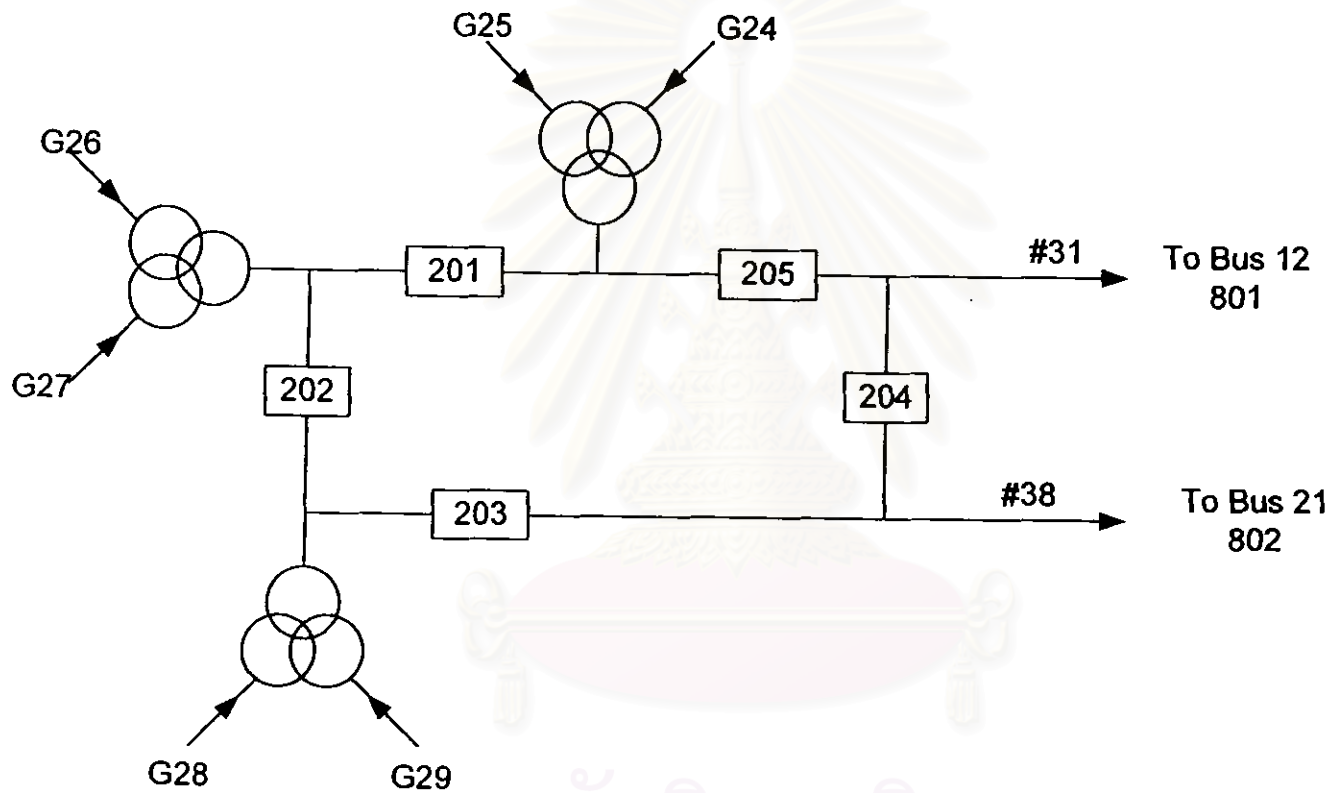
รูปที่ ๘.20 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 19 ของระบบทดสอบ RTS-79



รูปที่ ผ.21 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 20 ของระบบ RTS-79

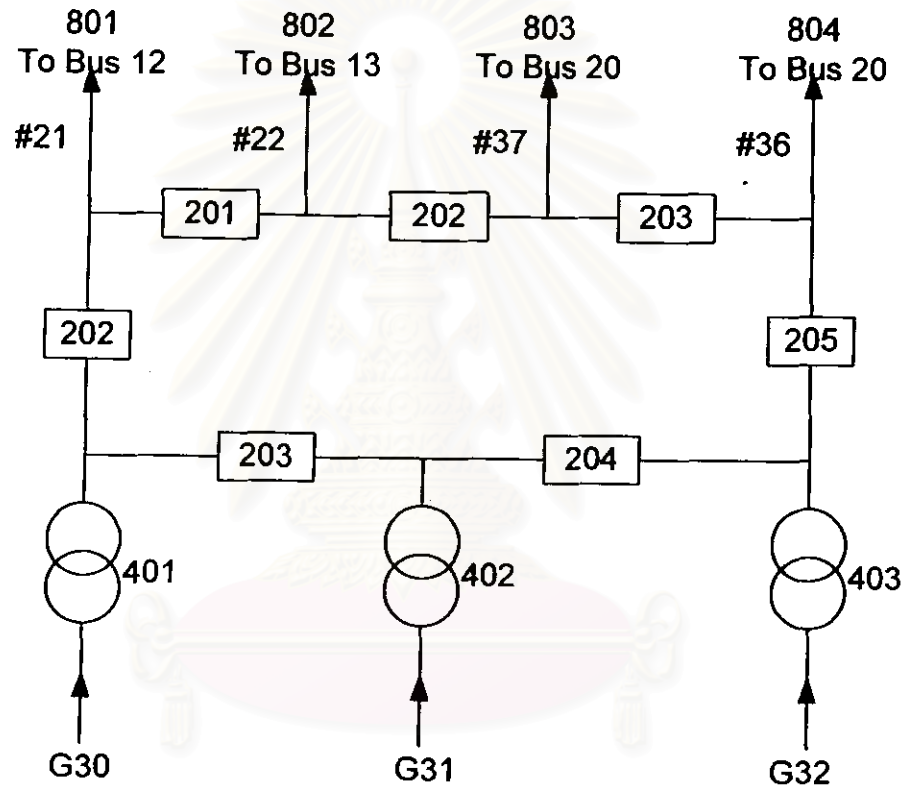


รูปที่ ผ.22 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 21 ของระบบทดสอบ RTS-79



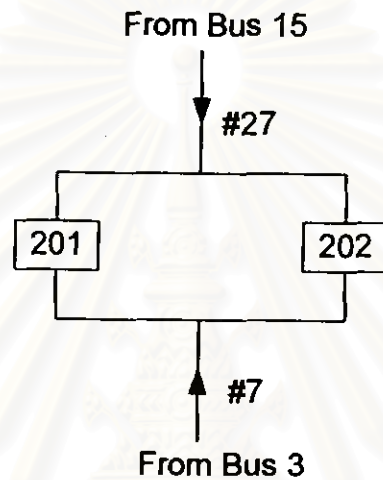
สถาบันวิทยบริการ  
 รูปที่ ผ.23 โครงสร้างสถานีไฟฟ้า巴士 22 ของระบบทดสอบ RTS-79  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ ผ.24 โครงสร้างสถานีไฟฟ้าบัสที่ 23 ของระบบทดสอบ RTS-79

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

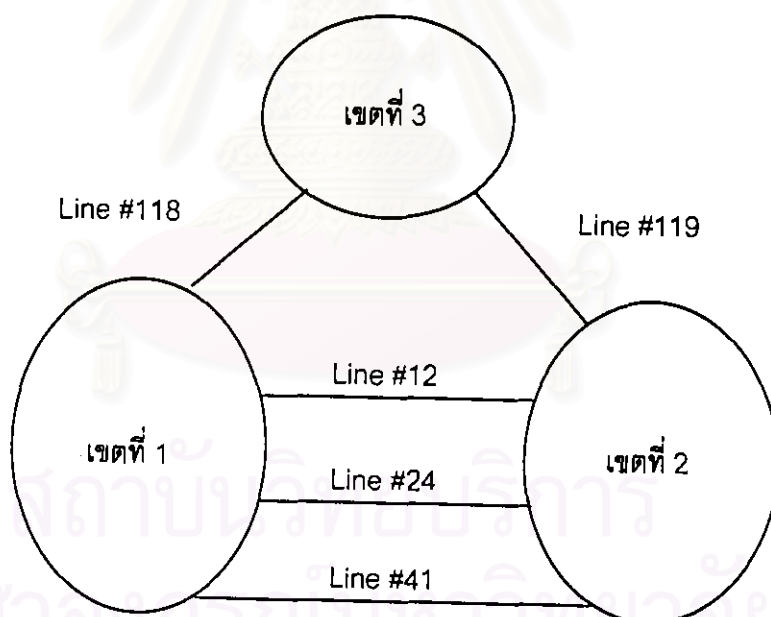


รูปที่ ผ.25 โครงสร้างสถานีไฟฟ้า巴士ที่ 24 ของระบบทดสอบ RTS-79

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผ.2 ระบบทดสอบ IEEE-Reliability Test System ขนาด 73 บัส (RTS-96)

ระบบทดสอบ RTS-96 เป็นระบบทดสอบที่ได้จากการนำระบบทดสอบ RTS-79 3 ระบบมาเชื่อมโยงเป็นระบบเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ ผ.26 และเพิ่มสายส่งแบบดีซี (DC Link) เข้ามาด้วย แต่ในวิทยานิพนธ์นี้จะไม่นำสายส่งแบบดีซีมาพิจารณา จากลักษณะดังกล่าวระบบทดสอบ RTS-96 จึงประกอบด้วยบัสจำนวน 73 บัส(บัสที่ 1 ถึง 24 อยู่ในเขตที่ 1 ส่วนบัสที่ 25 ถึง บัสที่ 48 อยู่ในเขตที่ 2 และบัสที่ 49 ถึง 73 อยู่ในเขตที่ 3) สายส่ง 104 เส้น และหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 16 ตัว กำลังผลิตติดตั้ง 10,215 MW โหลดสูงสุด 8,550 MW ดังรายละเอียดในตารางที่ ผ.4 ผ.5 และ ผ.6 และ รูปที่ ผ.26[19,17] (ข้อมูลสำหรับเขตที่ 3 จะเพิ่มบัสหม้อแปลงขึ้น 1 บัสคือ บัสที่ 73 ซึ่งทำให้เขตที่ 3 มี 25 บัส ส่วนโครงสร้างอื่น ๆ ในเขตที่ 3 ยังคงเหมือนกับระบบ RTS-79 ทุกประการ)



รูปที่ ผ.26 โครงสร้างของระบบทดสอบ RTS-96

สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับสถานีไฟฟ้าของระบบทดสอบ RTS-96 นั้น จะใช้ข้อมูลเดียวกับที่ได้นำเสนอไปแล้วในหัวข้อ ผ.1 ส่วนข้อมูลการล้มเหลวเนื่องจากความไม่พร้อมมูลของสถานีไฟฟ้า สำหรับสายส่งที่เชื่อมโยงระหว่างเขตที่ 1 2 และ 3 จะใช้ค่าประมาณดังแสดงในตารางที่ ผ.7

ตารางที่ ผ.4 ข้อมูล巴士ของระบบ RTS-96

Bus No.	Generation		Load		Pgmax (MW)	Pgmin (MW)
	Pg (MW)	Qg(MVAR)	PI (MW)	QI (MW)		
1	172	0	108	22	192	0
2	172	0	97	20	192	0
3	0	0	180	37	0	0
4	0	0	74	15	0	0
5	0	0	71	14	0	0
6	0	0	136	28	0	0
7	240	0	125	25	300	0
8	0	0	171	35	0	0
9	0	0	175	36	0	0
10	0	0	195	40	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	285.3	0	265	54	591	0
14	0	0	194	39	0	0
15	215	0	317	64	215	0
16	155	0	100	20	155	0
17	0	0	0	0	0	0
18	400	0	333	68	400	0
19	0	0	181	37	0	0
20	0	0	128	26	0	0
21	400	0	0	0	400	0
22	300	0	0	0	300	0
23	660	0	0	0	660	0
24	0	0	0	0	0	0
25	172	0	108	22	192	0

ตารางที่ ผ.4 ข้อมูลบัตรของระบบ RTS-96 (ต่อ)

Bus No.	Generation		Load		Pgmax (MW)	Pgmin (MW)
	Pg (MW)	Qg(MVAR)	Pl (MW)	Ql (MW)		
26	172	0	97	20	192	0
27	0	0	180	37	0	0
28	0	0	74	15	0	0
29	0	0	71	14	0	0
30	0	0	136	28	0	0
31	240	0	125	25	300	0
32	0	0	171	35	0	0
33	0	0	175	36	0	0
34	0	0	195	40	0	0
35	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
37	285.3	0	265	54	591	0
38	0	0	194	39	0	0
39	215	0	317	64	215	0
40	155	0	100	20	155	0
41	0	0	0	0	0	0
42	400	0	333	68	400	0
43	0	0	181	37	0	0
44	0	0	128	26	0	0
45	400	0	0	0	400	0
46	300	0	0	0	300	0
47	660	0	0	0	660	0
48	0	0	0	0	0	0
49	172	0	108	22	192	0
50	172	0	97	20	192	0

ตารางที่ ผ.4 ข้อมูล巴士ของระบบ RTS-96 (ต่อ)

Bus No.	Generation		Load		Pgmax (MW)	Pgmin (MW)
	Pg (MW)	Qg(MVAR)	Pl (MW)	Ql (MW)		
51	0	0	180	37	0	0
52	0	0	74	15	0	0
53	0	0	71	14	0	0
54	0	0	136	28	0	0
55	240	0	125	25	300	0
56	0	0	171	35	0	0
57	0	0	175	36	0	0
58	0	0	195	40	0	0
59	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
61	285.3	0	265	54	591	0
62	0	0	194	39	0	0
63	215	0	317	64	215	0
64	155	0	100	20	155	0
65	0	0	0	0	0	0
66	400	0	333	68	400	0
67	0	0	181	37	0	0
68	0	0	128	26	0	0
69	400	0	0	0	400	0
70	300	0	0	0	300	0
71	660	0	0	0	660	0
72	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-96

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (p.u.)	$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
1	1	2	0.0026	0.0139	0.4611	1.75	0.240	547.500
2	1	3	0.0546	0.2112	0.0572	1.75	0.510	876.000
3	1	5	0.0218	0.0845	0.0229	1.75	0.330	876.000
4	2	4	0.0328	0.1267	0.0343	1.75	0.390	876.000
5	2	6	0.0497	0.1920	0.0520	1.75	0.480	876.000
6	3	9	0.0308	0.1190	0.0322	1.75	0.380	876.000
7	3	24	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
8	4	9	0.0268	0.1037	0.0281	1.75	0.360	876.000
9	5	10	0.0223	0.0883	0.0239	1.75	0.340	876.000
10	6	10	0.0139	0.0605	2.4590	1.75	0.330	250.286
11	7	8	0.0159	0.0614	0.0166	1.75	0.300	876.000
12	7	27	0.0417	0.1613	0.0436	1.75	0.440	876.000
13	8	9	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
14	8	10	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
15	9	11	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
16	9	12	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
17	10	11	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
18	10	12	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
19	11	13	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
20	11	14	0.0054	0.0418	0.0879	5.00	0.390	796.364
21	12	13	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
22	12	23	0.0124	0.0966	0.0203	5.00	0.520	796.364
23	13	23	0.0111	0.0865	0.1818	5.00	0.490	796.364
24	13	39	0.0096	0.0749	0.1575	5.00	0.470	796.364
25	14	16	0.0050	0.0389	0.0818	5.00	0.380	796.364

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-96(ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (p.u.)	$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
26	15	16	0.0020	0.0173	0.0364	5.00	0.330	796.364
27	15	21	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
28	15	21	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
29	15	24	0.0067	0.0519	0.1091	5.00	0.410	796.364
30	16	17	0.0033	0.0259	0.0545	5.00	0.350	796.364
31	16	19	0.0030	0.0231	0.0970	5.00	0.340	796.364
32	17	18	0.0018	0.0144	0.0303	5.00	0.320	796.364
33	17	22	0.0135	0.1053	0.2212	5.00	0.540	796.364
34	18	21	0.0033	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
35	18	21	0.0030	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
36	19	20	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364
37	19	20	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364
38	20	23	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364
39	20	23	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364
40	21	22	0.0087	0.0678	0.1424	5.00	0.450	796.364
41	23	17	0.0095	0.0735	0.1545	5.00	0.460	796.364
42	25	26	0.0026	0.0139	0.4611	1.75	0.240	547.500
43	25	27	0.0546	0.2112	0.0572	1.75	0.510	876.000
44	25	29	0.0218	0.0845	0.0229	1.75	0.330	876.000
45	26	28	0.0328	0.1267	0.0343	1.75	0.390	876.000
46	26	30	0.0497	0.1920	0.0520	1.75	0.480	876.000
47	27	33	0.0308	0.1190	0.0322	1.75	0.380	876.000
48	27	48	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
49	28	33	0.0268	0.1037	0.0281	1.75	0.360	876.000
50	29	34	0.0223	0.0883	0.0239	1.75	0.340	876.000



ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-96(ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (p.u.)	$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
51	30	34	0.0139	0.0605	2.4590	1.75	0.330	250.286
52	31	32	0.0159	0.0614	0.0166	1.75	0.300	876.000
53	32	33	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
54	32	34	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
55	33	35	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
56	33	36	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
57	34	35	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
58	34	36	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
59	35	37	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
60	35	38	0.0054	0.0418	0.0879	5.00	0.390	796.364
61	36	37	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
62	36	47	0.0124	0.0966	0.0203	5.00	0.520	796.364
63	37	47	0.0111	0.0865	0.1818	5.00	0.490	796.364
64	38	40	0.0050	0.0389	0.0818	5.00	0.380	796.364
65	39	40	0.0020	0.0173	0.0364	5.00	0.330	796.364
66	39	45	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
67	39	45	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
68	39	48	0.0067	0.0519	0.1091	5.00	0.410	796.364
69	40	41	0.0033	0.0259	0.0545	5.00	0.350	796.364
70	40	43	0.0030	0.0231	0.0970	5.00	0.340	796.364
71	41	42	0.0018	0.0144	0.0303	5.00	0.320	796.364
72	41	46	0.0135	0.1053	0.2212	5.00	0.540	796.364
73	42	45	0.0033	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
74	42	45	0.0030	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
75	43	44	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-96(ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (p.u.)	$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
76	43	44	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364
77	44	47	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364
78	44	47	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364
79	45	46	0.0087	0.0678	0.1424	5.00	0.450	796.364
80	49	50	0.0026	0.0139	0.4611	1.75	0.240	547.500
81	49	51	0.0546	0.2112	0.0572	1.75	0.510	876.000
82	49	53	0.0218	0.0845	0.0229	1.75	0.330	876.000
83	50	52	0.0328	0.1267	0.0343	1.75	0.390	876.000
84	50	54	0.0497	0.1920	0.0520	1.75	0.480	876.000
85	51	57	0.0308	0.1190	0.0322	1.75	0.380	876.000
86	51	72	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
87	52	57	0.0268	0.1037	0.0281	1.75	0.360	876.000
88	53	58	0.0223	0.0883	0.0239	1.75	0.340	876.000
89	54	58	0.0139	0.0605	2.4590	1.75	0.330	250.286
90	55	56	0.0159	0.0614	0.0166	1.75	0.300	876.000
91	56	57	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
92	56	58	0.0427	0.1651	0.0447	1.75	0.440	876.000
93	57	59	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
94	57	60	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
95	58	59	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
96	58	60	0.0023	0.0839	0	4.00	0.020	11.406
97	59	61	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
98	59	62	0.0054	0.0418	0.0879	5.00	0.390	796.364
99	60	61	0.0061	0.0476	0.0999	5.00	0.400	796.364
100	60	71	0.0124	0.0966	0.0203	5.00	0.520	796.364

ตารางที่ ผ.5 ข้อมูลสายส่งและหม้อแปลงของระบบ RTS-96(ต่อ)

Line No.	From	To	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating (p.u.)	$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
101	61	71	0.0111	0.0865	0.1818	5.00	0.490	796.364
102	62	64	0.0050	0.0389	0.0818	5.00	0.380	796.364
103	63	64	0.0020	0.0173	0.0364	5.00	0.330	796.364
104	63	69	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
105	63	69	0.0063	0.0490	0.1030	5.00	0.410	796.364
106	63	72	0.0067	0.0519	0.1091	5.00	0.410	796.364
107	64	65	0.0033	0.0259	0.0545	5.00	0.350	796.364
108	64	67	0.0030	0.0231	0.0970	5.00	0.340	796.364
109	65	66	0.0018	0.0144	0.0303	5.00	0.320	796.364
110	65	70	0.0135	0.1053	0.2212	5.00	0.540	796.364
111	66	69	0.0033	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
112	66	69	0.0030	0.0259	0.05054	5.00	0.350	796.364
113	67	68	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364
114	67	68	0.0051	0.0396	0.0833	5.00	0.380	796.364
115	68	71	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364
116	68	71	0.0028	0.0216	0.0455	5.00	0.340	796.364
117	69	70	0.0087	0.0678	0.1424	5.00	0.450	796.364
118	73	21	0.0124	0.0965	0.2030	5.00	0.520	796.364
119	64	71	0.0133	0.1037	0.2182	5.00	0.530	796.364
120	71	73	0.0001	0.0092	0	7.22	0.020	11.406

ตารางที่ ผ.6 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบทดสอบ RTS-96

Generator Group	Bus Connect	Number of Unit	Cap. Of each Unit (MW)	MVAR		$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
				Max	Min		
1	1	2	20	10	0	19.467	175.2
2	1	2	76	30	-25	4.469	219.0
3	2	2	20	10	0	19.467	175.2
4	2	2	76	30	-25	4.469	219.0
5	7	3	100	60	0	7.300	175.2
6	13	3	197	80	0	9.221	175.2
7	15	5	12	6	0	2.980	146.0
8	15	1	155	80	-50	9.125	219.0
9	16	1	155	80	-50	9.125	219.0
10	18	1	400	200	-50	7.964	58.4
11	21	1	400	200	-50	7.964	58.4
12	22	6	50	16	-10	4.424	438.0
13	23	2	155	80	-50	9.125	219.0
14	23	1	350	150	-25	7.617	87.6
15	25	2	20	10	0	19.467	175.2
16	25	2	76	30	-25	4.469	219.0
17	26	2	20	10	0	19.467	175.2
18	26	2	76	30	-25	4.469	219.0
19	31	3	100	60	0	7.300	175.2
20	37	3	197	80	0	9.221	175.2
21	39	5	12	6	0	2.980	146.0
22	39	1	155	80	-50	9.125	219.0
23	40	1	155	80	-50	9.125	219.0
24	42	1	400	200	-50	7.964	58.4
25	45	1	400	200	-50	7.964	58.4

ตารางที่ ผ.6 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของระบบทดสอบ RTS-96(ต่อ)

Generator Group	Bus Connect	Number of Unit	Cap. Of each Unit (MW)	MVAR		$\lambda$ (f/yr)	$\mu$ (r/yr)
				Max	Min		
26	46	6	50	16	-10	4.424	438.0
27	47	2	155	80	-50	9.125	219.0
28	47	1	350	150	-25	7.617	87.6
29	49	2	20	10	0	19.467	175.2
30	49	2	76	30	-25	4.469	219.0
31	50	2	20	10	0	19.467	175.2
32	50	2	76	30	-25	4.469	219.0
33	55	3	100	60	0	7.300	175.2
34	61	3	197	80	0	9.221	175.2
35	63	5	12	6	0	2.980	146.0
36	63	1	155	80	-50	9.125	219.0
37	64	1	155	80	-50	9.125	219.0
38	66	1	400	200	-50	7.964	58.4
39	69	1	400	200	-50	7.964	58.4
40	70	6	50	16	-10	4.424	438.0
41	71	2	155	80	-50	9.125	219.0
42	71	1	350	150	-25	7.617	87.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.7 ข้อมูลการล้มเหลวเนื่องจากความไม่พร้อมมูลของสถานีไฟฟ้าสำหรับสายส่งที่  
เชื่อมโยงระหว่างเขตที่ 1 2 และ 3 ของระบบทดสอบ RTS-96

หมายเลข สายส่ง	ความถี่ของ การล้มเหลว (ครั้ง/ปี)	ระยะเวลา ซ่อมแซม (ชั่วโมง)	ความไม่พร้อมมูล (ชั่วโมง/ปี)	ความไม่พร้อมมูล (ความน่าจะเป็น)
12	0.05360054	1.000005224	0.05360082	6.11882E-06
24	0.06104137	1.000009829	0.06104197	6.96826E-06
41	0.06328326	1.000013906	0.06328414	7.22422E-06
118	0.05840054	1.000004794	0.05840082	6.66676E-06
119	0.05840054	1.000004794	0.05840082	6.66676E-06

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ประวัติผู้เขียน

นายกิติศักดิ์ ม่วงเงิน เกิดวันที่ 10 สิงหาคม 2520 ที่ อำเภอสรรพพยา จังหวัดชัยนาท สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2540 จากนั้นได้ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยในระหว่างที่ศึกษาอยู่ในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้รับทุนการศึกษาจากศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย