

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์การควบคุมความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยที่ได้นำเสนอนี้มีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและดูงานเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากำลังในประเทศไทยที่ศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในประเทศไทยและโรงไฟฟ้า
2. ศึกษาโมเดลและค่าพารามิเตอร์ของโรงไฟฟ้าแต่ละชนิด
3. จำลองแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้ากำลังโดยใช้โปรแกรม Simulink ของ MATLAB
4. วิเคราะห์ผลการจำลองแบบเทียบกับระบบไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน โดยใช้เหตุการณ์จริง
5. สรุปผลการวิจัย
6. จัดทำบทความจากผลการวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่หรือนำเสนอในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า

3.1 ตัวอย่างโรงไฟฟ้าที่ศึกษาและดูงาน ณ เขื่อนศรีนครินทร์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการศึกษาการทำงานอย่างแท้จริงได้ศึกษาและดูงานจากโรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ จ.กาญจนบุรี โดยได้นำภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ มาเสนอประกอบเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น ดังนี้

3.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขณะทำงานจะมีฟลัดที่ส่วนบนสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้างดภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.1.2 กัลเวอร์เนอร์

กัลเวอร์เนอร์แสดงดังภาพที่ 3.2 ในกรณีที่โหลดเพิ่มขึ้นความถี่จะตกลงหรือถ้าโหลดลดลงความถี่ก็จะเพิ่มขึ้น โดยที่ศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในประเทศไทยที่ศูนย์ควบคุมบางกรวย จะส่งสัญญาณตามสายไปยังโรงไฟฟ้าที่เขื่อนศรีนครินทร์ เพื่อรักษาความถี่ที่ค่าพิกัด



ภาพที่ 3.2 กัลเวอร์เนอร์

3.1.3 เทอร์ไบน์

เทอร์ไบน์ แสดงดังภาพที่ 3.3 เมื่อได้รับสัญญาณจากโดยที่ศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในประเทศไทยที่ศูนย์ควบคุมบางกรวยว่าโหลดเพิ่มขึ้นความถี่จะตกลง ตัวรับสัญญาณจะส่งสัญญาณไปยังประตูทั้ง 24 บาน ให้เปิดประตูมากขึ้นให้น้ำไหลเข้าไปยัง

เทอร์ไบน์มากขึ้นและถ้าโหลดลดลงความถี่จะเพิ่มขึ้น ตัวรับสัญญาณจะส่งสัญญาณไปยังประตูทั้ง 24 บาน ให้ปิดประตูทำให้น้ำไหลเข้าเทอร์ไบน์น้อยลง



ภาพที่ 3.3 เทอร์ไบน์

3.1.4 สายส่ง

สายส่งแสดงดังภาพที่ 3.4 โดยที่สายส่งทำหน้าที่ในการส่งจ่ายกระแสไฟจากเขื่อนศรีนครินทร์ไปยังโรงไฟฟ้าราชบุรีและส่งต่อไปยังศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในประเทศไทยที่ศูนย์ควบคุมบางกรวย



ภาพที่ 3.4 สายส่ง

3.2 โมเดลและค่าพารามิเตอร์ของโรงไฟฟ้าแต่ละชนิด

โรงไฟฟ้าที่ทำการศึกษาวิจัยแบ่งเป็น 4 แบบ ได้แก่

1. โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal power plants) มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 19 เครื่อง
2. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined cycle power plants: EGAT) มีเครื่อง

กำเนิด ไฟฟ้า 11 เครื่อง

3. โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro power plants) มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 23 เครื่อง

4. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (เอกชน) มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 13 เครื่อง

จากนั้น ได้ศึกษาสถานการณ์ทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าต่างๆ และพารามิเตอร์ต่างๆ ของระบบแสดงดังตารางที่ 3.1 , 3.2, 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.1 Status ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal power plants)

ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
1	BPK-T1	On	4	500	12.5
2	BPK-T2	On	4	500	12.5
3	BPK-T3	On	4	600	15
4	BPK-T4	On	4	600	15
5	SB-T1	-	6	200	3.333333333
6	SB-T2	-	6.5	200	3.076923077
7	SB-T3	-	7.7	300	3.896103896
8	SB-T4	-	7.3	300	4.109589041
9	SB-T5	-	7.6	300	3.947368421
10	MM-T4	On	7	150	2.142857143
11	MM-T5	On	7	150	2.142857143
12	MM-T6	On	7	150	2.142857143
13	MM-T7	On	7	150	2.142857143
14	MM-T8	On	7	300	4.285714286
15	MM-T9	On	7	300	4.285714286
16	MM-T10	On	7	300	4.285714286

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
17	MM-T11	On	7	300	4.285714286
18	MM-T12	On	7	300	4.285714286
19	MM-T13	On	7	300	4.285714286
Total(capacity)				5900	107.6490321
R(ave)				6.373684211	
1/R(total)				92.56812552	

ตารางที่ 3.2 Status ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combine cycle : EGAT)

ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
1	BPK-C1	Off	5	200	4
2	BPK-C2	Off	5	200	4
3	BPK-C3	On	4	300	7.5
4	BPK-C4	On	4	300	7.5
5	SB-C1	-	4	300	7.5
6	SB-C2	-	4	300	7.5
7	NPO-C1	Off	4	300	7.5
8	NPO-C2	Off	4	300	7.5
9	WN-C1	On	4	650	16.25
10	WN-C2	On	4	650	16.25

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
11	WN-C3	On	4	650	16.25
Total(capacity)				4150	101.75
R(ave)				4.181818182	
1/R(total)				101.2195122	

ตารางที่ 3.3 Status ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro)

ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
1	BB-H1	On	3.5	70	2
2	BB-H2	On	3.5	70	2
3	BB-H3	On	3.5	70	2
4	BB-H4	On	3.5	70	2
5	BB-H5	On	3	70	2.333333333
6	BB-H6	On	3	70	2.333333333
7	BB-H7	On	3	150	5
8	BB-H8	On	4	180	4.5
9	SK-H1	On	4	120	3
10	SK-H2	On	4	120	3
11	SK-H3	On	4	120	3
12	SK-H4	On	4	120	3

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
13	SNR-H1	On	4	120	3
14	SNR-H2	On	4	120	3
15	SNR-H3	On	4	120	3
16	SNR-H4	On	4	200	5
17	SNR-H5	On	4	200	5
18	KHL-H1	On	4	90	2.25
19	KHL-H2	On	4	90	2.25
20	KHL-H3	On	4	90	2.25
21	RPB-H1	On	3	70	2.333333333
22	RPB-H2	On	3	70	2.333333333
23	RPB-H3	On	3	70	2.333333333
			Total(capacity)	2470	66.91666667
			R(ave)	3.652173913	
			1/R(total)	67.63095238	

ตารางที่ 3.4 Status ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (เอกชน)

ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
1	KN-T1	-	6	70	1.166666667
2	KN-T2	-	6	70	1.166666667
3	KN-C	On	4	700	17.5
4	RY-C1	On	4	300	7.5

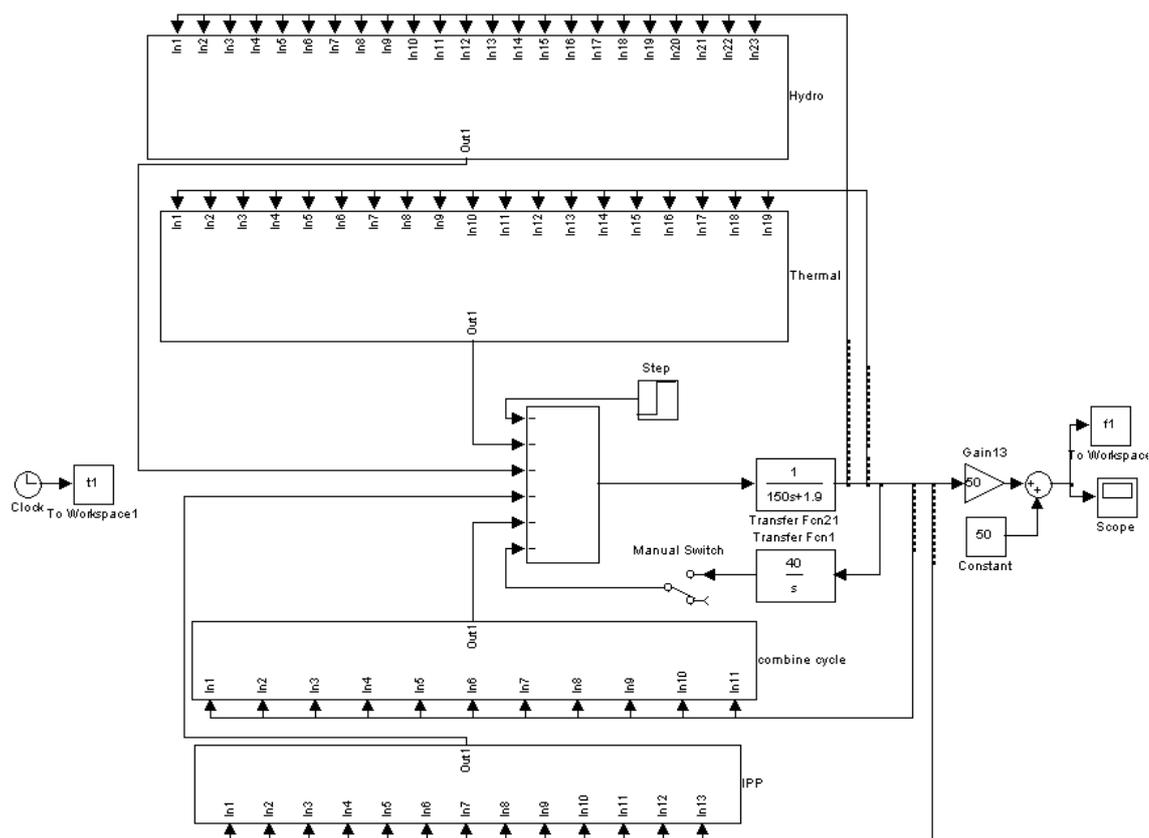
ลำดับที่	โรงไฟฟ้า	Governor Free	R (Hz/100 MW)	Capacity	1/R
5	RY-C2	On	4	300	7.5
6	RY-C3	On	4	300	7.5
7	RY-C4	On	4	300	7.5
8	TECO	On	4	700	17.5
9	IPT	On	7	700	10
10	RB-T1	On	5	700	14
11	RB-T2	On	5	700	14
12	THB	-	5	200	4
13	HHO	-	4	150	3.75
			Total(capacity)	5190	113.0833333
			R(ave)	4.769230769	
			1/R(total)	108.8225806	

3.3 จำลองการทำงานของระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในงานวิจัยนี้จะทำการจำลองและวิเคราะห์การตอบสนองความถี่อัตโนมัติของระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย โดยพิจารณาการตอบสนองของโรงไฟฟ้าหลักชนิดต่างๆ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม และโรงไฟฟ้าพลังงานร่วมเอกชน โดยใช้โปรแกรม Simulink ที่อยู่ในโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคำนวณเกี่ยวกับเวกเตอร์และเมตริกซ์ ทั้งในระบบจำนวนจริงและระบบจำนวนเชิงซ้อน ดังนั้นโปรแกรม MATLAB จึงนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในการคำนวณและการวิเคราะห์ ในโปรแกรม MATLAB สามารถกำหนดฟังก์ชันคณิตศาสตร์ ค่าตัวแปรและคำสั่งที่ใช้ในการจัดการแฟ้มข้อมูล เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานนอกจากนี้ยังสามารถจำลองการทำงาน ทดสอบ และวิเคราะห์การทำงานของระบบพลวัตในเชิงเวลาได้โดยใช้ simulink ซึ่งเป็นเครื่องมือ (toolbox) ที่อยู่ในโปรแกรม MATLAB โดยจะทำงานภายใต้หน้าต่างที่เป็นการเชื่อมต่อทางภาพภาพ (GUI) ของ simulink เท่านั้น คำว่า simulink มาจากสองคำคือ simulation และ Link การใช้งาน simulink

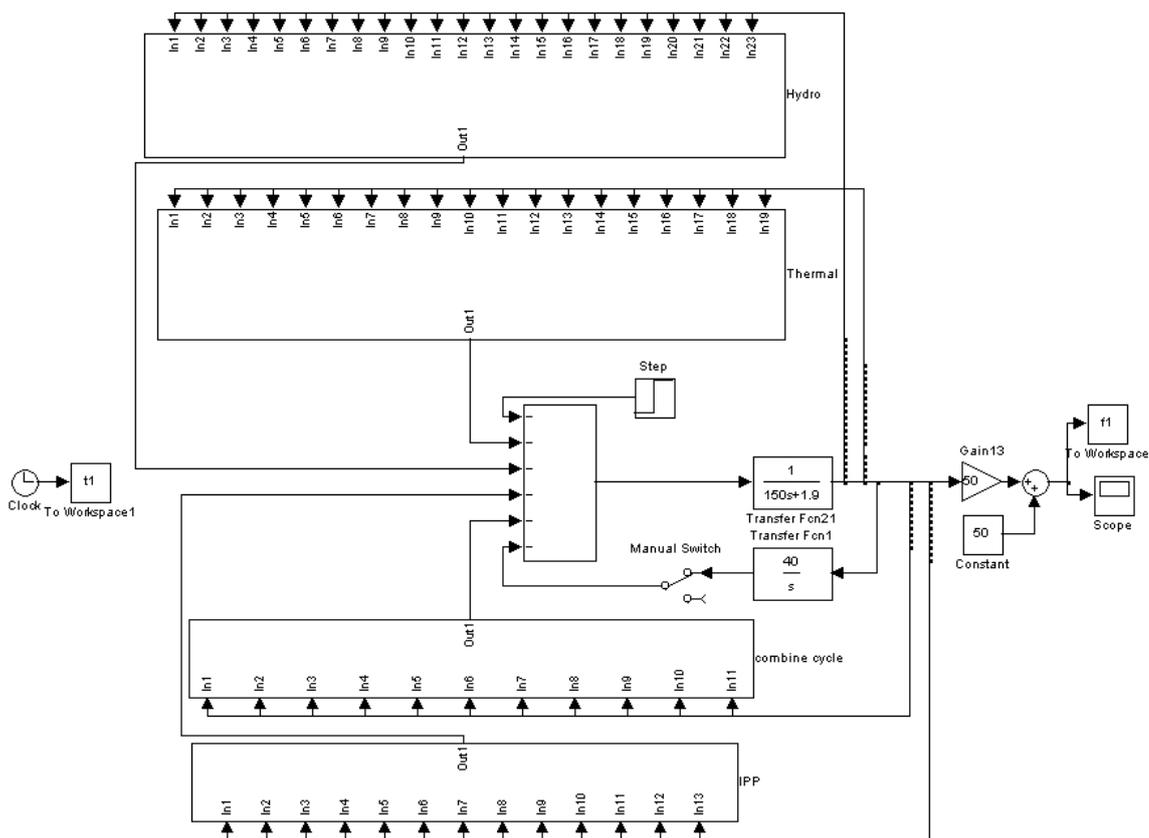
นั้นสามารถทำได้โดยการนำบล็อกไดอะแกรม แต่ละ บล็อกในหน้าต่างๆ ของ Library simulink มาต่อกันตามที่ต้องการ และสามารถจำลองระบบได้ทั้งระบบที่เป็นเชิงเส้น ไม่เป็นเชิงเส้น ระบบเวลาต่อเนื่องและระบบเวลาไม่ต่อเนื่อง การจำลองระบบสามารถกระทำได้โดยการป้อนอินพุตให้กับระบบแล้วดูผลเอาต์พุตของระบบ โดยจะทำการศึกษาและวิเคราะห์ระบบที่สภาวะต่าง ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองการควบคุมความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย เพื่อให้ทราบถึงค่าการเบี่ยงเบนความถี่และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิต ผู้ควบคุม และผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง

3.3.1 การจำลองแบบระบบผลิตในประเทศไทยเป็นโรงไฟฟ้าแบบเขตนเดียว กรณีทุกโรงไฟฟ้าที่ไม่มีการควบคุมระบบอัตโนมัติ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด 66 เครื่อง แสดงดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การจำลองแบบระบบผลิตในประเทศไทยทุกโรงไฟฟ้าที่ไม่มีการควบคุมระบบอัตโนมัติ

3.3.2 การจำลองแบบระบบผลิตในประเทศไทยเป็น โรงไฟฟ้าแบบเขตเดียว กรณีทุก
โรงไฟฟ้าที่มีการควบคุมระบบอัตโนมัติ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด 66 เครื่องแสดงดัง
ภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 การจำลองแบบระบบผลิตในประเทศไทยทุกโรงไฟฟ้าที่มีการควบคุมระบบอัตโนมัติ

การจำลองการทำงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ
พิจารณาระบบที่ไม่มีตัวควบคุมความถี่อัตโนมัติแบบอินทิกรัลและระบบที่มีตัวควบคุมความถี่
อัตโนมัติแบบอินทิกรัลโดยที่โหลดเพิ่มเป็น 200 MW แบบทันทีทันใด ในการเพิ่มโหลดที่มีขนาด
200 MW เป็นการจำลองเสมือนการเกิดทริป (Trip) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกลางที่เกิดขึ้นได้
บ่อยครั้ง จะพบว่าระบบไฟฟ้ากำลังที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติสามารถทำให้ความถี่ซึ่งเบี่ยงเบน
ไปเช่นนั้นกลับคืนสู่สภาวะปกติ แต่ระบบไฟฟ้ากำลังที่ไม่มีระบบควบคุมอัตโนมัติไม่สามารถทำ
ให้ความถี่ซึ่งเบี่ยงเบนไปกลับคืนสู่สภาวะปกติได้