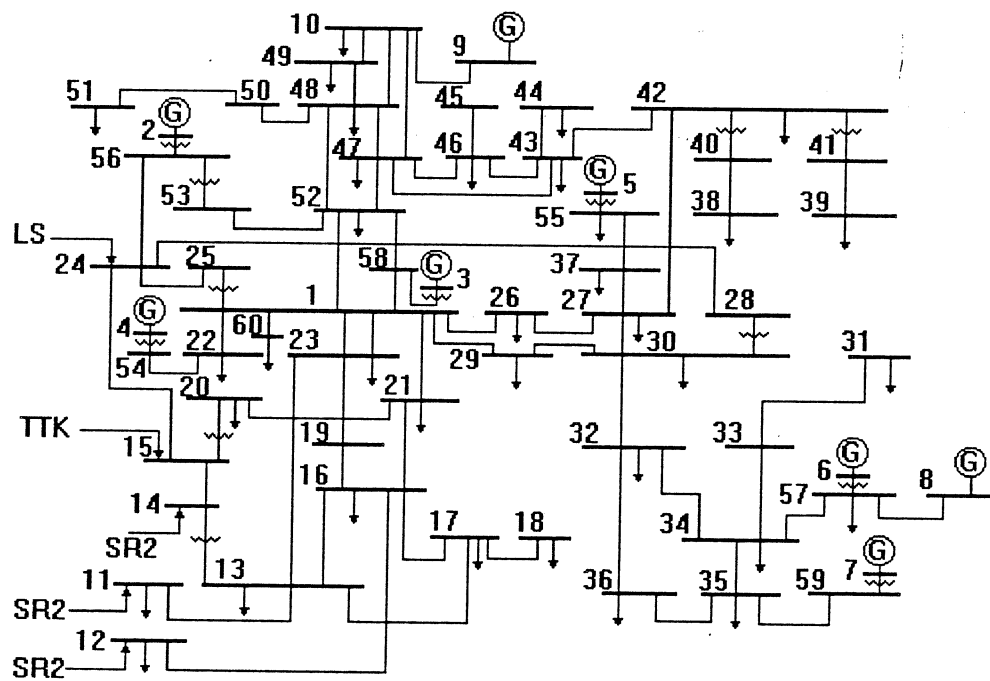


บทที่ 5

การปรับปรุงเสถียรภาพระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ. ในระบบเครื่องจักรหลายตัว

5.1 กรณีแรกให้ KK1 เป็นบัสอนันต์



ภาพที่ 5.1 แสดงแผนภาพเส้นเดียวของระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ.
เมื่อให้ KK1 เป็นบัสอนันต์

จากภาพที่ 5.1 แสดงระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ. โดยที่ให้ KK1 เป็นบัสอนันต์ สำหรับค่าพารามิเตอร์ของระบบแสดงในภาคผนวก ข. โดยใช้โปรแกรม MPAR(ดูภาคผนวก ง.) จะได้ค่าพารามิเตอร์ K_{1ij} , K_{2ij} , ..., K_{6ij} ($i, j = 1, 2, \dots, 8$) ของแบบจำลองเชิงเส้นระบบเครื่องจักรหลายตัว และแสดงเฉพาะ K_{1ij} ตามตารางที่ 5.1

ในการจัดเรียงตัวแปรสแตท $x = [\Delta\omega_1 \ \Delta\omega_2 \ \dots \ \Delta\omega_8 \ \Delta\delta_i \ \Delta E'_i \ \Delta E_{FDi} \ \Delta V_{Ri} \ \Delta V_{Fi}]^T$; $i = 1, 2, \dots, 8$ หาค่าเฉพาะของเมตริกซ์ระบบ A โดยใช้โปรแกรม EIG(ดูภาคผนวก ง.) ซึ่งเรียกใช้ซับรูทีน EISPACK(1983)เป็นโปรแกรมซับรูทีนที่ใช้ในการหาค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะสำหรับเมตริกซ์จำนวนจริงทั่วไป ขนาด $n \times n$ ได้ค่าเฉพาะของระบบตามตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 พารามิเตอร์ K_{ij} ; $i, j = 1, 2, \dots, 8$ ในกรณีแรก

4.0430	-0.5301	-0.5253	-0.0685	-0.3869	-0.6931	-0.1934	-1.6456
-0.4692	0.6164	-0.0220	-0.0026	-0.0149	-0.0260	-0.0069	-0.0747
-0.4388	-0.0210	0.5726	-0.0026	-0.0152	-0.0261	-0.0067	-0.0622
-0.0795	-0.0035	-0.0038	0.1115	-0.0038	-0.0071	-0.0021	-0.0117
-0.3127	-0.0139	-0.0150	-0.0028	0.6470	-0.1694	-0.0895	-0.0438
-0.6714	-0.0296	-0.0317	-0.0060	-0.1822	1.1371	-0.1229	-0.0934
-0.2794	-0.0117	-0.0121	-0.0027	-0.1418	-0.1555	0.6403	-0.0372
-1.5055	-0.0764	-0.0661	-0.0092	-0.0478	-0.0853	-0.0236	1.8139

ตารางที่ 5.2 ค่าเจาะจงของระบบในกรณีแรก

ตัวที่	ค่าเจาะจง		ω_n	การหน่วง
1	- 80.8245	+ j 134.3260	156.76758	0.51557
2	- 80.8245	- j 134.3260	156.76758	0.51557
3	- 33.6690	+ j 9.9026	35.09505	0.95937
4	- 33.6690	- j 9.9026	35.09505	0.95937
5	- 17.7765	+ j 0.0000	17.77650	1.00000
6	- 11.1511	+ j 9.1433	14.42033	0.77329
7	- 11.1511	- j 9.1433	14.42033	0.77329
8	- 11.7548	+ j 5.6532	13.04354	0.90120
9	- 11.7548	- j 5.6532	13.04354	0.90120
10	- 8.5951	+ j 8.1056	11.81429	0.72752
11	- 8.5951	- j 8.1056	11.81429	0.72752
12	- 8.3429	+ j 7.9393	11.51678	0.72441
13	- 8.3429	- j 7.9393	11.51678	0.72441
14	- 7.9657	+ j 7.5517	10.97631	0.72571
15	- 7.9657	- j 7.5517	10.97631	0.72571
16	- 0.0884	+ j 10.7847	10.78506	0.00820
17	- 0.0884	- j 10.7847	10.78506	0.00820
18	- 0.0706	+ j 9.4107	9.41093	0.00750
19	- 0.0706	- j 9.4107	9.41093	0.00750

ตารางที่ 5.2 ค่าเจาะจงของระบบในกรณีแรก (ต่อ)

ตัวที่	ค่าเจาะจง		ω_n	การหน่วง
20	- 0.1378	+ j 9.1711	9.17212	0.01502
21	- 0.1378	- j 9.1711	9.17212	0.01502
22	- 0.1236	+ j 7.5190	7.52004	0.01644
23	- 0.1236	- j 7.5190	7.52004	0.01644
24	- 0.2792	+ j 7.1828	7.18823	0.03885
25	- 0.2792	- j 7.1828	7.18823	0.03885
26	- 0.0575	+ j 6.4611	6.46136	0.00890
27	- 0.0575	- j 6.4611	6.46136	0.00890
28	-0.0239	+ j 5.7639	5.76398	0.00414
29	-0.0239	- j 5.7639	5.76398	0.00414
30	- 2.6422	+ j 5.0290	5.68083	0.46511
31	- 2.6422	- j 5.0290	5.68083	0.46511
32	- 0.9885	+ j 1.8326	2.08219	0.47473
33	- 0.9885	- j 1.8326	2.08219	0.47473
34	- 1.7365	+ j 0.0000	1.73651	1.00000
35	- 1.0651	+ j 1.5198	1.85580	0.57390
36	- 1.0651	- j 1.5198	1.85580	0.57390
37	0.0000	+ j 0.0093	0.00933	0.00002
38	0.0000	- j 0.0093	0.00933	0.00002
39	- 0.2834	+ j 0.4210	0.50747	0.55847
40	- 0.2834	- j 0.4210	0.50747	0.55847
41	- 0.8327	+ j 1.1544	1.42338	0.58498
42	- 0.8327	- j 1.1544	1.42338	0.58498
43	- 0.9241	+ j 0.9802	1.34714	0.68595
44	- 0.9241	- j 0.9802	1.34714	0.68595
45	- 0.4999	+ j 0.9804	1.10049	0.45429
46	- 0.4999	- j 0.9804	1.10049	0.45429
47	- 0.6092	+ j 0.8402	1.03782	0.58699
48	- 0.6092	- j 0.8402	1.03782	0.58699

จากค่าเงาจะงทั้งหมดถึงแม้จะทราบว่าปกติค่าอัตราส่วนการหน่วงของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าจะมีค่าต่ำสุด หรือค่าประมาณของ

$$\omega_{ni} = \sqrt{\frac{2\pi f \times K_{lii}}{M_i}} \quad \text{เรเดียน/วินาที} \quad (5.1)$$

โดยที่สมการ (5.1) ไม่คิดการกระทำระหว่างกันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า [12,17] แต่ก็เป็นการยากที่จะระบุให้ชัดเจนลงไปว่าค่าเงาจะงของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าเป็นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวใด โดยเฉพาะระบบกำลังไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ จึงต้องใช้ค่าพาร์ทิซิเพชัน แฟกเตอร์ เป็นตัวชี้บอก โดยใช้โปรแกรม PCP2(ดูภาคผนวก ง.) ได้ผลตามตารางที่ 5.3 ซึ่งแสดงเฉพาะค่าที่ตัวแปรสเตท $\Delta\delta_i$

ตารางที่ 5.3 ค่าพาร์ทิซิเพชัน แฟกเตอร์ ของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าในกรณีแรก

ตัวที่	$\Delta\delta_1$	$\Delta\delta_2$	$\Delta\delta_3$	$\Delta\delta_4$	$\Delta\delta_5$	$\Delta\delta_6$	$\Delta\delta_7$	$\Delta\delta_8$
16	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.3714	0.2748	0.0011	0.0000
18	0.0033	0.0001	0.0004	0.0133	0.0954	0.1398	0.0823	0.0003
20	0.0031	0.0000	0.0004	0.7961	0.0070	0.0121	0.0126	0.0003
22	0.0217	0.0002	0.8670	0.0000	0.0005	0.0004	0.0073	0.0010
24	0.0159	0.0000	0.0010	0.0001	0.0313	0.0341	0.1953	0.0002
26	0.0920	0.0002	0.0006	0.0000	0.0005	0.0008	0.0017	0.6465
28	0.0190	0.4650	0.0003	0.0000	0.0002	0.0004	0.0006	0.0037
37	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

จะเห็นได้ว่าค่าเงาจะงตัวที่ 16 $\lambda = -0.0884 + j10.7847$ ให้ค่าพาร์ทิซิเพชัน แฟกเตอร์ที่ตัวแปรสเตท $\Delta\delta_5$ สูงที่สุด เท่ากับ 0.3714 ซึ่งเป็นตำแหน่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชื่อมสิรินธร (SRD) ดังนั้น $\lambda = -0.0884 \pm j10.7847$ จึงเป็นค่าเงาจะงของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าของ SRD และโหมดเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดแสดงในตารางที่ 5.4

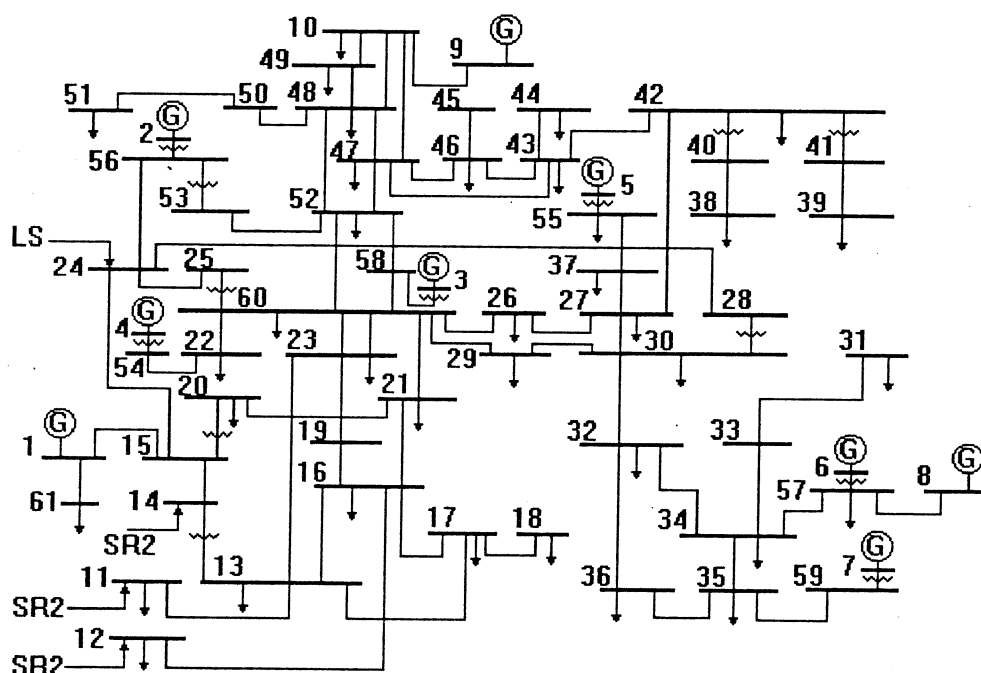
จากสมการ (5.1) ค่า ω_n ของโหมดเครื่องกลไฟฟ้าของ NPCC ควรจะประมาณ 3.45195 เรเดียน/วินาที แต่จากผลของโปรแกรม EIG ได้ค่า $\omega_n = 0.00933$ เรเดียน/วินาที และ $\lambda = +0.0000 \pm j 0.0093$ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าศูนย์ ซึ่งสอดคล้องกับ[1] ในกรณีพิเศษที่กำหนดให้ $D_i = 0$ เรียกว่าการหน่วงสม่ำเสมอ(uniform damping) จะทำให้เกิดค่าเงาจะงที่มีค่าเท่ากับศูนย์ สำหรับค่า

เจาะจงที่แตกต่างกันเล็กน้อยเกิดจากการใช้ตัวแปรสเกต $\Delta\delta_i$ แทน $\Delta\delta_{ij}$ (j = เครื่องจักรอ้างอิง)
 ทำให้ในกรณีนี้ไม่ทราบค่า ω_n ของ NPCC จึงได้ขยายระบบเป็นกรณีที่สอง ในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 5.4 โมเดลเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดในกรณีแรก

อันดับ	ชื่อ	ตัวที่	ค่าเจาะจง	ω_n	การทวน
1	NPCC	37, 38	$+ 0.0000 \pm j 0.0093$	0.00933	0.00002
2	URH	28, 29	$- 0.0239 \pm j 5.7639$	5.76398	0.00414
3	CLBH	22, 23	$- 0.1236 \pm j 7.5190$	7.52004	0.01644
4	NPH	20, 21	$- 0.1378 \pm j 9.1711$	9.17212	0.01502
5	SRDH	16, 17	$- 0.0884 \pm j 10.7847$	10.78506	0.00820
6	PMNH	18, 19	$- 0.0706 \pm j 9.4107$	9.41093	0.00750
7	XSET	24, 25	$- 0.2792 \pm j 7.1828$	7.18823	0.03885
8	NNG	26, 27	$- 0.0575 \pm j 6.4611$	6.46136	0.00890

5.2 กรณีที่สองให้ TTK เป็นบัสอนันต์



ภาพที่ 5.2 แสดงแผนภาพเส้นเดียวของระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ.
 เมื่อให้ TTK เป็นบัสอนันต์

จากภาพที่ 5.2 แสดงระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ. โดยที่ให้ TTK เป็นบัสอนันต์ สำหรับค่าพารามิเตอร์ของระบบแสดงในภาคผนวก ก. โดยใช้โปรแกรม MPAR จะได้ค่าพารามิเตอร์ K_{1ij} , K_{2ij} , ..., K_{6ij} ($i, j = 1, 2, \dots, 9$) ของแบบจำลองเชิงเส้นระบบเครื่องจักรหลายตัว และแสดงเฉพาะ K_{1ij} ตามตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 พารามิเตอร์ K_{1ij} ; $i, j = 1, 2, \dots, 9$ ในกรณีที่สอง

6.1756	-4.7919	-0.1778	-0.1765	-0.0271	-0.1286	-0.2510	-0.0821	-0.5405
-5.0366	7.8609	-0.3712	-0.3442	-0.0517	-0.2549	-0.4888	-0.1555	-1.1580
-0.1781	-0.3457	0.6302	-0.0149	-0.0020	-0.0097	-0.0183	-0.0056	-0.0558
-0.1752	-0.3122	-0.0147	0.5803	-0.0020	-0.0098	-0.0182	-0.0055	-0.0428
-0.0312	-0.0571	-0.0024	-0.0025	0.1119	-0.0029	-0.0057	-0.0019	-0.0083
-0.1249	-0.2232	-0.0093	-0.0097	-0.0023	0.6488	-0.1613	-0.0881	-0.0299
-0.2672	-0.4805	-0.0199	-0.0205	-0.0050	-0.1716	1.1494	-0.1208	-0.0639
-0.1101	-0.2036	-0.0080	-0.0081	-0.0023	-0.1387	-0.1506	0.6475	-0.0261
-0.5502	-1.1044	-0.0567	-0.0438	-0.0071	-0.0316	-0.0603	-0.0191	1.8733

ในการจัดเรียงตัวแปรสแตต $x = [\Delta\omega_1 \ \Delta\omega_2 \ \dots \ \Delta\omega_9 \ \Delta\delta_i \ \Delta E'_q \ \Delta E_{FDi} \ \Delta V_{Ri} \ \Delta V_{Fi}]^T$; $i = 1, 2, \dots, 9$ ในทำนองเดียวกับหัวข้อ 5.1 หากค่าเงาของเมตริกซ์ระบบ A ได้ตามตารางที่ 5.6, หากค่าพาร์ทิซิเพชัน แฟกเตอร์ ได้ตามตารางที่ 5.7 และโมดเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดแสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.6 ค่าเงาของระบบในกรณีที่สอง

ตัวที่	ค่าเงา		ω_n	การหน่วง
1	- 80.8396	+ j 134.3365	156.78430	0.51561
2	- 80.8396	- j 134.3365	156.78430	0.51561
3	- 25.4738	+ j 29.5767	39.03452	0.65260
4	- 25.4738	- j 29.5767	39.03452	0.65260
5	- 33.6692	+ j 9.9057	35.09615	0.95934
6	- 33.6692	- j 9.9057	35.09615	0.95934
7	- 17.7640	+ j 0.0000	17.76403	1.00000

ตารางที่ 5.6 ค่าเจาะจงของระบบในกรณีที่สอง (ต่อ)

ตัวที่	ค่าเจาะจง	ω_n	การหน่วง
8	- 11.2550 + j 9.2777	14.58598	0.77163
9	- 11.2550 - j 9.2777	14.58598	0.77163
10	- 11.7659 + j 5.6707	13.06115	0.90083
11	- 11.7659 - j 5.6707	13.06115	0.90083
12	- 8.6050 + j 8.1150	11.82792	0.72752
13	- 8.6050 - j 8.1150	11.82792	0.72752
14	- 8.3577 + j 7.9540	11.53766	0.72438
15	- 8.3577 - j 7.9540	11.53766	0.72438
16	- 8.0234 + j 7.6137	11.06089	0.72538
17	- 8.0234 - j 7.6137	11.06089	0.72538
18	- 0.0898 + j 10.7637	10.76404	0.00834
19	- 0.0898 - j 10.7637	10.76404	0.00834
20	- 0.0796 + j 9.4418	9.44215	0.00843
21	- 0.0796 - j 9.4418	9.44215	0.00843
22	- 0.1491 + j 9.1891	9.19034	0.01623
23	- 0.1491 - j 9.1891	9.19034	0.01623
24	- 0.1318 + j 7.5326	7.53373	0.01750
25	- 0.1318 - j 7.5326	7.53373	0.01750
26	- 0.2821 + j 7.2260	7.23149	0.03902
27	- 0.2821 - j 7.2260	7.23149	0.03902
28	- 0.0650 + j 6.4865	6.48686	0.01002
29	- 0.0650 - j 6.4865	6.48686	0.01002
30	- 2.5974 + j 4.9506	5.59062	0.46459
31	- 2.5974 - j 4.9506	5.59062	0.46459
32	- 0.0298 + j 5.8217	5.82179	0.00513
33	- 0.0298 - j 5.8217	5.82179	0.00513
34	- 0.0876 + j 4.7962	4.79700	0.01825
35	- 0.0876 - j 4.7962	4.79700	0.01825
36	- 0.9447 + j 1.8210	2.05150	0.46051
37	- 0.9447 - j 1.8210	2.05150	0.46051
38	- 1.7959 + j 0.0000	1.79587	1.00000

ตารางที่ 5.6 ค่าเจาะจงของระบบในกรณีที่สอง (ต่อ)

ตัวที่	ค่าเจาะจง		ω_n	การหน่วง
39	- 0.9954	+ j 1.3785	1.70032	0.58541
40	- 0.9954	- j 1.3785	1.70032	0.58541
41	0.0075	+ j 0.0000	0.00755	-1.00000
42	- 0.0075	+ j 0.0000	0.00754	1.00000
43	- 0.2692	+ j 0.4202	0.49907	0.53944
44	- 0.2692	- j 0.4202	0.49907	0.53944
45	- 0.3716	+ j 0.9016	0.97518	0.38102
46	- 0.3716	- j 0.9016	0.97518	0.38102
47	- 0.8138	+ j 1.1446	1.40441	0.57947
48	- 0.8138	- j 1.1446	1.40441	0.57947
49	- 0.6037	+ j 0.8307	1.02690	0.58789
50	- 0.6037	- j 0.8307	1.02690	0.58789
51	- 0.9872	+ j 0.9475	1.36836	0.72147
52	- 0.9872	- j 0.9475	1.36836	0.72147
53	- 0.9197	+ j 0.9329	1.31006	0.70205
54	- 0.9197	- j 0.9329	1.31006	0.70205

ตารางที่ 5.7 ค่าพารามิเตอร์ แฟกเตอร์ ของโมดเครื่องกลไฟฟ้าในกรณีที่สอง

ตัวที่	$\Delta\delta_1$	$\Delta\delta_2$	$\Delta\delta_3$	$\Delta\delta_4$	$\Delta\delta_5$	$\Delta\delta_6$	$\Delta\delta_7$	$\Delta\delta_8$	$\Delta\delta_9$
18	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.5461	0.4111	0.0015	0.0000
20	0.0000	0.0013	0.0000	0.0001	0.0055	0.0578	0.0833	0.0491	0.0001
22	0.0001	0.0022	0.0000	0.0002	0.8635	0.0052	0.0092	0.0101	0.0002
24	0.0001	0.0215	0.0001	1.0336	0.0000	0.0005	0.0004	0.0057	0.0007
26	0.0000	0.0113	0.0000	0.0004	0.0001	0.0230	0.0248	0.1409	0.0001
28	0.0028	0.1456	0.0009	0.0016	0.0000	0.0012	0.0017	0.0038	0.7126
32	0.0060	0.0620	0.7855	0.0011	0.0001	0.0009	0.0014	0.0021	0.0233
34	1.6774	1.7308	0.4008	0.0530	0.0040	0.0314	0.0552	0.0584	0.4925
41	0.0058	0.0029	0.0002	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004

ตารางที่ 5.8 โมดเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดในกรณีที่สอง

อันดับ	ชื่อ	ตัวที่	ค่าเจาะจง	ω_n	การหน่วง
1	MM	41, 42	$\pm 0.0075 + j 0.0000$	0.0075	$\mp 1.0000^{**}$
2	NPCC	34, 35	$- 0.0876 \pm j 4.7962$	4.79700	0.01825
3	URH	32, 33	$- 0.0298 \pm j 5.8217$	5.82179	0.00513
4	CLBH	24, 25	$- 0.1318 \pm j 7.5326$	7.53373	0.01750
5	NPH	22, 23	$- 0.1491 \pm j 9.1891$	9.19034	0.01623
6	SRDH	18, 19	$- 0.0898 \pm j 10.7637$	10.76404	0.00834
7	PMNH	20, 21	$- 0.0796 \pm j 9.4418$	9.44215	0.00843
8	XSET	26, 27	$- 0.2821 \pm j 7.2260$	7.23149	0.03902
9	NNG	28, 29	$- 0.0650 \pm j 6.4865$	6.48686	0.01002

หมายเหตุ ** อัตราส่วนการหน่วงเป็นลบ เกิดจากมีส่วนจริงของค่าเจาะจงเป็นบวก แต่มีค่าน้อยมากใกล้เคียงกับค่าศูนย์ เกิดจากการใช้ตัวแปรสเทท $\Delta\delta_i$ แทน $\Delta\delta_{ij}$ และค่าผิดพลาดที่เกิดจากการหาค่าเจาะจงของเมตริกซ์ที่มีขนาดใหญ่

จากสมการ (5.1) ค่า ω_n ของโมดเครื่องกลไฟฟ้าของ MM ควรจะประมาณ 2.9892 เรเดียน/วินาที แต่จากผลของโปรแกรม EIG ได้ค่า $\omega_n = 0.0075$ เรเดียน/วินาที และ $\lambda = \pm 0.0075 + j 0.0000$ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าศูนย์ ซึ่งสอดคล้องกับ[1] และจากที่เคยกล่าวไว้ในหัวข้อ 5.1 แสดงว่าเมื่อเป็นเครื่องจักรอ้างอิง จะให้ $\omega_n = 0.0$ เรเดียน/วินาที และ $\lambda = 0.0 + j 0.0$

จากตารางที่ 5.4 และ 5.8 ทำการเปรียบเทียบค่าของ ค่าเจาะจง, ค่าความถี่ธรรมชาติ และค่าอัตราส่วนการหน่วง ของโมดเครื่องกลไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า URH, CLBH, NPH, SRDH, PMNH, XSET และ NNG มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงประมาณได้ว่าวิธีการสมมติให้มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่บัสอนันต์ในกรณีที่สองสามารถใช้ได้กับระบบนี้และในกรณีที่สอง ทำให้เห็นค่าความถี่ธรรมชาติของ NPCC ด้วย จึงได้เลือกกรณีที่สองในการปรับปรุงเสถียรภาพระบบกำลังไฟฟ้าเขต 2 กฟผ.

จากการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนการหน่วงของโมดเครื่องกลไฟฟ้าทั้งหมด ตามตารางที่ 5.8 จะเห็นได้ว่า ค่าอัตราส่วนการหน่วงของ URH มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.00513 ดังนั้นจึงเลือกติดตั้ง PSS ที่ URH เพื่อที่จะปรับปรุงค่าอัตราส่วนการหน่วงให้ดีขึ้น

ในการหาค่าพารามิเตอร์ของ PSS ใช้ทฤษฎีโมดอล คอนโทรล สำหรับ URH กำหนดให้ $T_w = 10$ วินาที และ $T_i = 10$ วินาที ต้องการ $\zeta = 0.3$ โดยใช้โปรแกรม MODAL2(ดูภาคผนวก

ง.) ได้ค่า $K = 0.05574$ และ $T_2 = 0.01787$ วินาที หาค่าเจาะจงของเมตริกซ์ระบบ A ตัวใหม่ ได้ตามตารางที่ 5.9 และแสดงการเปรียบเทียบค่าเจาะจงของโมดเครื่องกลไฟฟ้าเมื่อไม่มีและมี PSS ที่ URH ได้ตามตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.9 ค่าเจาะจงของระบบเมื่อมี PSS ที่ URH

ตัวที่	ค่าเจาะจง		ω_n	การหน่วง
1	- 0.1000	+ j 0.0000	0.10000	1.00000
2	- 80.8396	+ j 134.3366	156.78441	0.51561
3	- 80.8396	- j 134.3366	156.78441	0.51561
4	- 57.4616	+ j 8.3752	58.06872	0.98954
5	- 57.4616	- j 8.3752	58.06872	0.98954
6	- 25.4739	+ j 29.5767	39.03464	0.65260
7	- 25.4739	- j 29.5767	39.03464	0.65260
8	- 33.6692	+ j 9.9057	35.09616	0.95934
9	- 33.6692	- j 9.9057	35.09616	0.95934
10	- 11.2468	+ j 9.2865	14.58525	0.77111
11	- 11.2468	- j 9.2865	14.58525	0.77111
12	- 11.7665	+ j 5.6701	13.06138	0.90086
13	- 11.7665	- j 5.6701	13.06138	0.90086
14	- 10.0087	+ j 0.0000	10.00872	1.00000
15	- 8.6048	+ j 8.1149	11.82769	0.72751
16	- 8.6048	- j 8.1149	11.82769	0.72751
17	- 8.3570	+ j 7.9544	11.53737	0.72434
18	- 8.3570	- j 7.9544	11.53737	0.72434
19	- 8.0185	+ j 7.6091	11.05417	0.72539
20	- 8.0185	- j 7.6091	11.05417	0.72539
21	- 0.0897	+ j 10.7637	10.76408	0.00834
22	- 0.0897	- j 10.7637	10.76408	0.00834
23	- 0.0786	+ j 9.4420	9.44235	0.00833
24	- 0.0786	- j 9.4420	9.44235	0.00833
25	- 0.1490	+ j 9.1892	9.19037	0.01621
26	- 0.1490	- j 9.1892	9.19037	0.01621

ตารางที่ 5.9 ค่าเจาะจงของระบบเมื่อมี PSS ที่ URH (ต่อ)

ตัวที่	ค่าเจาะจง		ω_n	การหน่วง
27	- 0.1315	+ j 7.5328	7.53391	0.01745
28	- 0.1315	- j 7.5328	7.53391	0.01745
29	- 0.2822	+ j 7.2261	7.23164	0.03903
30	- 0.2822	- j 7.2261	7.23164	0.03903
31	- 0.0649	+ j 6.4867	6.48698	0.01001
32	- 0.0649	- j 6.4867	6.48698	0.01001
33	- 1.7467	+ j 5.5535	5.82169	0.30003
34	- 1.7467	- j 5.5535	5.82169	0.30003
35	- 2.6622	+ j 4.9648	5.63352	0.47257
36	- 2.6622	- j 4.9648	5.63352	0.47257
37	- 0.2186	+ j 4.8780	4.88286	0.04477
38	- 0.2186	- j 4.8780	4.88286	0.04477
39	- 2.3276	+ j 0.0000	2.32762	1.00000
40	- 0.9456	+ j 1.8112	2.04316	0.46282
41	- 0.9456	- j 1.8112	2.04316	0.46282
42	- 1.1964	+ j 1.4070	1.84688	0.64778
43	- 1.1964	- j 1.4070	1.84688	0.64778
44	0.0067	+ j 0.0000	0.00672	-1.00000
45	- 0.0067	+ j 0.0000	0.00672	1.00000
46	- 0.2692	+ j 0.4202	0.49908	0.53942
47	- 0.2692	- j 0.4202	0.49908	0.53942
48	- 0.3677	+ j 0.9060	0.97776	0.37603
49	- 0.3677	- j 0.9060	0.97776	0.37603
50	- 0.6030	+ j 0.8314	1.02700	0.58712
51	- 0.6030	- j 0.8314	1.02700	0.58712
52	- 0.8138	+ j 1.1485	1.40759	0.57815
53	- 0.8138	- j 1.1485	1.40759	0.57815
54	- 0.9868	+ j 0.9641	1.37959	0.71529
55	- 0.9868	- j 0.9641	1.37959	0.71529
56	- 0.9273	+ j 0.9328	1.31530	0.70498
57	- 0.9273	- j 0.9328	1.31530	0.70498

ตารางที่ 5.10 เปรียบเทียบค่าเจาะจงของโมเดลเครื่องกลไฟฟ้าเมื่อไม่มีและมี PSS

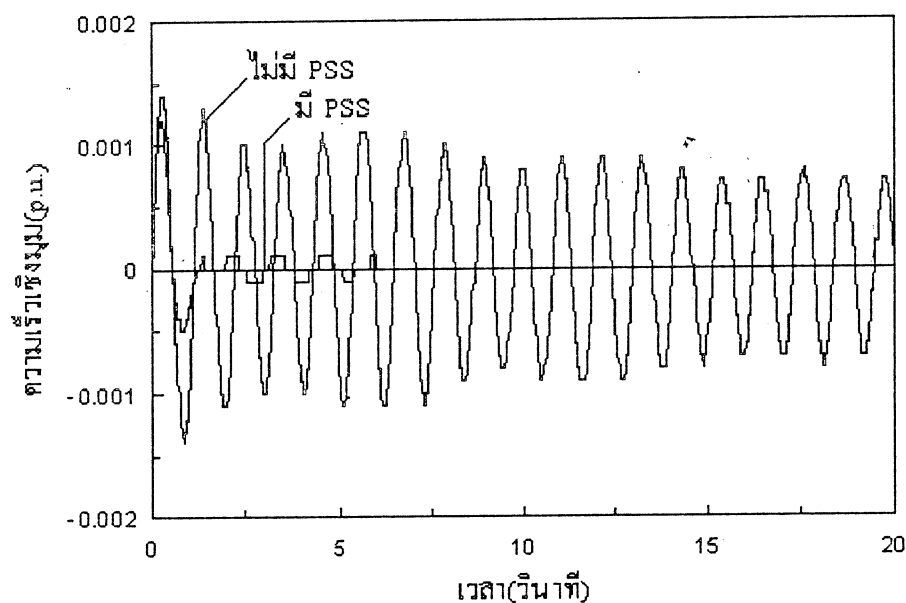
อันดับ	ชื่อ	PSS	ค่าเจาะจง	ω_n	การหน่วง
1	MM	ไม่มี	$\pm 0.0075 + j 0.0000$	0.0075	$\mp 1.0000^{**}$
		มีที่ UR	$\pm 0.0067 + j 0.0000$	0.0067	$\mp 1.0000^{**}$
2	NPCC	ไม่มี	$-0.0876 \pm j 4.7962$	4.79700	0.01825
		มีที่ UR	$-0.2186 \pm j 4.8780$	4.88286	0.04477
3	URH	ไม่มี	$-0.0298 \pm j 5.8217$	5.82179	0.00513
		มีที่ UR	$-1.7467 \pm j 5.5535$	5.82169	0.30003
4	CLBH	ไม่มี	$-0.1318 \pm j 7.5326$	7.53373	0.01750
		มีที่ UR	$-0.1315 \pm j 7.5328$	7.53391	0.01745
5	NPH	ไม่มี	$-0.1491 \pm j 9.1891$	9.19034	0.01623
		มีที่ UR	$-0.1490 \pm j 9.1892$	9.19037	0.01621
6	SRDH	ไม่มี	$-0.0898 \pm j 10.7637$	10.76404	0.00834
		มีที่ UR	$-0.0897 \pm j 10.7637$	10.76408	0.00834
7	PMNH	ไม่มี	$-0.0796 \pm j 9.4418$	9.44215	0.00843
		มีที่ UR	$-0.0786 \pm j 9.4420$	9.44235	0.00833
8	XSET	ไม่มี	$-0.2821 \pm j 7.2260$	7.23149	0.03902
		มีที่ UR	$-0.2822 \pm j 7.2261$	7.23164	0.03903
9	NNG	ไม่มี	$-0.0650 \pm j 6.4865$	6.48686	0.01002
		มีที่ UR	$-0.0649 \pm j 6.4867$	6.48698	0.01001

หมายเหตุ ** อัตราส่วนการหน่วงเป็นลบ เกิดจากมีส่วนจริงของค่าเจาะจงเป็นบวก แต่มีค่าน้อยมากใกล้เคียงกับค่าศูนย์ เกิดจากการใช้ตัวแปรสเกล $\Delta\delta_i$ แทน $\Delta\delta_{ij}$ และค่าผิดพลาดที่เกิดจากการหาค่าเจาะจงของเมตริกซ์ที่มีขนาดใหญ่

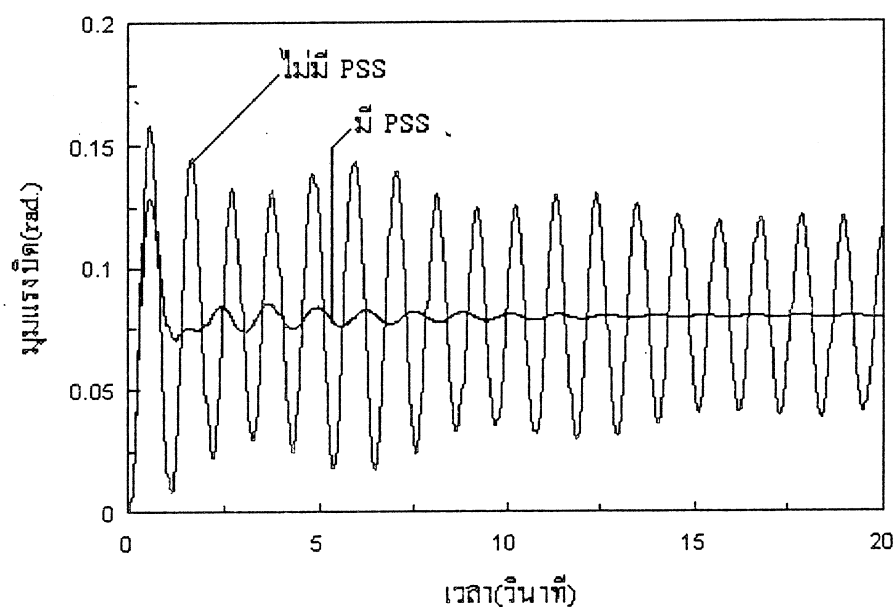
จากตารางที่ 5.10 ทำการเปรียบเทียบค่าเจาะจง, ค่าความถี่ธรรมชาติ และค่าอัตราส่วนการหน่วง เฉพาะโมเดลเครื่องกลไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าเมื่อติดตั้ง PSS ที่ URH นอกจากจะทำให้ได้ค่าอัตราส่วนการหน่วงที่ URH เท่ากับ 0.3 ตามที่ต้องการ ยังมีผลให้อัตราส่วนการหน่วงที่ NPCC ดีขึ้นกว่าเดิม จาก 0.01825 เป็น 0.04477

ทำการจำลองผลตอบสนองในแกนเวลาโดยใช้โปรแกรม MSIM(ดูภาคผนวก ง.) ซึ่งใช้วิธีหาค่าลึงเมตริกซ์ (matrix exponentials)[10] ได้ผลดังนี้

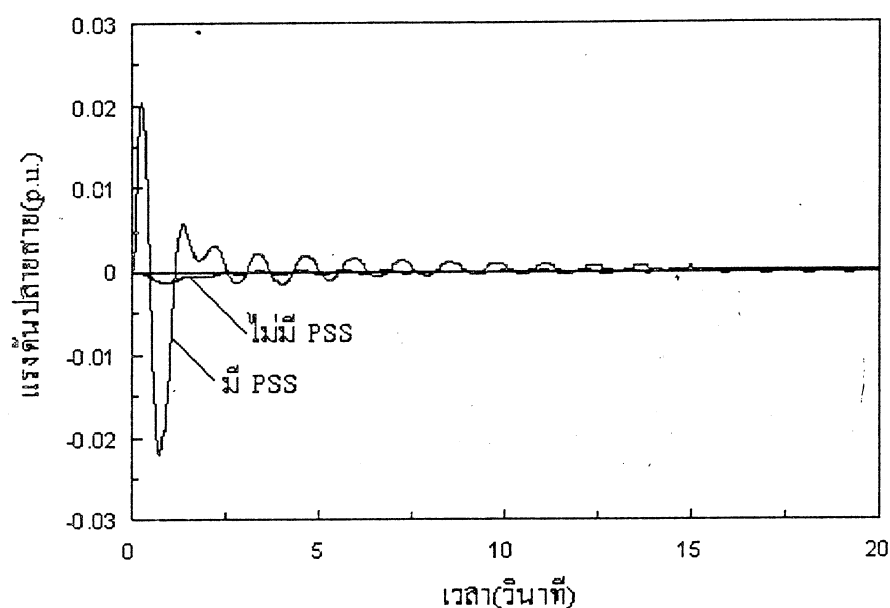
จากภาพที่ 5.3 – 5.5 เป็นการจำลองผลตอบสนองพลศาสตร์ของความถี่เชิงมุม $\Delta\omega_{31}$, มุมแรงบิด $\Delta\delta_{31}$ และแรงดันปลายสาย ΔV_{31} เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบขั้นของแรงบิดทางกล ΔT_{m3} ขนาด 0.05 p.u. รับกวนต่อระบบ เมื่อไม่มีและมี PSS ที่ URH



ภาพที่ 5.3 เปรียบเทียบผลตอบสนองพลศาสตร์ของ
ความถี่เชิงมุม $\Delta\omega_{31}$ เมื่อไม่มีและมี PSS ที่ URH



ภาพที่ 5.4 เปรียบเทียบผลตอบสนองพลศาสตร์ของ
มุมแรงบิด $\Delta\delta_{31}$ เมื่อไม่มีและมี PSS ที่ URH



ภาพที่ 5.5 เปรียบเทียบผลตอบสนองพลศาสตร์ของ
แรงดันปลายสาย ΔV_G เมื่อไม่มีและมี PSS ที่ URH

จากผลการจำลองผลตอบสนองพลศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการติดตั้ง PSS ที่ URH จะทำให้ความเร็วเชิงมุม $\Delta\omega_{31}$ และมุมแรงบิด $\Delta\delta_{31}$ มีการแกว่งลดลง และเข้าสู่สถานะคงที่ได้เร็วขึ้น ส่วนแรงดันปลายสาย ΔV_G เมื่อมี PSS ที่ URH จะมีโอเวอร์ชูต(overshoot)เพิ่มขึ้นและการแกว่งเล็กน้อยก่อนที่จะเข้าสู่สถานะคงที่