



เอกสารประกอบการสอน

วิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า

รหัสวิชา 3104-2008

ระดับชั้น ปวส.

(ใบความรู้)

หลักสูตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2546

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ผู้สอน/จัดทำ

นายสุรียันห์ ดีป่าละ

ตำแหน่งครู วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการสอน

วิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า

รหัสวิชา 3104-2008

ระดับชั้น ปวส.

(ใบความรู้)

หลักสูตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2546

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ผู้สอน/จัดทำ

นายสุริยันท์ ดีปาละ

ตำแหน่งครู วิทยาลัยอาชีวศึกษา

คำนำ

การจัดทำใบความรู้วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า รหัสวิชา 3104-2008 จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอนรายวิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ครูผู้สอนมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการพัฒนางานการเรียนการสอนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการสอนและสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

ใบความรู้ได้พัฒนาขึ้นมาโดยได้รวบรวมเนื้อหาสาระ จากเอกสารตำรา ของผู้ที่มีประสบการณ์ มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในสาขาไฟฟ้ากำลัง นำมาพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตร จุดประสงค์ รายวิชาและคำอธิบายรายวิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า รหัสวิชา 3104-2008 ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

ขอขอบคุณ นายราเชนทร์ กาบคำ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคน่าน ครูมงคล ชูระครูไพโรจน์ พอใจ, ครูอุทัย สุมามัลย์, ครูสุวิทย์ หวังสันติธรรม, ครูอินชัย จันทะกิ ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางในการจัดทำใบความรู้นี้ และคณะครูวิทยาลัยเทคนิคต่าง ๆ ที่ได้รับการเผยแพร่เอกสารประกอบการสอนวิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า และให้คำแนะนำแนวทาง รวมถึงการประเมินเอกสารประกอบการสอน เพื่อนำมาปรับปรุงพัฒนาเอกสารประกอบการสอนมา ณ โอกาสนี้

สุรียันท์ ดีपालะ

ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
การวิเคราะห์หลักสูตร รายวิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า (3104-2008)	
จุดประสงค์รายวิชา	ง
มาตรฐานรายวิชา	ง
คำอธิบายรายวิชา	ง
การวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาและการแบ่งหน่วยการเรียนรู้	จ
การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่อง/งาน และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้	ฉ
การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เพื่อแบ่งชั่วโมงการสอน	ฐ
ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า	ฒ
ใบความรู้ หน่วยที่ 1 ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า	
สาระการเรียนรู้	1
จุดประสงค์การเรียนรู้	1
สาระสำคัญ	2
แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1	3
เนื้อหาสาระ	7
1.1 ประวัติการส่งและจ่ายไฟฟ้า	7
1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า	15
1.3 โครงสร้างของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า	19
1.4 วงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า	44
สรุป	56
เอกสารอ้างอิง	57
แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1	58
แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1	62

สารบัญ

	หน้า
ภาคผนวก	
เฉลยแบบฝึกหัด หน่วยที่ 1	67
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1	68
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1	68

การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า (3104-2008)

1. จุดประสงค์รายวิชา

- 1.1 เพื่อให้มีความรู้และเข้าใจระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า อุปกรณ์และวงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า
- 1.2 เพื่อให้สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของระบบสายส่ง
- 1.3 เพื่อให้มีทัศนคติในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบและปลอดภัย มีความตระหนักถึงคุณภาพของงานและมีจริยธรรมในการสรุปรายงานผลและนำเสนอ

2. มาตรฐานรายวิชา

- 2.1 เข้าใจระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า อุปกรณ์และวงจรของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า
- 2.2 คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า
- 2.3 คำนวณหาค่าระยะหย่อน และแรงดึงของสายส่งไฟฟ้าและค่าเปอร์เซ็นต์

3. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า อุปกรณ์และวงจรของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า การหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ การหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า ระยะสั้นระยะยาวปานกลางและระยะยาว การหาค่าระยะหย่อนและแรงดึงของสายส่งไฟฟ้า การคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์

4. การวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาและการแบ่งหน่วยการเรียนรู้

การวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาและการแบ่งหน่วยการเรียนรู้

คำอธิบายรายวิชา	หน่วยการเรียนรู้
ศึกษาระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า	1. ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า
อุปกรณ์ของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า	2. วัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า
การหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ	3. พารามิเตอร์ในสายส่งไฟฟ้า
การหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของสายส่งระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาว	4. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้า
การหาแรงดึง และระยะหย่อนของสายไฟฟ้า	5. แรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้า
การคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์	6. ระบบเปอร์เซ็นต์

5. การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เพื่อกำหนดหัวข้อเรื่อง/งาน และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง/งาน	จุดประสงค์การเรียนรู้
<p>1. ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า (สอนครั้งที่ 1-2)</p>	<p>1.1 ประวัติการส่งและจ่ายไฟฟ้า</p> <p>1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า</p> <p>1.3 โครงสร้างของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า</p> <p>1.4 วงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>จุดประสงค์ทั่วไป</p> <p>1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า</p> <p>2. เพื่อให้มีการพัฒนาพฤติกรรม ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์</p> <p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>ด้านพุทธิพิสัย</p> <p>1. บอกวิวัฒนาการของการส่งพลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>2. บอกชื่อหน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งจ่ายไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>3. อธิบายหน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งจ่ายไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>4. บอกประเภทโรงต้นกำลังที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>5. อธิบายหลักการทำงานของโรงต้นกำลังที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าแต่ละประเภทได้ถูกต้อง</p> <p>6. อธิบายขั้นตอนการส่งพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>7. อธิบายขั้นตอนการจ่ายพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>8. บอกชนิดของวงจรที่ใช้ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p>

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง/งาน	จุดประสงค์การเรียนรู้
		<p>ด้านจิตพิสัย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าเรียนตรงเวลา 2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบส่งงานที่ได้รับมอบในเวลาที่กำหนด 3. การมีมนุษยสัมพันธ์ 4. การแต่งกาย
<p>2. วัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า (สอนครั้งที่ 3-5)</p>	<p>2.1 วัสดุ-อุปกรณ์ระบบการส่งและจ่าย ไฟฟ้าแบบเหนือศีรษะ</p> <p>2.2 วัสดุ-อุปกรณ์ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้าแบบใต้ดิน</p> <p>2.3 อุปกรณ์ป้องกันวงจรในสายส่งไฟฟ้า</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>จุดประสงค์ทั่วไป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ วัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า 2. เพื่อให้มีการพัฒนาพฤติกรรม ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ <p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>ด้านพุทธิพิสัย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกประเภทของวัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการขนส่งพลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2. อธิบายหน้าที่ของวัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการขนส่งพลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 3. บอกประเภทของวัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 4. อธิบายหน้าที่ของวัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 5. บอกประเภทของอุปกรณ์ป้องกันวงจรในระบบการขนส่งพลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 6. อธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันวงจรในระบบการขนส่งพลังงานไฟฟ้าได้

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง/งาน	จุดประสงค์การเรียนรู้
		<p>ถูกต้อง</p> <p>7. บอกประเภทของอุปกรณ์ป้องกันวงจรในระบบการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าได้</p> <p>ถูกต้อง</p> <p>8. อธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันวงจรในระบบการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าได้</p> <p>ถูกต้อง</p> <p>ด้านจิตพิสัย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าเรียนตรงเวลา 2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ 3. ส่งงานที่ได้รับมอบในเวลาที่กำหนด 4. การแต่งกาย
<p>3. พารามิเตอร์ของสายส่งไฟฟ้า (สอนครั้งที่ 6-9)</p>	<p>3.1 ความต้านทานไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า</p> <p>3.2 ความเหนี่ยวนำไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า</p> <p>3.3 ความจุไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้า</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>จุดประสงค์ทั่วไป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของสายส่งไฟฟ้า 2. เพื่อให้มีการพัฒนาพฤติกรรม ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ <p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>ด้านพุทธิพิสัย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายการเกิดค่าความต้านทานไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2. กำหนดหาค่าความต้านทานไฟฟ้าในสายส่งได้ถูกต้อง 3. อธิบายการเกิดความเหนี่ยวนำไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง 4. กำหนดหาค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า ระบบ 1 เฟสได้ถูกต้อง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง/งาน	จุดประสงค์การเรียนรู้
		5. คำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส ได้ถูกต้อง 6. อธิบายการเกิดความจุไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง 7. คำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า ระบบ 1 เฟส ได้ถูกต้อง 8. คำนวณหาค่าความจุไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า ระบบ 3 เฟส ได้ถูกต้อง ด้านจิตพิสัย 1. เข้าเรียนตรงเวลา 2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ 3. ส่งงานที่ได้รับมอบในเวลาที่กำหนด 4. การแต่งกาย
4. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้า (สอนครั้งที่ 10-13)	4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้าระยะสั้น (Short Transmission Lines) 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้า ระยะปานกลาง (Medium Transmission Line) 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้า ระยะยาว (Long Transmission Line) 4.4 โครนาในสายส่งไฟฟ้า	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับกระแสในสายส่งไฟฟ้า 2. เพื่อให้มีการพัฒนาพฤติกรรม ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย 1. บอกความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้าแต่ละระยะได้ถูกต้อง 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้าแต่ละระยะได้ถูกต้อง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง/งาน	จุดประสงค์การเรียนรู้
		3. คำนวณหาค่าความสัมพัทธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้าแต่ละระยะได้ถูกต้อง 4. คำนวณหาค่าตัวประกอบกำลังในสายส่งไฟฟ้าแต่ละระยะได้ถูกต้อง 5. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าแต่ละระยะได้ถูกต้อง 6. คำนวณหาค่าประสิทธิภาพในสายส่งไฟฟ้าแต่ละระยะได้ถูกต้อง 7. อธิบายการเกิดโคโรนาในสายส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง 8. คำนวณค่ากำลังสูญเสียจากโคโรนาได้ถูกต้อง ด้านจิตพิสัย 1. เข้าเรียนตรงเวลา 2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ 3. ส่งงานที่ได้รับมอบในเวลาที่กำหนด 4. การแต่งกาย
5. แรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้า (สอนครั้งที่ 14-16)	5.1 การหาแรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้าเมื่อปีกเสาไฟฟ้าระดับเดียวกัน 5.2 การหาแรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้าเมื่อปีกเสาไฟฟ้าต่างระดับกัน 5.3 ผลของแรงลมและน้ำที่กระทำต่อสายส่งไฟฟ้า 5.4 ตัวประกอบความปลอดภัย (Safety Factor) ในสายส่งไฟฟ้า	จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้า 2. เพื่อให้มีการพัฒนาพฤติกรรม ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย 1. บอกความหมายของแรงดึงในสายส่งเมื่อปีกเสาไฟฟ้าในแต่ละระดับได้ถูกต้อง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง/งาน	จุดประสงค์การเรียนรู้
	<p>5.5 ผลของอุณหภูมิที่กระทบต่อการหาแรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้า</p>	<p>2. บอกความหมายของระยะหย่อนในสายส่งเมื่อปักเสาไฟฟ้าในแต่ละระดับได้ถูกต้อง</p> <p>3. คำนวณหาค่าแรงดึงในสายส่งเมื่อปักเสาไฟฟ้าในแต่ละระดับได้ถูกต้อง</p> <p>4. คำนวณหาค่าระยะหย่อนในสายส่งเมื่อปักเสาไฟฟ้าในแต่ละระดับได้ถูกต้อง</p> <p>5. อธิบายผลกระทบภายนอกที่กระทำต่อสายส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>6. คำนวณหาค่าผลกระทบภายนอกที่กระทำต่อสายส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>7. คำนวณหาค่าตัวประกอบความปลอดภัย (Safety Factor) ในสายส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>ด้านจิตพิสัย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าเรียนตรงเวลา 2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ 3. ส่งงานที่ได้รับมอบในเวลาที่กำหนด 4. การแต่งกาย
<p>6. ระบบเปอร์ยูนิต (สอนครั้งที่ 17-18)</p>	<p>6.1 แผนภาพของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า</p> <p>6.2 ระบบเปอร์ยูนิตของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า</p> <p>6.3 การหาค่าเปอร์ยูนิตของพารามิเตอร์ของระบบกำลังไฟฟ้า</p> <p>6.4 การเปลี่ยนค่าฐานเปอร์ยูนิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>6.5 การหาค่าเปอร์ยูนิตของหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบกำลังไฟฟ้า</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <p>จุดประสงค์ทั่วไป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจถึงระบบเปอร์ยูนิต 2. เพื่อให้มีการพัฒนาพฤติกรรม ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ <p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>ด้านพุทธิพิสัย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายแผนภาพของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้าได้ 2. บอกชื่อข้อมูลตามสัญลักษณ์ในแผนภาพ

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อเรื่อง/งาน	จุดประสงค์การเรียนรู้
		<p>ของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>3. อธิบายวิธีการนำระบบเปอร์ยูนิตมาใช้ในระบบส่งและจ่ายไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>4. คำนวณหาค่าเปอร์ยูนิตของพารามิเตอร์ในระบบกำลังไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>5. อธิบายวิธีการเปลี่ยนค่าฐานเปอร์ยูนิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>6. คำนวณหาค่าเปอร์ยูนิตของหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบกำลังไฟฟ้า ระบบ 1 เฟสได้ถูกต้อง</p> <p>7. คำนวณหาค่าเปอร์ยูนิตของหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบกำลังไฟฟ้า ระบบ 3 เฟสได้ถูกต้อง</p> <p>ด้านจิตพิสัย</p> <p>1. เข้าเรียนตรงเวลา</p> <p>2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ</p> <p>3. ส่งงานที่ได้รับมอบในเวลาที่กำหนด</p> <p>4. การแต่งกาย</p>

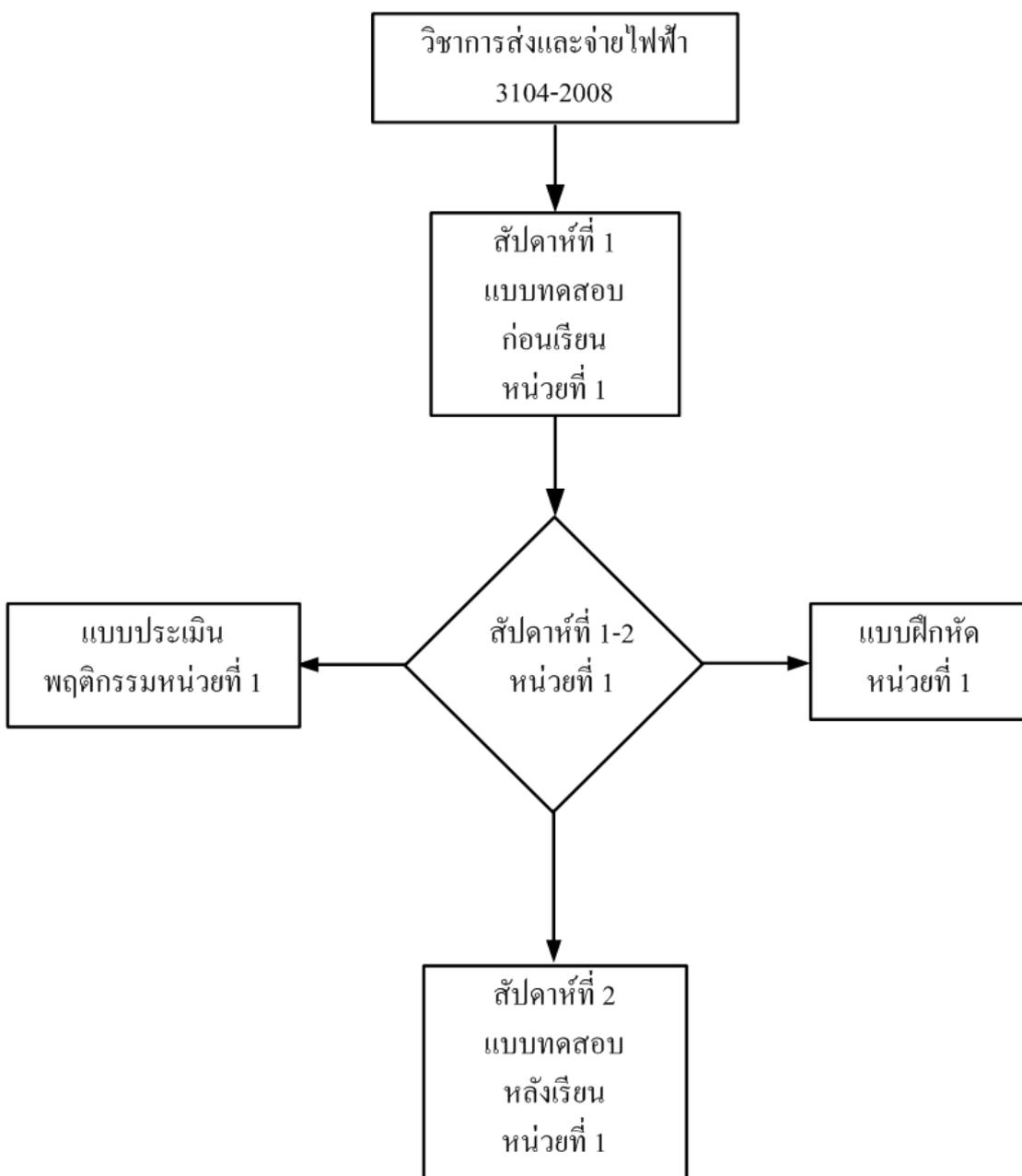
6. การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เพื่อแบ่งชั่วโมงการสอน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	
		ทฤษฎี	รวม
1	ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า	6	6
	1.1 ประวัติการส่งและจ่ายไฟฟ้า	3	
	1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งจ่ายไฟฟ้าในปัจจุบัน		
	1.3 โครงสร้างของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า	3	
	1.4 วงจรระบบส่งจ่ายไฟฟ้า		
2	วัสดุ-อุปกรณ์ในระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า	9	9
	2.1 วัสดุ-อุปกรณ์ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้าแบบเหนื่อศีรษะ	3	
	2.2 วัสดุ-อุปกรณ์ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้าแบบใต้ดิน	3	
	2.3 อุปกรณ์ป้องกันวงจรในสายส่งไฟฟ้า	3	
3	พารามิเตอร์ในสายส่งไฟฟ้า	12	12
	3.1 ความต้านทานไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า	3	
	3.2 ความเหนี่ยวนำไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าระบบ 1 เฟส	3	
	3.3 ความเหนี่ยวนำไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าระบบ 3 เฟส	3	
	3.4 ความจุไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้า	3	
4	ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้า	12	12
	4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้าระยะสั้น (Short Transmission Lines)	3	
	4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้าระยะปานกลาง (Medium Transmission Line)	3	
	4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในสายส่งไฟฟ้าระยะยาว (Long Transmission Line)	3	
	4.4 โครโรนาในสายส่งไฟฟ้า	3	

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	
		ทฤษฎี	รวม
5	แรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้า	9	9
	5.1 แรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้าเมื่อปีกเสาไฟฟ้าระดับเดียวกัน	3	
	5.2 แรงดึงและระยะหย่อนในสายส่งไฟฟ้าเมื่อปีกเสาไฟฟ้าต่างระดับกัน	3	
	5.3 ผลของแรงลมและน้ำที่กระทำต่อสายส่งไฟฟ้า	3	
	5.4 วงจรระบบส่งจ่ายไฟฟ้า		
6	ระบบเปอร์ยูนิต	6	6
	6.1 แผนภาพของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า	3	
	6.2 ระบบเปอร์ยูนิตของระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า		
	6.3 การหาค่าเปอร์ยูนิตของพารามิเตอร์ของระบบกำลังไฟฟ้า		
	6.4 การเปลี่ยนค่าฐานเปอร์ยูนิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	3	
	6.5 การหาค่าเปอร์ยูนิตของหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบกำลังไฟฟ้า		
รวม			54

7. ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า (3104-2008)

ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้
วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า
(3104-2008)

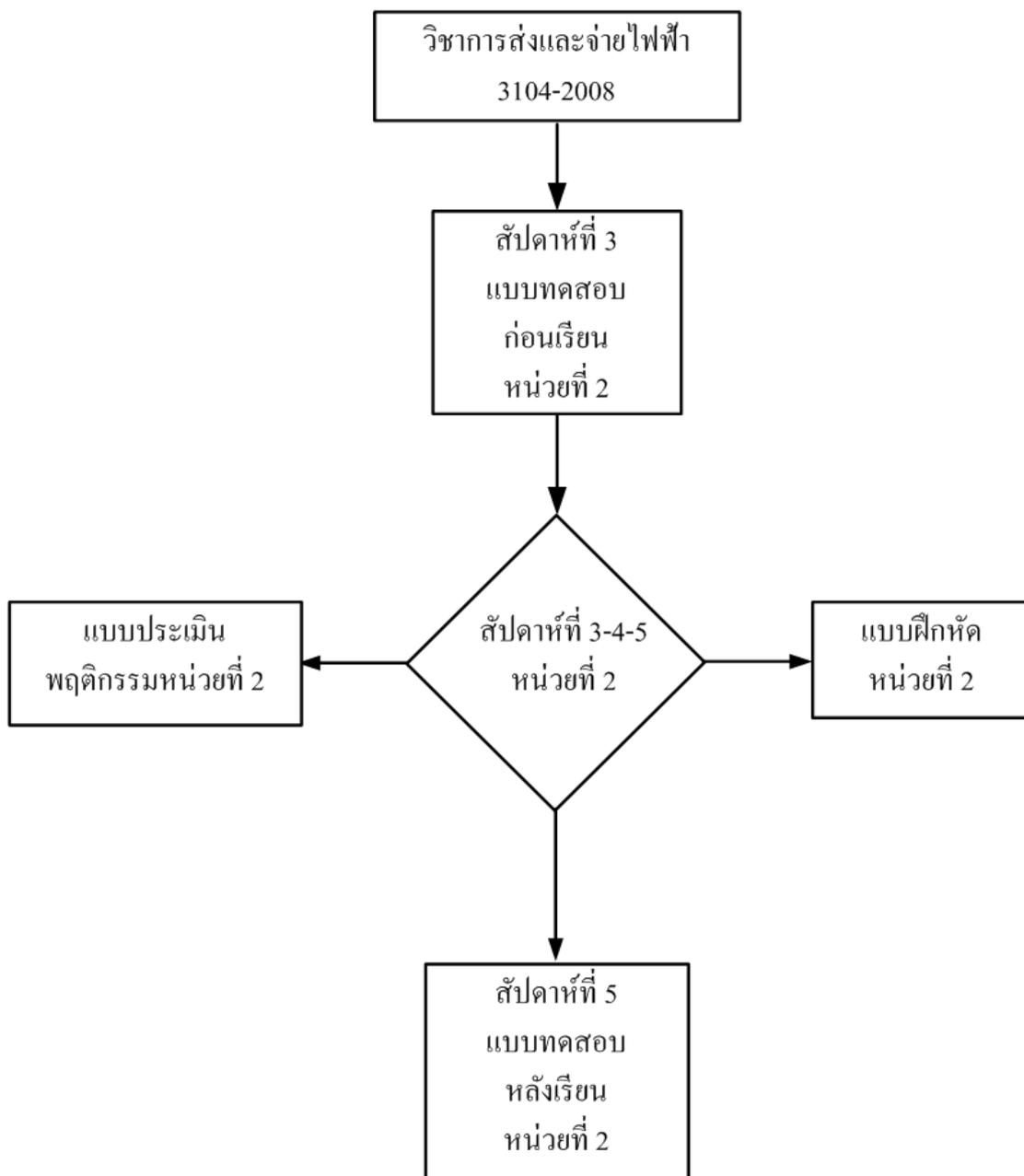


ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้

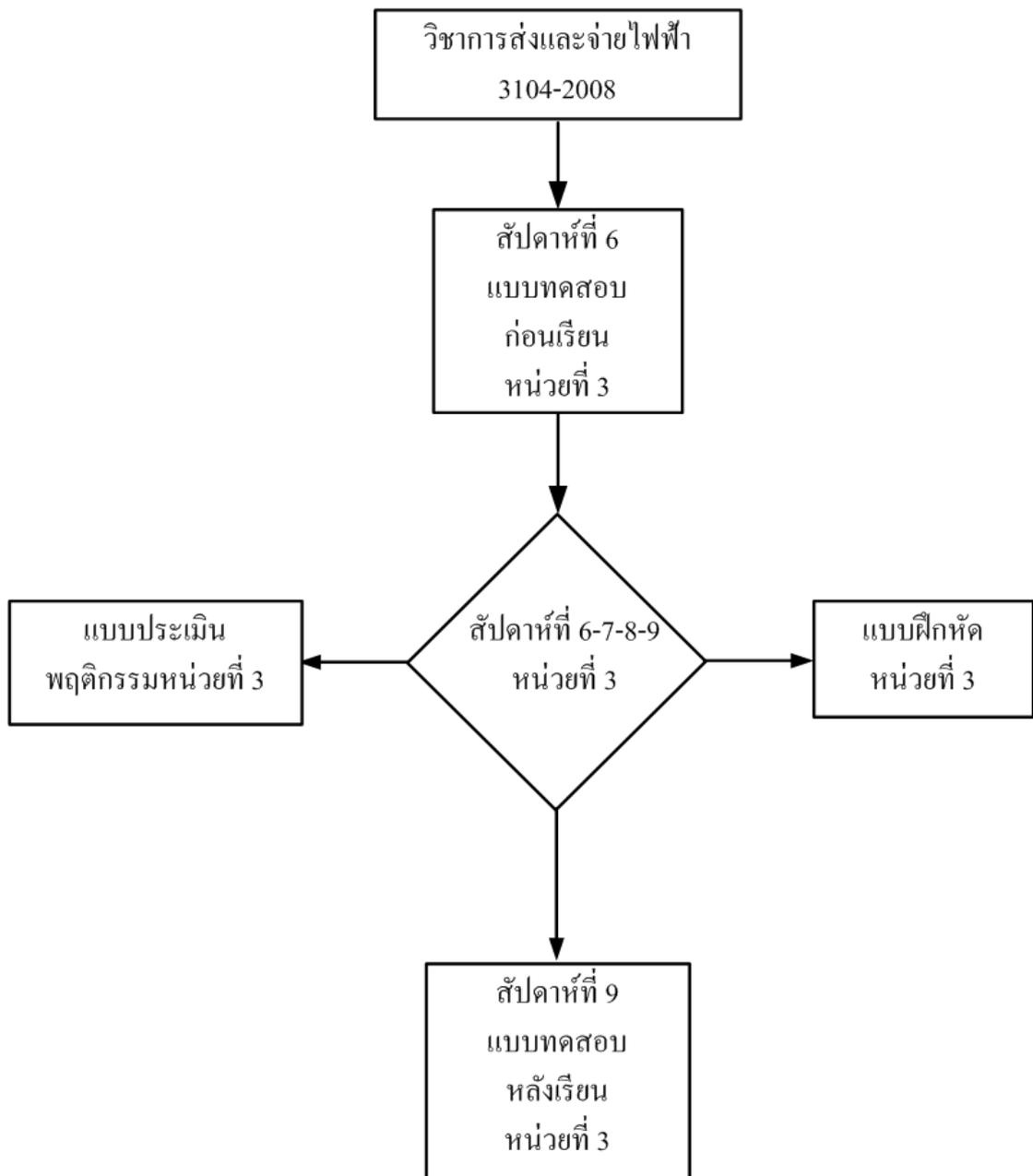
วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า

(3104-2008)

(ต่อ)



ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้
วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า
(3104-2008)
(ต่อ)

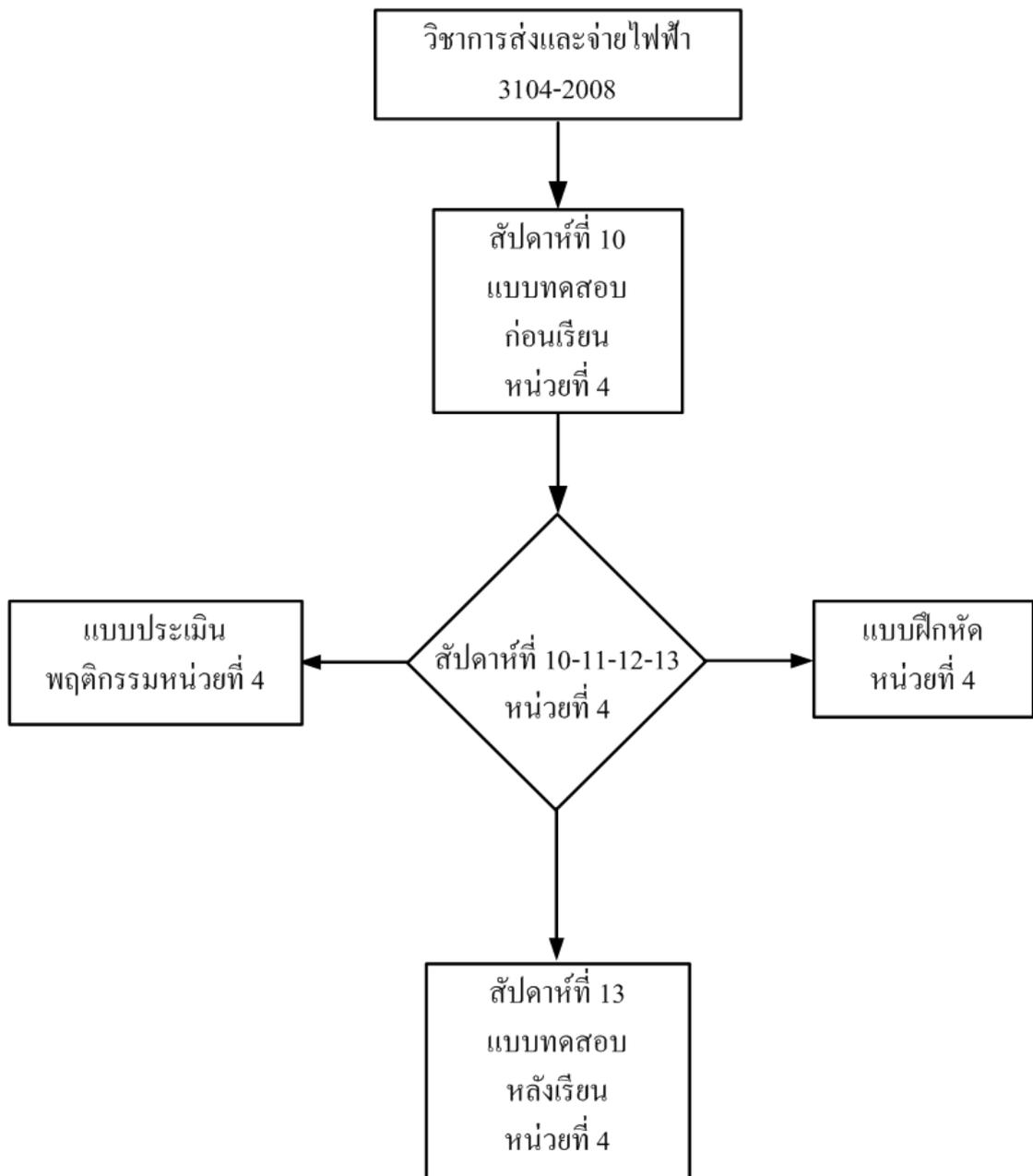


ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้

วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า

(3104-2008)

(ต่อ)

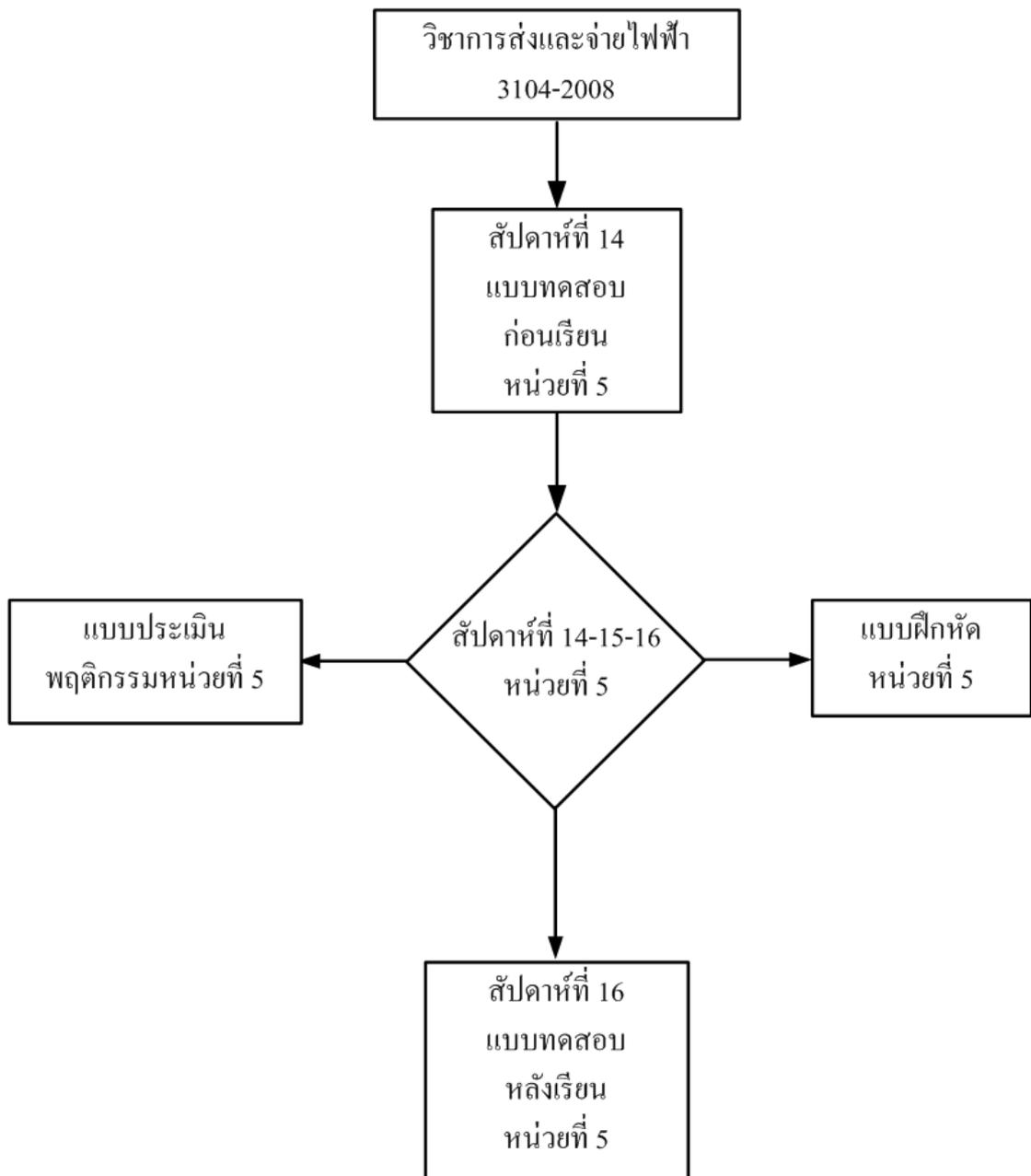


ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้

วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า

(3104-2008)

(ต่อ)

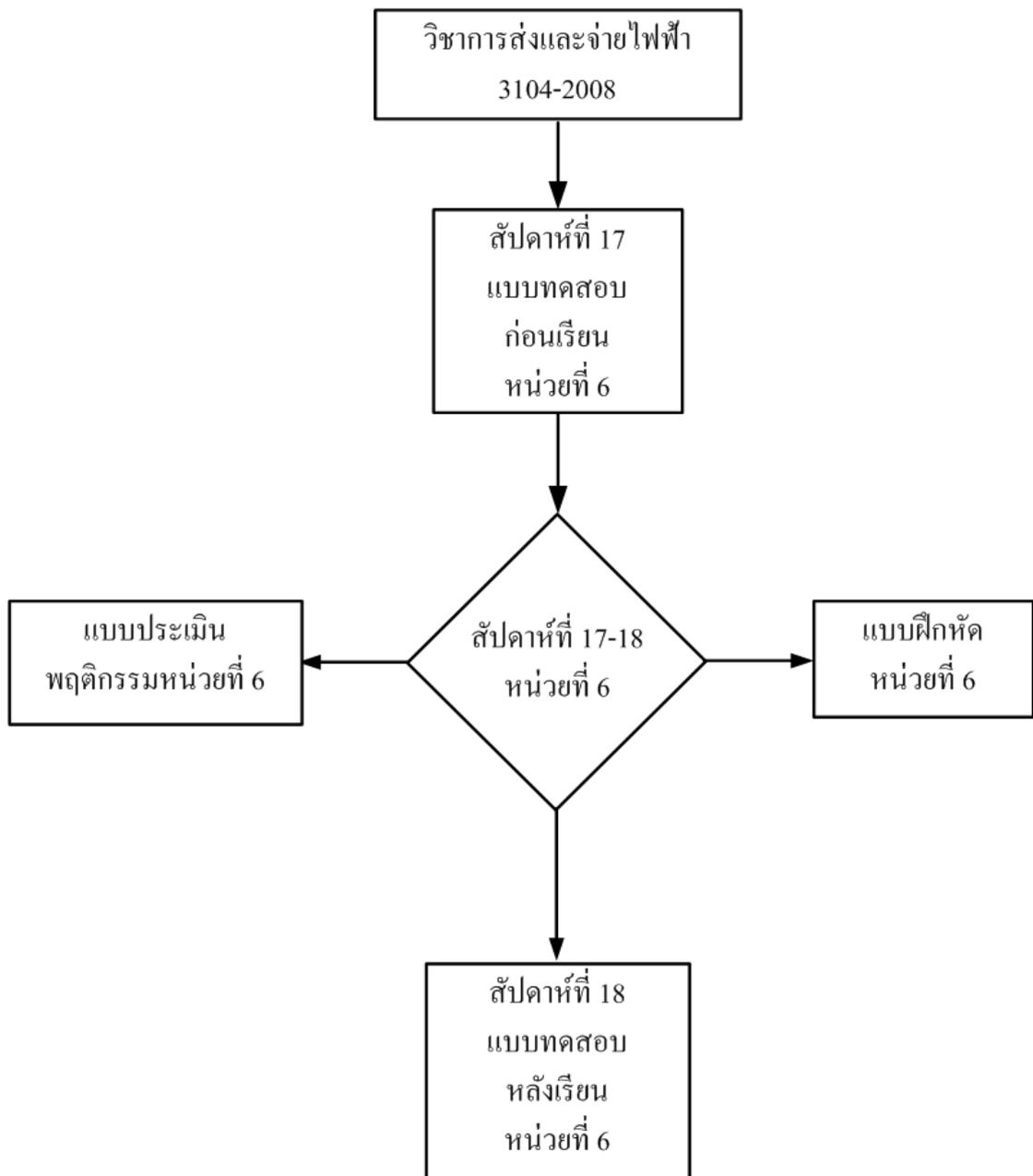


ผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้

วิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า

(3104-2008)

(ต่อ)





	ใบความรู้	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า รหัสวิชา 3104 - 2008	สอนครั้งที่ 1-2
	ชื่อหน่วย ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า	จำนวน 6 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

- 1.1 ประวัติการส่งและจ่ายไฟฟ้า
- 1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า
- 1.3 โครงสร้างของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า
- 1.4 วงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า
2. เพื่อให้มีการพัฒนาพฤติกรรม ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะ

ที่พึงประสงค์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านพุทธิพิสัย

1. บอกวิวัฒนาการของการส่งพลังงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. บอกชื่อหน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งจ่ายไฟฟ้าได้ถูกต้อง
3. อธิบายหน้าที่ความรับผิดชอบของหน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งจ่ายไฟฟ้าได้

ถูกต้อง

4. บอกประเภท โรงต้นกำลังที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าได้ถูกต้อง
5. อธิบายหลักการการทำงานของโรงต้นกำลังที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าแต่ละประเภทได้ถูกต้อง
6. อธิบายขั้นตอนการส่งพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง
7. อธิบายขั้นตอนการจ่ายพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง
8. บอกชนิดของวงจรที่ใช้ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง

ด้านจิตพิสัย

1. เข้าเรียนตรงเวลา
2. ปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบส่งงานที่ได้รับมอบในเวลาที่กำหนด
3. การมีมนุษยสัมพันธ์
4. การแต่งกาย

สาระสำคัญ

การกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเริ่มต้นขึ้นจากชาวกรีกโบราณ และมีการค้นพบปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้า ที่เกิดจากแรงดึงดูดสิ่งต่าง ๆ ได้ ซึ่งถือเป็นการค้นพบครั้งแรก ต่อมาก็มีผู้ที่ค้นพบพลังงานไฟฟ้า จากปรากฏการณ์อื่นหลายอย่าง โดยนักประดิษฐ์และนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ โดยมีวิวัฒนาการของการใช้ประโยชน์จากพลังงานไฟฟ้าเรื่อยมา

ในประเทศไทยสันนิษฐานว่า มีการนำไฟฟ้ามาใช้ใน สมัยพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยมีผู้ที่นำไฟฟ้ามาทดลองเดินเครื่องเป็นผลสำเร็จ นับเป็นจุดเริ่มต้นของกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย ที่ได้มีการผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับประชาชน โดยมีหน่วยงานที่มีหน้ารับผิดชอบในการผลิตไฟฟ้า การจำหน่ายไฟฟ้า ในยุคเริ่มต้นจนถึงยุคปัจจุบัน โดยมีโครงสร้างและขั้นตอนการรับและส่งพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย ระบบการผลิตไฟฟ้า ระบบการขนส่งพลังงานไฟฟ้า ระบบการจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีวงจรระบบการส่งและจ่ายหลายรูปแบบ ที่นำมาใช้ในระบบไฟฟ้า ในการส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้าตามสถานีไฟฟ้าต่างๆ จะมีหม้อแปลงที่ทำหน้าที่เพิ่มและลดแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสม เพื่อส่งไปยังสถานีไฟฟ้า และผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งถือว่าเป็นโหนด ที่รับเอาพลังงานไฟฟ้ามาเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่นๆ ที่นำมาใช้สำหรับ เพื่ออำนวยความสะดวก และเพื่อความสะอาดสบายต่อไป

แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1

จุดประสงค์ เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของนักศึกษา เรื่อง “ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า”

- คำสั่ง
1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ
 2. เวลาสำหรับการทำแบบทดสอบ 15 นาที
-

1. ใครคือนักวิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์สายล่อฟ้าคนแรก

- ก. วิลเลียม กิลเบิร์ต
- ข. ไมเคิล ฟาราเดย์
- ค. เซลสิส แห่งมิเลตัส
- ง. เบนจามิน แฟรงกลิน
- จ. อเลสซานโดร วอลตา

2. บุคคลใด ต่อไปนี้ที่ นำไฟฟ้ามาใช้ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก

- ก. จอมพลถนอม กิตติขจร
- ข. จอมพลปอ พิบุรณ์สงคราม
- ค. พระยามมราช
- ง. จอมพลเจ้าพระยาสุรศักดิ์มนตรี
- จ. เจ้าพระยา วรนาถ

3. ข้อใดคือชื่อย่อภาษาอังกฤษของการไฟฟ้านครหลวง

- ก. PEA
- ข. PEM
- ค. MEA
- ง. MEC
- จ. EGAT

4. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

- ก. ผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าใช้ประชาชน
- ข. สร้างโรงไฟฟ้าและผลิตพลังงานไฟฟ้า
- ค. สร้างโรงไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าและจัดหาแหล่งพลังงานไฟฟ้า
- ง. จัดหาแหล่งพลังงานและจำหน่ายไฟฟ้าให้ประชาชน
- จ. สร้างโรงไฟฟ้าและจำหน่ายไฟฟ้าให้ประชาชน

5. ข้อใดคือประเภทของการผลิตไฟฟ้าที่*ไม่ใช่*พลังงานความร้อนในการให้พลังงาน

- ก. พลังงานน้ำ
- ข. พลังงานก๊าซ
- ค. พลังงานไอน้ำ
- ง. พลังงานนิวเคลียร์
- จ. พลังงานจากชีวมวล

6. การลิกไนต์ผลิตไฟฟ้าในการสร้างเขื่อนตามข้อใดต่อไปนี้

- ก. เขื่อนศรีนครินทร์
- ข. เขื่อนอุบลรัตน์
- ค. เขื่อนรัชชประภา
- ง. เขื่อนสิริกิติ์
- จ. เขื่อนภูมิพล

7. โรงไฟฟ้าประเภทใดเหมาะกับการใช้งานที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด

- ก. โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
- ข. โรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- ค. โรงไฟฟ้าพลังงานดีเซล
- ง. โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ
- จ. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

8. ข้อใดหมายถึงประเภทของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนร่วม

- ก. พลังไอน้ำกับนิวเคลียร์
- ข. พลังงานลมกับแสงอาทิตย์
- ค. พลังงานน้ำกับพลังงานก๊าซ
- ง. พลังงานดีเซลกับพลังงานไอน้ำ
- จ. พลังงานก๊าซกับพลังงานไอน้ำ

9. ระบบใดคือ ระบบที่รับพลังงานไฟฟ้ามาแล้วส่งไปยังสถานีไฟฟ้าต้นทาง

- ก. ระบบผลิตไฟฟ้า
- ข. ระบบขนส่งพลังงานไฟฟ้า
- ค. ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง
- ง. ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ
- จ. ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ

10. วงจรการจ่ายไฟฟ้าตามข้อใดที่ต่อวงจรเป็นแบบวงแหวน

- ก. แบบเรเดียล
- ข. แบบรูป
- ค. แบบกริด
- ง. แบบบัสเดียวบัสคู่
- จ. แบบแท๊ป-ทาย

11. แรงดันไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าใดมีแรงดันไฟฟ้าสูงที่สุด

- ก. สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย
- ข. สถานีเปลี่ยนแรงดันของผู้ใช้
- ค. สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง
- ง. สถานีไฟฟ้าย่อยโรงงานอุตสาหกรรม
- จ. สถานีไฟฟ้าย่อยสำหรับผู้ใช้โดยทั่วไป

12. ข้อใดคือหน้าที่ของสายส่งไฟฟ้าย่อย (Sub transmission Line)
- ก. รับพลังงานมาจากสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย
 - ข. รับพลังงานมาจากสถานีไฟฟ้าประจำจังหวัดต่างๆ
 - ค. รับพลังงานมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่ายแรงสูง
 - ง. พลังงานมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่ายแรงต่ำ
 - จ. รับพลังงานไฟฟ้ามาจากสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง
13. วงจรสายส่งของสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายข้อใด ใช้สวิตช์ตัดตอน และอุปกรณ์ป้องกันมีอุปกรณ์จำนวนมากสลับซับซ้อนช่วยในการตัดต่อระบบวงจร เพื่อให้สามารถตัดส่วนหนึ่งส่วนใดออก
- ก. แบบเรเดียล
 - ข. แบบลูป
 - ค. แบบเน็ตเวอร์ค
 - ง. แบบกริด
 - จ. แบบแท๊ป-ทาย
14. การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) เป็นการรวมกิจการระหว่างหน่วยงานใด
- ก. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ การลิกไนท์
 - ข. กองไฟฟ้าหลวงสามเสน การไฟฟ้ายันฮี
 - ค. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ กองไฟฟ้าหลวงสามเสน
 - ง. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ การไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ
 - จ. กองไฟฟ้าหลวงสามเสน การไฟฟ้า ตะวันออกเฉียงเหนือ
15. ประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าใดที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด
- ก. ประเภทที่พักอาศัย
 - ข. ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม
 - ค. ประเภทกิจการขนาดเล็ก
 - ง. ประเภทหน่วยงานภาครัฐ
 - จ. ประเภทหน่วยงานเทศบาล

เนื้อหาสาระ

ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า

บทนำ

พลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานที่มีวิวัฒนาการกันมาอย่างยาวนาน มนุษย์ได้มีการศึกษาจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีนักวิทยาศาสตร์ หลายคนที่มีบทบาทในการคิดค้นในการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ เช่น การค้นพบเรื่องแรงดึงดูดแม่เหล็ก การค้นพบเรื่องแบตเตอรี่ การค้นพบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของพลังงานไฟฟ้าที่มีการใช้งานในปัจจุบัน พลังงานไฟฟ้าถือเป็นพลังงานที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ทำให้เกิดความสะดวกสบายและยังคงมีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

1.1 ประวัติการส่งและจ่ายไฟฟ้า

1.1.1 ประวัติการกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ในสมัยแรก ๆ มนุษย์รู้จักไฟฟ้าจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ไฟแลบฟ้าร้อง และฟ้าผ่า นับเป็นเวลานาน ที่มนุษย์ไม่สามารถให้คำอธิบายความเป็นไปที่แท้จริงของไฟฟ้าได้ เมื่อก่อนคริสต์ศักราช 600 ปี เทลีส แห่งมิลีเตัส นักปราชญ์และนักคณิตศาสตร์ชาวกรีกโบราณ ได้ค้นพบไฟฟ้าขึ้น กล่าวคือเมื่อเขาได้นำ เอาแท่งอำพันถูกับผ้าขนสัตว์ แท่งอำพัน จะมีอำนาจดูดสิ่งของต่าง ๆ ที่เบา ได้ เช่น เส้นผม เศษกระดาษ เศษผง เป็นต้น เขาจึงให้ชื่ออำนาจ นี้ว่า ไฟฟ้า หรือ อิเล็กตรอน (Electron) ซึ่งมาจาก ภาษา กรีกว่า อิเล็กทรา (Elektra)



รูปที่ 1.1 เทลีส แห่งมิลีเตัสผู้ค้นพบไฟฟ้า

(ที่มา : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Thales.jpg>)

จนกระทั่งมนุษย์สามารถประดิษฐ์สายล่อฟ้าไว้ป้องกันฟ้าผ่าได้ ในเวลาต่อมา 2500 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชนพวกคิวตัน ที่อาศัยอยู่แถบฝั่งแฉมแลนดจ์ของทะเลบอลติก ในประเทศรัสเซีย ตะวันออก ได้พบหินสีเหลืองชนิดหนึ่งซึ่งเมื่อถูกแสงอาทิตย์ ก็จะมีประกายคล้ายทอง คุณสมบัติพิเศษของหินนี้ คือเมื่อโยนลงในกองไฟจะเกิดแสงสว่าง และติดไฟได้เรียกกันว่า อำพัน ซึ่งเกิดจากการทับถมของยางไม้เป็นระยะเวลานานๆ อำพันถูกนำมาเป็นเครื่องประดับและหวี เมื่อนำแท่งอำพันมาถู ด้วยขนสัตว์ จะเกิดประกายไฟขึ้นได้ และเมื่อนำมาหวีผมด้วยหวี ที่ทำจากอำพันก็จะมีเสียงดังอย่างลึกลับ และหวีจะดูดเส้นผม เหมือนว่าภายในแท่งอำพันมีแรงลึกลับอย่างหนึ่งซ่อนอยู่



รูปที่ 1.2 วัตถุอำพันดูดขนนก

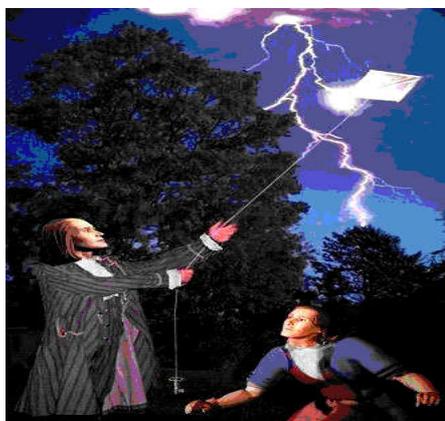
(ที่มา : <http://www.pea.co.th/peas3/1204/Images/pictures/storypea/ampan.jpg>)

ต่อมาเมื่อ พ.ศ. 2143 (ค.ศ. 1600) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ ดร.วิลเลียม กิลเบิร์ต (William Gilbert) ได้ทำการทดลองอย่างเดียวกัน โดยนำเอาแท่งแก้วและแท่งยางสนมาขัดถูกับผ้าแพรหรือผ้าขนสัตว์ แล้วนำทดลองดูดกับสิ่งของเบา ๆ เช่น กระดาษ เส้นผม และเศษผงจะได้ผลเช่นเดียวกับ เชลิส แห่งมิลเลตส์ ดังนั้น ดร.วิลเลียม กิลเบิร์ต จึงได้เรียกชื่อไฟฟ้าที่เกิดแรงดึงดูด ขึ้นนี้ว่า อิเล็กทริกซิตี (Electricity) ซึ่งแปลว่า ไฟฟ้า และเป็นปรากฏการณ์นี้ ทำให้นักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่านเกิดความสนใจ จึงได้พยายามศึกษาค้นคว้ากันต่อมา



รูปที่ 1.3 ดร.วิลเลียม กิลเบิร์ต (William Gilbert) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ
(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ; 2537)

ต่อมาเมื่อ พ.ศ. 2280 (ค.ศ. 1747) เบนจามิน แฟรงคลิน (Benjamin Franklin) นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ได้ค้นพบไฟฟ้าในอากาศขึ้น โดยการทดลองนำว่าวซึ่งมีกุญแจผูกติดอยู่กับสายป่านขึ้นในอากาศขณะที่เกิดพายุฝน เขาพบว่าเมื่อเอามือไปใกล้กุญแจก็ปรากฏประกายไฟฟ้ามายังมือของเขาจากการทดลองนี้ทำให้เขาค้นพบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ไฟแลบ ไฟร้อง และฟ้าผ่า ซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าในอากาศนับตั้งแต่นั้นมา เบนจามิน แฟรงคลิน ก็สามารถประดิษฐ์สายล่อฟ้าได้เป็นคนแรก โดยเอาโลหะต่อไว้กับยอดหอคอยที่สูงๆ แล้วต่อสายลวดลงมายังดิน ซึ่งเป็นการป้องกันฟ้าผ่าได้ถาวรคือไฟฟ้า จากอากาศจะไหลเข้าสู่โลหะที่ต่ออยู่กับยอดหอคอยแล้วไหลลงตามสายลวดที่ต่อเอาไว้ลงสู่ดินหมด โดยไม่เป็นอันตรายต่อคนหรืออาคารบ้านเรือน



รูปที่ 1.4 การทดลองของเบนจามิน แฟรงคลิน (Benjamin Franklin) นักวิทยาศาสตร์ ชาวอเมริกัน
(ที่มา : <http://th.wikipedia.org/wiki/> ; <http://www.familysecuritymatters.org/imgLib>)

ต่อมาเมื่อ พ.ศ. 2333 (ค.ศ. 1790) อเลสซานโดร วอลตา (Volta) นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี ได้ค้นพบไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี โดยนำเอาวัตถุต่างชนิดกันสองอย่าง เช่น ทองแดงกับสังกะสีจุ่มในน้ำยาเคมี เช่น กรด กำมะถันหรือกรดซัลฟิวริก โลหะสอง ชนิดจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำยาเคมีทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้นได้เรียกการทดลองนี้ว่า วอลเทอิก เซลล์ (Voltaic Cell) ซึ่งต่อมาภายหลังวิวัฒนาการมาเป็น เซลล์แห้ง หรือถ่านไฟฉาย และเซลล์เปียกหรือแบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีขนาดของ แบตเตอรี่ที่ใช้โดยทั่วไป เช่น 12 V และ 24 V



รูปที่ 1.5 อเลสซานโดร วอลตา (Volta) นักวิทยาศาสตร์ ชาวอิตาลี
(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ; 2537)

พ.ศ. 2374 (ค.ศ. 1831) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ชื่อ ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) ได้ค้นพบไฟฟ้า ที่เกิดจากอำนาจแม่เหล็กโดยนำขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ตัดผ่านกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวด และปรากฏที่เครื่องวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่ต่อจากขดลวดตัวนำ ซึ่งต่อมาภายหลังได้นำเอาหลักการดังกล่าว มาพัฒนาและประยุกต์ เพื่อนำมาประดิษฐ์เป็น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้น นับเป็นบุคคลที่สำคัญในการประดิษฐ์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้นเป็นคนแรกของโลก



รูปที่ 1.6 ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday)
(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ; 2537)

พ.ศ. 2420 -2430 (ค.ศ.1877-1887) นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันชื่อ โทมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas A.Edison) ได้ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าขึ้นสำเร็จเป็นคนแรก และยังได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ฉายภาพยนตร์ หีบเสียง เครื่องอัดสำเนา เป็นต้น จนได้รับฉายาว่าเป็นพ่อมดในวงการอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังมี นักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่าน เช่น อะเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบลล์ (Alexander Graham Bell) ผู้ประดิษฐ์โทรศัพท์ และ มาร์โคนี (Marconi) นักวิทยาศาสตร์ ชาวอิตาลี เป็นผู้ค้นพบการส่งสัญญาณวิทยุ เป็นต้น



รูปที่ 1.7 โทมัส อัลวา เอดิสัน (Thomas A.Edison) นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน
(ที่มา : <http://th.wikipedia.org/wiki/>)

1.1.2 ประวัติการนำไฟฟ้ามาใช้ในประเทศไทย

1.1.2.1 ประวัติการกำเนิดกิจการไฟฟ้าของไฟฟ้าในสมัยแรก ๆ

ไฟฟ้าสยาม คำว่าไฟฟ้า สันนิษฐานว่าเริ่มใช้ตั้งแต่ สมัยรัชกาลที่ 4 คงหมายถึงไฟจากฟ้า ซึ่งมาจากฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า สมัยพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งประเทศไทยยังคงชื่อประเทศสยามอยู่ โดยนายเจม แสงชูโต (ชื่อเดิมของเจ้าหมื่นไวยวรนาถ) ต่อมาได้รับบรรดาศักดิ์เป็น จอมพลเจ้าพระยาสุรศักดิ์มนตรี ได้ไปเห็นการใช้ไฟฟ้ากันอย่างสว่างไสว ครั้งเป็นอุปทูตเดินทางไปเจรจาความเมือง ยังทวีปยุโรป เจ้าหมื่นไวยวรนาถ ได้นำเงินที่ได้มาจากการขายที่ดินให้กับ สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชเทวี จำนวน 180 ชั่ง หรือ 14,400 บาท ไปซื้อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ จากประเทศอังกฤษ มาติดตั้งที่กรมทหารหน้าและได้ทดลองเดินเครื่องเป็นผลสำเร็จต่อมานำมาติดตั้งที่พระที่นั่งจักรีมหาปราสาทและในท้องพระโรง เมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2427 ซึ่งเป็นวันเฉลิมพระชนมพรรษา พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว จึงได้มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่พระที่นั่งจักรีมหาปราสาท ในพระบรมมหาราชวัง นับเป็นจุดเริ่มต้นของกิจการไฟฟ้าในประเทศไทยอย่างเป็นทางการ



รูปที่ 1.8 เจ้าหมื่นไวยวรนาถ (เจม แสง-ชูโต)
(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ; 2537)

1.1.2.2 การผลิตไฟฟ้าก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 การผลิตกระแสไฟฟ้าระยะแรก ดำเนินการโดยรัฐบาลเท่านั้นต่อมาโอนกิจการมาเป็นของ บริษัทบางกอก อิเล็กตริกไลท์ ซินดิเคต

ต่อมาไม่นานก็เลิกกิจการไปเพราะขาดทุน จึงได้ขายกิจการให้กับบริษัทไฟฟ้าสยาม จำกัด ต่อมา พ.ศ.2455 พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว โปรดเกล้าฯ ให้พระยายมราช สร้างโรงไฟฟ้า สามเสนขนาดกำลัง 25,500 กิโลวัตต์ ก็ได้เริ่มจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่บริเวณตอนเหนือของพระนคร นับจากนั้นมาการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยก็ได้ขยายตัวออกไปเรื่อย ๆ โดยมีบริษัทไฟฟ้าสยาม จำกัด จัดจำหน่าย ไฟฟ้า ต่อมาได้สร้างโรงไฟฟ้าขึ้นบริการประชาชนในเขตชุมชนต่าง ๆ และ ส่งเสริมการจัดตั้งกิจการไฟฟ้าขึ้นทั่วราชอาณาจักร



รูปที่ 1.9 แสดงที่ทำการบริษัทไฟฟ้าสยามจำกัด
(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2537)

เมื่อเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 ขึ้น ทำให้การผลิตและส่งกระแสไฟฟ้ามีปัญหาและอุปสรรค เพราะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกแห่งในประเทศไทยชำรุดทรุดโทรมมาก และเกิดภาวะขาดแคลนน้ำมัน โรงไฟฟ้าบางแห่งถูกระเบิดเสียหาย วันที่ 14 เมษายน 2488 สงครามโลกได้ยุติลง โรงไฟฟ้าวัดเลียบ และสามเสนถูกระเบิดจนใช้การไม่ได้ ต้องใช้เวลาซ่อมถึง 4 ปีถึงจะใช้การได้

1.1.2.3 การผลิตไฟฟ้าหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้ยุติลง ประเทศไทยต้องประสบปัญหาขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าอย่างมาก โรงไฟฟ้าหลายแห่งถูกทำลาย เชื้อเพลิงที่ใช้หายากและมีราคาสูง รัฐบาลจึงต้องพยายามแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นศึกษา และวางแผนหา แหล่งพลังงานเพื่อผลิตไฟฟ้า โดยมีประวัติความเป็นมาของการกำเนิดกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2493 ได้จัดตั้ง “การไฟฟ้ากรุงเทพฯ” สังกัดกรมโยธาเทศบาล กระทรวงมหาดไทย ซึ่งโอนมาเป็นความรับผิดชอบของรัฐบาล เพื่อรับกิจการของ บริษัทไฟฟ้าไทย

คอร์ปอเรชั่น จำกัด (Thai Electric Corporation Limited) หรือเดิมชื่อ บริษัทไฟฟ้าสยาม ซึ่งหมดอายุสัมปทานลง

ในปี พ.ศ. 2494 จัดตั้ง “คณะกรรมการพิจารณาสร้างโรงไฟฟ้าทั่วราชอาณาจักร” ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2495 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น “คณะกรรมการไฟฟ้าและพลังงานแห่งประเทศไทย” และในปี พ.ศ. 2496 รัฐได้ตราพระราชบัญญัติการพลังงานแห่งชาติขึ้น และได้เปลี่ยนเป็น “สำนักงานพลังงานแห่งชาติ” ปัจจุบันมีฐานะเป็น สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

ในปี พ.ศ. 2494 กรมชลประทานได้ทำการสำรวจแม่น้ำแคว ปิง วัง ยม น่าน ที่บริเวณเขาแก้ว อ.สามเงา จ. ตาก เพื่อเสนอโครงการย่นสี ต่อรัฐบาล ในปี พ.ศ. 2498 รัฐบาลได้ดำเนินการกู้เงินกับธนาคารโลก ในปี พ.ศ. 2500 รัฐได้ตราพระราชบัญญัติจัดตั้ง “การไฟฟ้าย่นสี” (กพย.) รับผิดชอบการผลิตไฟฟ้าให้กับภาคกลางกับภาคเหนือ อีก 36 จังหวัด โดย การไฟฟ้าย่นสี (กพย.) ได้ก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนภูมิพล (ย่นสี) ที่จังหวัดตาก จนแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2507 เริ่มเดินเครื่องครั้งแรกเพียง 1 เครื่อง ขนาดกำลังผลิต 70 MW นอกจากนี้การไฟฟ้าย่นสี (กพย.) ได้ก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังความร้อน (พลังไอน้ำ) ขนาดใหญ่มีกำลังผลิต 75 เมกะวัตต์ ที่อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ปัจจุบันเรียกว่า “โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ” ซึ่งนับว่าเป็นโรงไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในขณะนั้น เริ่มเดินเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2504 โดย ส่งกระแสไฟฟ้าไปตามสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเชื่อมโยงกับโรงไฟฟ้าสามเสน

ในปี พ.ศ. 2497 มีพระราชกฤษฎีกาจัดตั้ง “ องค์การพลังงานไฟฟ้าลิกไนต์ ” โดยสังกัดการพลังงานแห่งชาติ และในปี พ.ศ. 2502 ได้ก่อสร้างโรงจักรแม่เมาะ ที่จังหวัดลำปาง ขนาด 6.25 เมกะวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง แล้วเสร็จโดยโรงไฟฟ้าแห่งนี้ใช้ถ่านลิกไนต์ จากเหมืองแม่เมาะเป็นเชื้อเพลิงและเชื่อมโยงกับตัวจังหวัด ด้วยสายส่งไฟฟ้าแรงสูงขนาดแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลโวลต์ ซึ่งนับว่าเป็นสายส่งไฟฟ้าแรงสูงสายแรกของไทย ทำให้จังหวัดลำปางมีไฟฟ้าใช้อย่างมั่นคง ต่อมาได้ต่อเชื่อมสายส่งไฟฟ้าไปใช้งานก่อสร้างเขื่อนภูมิพล ที่จังหวัดตาก และยังได้ก่อสร้างสายส่งไฟฟ้าเชื่อมต่อจากจังหวัดลำปางไปยังจังหวัดลำพูน และจังหวัดเชียงใหม่อีกด้วย ซึ่งต่อมาปลายปี พ.ศ. 2503 ได้ยกฐานะเป็น “การลิกไนต์” (กลน.) รับผิดชอบผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้าในภาคใต้ทั้งหมด และจ่ายพลังงานไฟฟ้าในภาคเหนือในเขตจังหวัด ลำปาง ลำพูน เชียงใหม่ และตาก ด้วย

ในปี พ.ศ. 2497 จัดตั้ง “องค์การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค” ซึ่งต่อมาได้รับการยกฐานะ เป็น “ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ” (กฟภ.) เมื่อปี พ.ศ. 2503 รับผิดชอบการจำหน่ายไฟฟ้าทั่วประเทศไทย ยกเว้นในเขตรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

ในปี พ.ศ. 2501 ได้มีการจัดตั้ง “การไฟฟ้านครหลวง ” (กฟน.) ขึ้น โดยรวมกิจการของการไฟฟ้ากรุงเทพฯและกองไฟฟ้าหลวงสามเสนเข้าด้วยกัน รับผิดชอบการจำหน่ายไฟฟ้าในเขตกรุงเทพฯ (พระนคร ธนบุรี) นนทบุรี และสมุทรปราการ

ในปี พ.ศ. 2505 รัฐบาลได้ออกพระราชบัญญัติการไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ (กฟ.อน.) ขึ้น รองรับโครงการการไฟฟ้าพลังงานน้ำเขื่อนน้ำพุงขนาดกำลังผลิต 6.3 MW และเขื่อนน้ำพอง (เขื่อนอุบลรัตน์) ขนาดกำลังผลิต 25 MW ที่กำลังก่อสร้างจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2509 และรับผิดชอบในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด

การรวมกิจการ ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) มีจุดกำเนิดจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 26 เมษายน 2509 รับหลักการดำเนินไฟฟ้าภายในประเทศตามที่กระทรวงมหาดไทยเสนอให้แบ่งกิจการไฟฟ้าเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือกิจการไฟฟ้าฝ่ายผลิตประกอบด้วย การไฟฟ้าอันธิ การลิกันต์ และการไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ ที่สังกัดกระทรวงพัฒนาการแห่งชาติ รวมเข้าด้วยกันเป็น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2511 และให้ใช้ชื่อนี้ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม 2512 และอีกส่วนคือกิจการไฟฟ้าจำหน่าย ประกอบด้วยการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ซึ่งสังกัดกระทรวงมหาดไทย

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 เป็นต้นมา ประเทศไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสูงได้มีการพัฒนาแหล่งการผลิตและระบบส่งจ่ายไฟฟ้าให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับความต้องการใช้พลังงานในส่วนของการเกษตรกรรม การเกษตรกรรม การท่องเที่ยว เป็นต้น โดยมีโรงไฟฟ้าและระบบส่งจ่ายไฟฟ้าเชื่อมโยงกันที่ทันสมัย ประสิทธิภาพมั่นคง และเชื่อถือของระบบการส่งพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า

1.2.1 หน่วยงานภาครัฐ ประกอบด้วย 3 การไฟฟ้า

1.2.1.1 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) (Electricity Generating Authority of Thailand : EGAT) สังกัดกระทรวงพลังงาน มีหน้าที่รับผิดชอบในการผลิต, จัดหาพลังงานไฟฟ้า และส่งพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำไปจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าแก่การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและผู้ใช้พลังงานไฟฟ้า ตราสัญลักษณ์การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) แสดงดังรูปที่ 1.10 โดยมีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ริมฝั่งขวาของแม่น้ำ เจ้าพระยา เชียงสะพานพระราม 6 อำเภอ บางกรวย จังหวัดนนทบุรี



รูปที่ 1.10 แสดงตราสัญลักษณ์การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

(ที่มา : www.egat.co.th)

1.2.1.2 การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) (Metropolitan Electricity Authority : MEA)

สังกัดกระทรวงมหาดไทย เป็นรัฐวิสาหกิจด้านสาธารณูปโภค มีภาระหน้าที่ จัดส่งและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าแก่ ประชาชนธุรกิจและอุตสาหกรรมเขตพื้นที่ 3 จังหวัดได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรีและสมุทรปราการ นอกจากนี้แล้วยังมีภาระหน้าที่การดูแลรักษาสายส่งไฟฟ้าแรงสูง สถานีเปลี่ยนแรงดัน สายจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น โดยจะรับซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ระดับแรงดันขนาด 69 kV 115 kV 230 kV และ 500 kV มีระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแรงสูงที่ 12 kV และ 24 kV สำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่ ถนนเพลินจิต แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งตราสัญลักษณ์การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) แสดงดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 แสดงตราสัญลักษณ์การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

(ที่มา : www.mea.co.th)

1.2.1.3 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) (Provincial Electricity Authority : PEA) สังกัดกระทรวงมหาดไทย เป็นรัฐวิสาหกิจด้านสาธารณูปโภค จะมีภาระหน้าที่จัดส่งและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ประชาชน ธุรกิจและอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่จังหวัดรวม 74 จังหวัด (รวมจังหวัดบึงกาฬ) ทั่วประเทศ (ยกเว้น กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ) มีระดับแรงดันไฟฟ้า ในระบบจำหน่ายแรงสูงที่ 11 kV 22 kV หรือ 33 kV การส่งและจ่ายไฟฟ้าระบบจำหน่าย โดยมีสำนักงานตั้งตามภูมิภาคต่างๆกระจายอย่างทั่วถึงในปัจจุบัน ซึ่งตราสัญลักษณ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) แสดงดังรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 แสดงตราสัญลักษณ์การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

(ที่มา : www.pea.co.th)

1.2.2 หน่วยงานภาคเอกชน ส่วนใหญ่ เป็นหน่วยงานในการผลิตไฟฟ้า เพื่อขายให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ซึ่งรัฐบาลมีนโยบายในการส่งเสริมให้เอกชนเข้ามามีบทบาทในการผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2532 โดยตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ส่วนหนึ่งจะมีการรับซื้อไฟฟ้าจากเอกชน ซึ่งเป็นนโยบายที่รัฐส่งเสริมให้เอกชน เข้าามีบทบาทมากขึ้น ในกิจการไฟฟ้าของประเทศ โดยหน่วยงานภาคเอกชนประกอบด้วย

1.2.2.1 ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (Independent Power Producer : IPP) หรือผู้ผลิต ไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่ คือ บริษัทใดก็ได้ที่เข้ามาเสนอขายไฟฟ้าตามประกาศรับซื้อของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และได้รับคัดเลือกตามเงื่อนไขที่กำหนด ก็สามารถผลิตไฟฟ้าและขายให้ประชาชนหรือโรงงานผ่านทางกรไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ให้สถานภาพการรับซื้อไฟฟ้าจากโครงการ IPP ณ เดือน พฤษภาคม 2549 เป็นต้นไป รวมกำลังผลิตประมาณ 5,210 MW

เช่น บริษัท ผลิตไฟฟ้าอิสระ (ประเทศไทย) จำกัด (Independent Power Thailand Co., Ltd. ; IPT) บริษัท อีสเทิร์น เพาเวอร์ แอนด์ อิเล็กตริก จำกัด (Eastern Power & Electric Co., Ltd. ; Bang Bo) หรือ (EPEC) บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด (BLCP Power Limited) และ บริษัท ราชบุรี เพาเวอร์ จำกัด เป็นต้น



รูปที่ 1.13 บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรีโฮลดิ้ง จำกัด (มหาชน)

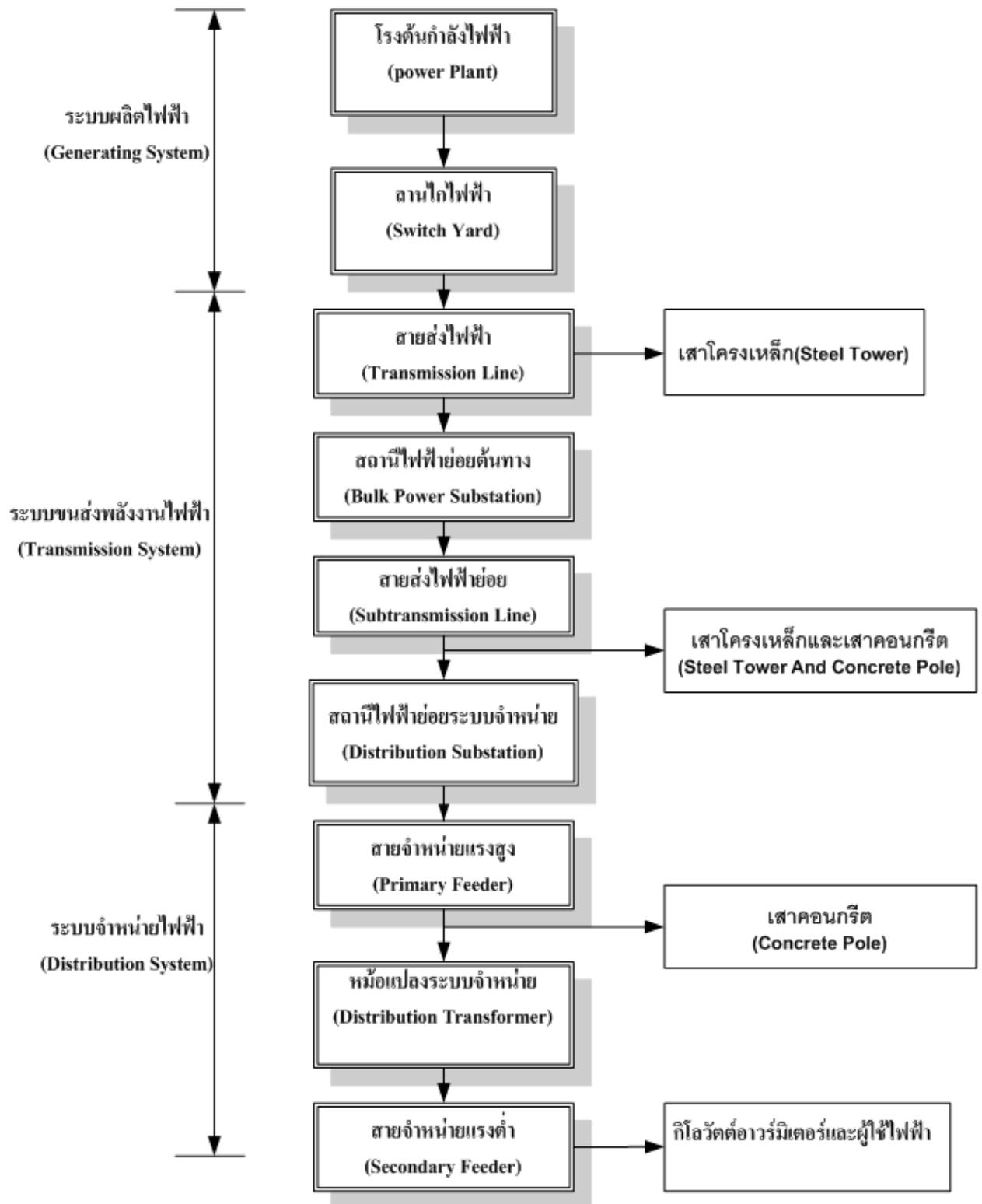
(ที่มา: [http:// www.ratch.co.th/about/](http://www.ratch.co.th/about/))

1.2.2.2 ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producer ; SPP) คือเอกชนผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ที่มีกำลังผลิตไม่เกิน 90 เมกะวัตต์ สามารถผลิตไฟฟ้าขายให้ กฟผ. เพื่อส่งเข้าระบบสายส่งของ กฟผ. ไปขายให้แก่การไฟฟ้านครหลวงเพื่อใช้ในกรุงเทพมหานคร และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เพื่อใช้นอกเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีหลักว่าต้องใช้ระบบโคเจนเนอเรชั่น หรือผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วมกัน หรือใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น กากวัสดุเหลือใช้ เป็นต้น ปัจจุบัน มีผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กที่ได้รับการตอบรับซื้อไฟฟ้าจาก กฟผ. จำนวน 107 ราย คิดเป็นปริมาณพลังไฟฟ้าที่เสนอขาย 2,603.62 MW และมีผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กขายไฟฟ้าเข้าระบบแล้ว 76 ราย คิดเป็นปริมาณพลังไฟฟ้าที่เสนอขาย 2,276.10 MW สถานภาพ ณ เดือนพฤษภาคม 2549 เช่น บริษัทน้ำตาลราชบุรี จำกัด. อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี บริษัทรวมผลอุตสาหกรรมนครสวรรค์ บริษัทอุตสาหกรรมโคราช จำกัด. อ.พิมาย จ. นครราชสีมา และ บริษัทอุตสาหกรรมน้ำตาลปราณบุรี จำกัด อ.ปราณบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น

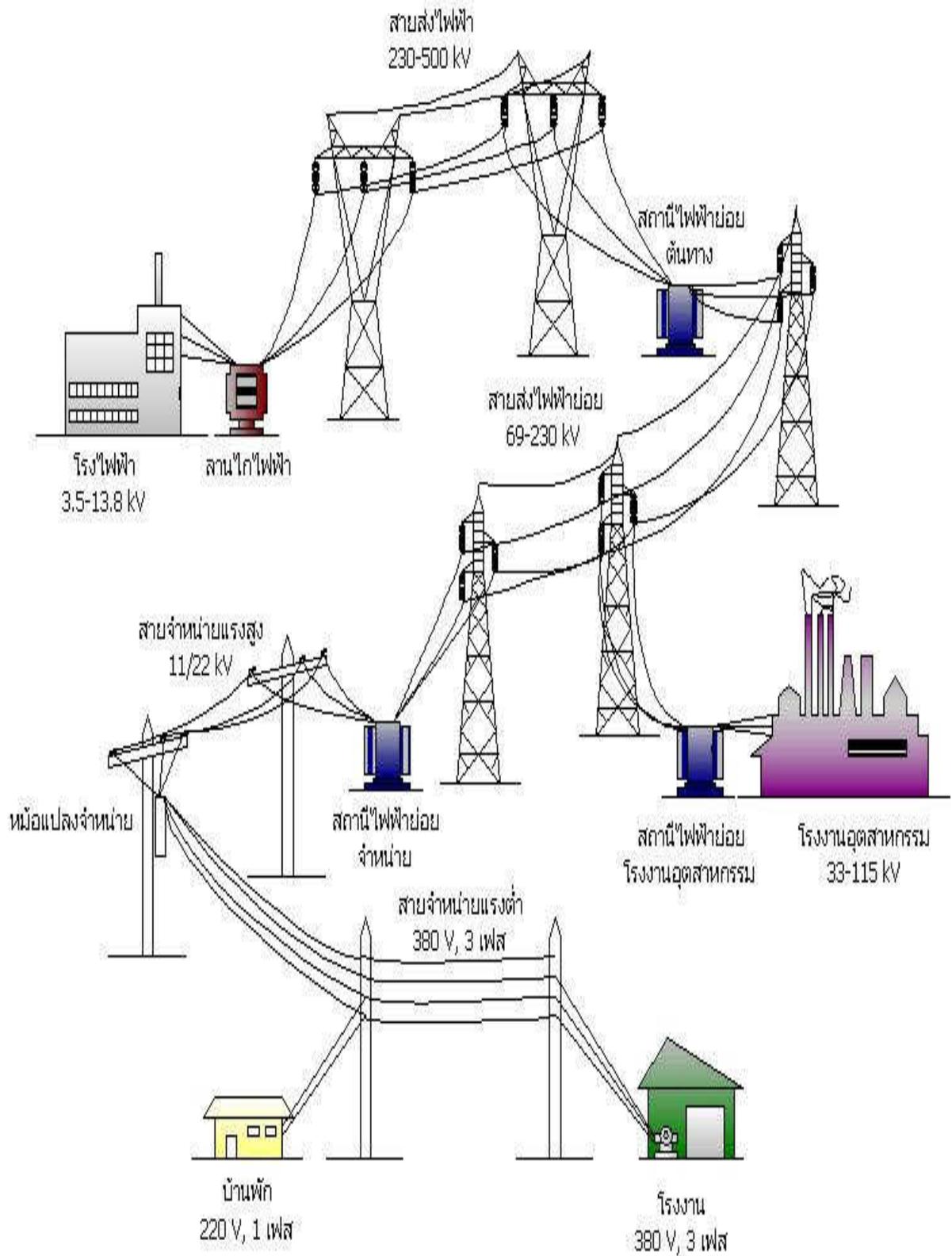
1.2.2.3 ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer ; VSPP) คือเอกชนผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่เกิน 1 เมกะวัตต์ สถานภาพการรับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP ณ เดือนกันยายน 2549 มี VSPP เสนอขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งสามารถขายไฟฟ้าเข้าระบบรวม 97 ราย ปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขาย 16.86 เมกะวัตต์ โดยมีโครงการที่ขายไฟฟ้าเข้าระบบแล้วจำนวน 20 ราย ปริมาณพลังไฟฟ้ารวม 11.02 เมกะวัตต์ เป็นโครงการที่ขายไฟฟ้าเข้าระบบของ กฟน. จำนวน 3 ราย ปริมาณพลังไฟฟ้ารวม 0.95 เมกะวัตต์ ได้แก่ บริษัทเจริญสมพงษ์ จำกัด บริษัทเซลเลนเนียม (ประเทศไทย) จำกัด และบ้านอยู่อาศัย 1 หลัง เป็นระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น และขายเข้าระบบของ กฟภ. จำนวน 17 ราย ปริมาณพลังไฟฟ้ารวม 10.07 เมกะวัตต์ เช่น บริษัท พลังงานเพื่อการอนุรักษ์และสิ่งแวดล้อม จำกัด โรงสีไฟจิตรเสริมไทย โรงไฟฟ้า หสน. รัชฎญกิจนครปฐม (2521) บริษัท ปาล์มน้ำมันธรรมชาติ จำกัด (สุราษฎร์ธานี) บริษัท เอเชียนน้ำมันปาล์ม จำกัด ฯลฯ เป็นต้น

1.3 โครงสร้างของระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

โครงสร้างของระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้าที่ใช้ในเมืองไทย มีโครงสร้างระบบการส่งและจ่ายประกอบด้วย ระบบผลิตไฟฟ้า (Generating System) ระบบขนส่งพลังงานไฟฟ้า (Transmission System) ระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution System) ผู้ใช้ไฟฟ้า (Load) เริ่มตั้งแต่ระบบผลิตไฟฟ้า (Generating System) ที่ใช้ต้นกำลัง ในรูปแบบต่างๆ ในการขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้า เช่น พลังงานน้ำ พลังงานความร้อน ที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน ให้หมุน และต่อเพลาเพื่อขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้า โดยมีแรงดันในระบบผลิตที่ได้มาจาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) โดยมีแรงดันในระบบผลิตไม่เกิน 20 kV โดยส่งพลังงานไฟฟ้าต่อมายังลานไถไฟฟ้า (Switch Yard) จากนั้นก็เพิ่มแรงดันให้สูงขึ้นเป็นระบบการขนส่งพลังงานไฟฟ้า โดยหม้อแปลงไฟฟ้าแปลงแรงดันไฟฟ้าในระดับแรงดันไฟฟ้าเป็น 230 kV หรือ 500 kV ซึ่งขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่ง เมื่อได้ระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบขนส่งพลังงานจึงส่งมาที่สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง (Bulk Power substation) เพื่อลดแรงดันให้มีขนาด 69 kV 115 kV และ 230 kV เพื่อส่งมายังสถานีไฟฟ้าย่อยในระบบจำหน่าย (Distribution Substation) ของแต่ละจังหวัด รวมถึงสถานีไฟฟ้าย่อยของโรงงานอุตสาหกรรมด้วย ซึ่งเป็นหน้าที่รับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยส่งมายัง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) เพื่อนำมาจำหน่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป ดังแสดงในไดอะแกรมเส้นเดียว และวงจรจำลองการรับและจ่ายไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 1.14 และดังรูปที่ 1.15 ตามลำดับ



รูปที่ 1.14 โครงสร้างระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า



รูปที่ 1.15 แสดงระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้าในเมืองไทย
 (ที่มา : <http://www.sut.ac.th/Engineering/Electrical/courses>)

จากรูปที่ 1.15 แสดงวงจรจำลองการรับและจ่ายไฟฟ้าในประเทศไทย โดยในประเทศไทยมีระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นระบบการส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้าแบบเดินสายเหนือศีรษะ โดยส่วนใหญ่ใช้สายตัวนำไฟฟ้าอะลูมิเนียมชนิดเปลือย ในระบบขนส่งพลังงานไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย สถานีไฟฟ้าย่อยโรงงานอุตสาหกรรม และในระบบจำหน่ายแรงสูง จะใช้สายตัวนำไฟฟ้าอะลูมิเนียมชนิดแบบเหนือศีรษะ และ บางส่วนใช้สายตัวนำไฟฟ้าอะลูมิเนียมชนิดหุ้มฉนวน โดยจะมีแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแรงสูง หรือสายจำหน่ายแรงสูง ได้แก่ 11 kV , 22 kV, 33 kV สำหรับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ 12 kV, 24 kV สำหรับระบบจำหน่ายแรงสูงของการไฟฟ้านครหลวง หลังจากนั้นทำการลดแรงดันอีกครั้งหนึ่งโดยหม้อแปลงไฟฟ้าที่อยู่ศูนย์กลางของโหนดให้เป็นระบบจำหน่ายแรงต่ำ แล้วส่งเป็นสายจำหน่ายแรงต่ำ ในระดับแรงดัน 220/380 V เพื่อจ่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป

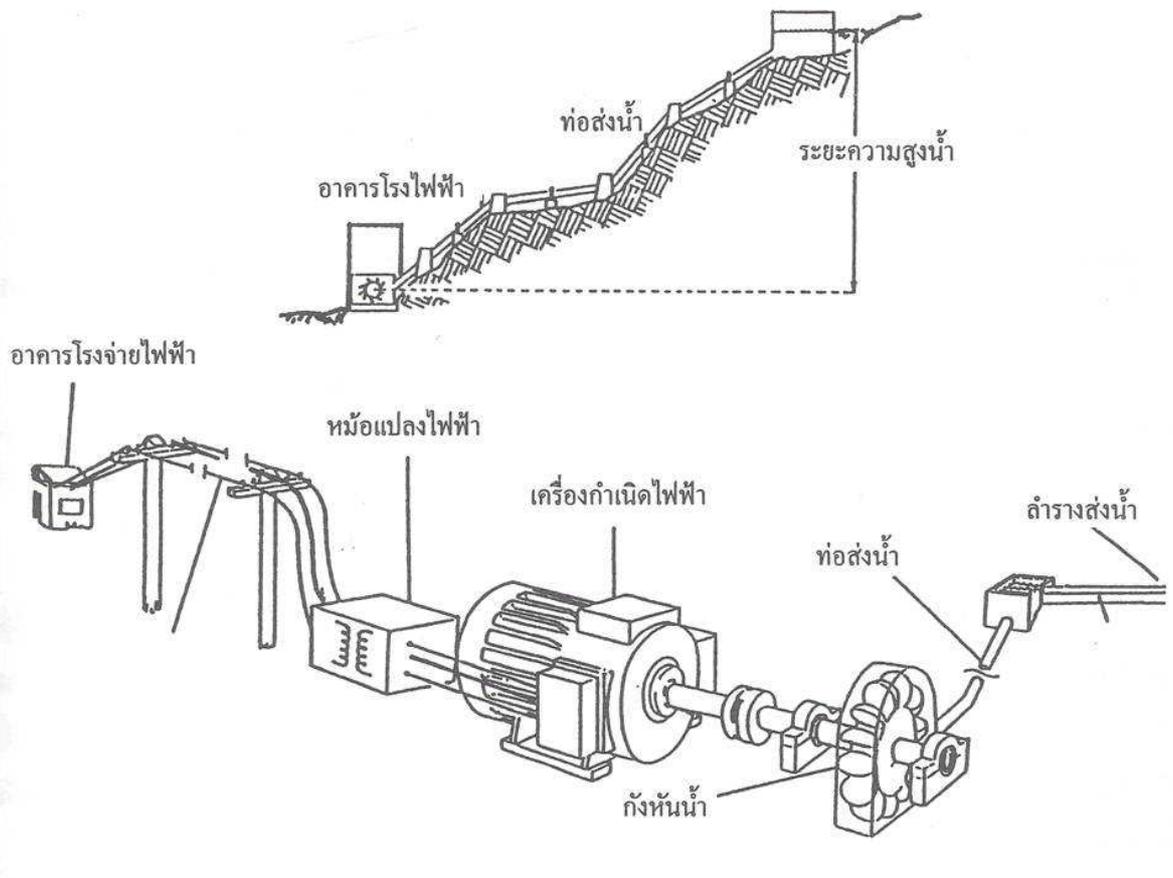
1.3.1 ระบบผลิตไฟฟ้า (Generating System)

กระบวนการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานต้องอาศัยโรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งเป็นหน้าที่รับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) (Electricity Generating Authority of Thailand : EGAT) ดังได้กล่าวมาแล้ว ระบบไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงต้นกำลังต่าง ๆ จะมีระดับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 20 kV ซึ่งส่วนใหญ่จะมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 3.5-13.8 kV หลังจากนั้นส่งมาที่ลานไกไฟฟ้า (Switch Yard) เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นตามมาตรฐาน โดยหม้อแปลงไฟฟ้าแบบ Step up Transformer เป็นระบบขนส่งพลังงานไฟฟ้าต่อไป ซึ่งโรงไฟฟ้าจะทำหน้าที่ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าให้มีความเพียงพอกับความต้องการใช้งานไฟฟ้าตลอดเวลา โดยการทำงานจะอาศัยเครื่องต้นกำลัง ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ให้เป็นพลังงานกล เพื่อขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งพลังงานที่นำมาใช้เป็นต้นกำลังในการผลิตไฟฟ้า ตามโรงผลิตไฟฟ้าต่าง ๆ สามารถแยกตามประเภทการผลิตไฟฟ้า โดยโรงไฟฟ้าต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydroelectric Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้แรงดันจากน้ำมาหมุนกังหัน (Turbine) ให้เกิดพลังงานกลที่สามารถควบคุมได้ แล้วต่อเพลาเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาใช้งาน ซึ่งลักษณะของโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่ใช้แบ่งชนิดของโรงไฟฟ้าได้ดังนี้

1) แบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ (Run of River) เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ประโยชน์จากน้ำที่ไหลตามธรรมชาติ ของลำห้วย ลำธาร โดยจะสร้างเขื่อนขนาดเล็กๆ หรือฝายขวางลำน้ำ บังค้ำน้ำให้ไหลไปตามท่อ หรือทำรางน้ำ ใช้ความดันของน้ำจากที่สูงหมุนกังหัน (Turbine) ซึ่งต่อแกนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก ปริมาณน้ำไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าชนิดนี้ได้แก่ โรงไฟฟ้าที่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กำลังศึกษาเพื่อก่อสร้างที่

เขื่อนผันน้ำเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท และเขื่อนผันน้ำ วชิราลงกรณ์ จังหวัดกาญจนบุรี แสดงดังรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ
(ที่มา : วัฒนา ถาวร โรงต้นกำลังไฟฟ้า ; 2546)

2) แบบมีอ่างเก็บน้ำ (Storage Regulation Development) เป็นโรงไฟฟ้าขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ และพัฒนาให้เป็นเขื่อนแบบเอนกประสงค์ ที่สามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้นอกจากการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น การชลประทาน บรรเทาอุทกภัย การคมนาคม การประมงการอุปโภคบริโภค เป็นต้น ซึ่งโรงไฟฟ้าชนิดนี้จะใช้เป็นหลักการในการผลิตไฟฟ้า โดยอาศัยน้ำที่กักเก็บไว้บนที่สูงจะเกิดพลังงานศักย์ แล้วปล่อยน้ำมาตามท่อน้ำก็จะเกิดการเคลื่อนที่มีพลังงานจล แล้วน้ำที่ไหลก็จะไปปะทะกับกังหันผลักกังหันให้หมุนกลายเป็นพลังงานกล เมื่อกังหันหมุนทำให้สามารถนำพลังงานกลที่ได้จากการหมุนไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากลายเป็นพลังงาน

ไฟฟ้าต่อไป ซึ่งน้ำจะถูกเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนให้มีปริมาณเพียงพอที่จะผลิตไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอ แสดงดังรูปที่ 1.17



(ก) เขื่อน ภูมิพล จ.ตาก

(ข) เขื่อน ศรีนครินทร์ จ.กาญจนบุรี

รูปที่ 1.17 โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำ

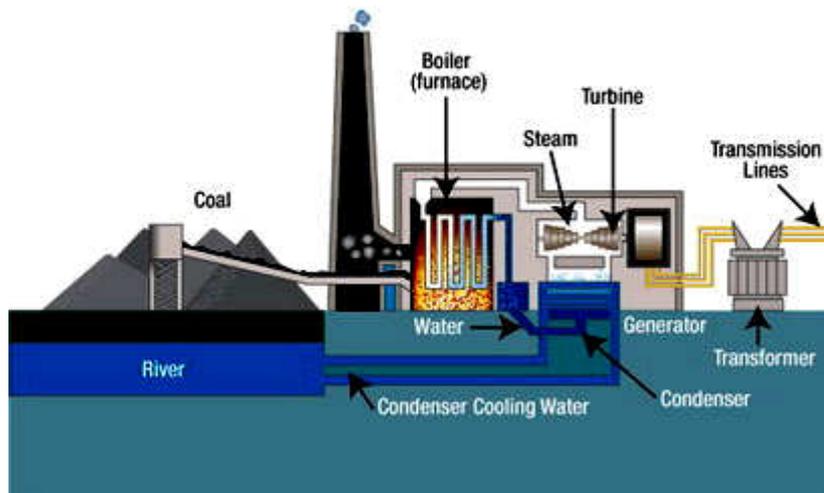
(ที่มา : สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการบรรยาย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ; 2550)

3) แบบสูบน้ำกลับ (Pumped Storage Plant) โรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับจะต้องมีอ่างเก็บน้ำสองส่วน คืออ่างเก็บน้ำบนและอ่างเก็บน้ำล่าง โรงไฟฟ้าจะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อม ในขณะที่ผลิตไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง จะปล่อยน้ำให้หมุนกังหันไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าต่ำ หรือช่วงเวลาที่ผู้ใช้ไฟฟ้าน้อย โดยมักจะเกิดในเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 00.00 น. – 05.00 น. จะใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหลือจ่าย นำไปจ่ายให้กับปั๊มน้ำขนาดใหญ่ เพื่อสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำล่างกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำด้านบน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตไฟฟ้าต่อไป เช่น โรงไฟฟ้าพลังน้ำลำตะคอง แบบสูบน้ำกลับของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นโรงไฟฟ้าที่นำพลังงานไฟฟ้าส่วนที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำ เพื่อสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ไปพักไว้ในอ่างพักน้ำที่ก่อสร้างขึ้นมาบนเขาหรือบนที่สูง แล้วปล่อยน้ำลงมาผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง ช่วยเสริมระบบไฟฟ้าเพียงพอและมั่นคงยิ่งขึ้น แสดงดังรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 อ่างเก็บน้ำของโรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับลำตะคอง
(ที่มา : <https://ienergyguru.com/2015/>)

1.3.1.2 โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Stream Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องกังหันไอน้ำเป็นเครื่องต้นกำลังหมุนขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยไอน้ำที่ได้จากการให้ความร้อนแก่น้ำได้จากความร้อนที่เผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเตาเผาไหม้ (Furnace) จะกลายเป็นไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิสูงจะถูกส่งไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ซึ่งมีเพลตต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้าออกมาผ่านหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นและส่งเป็นระบบขนส่งพลังงานด้วยสายส่งไฟฟ้าต่อไป ส่วนไอน้ำหลังจากผ่านเครื่องกังหันแล้ว ก็จะผ่านขบวนการควบแน่นเพื่อเปลี่ยนสถานะให้เป็นของเหลว และถูกส่งกลับมารับความร้อนใหม่ในหม้อน้ำที่เตาเผาไหม้เชื้อเพลิงอีกครั้งเป็นวัฏจักรต่อไป แต่เนื่องจากน้ำที่เป็นของเหลวไม่สามารถเปลี่ยนสถานะของให้กลายเป็นไอน้ำได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มเดินเครื่องแต่ละครั้ง ของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ เพื่อนำไอน้ำไปขับเคลื่อนกังหันและขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าออกมามาใช้งานนั้น จำเป็นจะต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง ในการผลิตไฟฟ้า ดังนั้น จึงเหมาะที่จะใช้เป็นโรงไฟฟ้าฐาน (Base Load Plant) ซึ่งทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าตลอดเวลาเป็นระยะเวลานาน ก่อนการหยุดเครื่องแต่ละครั้ง โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำมีขนาดประมาณ 1 – 1,300 MW สามารถใช้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่น้ำในหม้อต้มได้หลายชนิด เช่น ถ่านหิน น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ และโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำจะมีประสิทธิภาพประมาณ 30 – 35 % และมีอายุการใช้งานประมาณ 25 ปี ซึ่งในประเทศไทยส่วนใหญ่ผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำแสดงดังรูปที่ 1.19

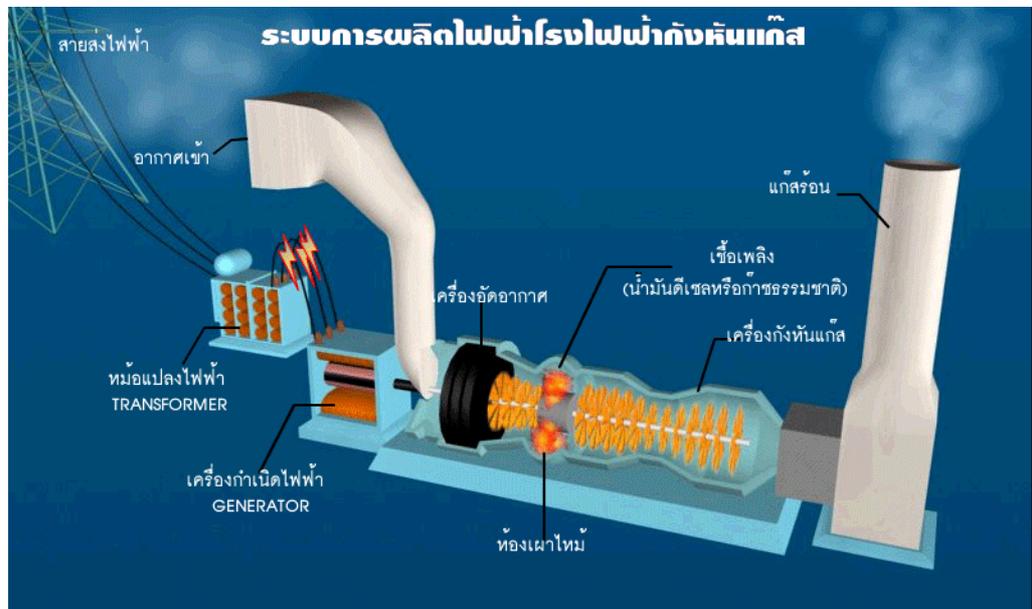


รูปที่ 1.19 หลักการของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

(ที่มา : <http://std.kku.ac.th/4630400448/thermo 2/coalart.gif>)

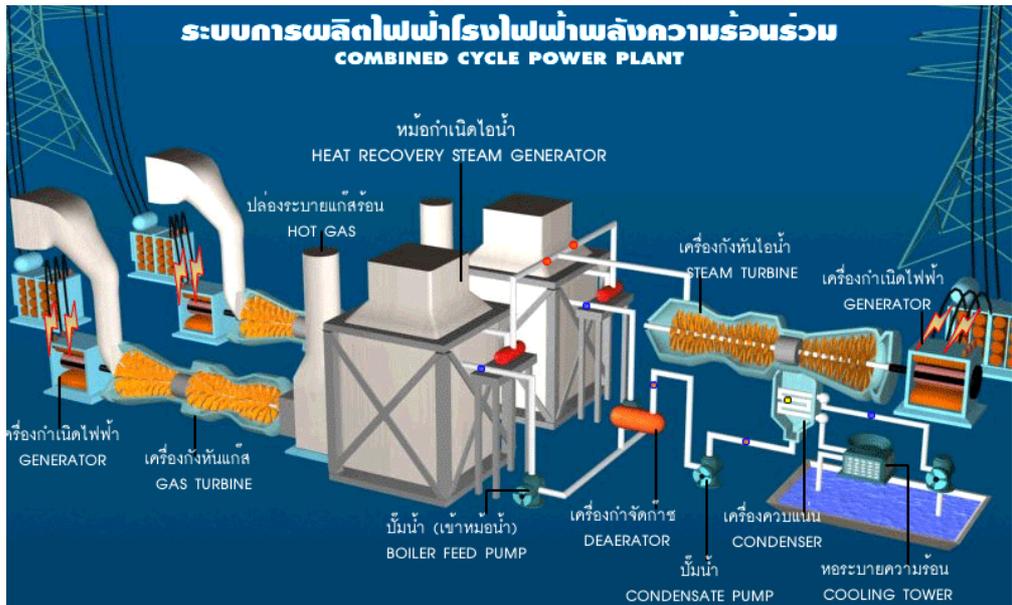
1.3.1.3 โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส (Gas turbine Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่อาศัย แรงดันจากแก๊สร้อนที่ได้จากห้องเผาไหม้เชื้อเพลิงไปหมุนขับเคลื่อน ซึ่งจะเห็นได้ว่า ถ้าผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ จะมีเงื่อนไขในเรื่องของแหล่งน้ำและพื้นที่ตั้งของโรงจักรไฟฟ้าต้องมีพื้นที่ใหญ่มากพอที่จะตั้งโรงไฟฟ้า เพราะต้องติดตั้งหม้อน้ำขนาดใหญ่ รวมถึงหอระบายน้ำในระบบการควบแน่น ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สขึ้น เพื่อลดข้อจำกัด และเงื่อนไขดังกล่าว เครื่องกังหันแก๊สที่ใช้หลักการทำงานโดยเกิดจากสันดาปภายในห้องเผาไหม้ (internal combustion engine) หลักการเบื้องต้นตามวัฏจักรการทำงาน เริ่มจากการสตาร์ทเครื่องยนต์ดีเซล หรือมอเตอร์ไฟฟ้า ให้หมุนขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศ ทำให้อากาศหรือออกซิเจน จากบริเวณรอบ ๆ ตามบรรยากาศภายนอก จะถูกดูดเข้ามาจากปล่องรับอากาศ โดยเครื่องอัดอากาศ (compressor) จะอัดอากาศให้มีความดันของอากาศสูง 8-10 เท่าของอากาศปกติ ซึ่งจะทำให้แก๊สที่อัดมีอุณหภูมิและความดันสูง และส่งอากาศที่มีความดันและอุณหภูมิสูงนี้เข้าไปยังห้องเผาไหม้ (combustion chamber) ที่ห้องเผาไหม้จะมีเชื้อเพลิงมาผสมกับอากาศที่ส่งมาจากเครื่องอัดอากาศ ทำให้อากาศในห้องเผาไหม้เกิดการระเบิด และจะทำให้แก๊สเกิดการขยายตัวกลายเป็นแก๊สร้อนที่มีแรงดันและอุณหภูมิสูงมากขึ้นอีก แล้วส่งแก๊สร้อนที่มีแรงดันและอุณหภูมิสูงนี้ไปหมุนขับเคลื่อนกังหันแก๊สที่ต่อแกนเพลลา ในการขับเคลื่อนกังหันแก๊ส ที่ออกแบบประกอบเข้ากับชุดเฟือง เพื่อทดรอบความเร็วรอบโรเตอร์ในการขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้าให้หมุนอยู่ในพิสัยที่กำหนด นอกจากนี้ยังต่อแกนเพลลาอีกด้านหนึ่ง เพื่อหมุนขับเคลื่อน

เครื่องอัดอากาศ ส่วนแก๊สร้อนหลังส่งไปขับเครื่องกังหันแล้วก็จะถูกปล่อยขึ้นปล่องไอเสียต่อไป แสดงดังรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 โครงสร้างของโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส
(ที่มา : สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการบรรยาย โรงไฟฟ้าบางปะกง ; 2552)

1.3.1.4 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combine Cycle Power Plant) เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สและโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ โดยการนำแก๊สร้อนที่นำไปขับเครื่องกังหันแก๊สแล้ว ซึ่งยังมีอุณหภูมิสูง ประมาณ 500 องศาเซลเซียส เดิมที่ได้ปล่อยผ่านปล่องควันของเครื่องกังหันแก๊สสู่บรรยากาศภายนอก โดยได้มีการศึกษาและนำเอาแก๊สร้อนที่ผ่านเครื่องกังหันแก๊ส ของโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส ที่ปล่อยผ่านปล่องควัน ที่มีอุณหภูมิสูงอยู่น่ากลับมาใช้ใหม่ โดยการส่งแก๊สร้อนนี้ กลับไปผ่านหม้อน้ำ (Heat Recovery Steam Generator) และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำมีแรงดันไอน้ำสูงมากขึ้น เพื่อส่งไอน้ำขับกังหันไอน้ำโดยขบวนการนี้มีหลักการการทำงานคล้ายกับ โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ ที่ใช้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อนแก่น้ำในหม้อต้มให้เดือดกลายเป็นไอน้ำ เพื่อขับเครื่องกังหันไอน้ำสำหรับผลิตไฟฟ้าต่อไป ซึ่งหลักการดังกล่าว เป็นการผลิตไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยลดการปล่อยแก๊สร้อนของโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส ขึ้นสู่บรรยากาศภายนอกด้วย นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการประหยัดเชื้อเพลิง ของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำด้วย แสดงดังรูปที่ 1.21



รูปที่ 1.21 โครงสร้างของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
(ที่มา : สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบการบรรยาย โรงไฟฟ้าบางประกง ; 2552)

1.3.1.5 โรงไฟฟ้าดีเซล (Diesel Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ที่เกิดจากการสันดาปภายในเครื่องยนต์เป็นต้นกำลังไปหมุนเพลาค้อเหวี่ยง เพื่อหมุนขั้วเพลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งต่ออยู่แกนเพลเดียวกัน โรงไฟฟ้าดีเซลเป็นโรงไฟฟ้าขนาดเล็กสามารถเดินเครื่องได้อย่างรวดเร็ว เหมาะที่จะเป็นโรงไฟฟ้าสำรอง สำหรับจ่ายพลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak Load Period) และในกรณีฉุกเฉิน ส่วนโรงไฟฟ้าดีเซลขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีกำลังผลิตเครื่องละประมาณ 25 เมกะวัตต์ ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลรอบช้า แบบ 2 จังหวะ สามารถใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าฐาน (Base Load) ได้ด้วย นอกจากนี้ โรงไฟฟ้าดีเซลขนาดเล็กยังสามารถทำเป็นโรงไฟฟ้าสำเร็จรูป ที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้ากรณีฉุกเฉิน หรือเมื่อระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าเกิดปัญหาไฟฟ้าดับก็สามารถเดินเครื่องยนต์ดีเซล ของโรงไฟฟ้าดีเซล เพื่อจ่ายไฟฟ้าใช้งานแทนระบบไฟฟ้าหลักของการไฟฟ้าได้ โดยทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าดีเซลเพื่อจ่ายไฟฟ้าแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้ากรณีฉุกเฉิน โดยหน่วยงานหรือสถานที่ที่ควรมีโรงไฟฟ้าติดตั้งร่วมกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าหลักของการไฟฟ้า เช่น โรงพยาบาล ธนาคารหรืออาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติอาคารควบคุม พ.ศ. 2522 เป็นต้น โรงไฟฟ้าดีเซลเป็นโรงไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กกระทัดรัด สามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งยังสถานที่ใหม่ได้โดยไม่ยุ่งยาก โรงไฟฟ้าดีเซลจะมีประสิทธิภาพ 30 – 40 % และมีอายุการใช้งานโดยทั่วไปประมาณ 20 ปี แสดงดังรูปที่ 1.22

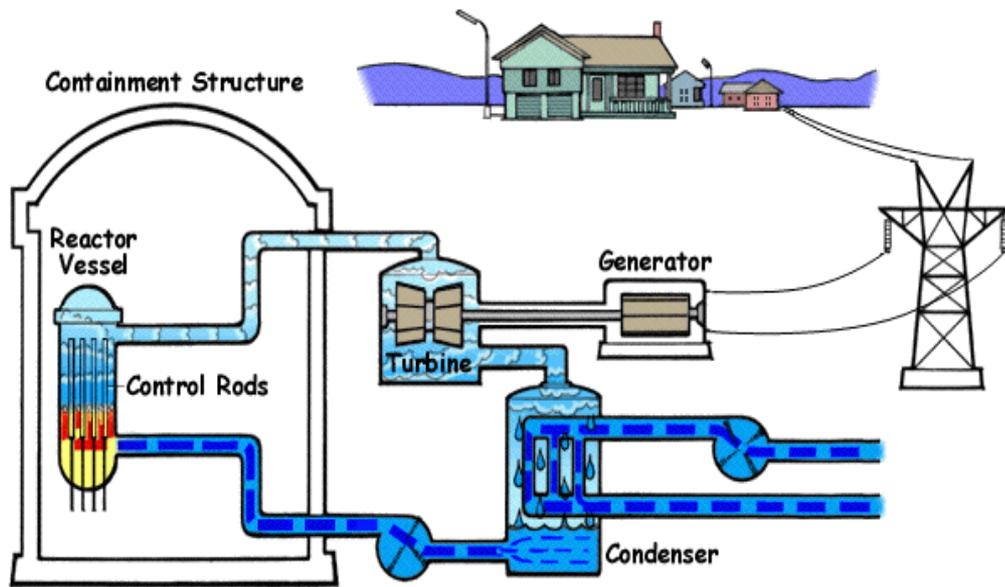


รูปที่ 1.22 โรงไฟฟ้าศิเซล

(ที่มา : <https://pantip.com/topic/33739933>)

1.3.1.6 โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ (Nuclear Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทเม็ดเชื้อเพลิง ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาแตกตัวของเรย์เรเนียม เมื่อนิวเคลียสของเรย์เรเนียมถูกยิงด้วยอนุภาคนิวตรอนจะเกิดปฏิกิริยาแตกตัว มีพลังงานออกมา ซึ่งพลังงานที่ออกมาจะเทียบเท่ากับพลังงานจากการเผาไหม้ถ่านหินถึง 2.5 ตัน การนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ในการผลิตไอน้ำ โดยการนำความร้อนซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาแตกตัวภายในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ มาให้ความร้อนแก่น้ำให้เดือด กลายเป็นไอน้ำ เพื่อขับเคลื่อนไอน้ำต่อไป

ซึ่งสามารถแยกเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ได้ 5 แบบ ตามชนิดของสารระบายความร้อนและสารหน่วงปฏิกิริยานิวตรอน เช่น เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบน้ำเดือด (Boiling Water Reactor ; BWR) เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบอัดความดันน้ำ (Pressurized Water Reactor ; BWR) เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบอัดความดันน้ำหนักมวลหรือแบบแคนดู (Pressurized Heavy-Water Reactor ; PHWR) เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบใช้ก๊าซฮีเลียมระบายความร้อน (High-Temperature Gas Cooled Reactor ; HTGR) และเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบแลกเปลี่ยนความร้อนโดยโลหะเหลว (Liquid-Metal Fast Broader Reactor ; LMFBR) ซึ่งในหลายประเทศยังไม่เป็นที่ยอมรับของสาธารณชน แสดงดังรูปที่ 1.23 เป็นหลักการของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบน้ำเดือด (Boiling Water Reactor ; BWR) ซึ่งเป็นตัวอย่างของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า



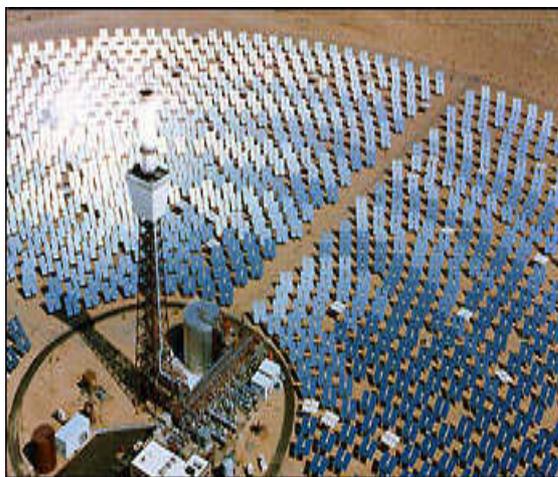
รูปที่ 1.23 โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบน้ำเดือด (Boiling Water Reactor ; BWR)

(ที่มา : <http://protectionrelay.blogspot.com>)

1.3.1.7 โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน (Alternative Energy) โดยทั่วไปหมายถึงพลังงานที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติและสามารถมีทดแทนได้อย่างไม่จำกัด เนื่องจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าหลักในประเทศเริ่มที่จะมีอยู่น้อยลง โดยในปัจจุบันส่วนมากจะทำการเปลี่ยนรูปพลังงาน จากพลังงานกล มาเป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น ใช้การเปลี่ยนรูปจากพลังงานความร้อนซึ่งใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน มาผลิตไอน้ำเพื่อเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน ไอน้ำ หรือ ใช้การเปลี่ยนรูปจากพลังงานน้ำ ที่กักเก็บที่อ่างเก็บน้ำ หรือเขื่อน ต่าง ๆ มาเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนพลังงานไฟฟ้า แต่เนื่องจากปัจจุบัน เกิดปัญหาต่าง ๆ คือการขาดแคลนเชื้อเพลิง และปัญหาเรื่องมลภาวะ สภาพสิ่งแวดล้อม และพื้นที่ในการสร้างเขื่อนที่นำมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามีผลกระทบหลายด้าน ดังนั้นจึงมีการสรรหาพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ มาทดแทนพลังงานหลักที่ใช้อยู่ และนับวันจะหมดไปเรื่อย ๆ โดยรูปแบบของพลังงานทดแทนที่นำมาใช้เปลี่ยนรูปมาเป็นพลังงานไฟฟ้า ได้แก่

1) โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ พลังงานนี้เป็นต้นกำเนิดของวัฏจักรของสิ่งมีชีวิตในโลก ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำและธาตุต่าง ๆ เช่น คาร์บอน พลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง ปราศจากมลพิษ โดยนำพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบที่แผงโซลาร์เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซลาร์เซลล์

(Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง เซลล์แสงอาทิตย์ ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นใด นอกจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่า เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับที่ไม่มี การเคลื่อนไหวใด ๆ ขณะทำงาน จึงไม่มีปัญหาด้านความสึกหรอ หรือต้องการการบำรุงรักษาเหมือนอุปกรณ์ผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต้นกำลังประเภทอื่น ๆ นอกจากนั้นเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีน้ำหนักเบา จึงทำให้ได้ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าต่อน้ำหนัก มีอัตราส่วนดีที่สุด แสดงดังรูปที่ 1.24



รูปที่ 1.24 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์
(ที่มา : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia>)

2) โรงไฟฟ้าพลังงานลม เป็นการนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้โดยเฉพาะในการผลิตไฟฟ้า และการสูบน้ำเพื่อการเกษตรกรรมโดยใช้กังหันลม พลังงานลมเกิดจากพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโลกทำให้อากาศร้อน และลอยตัวสูงขึ้น อากาศจากบริเวณอื่นซึ่งเย็นและหนาแน่นมากกว่าจึงเข้ามาแทนที่การเคลื่อนที่ของอากาศเหล่านี้เป็นสาเหตุให้เกิดลม โดยกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดในโลก (V164 ขนาด 9 เมกะวัตต์) V164 เป็นผลงานของบริษัท MHI Vestas Offshore จากประเทศเดนมาร์ก ได้ขึ้นชื่อว่าเป็นกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดในโลกและยังผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดในโลกอีกด้วย ในประเทศไทยมีอิทธิพลต่อสภาพลมฟ้าอากาศในบางพื้นที่ของประเทศ มีความเหมาะสมที่จะใช้พลังงานลม โดยงานศึกษาและทดลองใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้า เป็นส่วนหนึ่งในแผนการพัฒนาพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาพลังงานลม มาใช้ประโยชน์ในการผลิต

กระแสไฟฟ้าเท่าที่สามารถจะทำได้ และเพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ดังกล่าว กฟผ. ได้ศึกษาและติดตามวิทยาการด้านนี้ทั้งในและต่างประเทศ อีกทั้งได้ทำการสาธิต ทดสอบ ตลอดจนติดตั้งกังหันลมขึ้นใช้งาน และเก็บข้อมูลการทดสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาระบบให้ดีขึ้นและเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยต่อไปในอนาคต ลักษณะการติดตั้งกังหันลม แสดงดังรูปที่ 1.25



รูปที่ 1.25 กังหันลมที่ใช้ผลิตไฟฟ้า

(ที่มา : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia>)

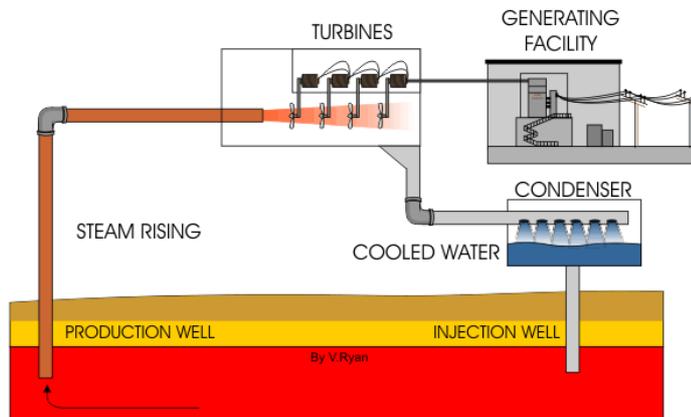
3) โรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล เป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงที่มาจากชีวมวล หรือสิ่งมีชีวิตเช่น ไม้พืน แกลบ กากอ้อย เศษไม้ เศษหญ้า เศษเหลือทิ้งจากการเกษตร เหล่านี้ใช้เผาให้ความร้อนแก่น้ำ เพื่อผลิตไอน้ำที่ขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ซึ่งใช้หลักการเดียวกับโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ ที่ใช้เชื้อเพลิง ฟอสซิล มาให้ความร้อนแก่น้ำ เพื่อผลิตไอน้ำ เป็นต้นกำลังในการผลิตพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ชีวมวลยังรวมถึงมูลสัตว์และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรดจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง หรือน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน ที่เอามาหมัก และผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ โดยเหตุที่ประเทศไทยทำการเกษตรอย่างกว้างขวาง วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ จี้เถื่อย ชานอ้อย กากมะพร้าว ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก (เทียบได้น้ำมันดิบปีละไม่น้อยกว่า 6,500 ล้านลิตร) ก็ควรจะใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ได้ในกรณีของโรงเลื่อย โรงสี โรงน้ำตาลขนาดใหญ่ อาจจะยินยอมให้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้า ของการไฟฟ้าต่าง ๆ ในประเทศ ในลักษณะของการผลิตร่วม (Co-generation) ซึ่งมีใช้อยู่แล้วหลายแห่งในต่างประเทศ โดยวิธีดังกล่าวแล้วจะช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานในประเทศสำหรับส่วนรวม

ได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจจะรวมถึงการใช้ไม้ฟืนจากโครงการปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่นับล้านไร่ ในกรณี
ที่รัฐบาลจำเป็นต้องลดปริมาณการปลูกมันสำปะหลัง อ้อย เพื่อแก้ปัญหาระยะยาวทางด้านการตลาด
ของพืชทั้งสองชนิด อนึ่งสำหรับผลิตผลจากชีวมวลในลักษณะอื่นที่ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น
แอลกอฮอล์ จากมันสำปะหลัง ก๊าซจากฟืน ก๊าซจากการหมักเศษวัสดุเหลือจากการเกษตร (Bio Gas)
หากมีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ก็อาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน

4) โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นการนำเอาพลังงานความร้อนที่
อยู่ใต้ดินขึ้นมาใช้ ความร้อนดังกล่าวอยู่ในแกนกลางของโลกเกิดขึ้นมาตั้งแต่โลกกำเนิดขึ้น
อุณหภูมิอาจสูงถึง 5000 °C ความร้อนดังกล่าวทำให้น้ำที่เก็บกักอยู่ในโพรงหิน ร้อนมีอุณหภูมิอาจ
สูงถึง 370 °C ความดันภายในโลก คั้นน้ำขึ้นมาผิวดิน กลายเป็นไอ ลอยขึ้นไปบนชั้นบรรยากาศ
หลักการเบื้องต้นก็คือ นำน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ ขึ้นมา แยกสิ่งเจือปนออก แล้วทำให้ความดัน
และอุณหภูมิลดลง ได้อิอน้ำ เอาแรงอัดของไอน้ำไปหมุนกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า ตัวอย่างการนำไป
ผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นระบบโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพระบบแรก สร้างขึ้นในประเทศอิตาลี
การทำงานนั้นจะอาศัยการต่อท่อจากแหล่งน้ำร้อน แล้วรับเอาเฉพาะไอน้ำเข้าสู่โรงไฟฟ้าโดยตรง



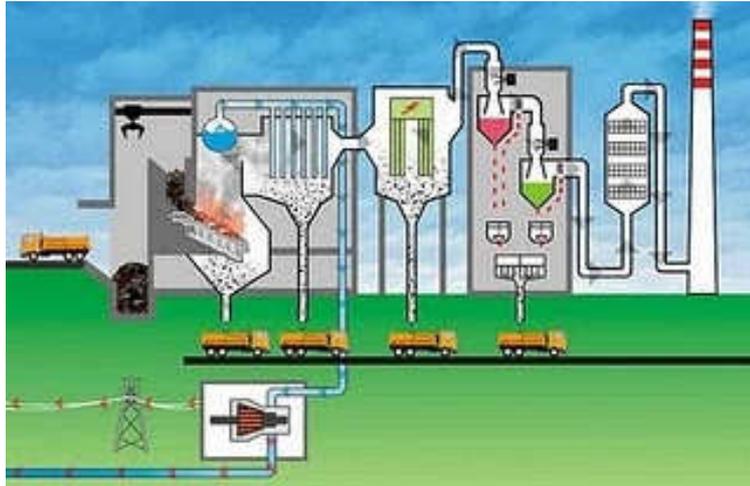
รูปที่ 1.26 แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ
(ที่มา : <http://teenet.cmu.ac.th/sci/intro03.php>)



รูปที่ 1.27 การนำพลังงานความร้อนใต้พิภพผลิตพลังงานไฟฟ้า

(ที่มา : <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=438518>)

5) โรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะ พลังงานจากขยะจากบ้านเรือนและกิจการต่าง ๆ เป็นแหล่งพลังงานที่ยังมีศักยภาพสูง ขยะเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นมวลชีวภาพ เช่น กระดาษ เศษอาหาร และไม้ ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงได้ บริษัท โรงไฟฟ้าแม่สอด จำกัด โรงไฟฟ้าที่ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิง จะนำขยะมาเผาบนตะแกรง ความร้อนที่ได้มาให้ความร้อนแก่น้ำในหม้อน้ำจนกลายเป็นไอน้ำ ที่มีแรงดันไอน้ำมากพอที่จะขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ซึ่งมีหลักการทำงานเช่นเดียวกับการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นในการให้ความร้อนแก่น้ำ เช่น น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นต้น ปัจจุบันมีการพัฒนาหลักการทำงานของเทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้าจากขยะ โดยเริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (โลหะ แก้ว เศษหิน) ขยะอันตราย และขยะรีไซเคิลออกจาก มีเหลือเพียงขยะที่เผาได้ประกอบด้วย ขยะอินทรีย์ ไม้ ผ้า ยางหนัง ใสดุจนี้อาจจะมีการแยกซากขยะอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้ ออก เพื่อนำไปหมักผลิตก๊าซชีวภาพต่อไป ขยะที่เผาได้อื่น ๆ จะถูกส่งเข้าเครื่องสับ-ย่อยเพื่อลดขนาด และเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นขยะ ขยะแห้งจะมีให้น้ำหนักลดลงเกือบ 50% (สำหรับความชื้นเหลือไม่เกิน 15%) ในขั้นตอนสุดท้าย ขยะจะถูกส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด เพื่อให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสม ในขั้นตอนของการอัดเม็ด อาจมีการเติมหินปูน (CaO) เข้าไป เพื่อควบคุมและลดปริมาณก๊าซพิษที่เกิดขึ้น จากการเผาไหม้ เชื้อเพลิงขยะจะเป็นไปตามมาตรฐานในการตรวจวัดปริมาณก๊าซพิษจากการเผาไหม้ เพื่อให้ได้เชื้อเพลิงจากขยะที่พร้อมสำหรับการเผาไหม้แล้ว นำความร้อนที่ได้ไปต้มน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป

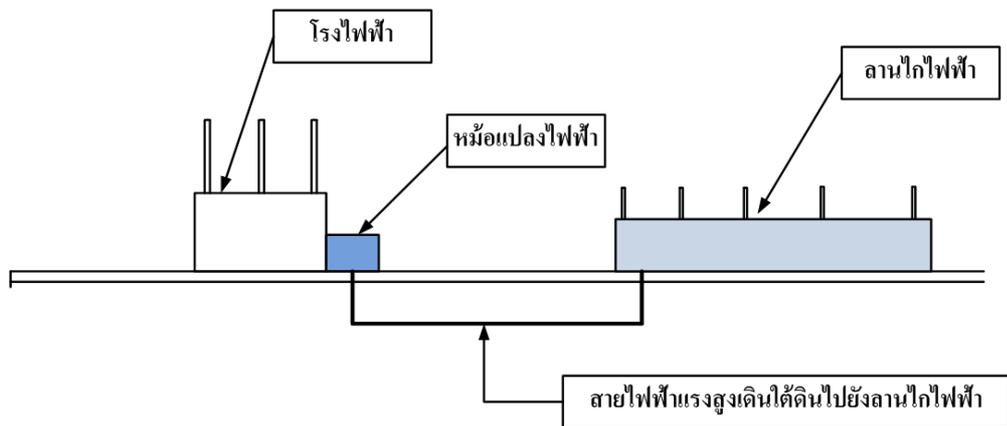


รูปที่ 1.28 แสดงระบบผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานจากขยะ
(ที่มา : <http://protectionrelay.blogspot>)

1.3.2 ระบบขนส่งพลังงานไฟฟ้า (Transmission System) เป็นการนำเอาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากระบบการผลิตไฟฟ้า จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งผลิตไฟฟ้าได้ไม่เกิน 20 kV แล้วทำการส่งมายังหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้า ให้สูงขึ้นก่อนส่งไปยังระบบขนส่งพลังงาน โดยระดับแรงดันไฟฟ้า ที่ใช้ส่งออกมาจากแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้า ต่าง ๆ มีระดับแรงดันไฟฟ้า ตั้งแต่ 500 kV, 230 kV ซึ่งจะลดระดับแรงดันไฟฟ้าลงอีกครั้งคือ 230 kV, 115 kV และ 69 kV โดยขั้นตอนการขนส่งพลังงานไฟฟ้าจะมีสถานีไฟฟ้าเพื่อปรับระดับแรงดันไฟฟ้า และวิธีการส่งพลังงานไฟฟ้าเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.3.2.1 สถานีเปลี่ยนแรงดันหรือลานไกไฟฟ้า (Switch Yard) เป็นสถานีที่รับพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่ถูกขับให้หมุน ด้วยต้นกำลังไฟฟ้า ในการผลิตไฟฟ้าออกมาก่อนแล้วแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น โดยหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลง (Step Up Transformer) เพื่อให้มีระดับแรงดันไฟฟ้า ระดับแรงดันไฟฟ้า 115 kV - 500 kV โดยสถานีเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าที่รับมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มักจะอยู่ใกล้กับแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือ โรงต้นกำลังไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 1.29 เป็นสถานีเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าหรือลานไกไฟฟ้า (Switch Yard) ของสถานีไฟฟ้าที่จะขนส่งพลังงานไฟฟ้า ในระบบการขนส่งพลังงานไฟฟ้า เพื่อเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าให้ทั่วถึงกันทั้งประเทศ เช่น ในจังหวัดน่าน จะมีการขนส่งพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อนหงสา จาก สปป. ลาว ผ่านชายแดนเข้ามายังประเทศไทย เพื่อขายพลังงานไฟฟ้าให้กับประเทศไทย โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ขนส่งพลังงานไฟฟ้า ระดับ แรงดันไฟฟ้า 500 kV

มายังสถานีไฟฟ้าต้นทาง ในจังหวัดน่าน และส่งไปยังสถานีไฟฟ้าแรงสูงที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เพื่อนำไปเชื่อมโยงกันทั่วประเทศต่อไป



(ก) ผังแสดงการส่งไฟฟ้ามายังลานไถไฟฟ้า



(ข) หม้อแปลงเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 1.29 สถานีเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าหรือลานไถไฟฟ้า (Switch Yard)

(ที่มา : <https://www.facebook.com/ElectricalRm/photos/>)

1.3.2.2 สายส่งไฟฟ้า (Transmission Line) หลังจากทีสถานีเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าหรือลานโกไฟฟ้า (Switch Yard) ปรับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น โดยหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการขนส่งพลังงานไฟฟ้าคือ ระดับแรงดันไฟฟ้า 115 kV - 500 kV ขึ้นอยู่กับกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่ง ซึ่งจะส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยคั่นทาง โดยระบบสายส่งไฟฟ้าแบบเหนือศีรษะ (overhead line system) หรือระบบสายเคเบิลใต้ดิน (underground power cable system) ก็ได้ แต่ในประเทศไทยนิยมส่งระบบสายส่งเหนือศีรษะ เนื่องจากมีต้นทุนที่ถูกกว่า เพื่อลดระดับแรงดันไฟฟ้าอีกครั้งต่อไป



รูปที่ 1.30 สายส่งไฟฟ้า (Transmission Line)

(ที่มา : <http://sameaf.mfa.go.th/th/news/detail.php?ID=1787&SECTION=ANNOUNCE>)

1.3.2.3 สถานีไฟฟ้าย่อยคั่นทาง (Bulk Power substation) เป็นสถานีที่รับพลังงานไฟฟ้ามาจากสายส่งไฟฟ้าที่ใช้ในการขนส่งพลังงานไฟฟ้าคือ ระดับแรงดันไฟฟ้า 115 kV - 500 kV แล้วที่สถานีไฟฟ้าจะลดแรงดันไฟฟ้าลงอีกครั้งโดยหม้อแปลงไฟฟ้า (Step Down Transformer) ในระดับแรงดันไฟฟ้า 230 kV, 115 kV และ 69 kV โดยสถานีไฟฟ้าย่อยคั่นทางจะตั้งอยู่ตามจังหวัดที่เป็นศูนย์กลาง หรือตั้งอยู่ในจังหวัดที่ใกล้แหล่งผลิตไฟฟ้า เช่น จังหวัดน่าน รับพลังงานไฟฟ้ามาจากโรงไฟฟ้าหงสา สปป. ลาว ด้วยระดับแรงดันไฟฟ้า 500 kV หลังจากนั้นจะลดระดับแรงดันไฟฟ้าลงมาเหลือ 230 kV และลดระดับแรงดันไฟฟ้าอีกรอบ ด้วยระดับแรงดันไฟฟ้า 115 kV เพื่อส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังสถานีไฟฟ้าแรงสูงจังหวัดแพร่ และขายไฟฟ้าให้กับ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคประจำจังหวัดน่าน โดยในจังหวัดน่านจะมีสถานีย่อยคั่นทาง (Bulk Power substation) ของการ

ไฟฟ้าฝ่ายผลิต ตั้งอยู่ที่ บ้านคูใต้ ต.คูใต้ อ.เมือง จังหวัดน่าน เพื่อจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมก่อนจำหน่ายไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป



รูปที่ 1.31 สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง (Power substation)

(ที่มา : <http://nongcom-electrical.blogspot.com/2015/08/importance-of-substation.html>)

1.3.2.4 สายส่งไฟฟ้าย่อย (Sub transmission Line) เป็นสายส่งที่รับพลังงานไฟฟ้ามาจากสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทางแล้วส่งไปตามจังหวัดต่าง ๆ โดยการส่งพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่จะส่งด้วยสายส่งไฟฟ้าแบบเหนือศีรษะ (overhead line system) เป็นเสาโครงเหล็ก ซึ่งส่งมาตามจังหวัดต่าง ๆ โดยผ่านเขตของป่าไม้และบางส่วนผ่านที่ดินของประชาชน ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จะทำการสำรวจแนวเขตเดินสาย และกำหนดแนวเขตเดินสายไฟฟ้าเอาไว้ โดยสายส่งไฟฟ้าย่อยที่ส่งมาตามจังหวัดต่าง ๆ จะส่งด้วยแรงดัน 230 kV, 115 kV และ 69 kV ซึ่งขึ้นอยู่กับจังหวัดที่มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน ซึ่งในการส่งพลังงานไฟฟ้า ด้วยสายส่งไฟฟ้าย่อย (Sub transmission Line) เป็นหน้าที่รับผิดชอบในการส่งพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เพื่อนำมาจำหน่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคของแต่ละจังหวัด ซึ่งจะรับซื้อมาเพื่อนำไปจำหน่ายให้ประชาชนและผู้ใช้ไฟฟ้าในจังหวัดนั้น ๆ ต่อไป โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอาจจะรับซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในระดับแรงดันไฟฟ้า 115 kV หรือ 22 kV แล้วนำมาลดแรงดันให้เหมาะสม เพื่อจำหน่ายให้ผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป ซึ่งสายส่งไฟฟ้าย่อย (Sub transmission Line) แสดงดังรูปที่ 1.32



รูปที่ 1.32 สายส่งไฟฟ้าย่อยระดับแรงดันไฟฟ้า 115 kV

(ที่มา : http://www.gunkul.com/th/our_business/manufacturing_trading/substation/)

1.3.2.5 สถานีไฟฟ้าย่อยระบบจำหน่าย (Distribution Substation) เป็นสถานีไฟฟ้าย่อยที่จะนำเอาพลังงานไฟฟ้ามาจำหน่าย โดยจะแยกเป็นการจำหน่ายแรงดันไฟฟ้าในระดับการจำหน่ายแรงสูงที่ระดับแรงดัน 11 kV ,22 kV, และ 33 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และ 12 kV และ 24 kV ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) หรือระบบ 3 เฟส 3 สาย แล้วส่งระบบจำหน่ายแรงสูงเข้าไปยังเขตอำเภอต่าง ๆ หรือตำบลต่าง ๆ ของจังหวัดนั้น ๆ ต่อไป



รูปที่ 1.33 สถานีไฟฟ้าย่อยระบบจำหน่าย (Distribution Substation)

สายจำหน่ายแรงสูงหรือสายป้อนแรงสูง (primary feeder) ระดับแรงดันที่ใช้ในระบบจำหน่ายแรงสูง 11 kV ,22 kV และ 33 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และระดับแรงดันที่ใช้ในระบบจำหน่ายแรงสูง 12 kV, 24 kV ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) ที่ส่งไปยังศูนย์กลางของโหลดหรือผู้ใช้ไฟฟ้า โดยสายจำหน่ายแรงสูงหรือสายป้อนแรงสูง (primary feeder) มีทั้งสายเปลือยและสายหุ้มฉนวน ซึ่งปัจจุบันเริ่มเปลี่ยนมาใช้สายจำหน่ายแรงสูงชนิดสายหุ้มฉนวนมากขึ้น เพราะปลอดภัยกว่า และยังช่วยป้องกันไฟฟ้าดับบ่อยครั้งด้วย แสดงดังรูปที่ 1.34



รูปที่ 1.34 สายจำหน่ายแรงสูงหรือสายป้อน (primary feeder) ชนิด 2 feeder

ปัจจุบันระบบจำหน่ายแรงสูงการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ส่วนใหญ่จะใช้แรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายแรงสูงในระดับแรงดันไฟฟ้า 22 kV เนื่องจากง่ายต่อการเชื่อมโยงระบบเข้าด้วยกัน ซึ่งจะมีทั้งระบบจำหน่ายแรงสูง 3 เฟส 3 สาย และในบางพื้นที่ที่ความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้ามีไม่มากนัก ระบบจำหน่ายแรงสูงก็จะเป็นระบบ 2 เฟส 2 สาย ส่งไปยังศูนย์กลางของโหลดหรือผู้ใช้ไฟฟ้า ประเภทหน่วยงานภาครัฐแต่ละแห่ง ประเภทธุรกิจ และผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่พักอาศัยต่าง ๆ โดยจะมีหม้อแปลงไฟฟ้าสำหรับลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง (Step Down Transformer) ซึ่งเรียกว่าระบบจำหน่ายแรงต่ำ โดยลักษณะการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้ามีทั้งแบบติดกับเสา และหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดที่ติดตั้งบนนั่งร้านคอนกรีต โดยระบบจำหน่ายแรงต่ำ ที่มีระดับแรงดันไฟฟ้า 380 V ในระบบ 3 เฟส และ 220 V ระบบ 1 เฟส แสดงดังรูปที่ 1.35 เป็นหม้อแปลงชนิดติดตั้งกับเสา และรูปที่ 1.36 เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดติดตั้งบนนั่งร้านคอนกรีต



รูปที่ 1.35 หม้อแปลงระบบจำหน่ายชนิดติดตั้งกับเสา
(ที่มา : <http://www.logisticstime.net/archives/7047>)



รูปที่ 1.36 หม้อแปลงระบบจำหน่ายชนิดติดตั้งบนนั่งร้านคอนกรีต
(ที่มา : <http://www.logisticstime.net/archives/7047>)

1.3.3 ผู้ใช้ไฟฟ้า (Load) ประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้า สามารถแบ่งได้ตามลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า ตามการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ดังนี้

1.3.3.1 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่พักอาศัย (residential or domestic load) จะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือแสงสว่าง พัดลม และเครื่องใช้ในครัวเรือน เช่น วิทยุ โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น เป็นต้น ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่พักอาศัยส่วนใหญ่จะถูกใช้พร้อมกัน ทำให้มีค่าดีมานด์แฟกเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ ผู้ที่ใช้ไฟฟ้าแต่ละรายจะมีลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่

แตกต่างกัน จึงมีค่าไดเวอร์เตอร์อยู่ที่ประมาณ 1.2-1.3 และโหลดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาในแต่ละวันเท่านั้น ค่าโหลดแพกเตอร์จึงมีค่าประมาณ 10-20 เปอร์เซนต์

1.3.3.2 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจ (commercial load) คือ โหลดที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจ การค้าขาย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแสงสว่างเพื่อใช้ในการโฆษณา พัฒม และเครื่องใช้สำนักงาน ร้านค้า ห้างสรรพสินค้า กิจการ ลักษณะเครื่องใช้จะเหมือนกับที่พักอาศัยแต่มีขนาดใหญ่กว่า มีดีมานด์แพกเตอร์เป็น 100 เปอร์เซนต์ และไดเวอร์ซิตีแพกเตอร์อยู่ประมาณ 1.1-1.2 โหลดธุรกิจการค้าส่วนใหญ่จะมีชั่วโมงในการทำงานมากกว่าโหลดที่พักอาศัย จึงมีโหลดแพกเตอร์สูงกว่าประมาณ 25-30 เปอร์เซนต์

1.3.3.3 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทโรงงานอุตสาหกรรม (industrial load) คือ โหลดของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งยังสามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีกตามปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ดังนี้ อุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ต้องการกำลังไฟฟ้าไม่เกิน 5 kW อุตสาหกรรมขนาดเล็กใช้กำลังไฟฟ้าระหว่าง 5-25 kW อุตสาหกรรมขนาดกลางที่ต้องการใช้กำลังไฟฟ้าระหว่าง 25-100 kW อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ต้องการใช้กำลังไฟฟ้าระหว่าง 100-500 kW และอุตสาหกรรมขนาดหนักต้องการกำลังไฟฟ้าจะอยู่ระหว่าง 500 kW ขึ้นไป มีความต้องการกำลังไฟฟ้าเป็นเวลาตลอดทั้งวันมีการใช้กำลังไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมออุตสาหกรรมขนาดใหญ่ค่าดีมานด์แพกเตอร์อยู่ระหว่าง 70-80 เปอร์เซนต์ และโหลดแพกเตอร์ประมาณ 60-65 เปอร์เซนต์ และอุตสาหกรรมขนาดหนักค่าดีมานด์แพกเตอร์อยู่ระหว่าง 85-90 เปอร์เซนต์ และโหลดแพกเตอร์ ประมาณ 70-80 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

1.3.3.4 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทกิจการขนาดเล็ก คือ โหลดประเภทผู้ประกอบการ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจร่วมกับบ้านอยู่อาศัย อุตสาหกรรม ส่วนราชการที่มีลักษณะเป็นอุตสาหกรรม รัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดต่ำกว่า 30 kW

1.3.3.5 ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ ประกอบด้วย

1) หน่วยงานภาครัฐ (government load) คือ โหลดหน่วยงานของรัฐบาล เช่น โรงเรียน สถานีอำเภอ โรงพยาบาล เป็นต้น เป็นได้ทั้งโหลดที่พักอาศัย ทางธุรกิจ หรือโหลดอุตสาหกรรมต้องพิจารณาตามลักษณะของการใช้งานและกำลังไฟฟ้าที่ใช้

2) ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทหน่วยงานเทศบาล (municipal load) คือ โหลดที่ใช้งานตามเทศบาล ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นไฟฟ้าแสงสว่างตามท้องถนน มีปริมาณของโหลดขึ้นอยู่กับความสามารถของหน่วยงานเทศบาลที่จะติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้มากหรือน้อย และจะมีคุณภาพดีขนาดใดขึ้นอยู่กับเทศบาลนั้น ๆ โหลดหน่วยงานเทศบาลจะใช้ทั้งหมดในเวลากลางวันจึงมีค่าดีมานด์แพกเตอร์ 100 เปอร์เซนต์ และมีชั่วโมงการใช้งานแต่ละวันประมาณ 12 ชั่วโมง คือการใช้งานเฉพาะกลางวัน

จากสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทย ได้สำรวจข้อมูลเบื้องต้นของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้สำรวจ ประเภท ของลูกค้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ข้อมูล ณ เดือน เมษายน 2560 แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สัดส่วนประเภท ของลูกค้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ประเภท ของลูกค้า	เดือน เมษายน 2560	
	การจำหน่าย (ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง)	ร้อยละ
การไฟฟ้านครหลวง	4,416.65	28.77
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	10,760.48	70.09
ลูกค้าตรง	125.27	0.82
การไฟฟ้าลาว	48.88	0.32
อื่นๆ	-	-
รวม	15,351.39	100

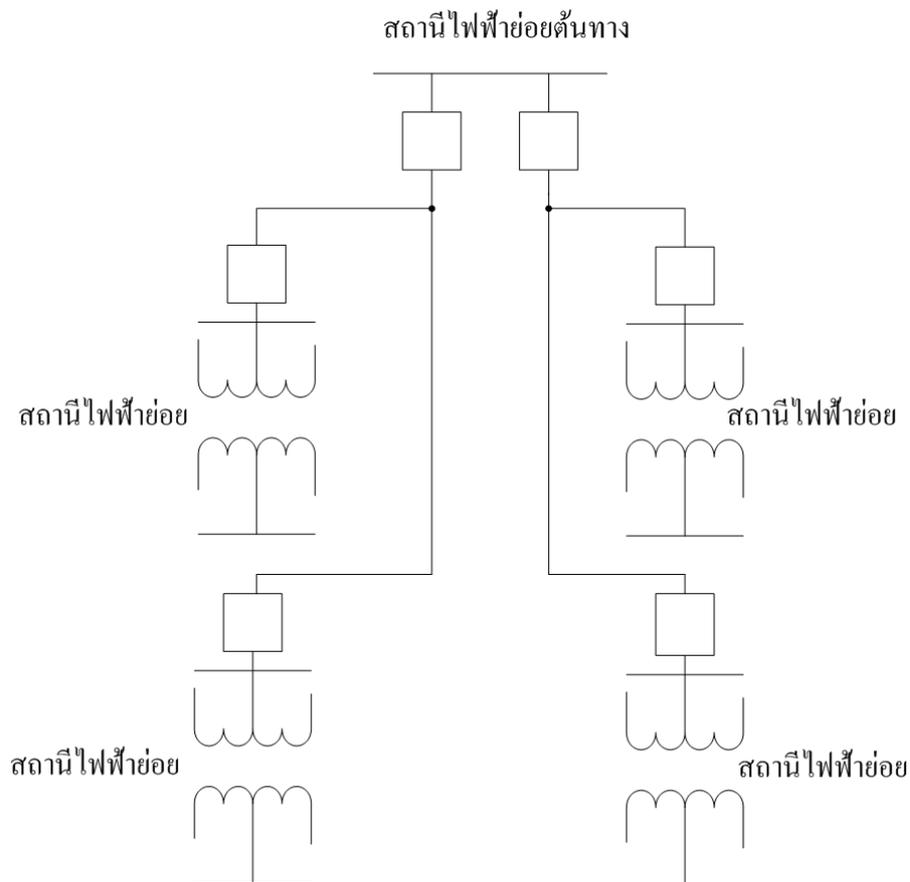
(ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ; 2560)

ปัจจุบันสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในเขตการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สูงกว่าการไฟฟ้านครหลวง และแนวโน้มสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในเขตภูมิภาค จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากนโยบายการกระจายอุตสาหกรรมไปสู่ชนบท ประกอบกับการใช้ไฟฟ้าต่อผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตภูมิภาค ยังอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าในเขตนครหลวง จึงทำให้การใช้ไฟฟ้าในภาพรวม ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้เศรษฐกิจในปีนี้จะอยู่ระดับร้อยละ 1.5-1.7 แต่การใช้ไฟฟ้าก็ยังขยายตัวในอัตราที่สูงกว่าร้อยละ 7

1.4 วงจรระบบส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้า

1.4.1 วงจรระบบจ่ายไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง วงจรระบบส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้ามีรูปแบบวงจรพื้นฐาน 3 ระบบ คือ ระบบเรเดียล (radial system) ระบบลูป (loop system) และระบบเน็ตเวิร์ก (network system) วงจรระบบส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้าแต่ละระบบมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1.1 ระบบเรเดียล (Radial System) คือระบบที่มีสายจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไปสู่โหลดเพียงวงจรเดียว เป็นระบบที่ง่ายและประหยัดที่สุด โดยเริ่มจากบัส (bus) ของแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าและสิ้นสุดที่สถานีไฟฟ้าโดยตรง ระบบเรเดียล จะแยกวงจร ออกไปยังผู้ใช้ไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ ตามที่ต้องการใช้งานพลังงานไฟฟ้า วงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้าแบบเรเดียล แสดงดังรูปที่ 1.37



รูปที่ 1.37 วงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้าแบบเรเดียล

1) ข้อดีระบบเรเดียล (Radial System)

ก. ประหยัดค่าใช้จ่ายเนื่องจากการลงทุนการจ่ายวงจรระบบเรเดียลมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมาก

ข. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อยจึงเหมาะกับพื้นที่ที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยและอยู่ห่างไกล

ค. การออกแบบวงจรจ่ายต่อการใช้งาน เมื่อเกิดปัญหาข้อขัดข้องกับการจ่ายไฟฟ้า ส่วนใดส่วนหนึ่งสามารถตัดวงจรไฟฟ้าส่วนนั้นออกเพื่อทำการแก้ไขได้ทันที

2) ข้อเสียระบบเรเดียล (Radial System)

ก. ถ้าแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าเกิดขัดข้อง จะส่งผลให้ไฟฟ้าดับทั้งระบบ

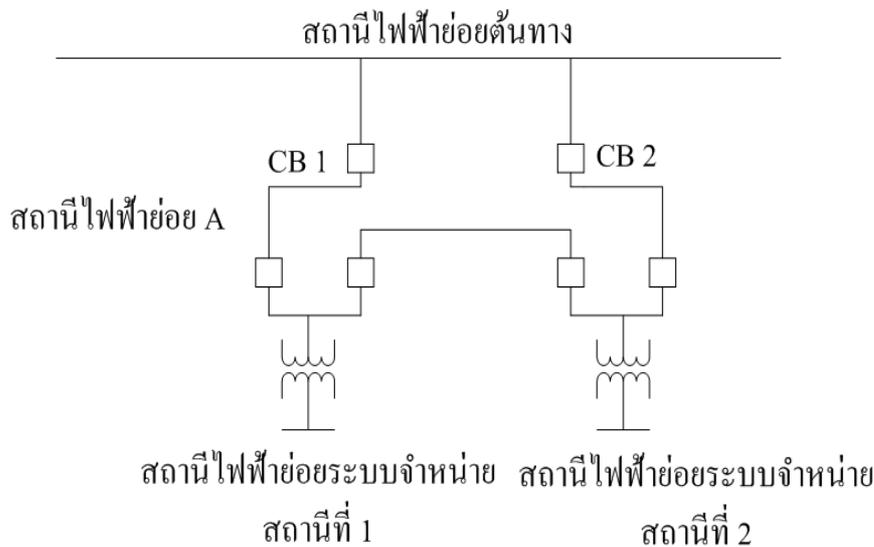
ข. ไม่สะดวกต่อการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้ง

ค. ถ้าอุปกรณ์ต้นทางเปิดวงจร อุปกรณ์ที่อยู่ถัดไปจนถึงอุปกรณ์ปลายทางจะไม่มีกระแสไฟฟ้าใช้งาน

ง. มีความสามารถในการใช้งานต่ำไม่เป็นที่นิยมใช้งานในระบบส่งและจ่ายไฟฟ้า

จ. กระแสฟอลต์ (Fault Current) ไหลจากแหล่งจ่าย ไปยังจุดที่เกิด ฟอลต์ (Fault) ได้เพียงทิศทางเดียว

1.4.1.2 ระบบลูป (Loop System) ระบบลูปเป็นการออกแบบวงจรระบบส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มความเชื่อมั่น ให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยในการส่งและจ่ายไฟฟ้า จากสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทางไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยของแต่ละจังหวัด จึงออกแบบวงจรสายส่งให้มีการจ่ายพลังไฟฟ้ามากกว่า 1 วงจร โดยการจ่ายไฟฟ้า ให้กับผู้ใช้ตามจุดต่าง ๆ ในพื้นที่บริการแล้ววนกลับมายังสถานีไฟฟ้าเดิม ระบบนี้จะมีการใช้ สวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์ป้องกันวงจร เพื่อให้สามารถตัดไฟฟ้าออกจากระบบ ในส่วนที่ขัดข้อง จึงทำให้ระบบลูป (Loop System) เป็นระบบที่ใช้งานได้ดีกว่า ระบบเรเดียล (Radial System) จะเห็นได้ว่าเมื่อเกิดความผิดพลาดที่สายส่งไฟฟ้าย่อย (A) สามารถเปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าที่มาจากสายส่งไฟฟ้าย่อย (B) โดยทำการควบคุมที่ CB 1 และ CB 2 เพื่อป้องกันวงจร ซึ่งสามารถแก้ปัญหาจากการต่อจากสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทางเพียงแห่งเดียวได้ โดยใช้รูปแบบการต่อวงจรแบบลูป (Loop System) แต่อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาด้วยวิธีดังกล่าว จะเป็นเหตุให้อิมพีแดนซ์ของระบบมีค่าต่ำและทำให้กระแสมีความผิดพลาดสูง แสดงดังรูปที่ 1.38



รูปที่ 1.38 วงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้าแบบลูป

1) ข้อดีระบบลูป (Loop System)

- ก. ความน่าเชื่อถือเมื่อเกิดสิ่งผิดปกติขึ้นในระบบเบรกเกอร์จะทำงานระบบบางส่วนจะตัดการจ่ายไฟฟ้า บางส่วนยังสามารถส่งและจ่ายไฟฟ้าได้ปกติ
- ข. เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีผู้ใช้ไฟฟ้าหนาแน่น
- ค. เมื่อมีเหตุขัดข้องจะมีสวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์ป้องกันวงจรทำหน้าที่ตัดวงจรสายส่งไฟฟ้าบางส่วนออกจากระบบเท่านั้น เมื่อได้รับการแก้ไขสามารถจ่ายไฟฟ้าได้ปกติ

จ. การสูญเสียในสายไฟฟ้าน้อย

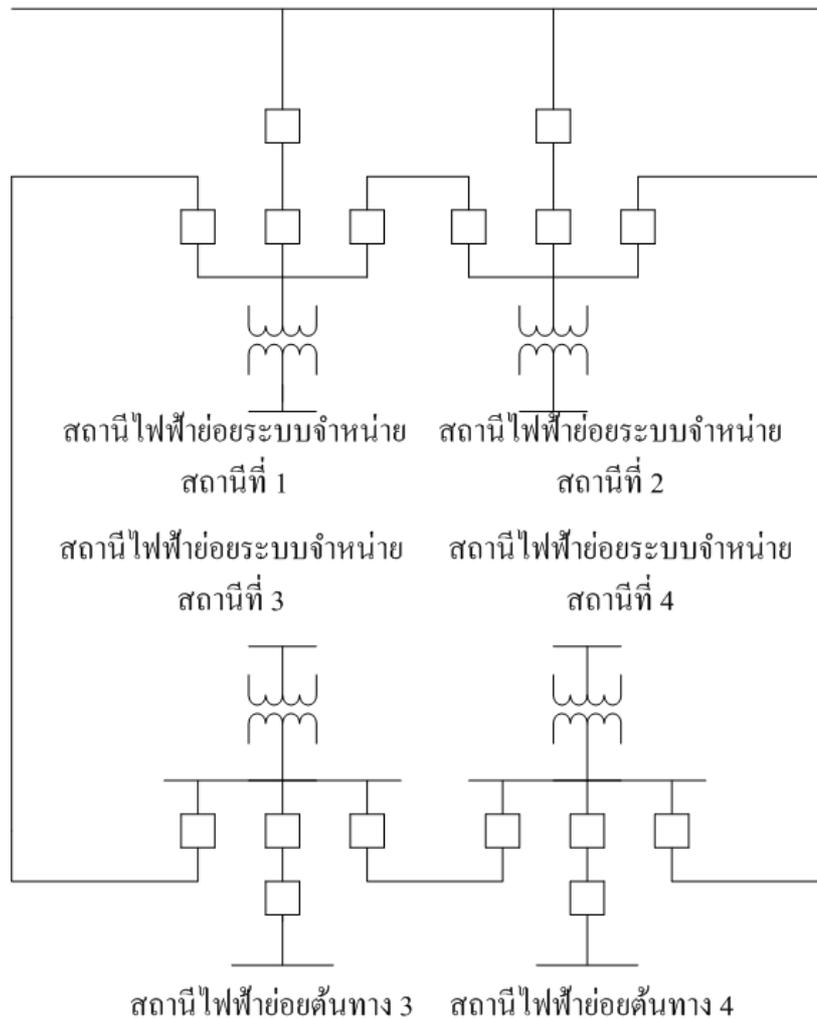
2) ข้อเสียระบบลูป (Loop System)

- ก. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงกว่าแบบเรเดียล
- ข. ถ้าเกิดฟอลต์ขึ้นที่บัสของแหล่งจ่ายพลังไฟฟ้าจะทำให้สายส่งพลังไฟฟ้าทั้ง 2 วงจร จะไม่สามารถจ่ายพลังไฟฟ้าได้ส่งผลให้ไฟฟ้าดับหมดทุกสถานีไฟฟ้า

1.4.1.3 วงจรระบบเน็ตเวิร์ก (Network System) การออกแบบระบบเน็ตเวิร์ก (Network System) หรือวงจรระบบโครงข่าย โดยระบบวงจรการจ่ายไฟฟ้า ของสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทางแบบนี้จะมีการต่อเชื่อมสถานีไฟฟ้าย่อยระบบจำหน่ายถึงกันทั้ง 4 สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย และมีการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายจากสถานีย่อยต้นทางหลายแหล่งจ่าย ซึ่งเป็นระบบวงจรการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่มีวงจรการส่งและจ่ายไฟฟ้าสลับซับซ้อนมากกว่า ระบบ

เรเดียล (radial system) และระบบลูป (loop system) โดยการใช้สวิตช์ตัดตอน หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ตัดตอนและป้องกันวงจรสายส่งไฟฟ้าแต่ละช่วง เพื่อให้สามารถตัดส่วนหนึ่งส่วนใด ออกจากระบบ กรณีมีปัญหาในระบบผิดปกติ หรือเมื่อเกิดฟอลต์ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งจ่ายของสถานี ไฟฟ้าย่อยอื่น ๆ ที่อยู่ในระบบวงจรการจ่ายไฟฟ้าเดียวกัน ทำให้การส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้าด้วย ระบบเน็ตเวิร์ก (Network System) นั้น มีความเชื่อมั่นสูง มีความสะดวก สบาย และเหมาะสมสำหรับการใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบวงจรการจ่ายไฟฟ้า ระบบเรเดียล (radial system) และระบบลูป (loop system) แต่เนื่องจากระบบเน็ตเวิร์ก (Network System) มีวงจรการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ต้องมีการควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้า (Power flow) และระบบรีเลย์ (Relay) ป้องกันวงจรระบบจ่าย พลังงานไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทางไปยังสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย เป็นการออกแบบที่ยุ่งยาก และทำให้แก้ปัญหาไฟฟ้าดับ ได้ดีกว่าวงจรการจ่ายไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้วทั้ง 2 แบบ จึงต้องมีค่าใช้จ่าย ในการลงทุนออกแบบ รวมทั้งสวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์ป้องกันวงจรการจ่ายไฟฟ้ายังมีจำนวน หลายตัวมากกว่า ทำให้ระบบวงจรการจ่ายไฟฟ้าแบบเน็ตเวิร์ก (Network System) มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ค่อนข้างสูง ซึ่งจะมีการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบอธิบายไว้ วงจรการจ่ายไฟฟ้าระบบนี้จึง เหมาะกับการใช้เป็นวงจรในการจ่ายไฟฟ้าในเมืองขนาดใหญ่ที่มีประชากรหนาแน่น ย่านธุรกิจ ชุมชนในเมืองใหญ่ ๆ ที่มีโหลดจำนวนมาก แสดงดังรูปที่ 1.39

สถานีไฟฟ้าย่อยคั่นทาง 1 สถานีไฟฟ้าย่อยคั่นทาง 2



รูปที่ 1.39 วงจรระบบส่งและจ่ายไฟฟ้าแบบเน็ตเวิร์ก

1) ข้อดีของวงจรระบบเน็ตเวิร์ก (Network System)

- ก. เป็นระบบที่มีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าหลายแหล่งในระบบวงจรเดียวกันเชื่อมโยงถึงกัน และอาจมีวงจรที่เป็นวงจรแบบปิดอีกหลายวงต่อเชื่อมกันอยู่ในระบบ
- ข. มีความยืดหยุ่นต่อการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสูง หากแหล่งจ่ายอันหนึ่งไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าอื่นก็สามารถจ่ายแทนได้ จึงไม่ทำให้ระบบไฟฟ้าทั้งหมดหยุดทำงาน
- ค. การซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้ามีความสะดวกต่อการปฏิบัติงานมากกว่าวงจรระบบเรเดียล (Radial System)

ง. ถ้าแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าตัวใดตัวหนึ่ง หรือสายเส้นใดเส้นหนึ่ง หลุดออกจากระบบไฟฟ้า จะส่งผลกระทบต่อระบบโดยรวมน้อยมาก หรือเกิดปัญหาไฟฟ้าดับน้อยกว่าแบบ เรเดียล (Radial System)

จ. กระแส Fault สามารถไหลได้หลายทิศทาง

ฉ. นิยมใช้ในการออกแบบสถานีไฟฟ้าย่อย (Substation) เพื่อให้ระบบ มีความเชื่อถือได้

2) ข้อเสียของระบบเน็ตเวิร์ก (Network System)

ก. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งระบบควบคุมค่อนข้างสูง

ข. ออกแบบวงจรยุ่งยาก ซับซ้อน

ค. มีระบบบริเลย์ป้องกัน (Relay) ใช้มากกว่าระบบอื่น

1.4.2 วงจรระบบจ่ายไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย

1.4.2.1 วงจรย่อยในระบบจำหน่ายแรงสูง เป็นวงจรของระบบการจำหน่ายไฟฟ้าที่ ออกจากสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย (Distribution Substation) ของแต่ละจังหวัด โดยจะมีหม้อแปลง ไฟฟ้าทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้เป็นระบบจำหน่ายแรงสูง ซึ่งมีระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการส่ง ได้แก่ 11 kV, 22 kV, 33 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและ 12 kV, 24 kV ของการไฟฟ้านครหลวง โดยการส่งพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นระบบการเดินสายแบบเหนือศีรษะ (Overhead Line) โดยใช้ เสาคอนกรีตในการส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังศูนย์กลางของโหลด หรือผู้ใช้ไฟฟ้า และบางสถานที่ วงจรระบบจำหน่ายแรงสูงยังมีการส่งแบบสายส่งใต้ดิน (Underground Power Cable) ด้วย การศึกษา รูปแบบวงจรการจ่ายไฟฟ้าของสายส่งระบบจำหน่ายแรงสูงต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) ราคาติดตั้ง (cost for installation) การลงทุนก่อสร้างระบบจำหน่ายแรง สูงจะต้องคำนึงถึงเรื่องราคา ซึ่งพิจารณาจากวงจรสายจำหน่ายแรงสูงชนิดต่าง ๆ ว่ามีความเหมาะสมกับ สภาพท้องที่หรือสภาพงานเพียงใด จากนั้นทำการประมาณราคาให้มีความสอดคล้องสมดุลกับวงจร ระบบการจำหน่ายแรงสูง กล่าวคือ ถ้าเป็นวงจรระบบจำหน่ายที่ต้องการความมั่นคงหรือเชื่อถือได้ สูง ราคาการติดตั้งก็จะสูงตามไปด้วย เป็นต้น

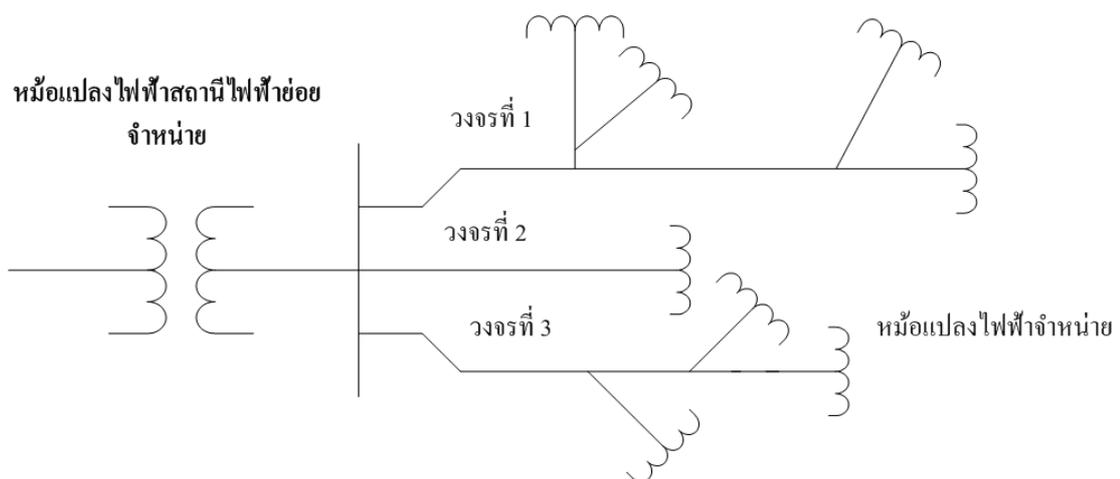
2) ความเชื่อถือได้ (reliability) ความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายแรงสูง หมายความว่าระบบมีความสามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีปัญหาไฟฟ้าดับหรือไฟฟ้าดับ น้อยที่สุด และใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด ระบบของงานอุตสาหกรรม ธุรกิจต่าง ๆ สามารถทำงานได้ ตามปกติ เกิดความเสียหายน้อยที่สุด

3) ประสิทธิภาพ (efficiency) จะพิจารณาถึงประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของระบบการจ่ายไฟฟ้า (electrical efficiency) และประสิทธิภาพทางการค้า (commercial efficiency) ซึ่งประสิทธิภาพทางไฟฟ้าหมายความว่า ระบบจำหน่ายมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสายจำหน่ายไม่สูงจนเกินไปเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด และเปอร์เซ็นต์การควบคุมแรงดัน (voltage regulation) จะต้องอยู่ในพิกัด ± 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประสิทธิภาพทางการค้าหมายความว่า ระบบจำหน่ายที่ก่อสร้างนั้นมีความเหมาะสมกับการใช้งานและการลงทุนที่คุ้มค่า

4) ความยืดหยุ่น (flexibility) เมื่อระบบเกิดฟอลต์ที่บัสหรือสายจำหน่ายช่วงใดช่วงหนึ่งและการบำรุงรักษา ซ่อมแซม สายจำหน่ายบางช่วงก็จะทำให้บริเวณดังกล่าวไม่มีไฟฟ้าใช้ ถ้าระบบจำหน่ายมีความยืดหยุ่นดีพอสามารถโอนย้ายเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปอีกวงจรหนึ่ง เพื่อให้การจ่ายไฟฟ้าไม่หยุดชะงัก

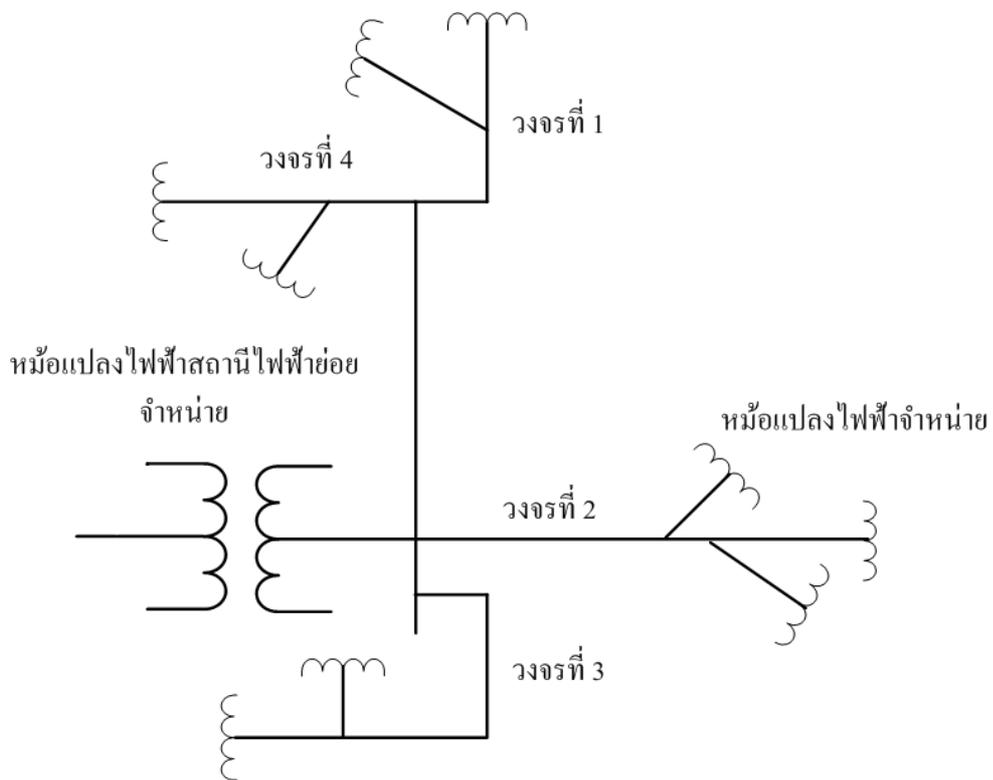
รูปแบบวงจรของสายส่งไฟฟ้าระบบจำหน่ายแรงสูง โดยทั่วไปแบ่งออกได้ดังนี้

ก. แบบจำหน่ายในแนวรัศมี (Radial or Tree Type) วงจรสายส่งระบบจำหน่ายแรงสูงแบบนี้จะเดินสายไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าย่อยที่บริเวณชานเมือง เข้าสู่ชุมชนในเมืองและบริเวณรอบ ๆ เมือง นอกจากนี้ยังส่งจ่ายไฟฟ้าไปตามอำเภอต่าง ๆ ที่อยู่ในเขตการจำหน่ายไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อย ๆ นั้น แบบจำหน่ายในแนวรัศมีนี้จะมีข้อดีตรงที่ค่าลงทุนเริ่มต้นถูก การออกแบบโครงสร้างง่ายไม่ซับซ้อน สำหรับข้อเสียได้แก่ เปลืองสายมาก มีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายส่งไฟฟ้าสูง การควบคุมแรงดันไม่ดีเท่าที่ควร และถ้าสายส่งช่วงใดเกิดสิ่งผิดปกติหรือวงจรใดเกิดฟอลต์ จะทำให้วงจรนั้นไฟดับทั้งหมด รูปแบบของสายส่ง แสดงดังรูปที่ 1.40



รูปที่ 1.40 วงจรสายระบบจำหน่ายแรงสูงแบบจำหน่ายในแนวรัศมี (Radial or Tree Type)
(ที่มา : ชัด อินทะสี ; 2544)

ข. แบบจำหน่ายที่ศูนย์กลางโหลด (Load Center Radial Type) แบบนี้จะมีการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยที่ศูนย์กลางของโหลด (load center gravity) และจะมีวงจรสายจำหน่ายแรงสูงในแนวรัศมีจ่ายไฟฟ้าไปรอบ ๆ สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย วงจรจำหน่ายที่ศูนย์กลางโหลดมักจะพบในชุมชนที่มีความหนาแน่นของประชากร โดยการก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายในตำแหน่งกลางของชุมชน แต่ถ้าเป็นจังหวัดในส่วนภูมิภาคต่าง ๆ จะนิยมก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายไว้บริเวณชานเมือง แล้วจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่เมืองหรือชุมชนแบบจำหน่ายในแนวรัศมี ดังแสดงในรูปที่ 1.41 เป็นลักษณะของวงจรจำหน่ายที่ศูนย์กลางโหลด



รูปที่ 1.41 วงจรสายระบบจำหน่ายแรงสูงแบบจำหน่ายที่ศูนย์กลางโหลด

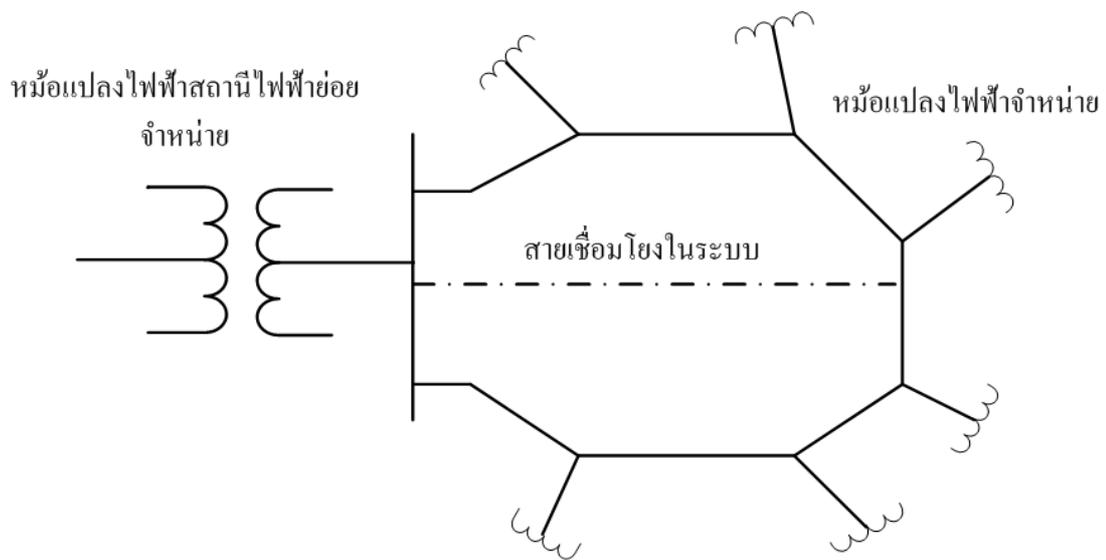
(Load Center Radial Type)

(ที่มา : ชัด อินทะสี ; 2544)

ค. แบบจำหน่ายวงแหวน (Ring or Loop Type) สายจำหน่ายไฟฟ้าแบบวงแหวน จะมีลักษณะเป็นวงจรที่มีตำแหน่งต้นทางและปลายทางอยู่ที่จุดเดียวกันหรือควบคุมในตัวเอง ทำให้เกิดผลดีต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยรวมมาก กล่าวคือมีกำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายน้อย สาย

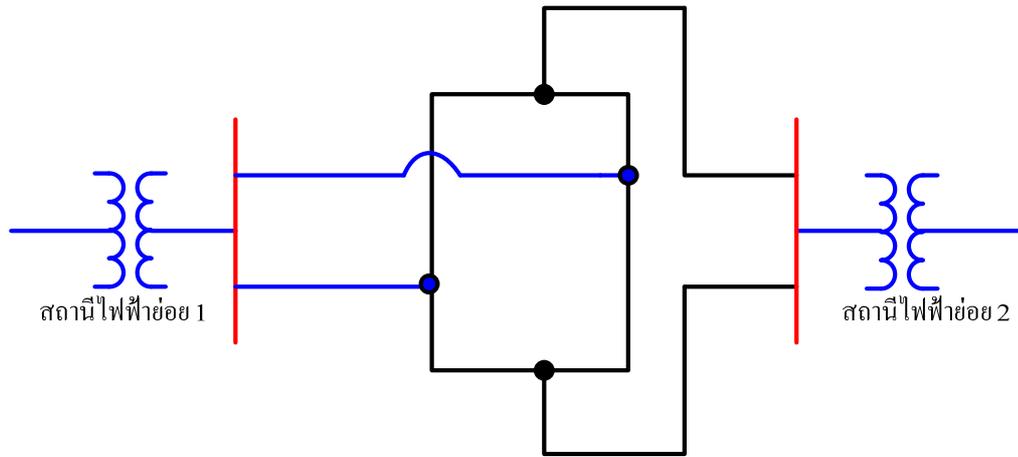
จำหน่ายแรงสูงช่วงใดช่วงหนึ่งก็ยังมีช่วงอื่นใช้งานได้ และสามารถก่อสร้างสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายไว้บริเวณที่ได้ก็ได้

กรณีถ้าเกิดปัญหาสำหรับวงจรจำหน่ายวงแหวน คือ โหลดเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสายมากเกินไป สามารถแก้ไขปัญหาโดยใช้สายไฟฟ้าเชื่อมโยงในระบบ (interconnected tie) ในตำแหน่งที่มีแรงดันไฟฟ้าตกมาก ราคาก่อสร้างเริ่มแรกของสายจำหน่ายไฟฟ้าแบบวงแหวนจะมีราคาค่อนข้างสูง แต่ถ้าในระยะยาวสายถือว่าคุ้มค่ากับการลงทุนก่อสร้าง



รูปที่ 1.42 วงจรสายระบบจำหน่ายแรงสูงแบบวงแหวน (Ring or Loop Type)
(ที่มา : ชัด อินทะสี ; 2544)

ง. แบบจำหน่ายเน็ตเวิร์ก (Network Type) หรือเรียกอีกชื่อว่าระบบโครงข่าย (network system) เป็นการเชื่อมโยงระบบจำหน่ายแรงสูงระหว่างสองสถานีไฟฟ้าย่อยระบบจำหน่ายหรือมากกว่า เพื่อให้ระบบจำหน่ายแรงสูงมีความเชื่อถือได้สูง แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในสายต่ำ จึงทำให้ประสิทธิภาพทางไฟฟ้ามีค่าสูงด้วย ระบบจำหน่ายเน็ตเวิร์ก (Network Type) จึงเหมาะสมกับเมืองใหญ่ ๆ มีโหลดจำนวนมากที่ต้องการระบบไฟฟ้าที่มีความเชื่อถือได้และมั่นคง

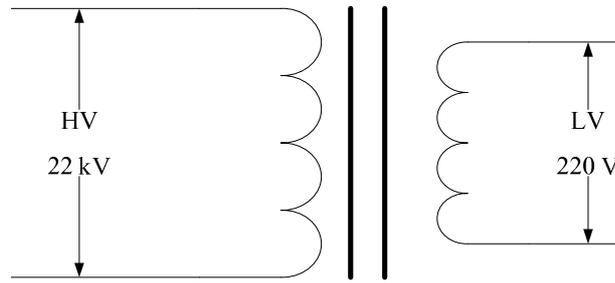


รูปที่ 1.43 วงจรสายระบบจำหน่ายแรงสูงแบบ โครงข่าย (Network Type)

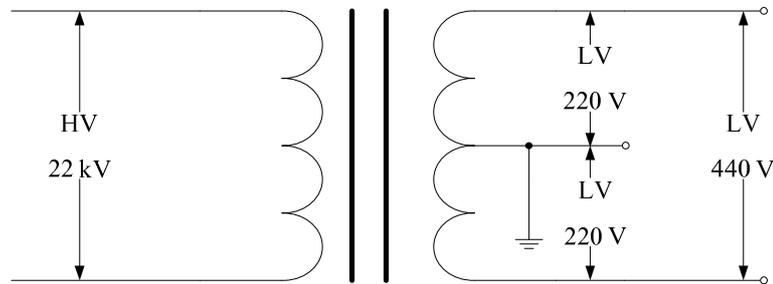
(ที่มา : ชัด อินทะสี ; 2544)

1.4.2.2 วงจรย่อยในระบบจำหน่ายแรงต่ำ เป็นวงจรที่ใช้สำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ส่งมาจากระบบจำหน่ายแรงสูงจากสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายของแต่ละสถานีไปยังศูนย์กลางของโหลดหรือศูนย์กลางของหมู่บ้าน โดยระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบจำหน่ายแรงสูง เช่น ระดับแรงดันไฟฟ้า ขนาด 22 kV จะส่งเข้าไปยังหม้อแปลงไฟฟ้าและจะแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง เรียกว่าระบบจำหน่ายแรงต่ำ ซึ่งจะมีระดับแรงดันที่เหมาะสมกับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ โหลด ที่ใช้งาน ซึ่งในประเทศไทยจะใช้ระดับแรงดันมาตรฐานของระบบจำหน่ายแรงต่ำแบ่งตามแรงดันไฟฟ้าด้านแรงต่ำหรือด้านทุติยภูมิ (secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้า ออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบจำหน่ายเฟสเดียว (Single Phase) และระบบจำหน่ายสามเฟส (Three Phase)

1) ระบบจำหน่ายเฟสเดียว (Single Phase) จะมีระดับแรงดันไฟฟ้าใช้งานที่แปลงแรงดันไฟฟ้าที่ออกจากขั้วของหม้อแปลงทางด้านทุติยภูมิ (secondary) เป็นระบบหนึ่งเฟส สองสาย (1 ϕ 2 W) 220 V จะมีสายไลน์ และสายนิวทรัล อย่างละหนึ่งเส้น แสดงดังรูปที่ 1.44 และระบบหนึ่งเฟสสามสาย (1 ϕ 3 W) จะมีสายไลน์สองเส้น และสายนิวทรัลหนึ่งเส้น เรียกว่าระบบแรงดันไฟฟ้า 220/440 V ดังแสดงในรูปที่ 1.45

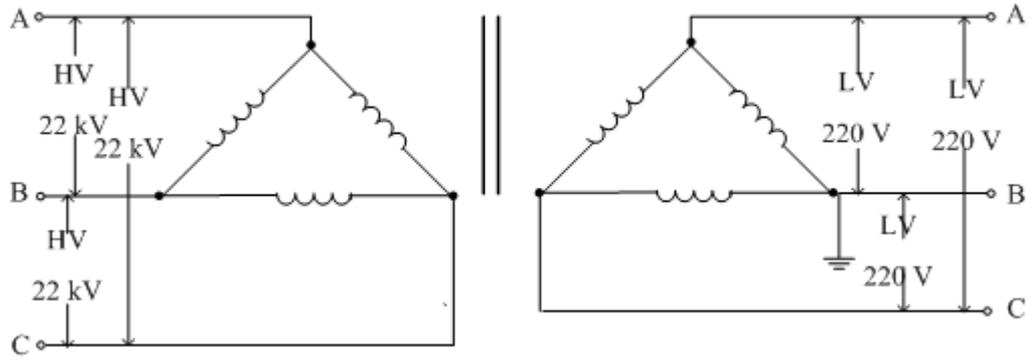


รูปที่ 1.44 ระบบเฟสเดียวสองสาย (1 ϕ 2 W) 220 V

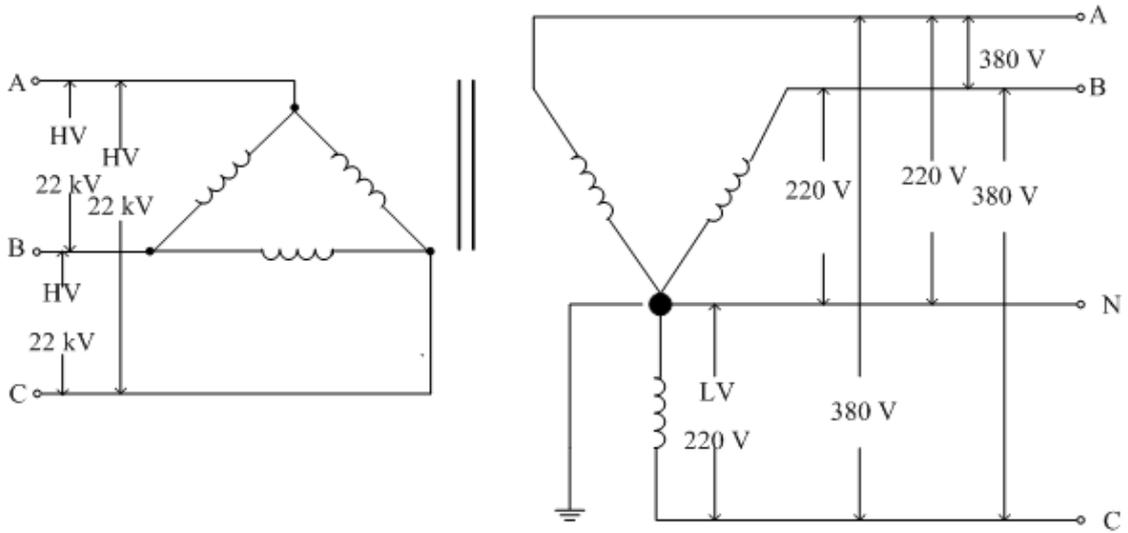


รูปที่ 1.45 ระบบเฟสเดียวสามสาย (1 ϕ 3 W) 220/440

2) ระบบจำหน่ายสามเฟส (Three Phase) เป็นระบบจำหน่ายที่มีใช้กัน บางครั้งเรียกชื่อตามการต่อขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าที่มี 3 ขดลวด เช่น แบบต่อขดลวดเดลตา ทางด้านแรงสูงหรือด้านปฐมภูมิ (Primary) และต่อขดลวดเดลตาทางด้านแรงต่ำหรือด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้า หรือเรียกอีกชื่อว่าระบบสามเฟสสามสาย (3 ϕ 3 W) 220 V แสดงดังรูปที่ 1.46 ส่วนการต่อขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าที่มี 3 ขดลวด เป็นแบบเดลตาทางด้านแรงสูงหรือด้านปฐมภูมิ (Primary) และต่อแบบสตาร์ทางด้านแรงต่ำหรือด้านทุติยภูมิ (Secondary) หรือเรียกอีกชื่อว่าระบบสามเฟสสี่สาย (3 ϕ 4 W) 380 V/220 V ซึ่งเป็นระบบที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย แสดงดังรูปที่ 1.47



รูปที่ 1.46 ระบบสามเฟสสามสาย (3 ϕ 3 W)



รูปที่ 1.47 ระบบสามเฟสสี่สาย (3 ϕ 4 W)

สรุป

ไฟฟ้ามีวิวัฒนาการมาตั้งแต่ยุคแรกๆ หลังจากมีการค้นพบ โดยสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการนำไฟฟ้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกสบายให้กับมนุษย์ ซึ่งในประเทศไทยก็นำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์มากมาย

โดยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และหน่วยงานภาคเอกชน โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบนำมา นำมาจำหน่าย ได้แก่ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) และการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

โครงสร้างระบบการส่งและจ่ายประกอบด้วย ระบบผลิตไฟฟ้า (Generating System) ระบบขนส่งพลังงานไฟฟ้ามายัง สถานีไฟฟ้าดันทาง ในระดับแรงดัน 230 kV หรือ 500 kV ซึ่งขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่ง หลังจากนั้นลดแรงดันไฟฟ้าให้มีขนาด 69 kV 115 kV และ 230 kV เพื่อส่งมายังสถานีย่อยในระบบจำหน่าย (Distribution Substation) ของแต่ละจังหวัด รวมถึงสถานีไฟฟ้าย่อยของโรงงานอุตสาหกรรมด้วย โดยมีวงจรที่ใช้ในระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า ซึ่งลักษณะของวงจรระบบส่งและจ่ายพลังงานไฟฟ้ามีรูปแบบวงจรพื้นฐาน 3 ระบบ คือ ระบบเรเดียล (radial system) ระบบลูป (loop system) และระบบเน็ตเวิร์ก (network system) ในแต่ละระบบจะมีการแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมแล้วส่งพลังงานไฟฟ้ามาถึงผู้ใช้ไฟฟ้าหรือโหลดประเภทต่างเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กองประชาสัมพันธ์กลุ่มระบบส่ง. ไฟฟ้าและสายส่งไฟฟ้าแรงสูง. นนทบุรี : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2549.

กองแผนงานและปฏิบัติการ. เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานประจำสถานีไฟฟ้า 115 kV การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (ม.ป.ท.)

ชวลิต ดารงรัตน์. การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า เล่ม 1. กรุงเทพฯ ฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น จากัด(มหาชน). 2541.

ซัด อินทะสี. การส่งและจ่ายกำลังไฟฟ้า. กรุงเทพฯ ฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น จากัด(มหาชน). 2540.

วัฒนา ถาวร. โรงต้นกำลังไฟฟ้า. กรุงเทพฯ ฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2547.

<https://ienergyguru.com/2015/>

<http://nongcom-electrical.blogspot.com/2015/08/importance-of-substation.html>

<https://pantip.com/topic/33739933>

<http://protectionrelay.blogspot.com>

<http://sameaf.mfa.go.th/th/news/detail.php?ID=1787&SECTION=ANNOUNCE>

[http://std.kku.ac.th/4630400448/thermo 2/coalart.gif](http://std.kku.ac.th/4630400448/thermo%20coalart.gif)

<http://teenet.cmu.ac.th/sci/intro03.php>

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia>

<https://www.facebook.com/ElectricalRm/photos/>

http://www.gunkul.com/th/our_business/manufacturing_trading/substation/

http://www.gunkul.com/th/our_business/manufacturing_trading/substation/

[http://www.oknation.net/blog/print.php?id=438518 \)](http://www.oknation.net/blog/print.php?id=438518)

<http://www.sut.ac.th/Engineering/Electrical/courses>

แบบฝึกหัด หน่วยที่ 1

คำชี้แจง แบบฝึกหัด หน่วยที่ 1 เรื่อง ระบบการส่งและจ่ายไฟฟ้า แบ่งเป็น 2 ตอน ให้ทำทุกตอน
ตอนที่ 1
คำสั่ง จงเติมคำในช่องว่างของคำถามต่อไปนี้

1. นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบประกายไฟ โดยเอาขนสัตว์ขัดถูกับ.....
2. บริษัทแรกที่จัดตั้งเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับไฟถนนละสถานที่ราชการคือบริษัท.....
และต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็นบริษัท.....
3. หน้าที่รับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) คือจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่จังหวัด 1.....
2.....และ 3.....
4. รัฐบาลได้ตราพระราชบัญญัติการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นการรวมกิจการ
ไฟฟ้า คือ 1..... 2.....
และ 3.....เข้าด้วยกัน
5. ที่ตั้งของการไฟฟ้าหลวงสามเสน ปัจจุบันคือ.....
6. ประเภทของการผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยความร้อนได้แก่
(1) โรงไฟฟ้า.....
(2) โรงไฟฟ้า.....
(3) โรงไฟฟ้า.....
(4) โรงไฟฟ้า.....
7. สถานีไฟฟ้าดันทางมีหน้าที่.....แล้วส่งต่อไปยัง
.....
8. ระดับแรงดันของสถานีไฟฟ้าย่อยดันทางคือ..... kV และระดับแรงดันสถานีไฟฟ้า
ย่อยจำหน่ายคือ..... kV
9. ข้อได้เปรียบของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซเมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำคือ.....
.....
.....
10. วงจรที่ใช้ในระบบจ่ายไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายมี.....แบบ
ได้แก่.....
.....
.....

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (×) ข้อที่ถูกที่สุดในกระดาษคำตอบ

- นักวิทยาศาสตร์ที่สร้างเครื่องกำเนิดขึ้นมาเป็นเครื่องแรกของโลก
 - เบนจามิน แฟรงกลิน
 - วิลเลียม กิลเบิร์ต
 - เชลิส แห่งมิเลตัส
 - อเลสซานโดร วอลตา
 - ไมเคิล ฟาราเดย์
- โรงไฟฟ้าตามข้อใดเป็นโรงไฟฟ้าที่ถูกทำลายในสงครามโลก ครั้งที่ 2
 - โรงไฟฟ้ากรุงเทพฯและโรงไฟฟ้าสามเสน
 - โรงไฟฟ้าวัดเลียบและโรงไฟฟ้าสยาม
 - โรงไฟฟ้าตะวันออกและโรงไฟฟ้าตะวันตก
 - โรงไฟฟ้าท้องพระโรงและโรงไฟฟ้าสามเสน
 - โรงไฟฟ้าวัดเลียบและโรงไฟฟ้าสามเสน
- ข้อใดคือแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกของสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง
 - 230 – 500 kV
 - 115 – 500 kV
 - 69 – 500 kV
 - 69 – 230 kV
 - 69 – 115 kV
- ข้อใดเป็นหน่วยงานที่เป็นต้นสังกัดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดน่าน
 - การไฟฟ้าภาคเหนือ เขต 1 จ. พิษณุโลก
 - การไฟฟ้าภาคเหนือ เขต 2 จ. พิษณุโลก
 - การไฟฟ้าภาคเหนือ เขต 1 จ. เชียงใหม่
 - การไฟฟ้าภาคเหนือ เขต 2 จ. เชียงใหม่
 - ไม่ได้ขึ้นกับหน่วยงานใด

5. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นการรวมกิจการของหน่วยงานตามข้อใด
- ก. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ การลิกไนท์ กองไฟฟ้าหลวงสามเสน
 - ข. การไฟฟ้ายันฮี การลิกไนท์ กองไฟฟ้าหลวงสามเสน
 - ค. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ การลิกไนท์ การไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ
 - ง. การไฟฟ้ายันฮี การลิกไนท์ การไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ
 - จ. การลิกไนท์ กองไฟฟ้าหลวงสามเสน การไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ
6. ข้อใดคือประเภทของการผลิตไฟฟ้าที่ยังไม่ได้มีการผลิตไฟฟ้าใช้งานในประเทศไทย
- ก. พลังงานลม
 - ข. พลังงานก๊าซ
 - ค. พลังงานนิวเคลียร์
 - ง. พลังงานแสงอาทิตย์
 - จ. พลังงานจากชีวมวล
7. ข้อใดคือโรงไฟฟ้าที่ใช้หลักการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ไอน้ำเป็นเครื่องต้นกำลัง
- ก. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังงานลม
 - ข. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
 - ค. โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซและโรงไฟฟ้าพลังงานใต้พิภพ
 - ง. โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมและโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์
 - จ. โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และโรงไฟฟ้าพลังงานจากชีวมวล
8. ข้อใดคือสถานีเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ใกล้โรงต้นกำลังไฟฟ้ามากที่สุด
- ก. สถานีไฟฟ้าต้นทาง
 - ข. สถานีไฟฟ้าปลายทาง
 - ค. ลานไกหรือสวิตช์เกียร์
 - ง. สถานีจำหน่ายแรงต่ำ
 - จ. สถานีจำหน่ายแรงสูง

9. วงจรการจ่ายไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับสถานีย่อยต้นทางกับสถานีย่อยจำหน่ายมีกี่แบบ

ก. 1 แบบ

ข. 2 แบบ

ค. 3 แบบ

ง. 4 แบบ

จ. 5 แบบ

10. วงจรสายส่งใดมีข้อดีในเรื่อง ค่าลงทุนเริ่มต้นถูก การออกแบบโครงสร้างง่ายไม่ซับซ้อน

ก. แบบเรเดียล

ข. แบบรูป

ค. แบบเน็ตเวอร์ก

ง. แบบกริด

จ. แบบแท๊ป-ทาย

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1

จุดประสงค์ เพื่อประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักศึกษา หน่วยที่ 1 เรื่อง ระบบการส่ง
และจ่ายไฟฟ้า

คำสั่ง 1. อ่านคำถามต่อไปนี้แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ข้อที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบ
2. เวลาสำหรับการทำแบบทดสอบ 15 นาที

1. โรงไฟฟ้าประเภทใดเหมาะกับการใช้งานที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด
 - ก. โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ
 - ข. โรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
 - ค. โรงไฟฟ้าพลังงานดีเซล
 - ง. โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ
 - จ. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์
2. ข้อใดคือหน้าที่ของสายส่งไฟฟ้าย่อย (Sub transmission Line)
 - ก. รับพลังงานมาจากสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย
 - ข. เป็นสายส่งที่รับพลังงานมาจากสถานีไฟฟ้าประจำจังหวัดต่างๆ
 - ค. เป็นสายส่งที่รับพลังงานมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่ายแรงสูง
 - ง. เป็นสายส่งที่รับพลังงานมาจากหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่ายแรงต่ำ
 - จ. เป็นสายส่งที่รับพลังงานไฟฟ้ามาจากสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทาง
3. วงจรสายส่งของสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายข้อใดใช้สวิตช์ตัดตอน และอุปกรณ์ป้องกันมีอุปกรณ์
จำนวนมากสลับซับซ้อนช่วยในการตัดต่อระบบวงจร เพื่อให้สามารถตัดส่วนหนึ่งส่วนใดออก
 - ก. แบบเรเดียล
 - ข. แบบลูป
 - ค. แบบเน็ตเวอร์ก
 - ง. แบบกริด
 - จ. แบบแท๊ป-ทาย

4. แรงดันไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าใดมีแรงดันไฟฟ้าสูงที่สุด

- ก. สถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่าย
- ข. สถานีเปลี่ยนแรงดันของผู้ใช้
- ค. สถานีไฟฟ้าย่อยคั่นทาง
- ง. สถานีไฟฟ้าย่อยโรงงานอุตสาหกรรม
- จ. สถานีไฟฟ้าย่อยสำหรับผู้ใช้โดยทั่วไป

5. ใครคือนักวิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์สายล่อฟ้าคนแรก

- ก. วิลเลียม กิลเบิร์ต
- ข. ไมเคิล ฟาราเดย์
- ค. เซลีส แห่งมิเลตัส
- ง. เบนจามิน แฟรงกลิน
- จ. อเลสซานโดร วอลตา

6. บุคคลใด ต่อไปนี้ที่ นำไฟฟ้ามาใช้ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก

- ก. จอมพลถนอม กิตติขจร
- ข. จอมพลปอ พิบุรณ์สงคราม
- ค. พระยามมราช
- ง. จอมพลเจ้าพระยาสุรศักดิ์มนตรี
- จ. เจ้าพระยา วรนาถ

7. ข้อใดคือชื่อย่อภาษาอังกฤษของการไฟฟ้านครหลวง

- ก. PEA
- ข. PEM
- ค. MEA
- ง. MEC
- จ. EGAT

8. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

- ก. ผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าใช้ประชาชน
- ข. สร้างโรงไฟฟ้าและผลิตพลังงานไฟฟ้า
- ค. สร้างโรงไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าและจัดหาแหล่งพลังงานไฟฟ้า
- ง. จัดหาแหล่งพลังงานและจำหน่ายไฟฟ้าให้ประชาชน
- จ. สร้างโรงไฟฟ้าและจำหน่ายไฟฟ้าให้ประชาชน

9. ประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าใดที่มีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด

- ก. ประเภทที่พักอาศัย
- ข. ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม
- ค. ประเภทกิจการขนาดเล็ก
- ง. ประเภทหน่วยงานภาครัฐ
- จ. ประเภทหน่วยงานเทศบาล

10. วงจรการจ่ายตามข้อใดที่ต่อวงจรเป็นแบบวงแหวน

- ก. แบบเรเดียล
- ข. แบบรูป
- ค. แบบกริด
- ง. แบบบัสเดี่ยวบัสคู่
- จ. แบบแท๊ป-ทาย

11. ข้อใดคือประเภทของการผลิตไฟฟ้าที่ไม่ใช้ความร้อนในการให้พลังงาน

- ก. พลังงานน้ำ
- ข. พลังงานก๊าซ
- ค. พลังงานไอน้ำ
- ง. พลังงานนิวเคลียร์
- จ. พลังงานจากชีวมวล

12. การลิกไนท์ผลิตไฟฟ้าในการสร้างเขื่อนตามข้อใดต่อไปนี้

- ก. เขื่อนศรีนครินทร์
- ข. เขื่อนอุบลรัตน์
- ค. เขื่อนรัชชประภา
- ง. เขื่อนสิริกิติ์
- จ. เขื่อนภูมิพล

13. ข้อใดหมายถึงประเภทของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนร่วม

- ก. พลังไอน้ำกับนิวเคลียร์
- ข. พลังงานลมกับแสงอาทิตย์
- ค. พลังงานน้ำกับพลังงานก๊าซ
- ง. พลังงานดีเซลกับพลังงานไอน้ำ
- จ. พลังงานก๊าซกับพลังงานไอน้ำ

14. ระบบในข้อใดคือ ระบบที่รับพลังงานไฟฟ้ามาแล้วส่งไปยังสถานีไฟฟ้าต้นทาง

- ก. ระบบผลิตไฟฟ้า
- ข. ระบบขนส่งไฟฟ้า
- ค. ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง
- ง. ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ
- จ. ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ

15. การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) เป็นการรวมกิจการระหว่างหน่วยงานในข้อใด

- ก. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ การลิกไนท์
- ข. กองไฟฟ้าหลวงสามเสน การไฟฟ้ายันฮี
- ค. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ กองไฟฟ้าหลวงสามเสน
- ง. การไฟฟ้ากรุงเทพฯ การไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ
- จ. กองไฟฟ้าหลวงสามเสน การไฟฟ้า ตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคผนวก

เฉลยแบบฝึกหัด หน่วยที่ 1

ตอนที่ 1

1. นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบประกายไฟ โดยเอาขนสัตว์ขัดถูกับกับ **แท่งอำพัน**
2. บริษัทแรกที่จัดตั้งเพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับไฟถนนละสถานที่ราชการคือ**บริษัทบริษัทบางกอก อิเล็กทริกไลท์ ซินดิเคต** และต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็นบริษัท **ไฟฟ้าสยาม จำกัด**
3. หน้าที่รับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน) คือจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่จังหวัด
1. กรุงเทพมหานคร 2. สมุทรปราการ และ 3. นนทบุรี
4. รัฐบาลได้ตราพระราชบัญญัติการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นการรวมกิจการ
ไฟฟ้า คือ **1.การไฟฟ้ายันฮี 2. การลิกไนต์ และ 3.การไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ** เข้าด้วยกัน
5. ที่ตั้งของการไฟฟ้าหลวงสามเสน ปัจจุบันคือ **การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)**
6. ประเภทของการผลิตไฟฟ้าโดยอาศัยความร้อนได้แก่
 - (1) โรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
 - (2) โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์
 - (3) โรงไฟฟ้าพลังงานก๊าซ
 - (4) โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม
7. สถานีไฟฟ้าย่อยต้นทางมีหน้าที่ **ลดแรงดันให้ต่ำลง** แล้วส่งต่อไปยัง **สถานีไฟฟ้าย่อย**
ประจำจังหวัดต่างๆหรือสถานีไฟฟ้าย่อยของโรงงานอุตสาหกรรม
8. ระดับแรงดันของสถานีไฟฟ้าย่อยต้นทางคือ **230-500 kV**และระดับแรงดันสถานีไฟฟ้า
ย่อยจำหน่ายคือ **69-230 kV**
9. ข้อได้เปรียบของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซเมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำคือ**ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย**
เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้เร็วกว่า แม้ต้องใช้แหล่งน้ำในการผลิตไฟฟ้า สามารถเคลื่อนย้ายได้
10. วงจรที่ใช้ในระบบจ่ายไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อยจำหน่ายมี **4** แบบได้แก่
 - (1) **แบบจำหน่ายในแนวรัศมี (Radial or Tree Type)**
 - (2) **แบบจำหน่ายที่ศูนย์กลางโหลด (Load Center Radial Type)**
 - (3) **แบบจำหน่ายวงแหวน (Ring or Loop Type)**
 - (4) **แบบจำหน่ายโครงข่ายตาข่าย (Network Type)**

เฉลยแบบฝึกหัด

ตอนที่ 2

- | | | | | |
|------|------|------|------|-------|
| 1. จ | 2. จ | 3. ง | 4. ข | 5. ง |
| 6. ค | 7. ง | 8. ค | 9. ค | 10. ก |

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 1

ก่อนเรียน

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ง | 2. ง | 3. ค | 4. ค | 5. ก |
| 6. จ | 7. ค | 8. จ | 9. ข | 10. ข |
| 11. ค | 12. จ | 13. ค | 14. ค | 15. ข |

หลังเรียน

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ค | 2. จ | 3. ค | 4. ค | 5. ง |
| 6. ง | 7. ค | 8. ค | 9. ข | 10. ข |
| 11. ก | 12. จ | 13. จ | 14. ข | 15. ค |