



แผนการสอน
มุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพ

รายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า

รหัส 20304007

นายบุญเต็ม อุ๋นวิเศษ

ตำแหน่งครูชำนาญการ

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยนครพนม สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนมุ่งเน้นสมรรถนะอาชีพเล่มนี้เป็นการจัดทำแผนการสอนที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะในภาคทฤษฎีการออกแบบระบบไฟฟ้าให้เกิดขึ้นกับนักเรียนให้มากที่สุดโดยกำหนดให้มีการบูรณาการคุณธรรมจริยธรรมเข้าไปในแผนการสอน เพื่อให้นักเรียน มีความสามารถตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาทั้ง 3 ด้านประกอบด้วย ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

แผนการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้าประกอบด้วยเนื้อหา 11 หน่วย หน่วยที่ 1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพเส้นเดียว หน่วยที่ 2 มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า หน่วยที่ 3 แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง หน่วยที่ 4 การต่อลงดิน หน่วยที่ 5 สายไฟฟ้า หน่วยที่ 6 อุปกรณ์ป้องกัน หน่วยที่ 7 วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน หน่วยที่ 8 วงจรย่อยและสายป้อนสำหรับโพลมอเตอร์ หน่วยที่ 9 แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน หน่วยที่ 10 ระบบป้องกันฟ้าผ่า และหน่วยที่ 11 การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ

แผนการสอนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์สูงสุด กับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง ที่เรียนในรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า เมื่อครู – อาจารย์ได้นำแผนการสอนนี้ไปใช้ร่วมกับเอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า และให้ผู้เรียนได้ทดลองตามแบบฝึกหัดและแบบทดสอบเพื่อฝึกทักษะทางด้านการคำนวณออกแบบ โดยที่ครู-อาจารย์ เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องคอยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ทั้งทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักทฤษฎี ตลอดจนการสังเกตพฤติกรรมและให้การอบรมสั่งสอนด้านคุณธรรม จริยธรรม ตลอดจนจรรยาบรรณวิชาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้คู่คุณธรรมสามารถดำรงตนอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

บุญเต็ม อุ๋นวิเศษ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
สารบัญ	
แผนการสอนรายวิชา	1
รายชื่อหน่วยการสอน	2
ชื่อเรื่องและงาน สมรรถนะที่พึงประสงค์	3
ตารางวิเคราะห์รายวิชา	10
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้	11
กำหนดการสอนรายสัปดาห์	21
วิธีการสอนและกิจกรรม	26
สื่อการเรียนการสอน	26
ตารางนำหนักคะแนน	27
การวัดผลและประเมินผล	29
แผนการสอนหน่วยที่ 1	30
แผนการสอนหน่วยที่ 2	40
แผนการสอนหน่วยที่ 3	50
แผนการสอนหน่วยที่ 4	61
แผนการสอนหน่วยที่ 5	72
แผนการสอนหน่วยที่ 6	83
แผนการสอนหน่วยที่ 7	95
แผนการสอนหน่วยที่ 8	106
แผนการสอนหน่วยที่ 9	117
แผนการสอนหน่วยที่ 10	127
แผนการสอนหน่วยที่ 11	138
เอกสารอ้างอิง	148

แผนการสอนรายวิชา

ชื่อรายวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007
ระดับชั้น ปวส. สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง
หน่วยกิต 3 จำนวนชั่วโมง รวม 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์รายวิชา


1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและขั้นตอนวิธีออกแบบระบบไฟฟ้า
2. เพื่อให้สามารถคำนวณเลือกใช้อุปกรณ์
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

มาตรฐานรายวิชา

1. คำนวณออกแบบระบบไฟฟ้า
2. วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าเลือกใช้อุปกรณ์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับสัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพเส้นเดียว ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง การต่อลงดินสำหรับระบบและสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า การเลือกขนาดสายไฟและท่อร้อยสาย อุปกรณ์ป้องกัน และการออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับขั้น แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกตีฟ

	รายชื่อหน่วยการสอน		จำนวน 4 ชั่วโมง/ สัปดาห์
	ชื่อวิชา	รหัสวิชา	
หน่วยที่	ชื่อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพเส้นเดียว	4	1
2	มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้ง อุปกรณ์ไฟฟ้า	8	2-3
3	แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	4	4
4	การต่อลงดิน	8	5-6
5	สายไฟฟ้า	8	7-8
	สอบกลางภาค	4	9
6	อุปกรณ์ป้องกัน	8	10-11
7	วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	8	12-13
8	วงจรย่อยและสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	4	14
9	แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	4	15
10	ระบบป้องกันฟ้าผ่า	4	16
11	การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟ	4	17
	สอบปลายภาค	4	18
รวมทั้งหมด		72 คาบ	

ชื่อเรื่องและงานสมรรถนะที่พึงประสงค์ของแผนการสอน

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
1. สัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพเส้นเดียว	1.1 เขียนสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้าระบบแสงสว่างตามมาตรฐาน IEC 617 ได้ถูกต้อง 1.2 เขียนสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้ากำลังตามมาตรฐาน IEC 617 ได้ถูกต้อง 1.3 เขียนแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารได้ถูกต้อง 1.4 กำหนดการใช้สัญลักษณ์ได้อย่างเหมาะสม 1.5 แปลความหมายสัญลักษณ์จากแบบไฟฟ้าแต่ละชนิดได้ถูกต้อง 1.6 มีความรอบคอบในการเขียนแบบ
2. มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	2.1 อธิบายหลักการสำคัญของกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.2 อธิบายอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.3 อธิบายวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.4 อธิบายการต่อสายตัวนำเข้ากับบริภัณฑ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.5 บอกชนิดของการต่อสายทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.6 บอกข้อกำหนดพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานในระบบแรงต่ำได้ถูกต้อง 2.7 บอกข้อกำหนดพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานในระบบแรงสูงได้ถูกต้อง 2.8 บอกระยะห่างทางไฟฟ้าตามมาตรฐานได้ถูกต้อง 2.9 บอกวิธีป้องกันกระแสเหนี่ยวนำจากการใช้สายควบได้ถูกต้อง 2.10 บอกข้อกำหนดมาตรฐานวิธีเดินสายแบบต่างๆได้ถูกต้อง 2.11 มีกิจนิสัยในการแสวงหาความรู้และกฎหมายในส่วนที่เกี่ยวข้อง

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
3. แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	<p>3.1 เขียนชื่อส่วนประกอบของแผนภาพเส้นเดียวของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยได้ถูกต้อง</p> <p>3.2 บอกประเภทของโรงจักรไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>3.3 บอกชนิดของการส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>3.4 บอกขอบเขตความรับผิดชอบของการไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>3.5 เขียนวงจรระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ถูกต้อง</p> <p>3.6 บอกพิกัดแรงดันไฟฟ้าของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>3.7 บอกข้อดีและข้อเสียของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อยแบบต่างๆได้ถูกต้อง</p> <p>3.8 เขียนแผนภาพเส้นเดียววงจรสายป้อนระบบจำหน่ายแบบ Radial system ได้ถูกต้อง</p> <p>3.9 บอกหลักเกณฑ์การจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารชุดของการไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>3.10 บอกส่วนประกอบของแผนภาพเส้นเดียวของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารได้ถูกต้อง</p>
4. การต่อลงดิน	<p>4.1 บอกข้อกำหนดของการต่อลงดินของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ถูกต้อง</p> <p>4.2 บอกความหมายของการต่อลงดินได้ถูกต้อง</p> <p>4.3 บอกระบบไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดินและไม่ต้องต่อลงดินได้ถูกต้อง</p> <p>4.4 บอกข้อกำหนดมาตรฐานของต่อลงดินของระบบประธานได้ถูกต้อง</p> <p>4.5 เขียนวงจรการต่อลงดินของหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สายได้ถูกต้อง</p> <p>4.6 บอกข้อกำหนดในการต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>4.7 บอกข้อดีของการต่อฝากของระบบประธานแรงต่ำและบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>4.8 หาขนาดสายตัวนำหลักดินและสายต่อฝากของระบบประธานโดยการใช้ตารางได้ถูกต้อง</p>

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
5. สายไฟฟ้า	<p>4.9 หาขนาดสายตัวนำหลักดินและสายต่อฝากของของบริภัณฑ์ไฟฟ้าโดยการใช้ตารางได้ถูกต้อง</p> <p>4.10 บอกมาตรฐานการต่อลงดินของเครื่องมือวัดมิเตอร์และรีเลย์ได้ถูกต้อง</p> <p>4.11 มีจรรยาบรรณในการปฏิบัติงานระบบสายดิน</p> <p>5.1 บอกคุณลักษณะของสายไฟฟ้าแรงต่ำ</p> <p>5.2 ได้ถูกต้อง</p> <p>5.3 บอกคุณสมบัติและการใช้งานของสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 ที่นิยมใช้ได้ถูกต้อง</p> <p>5.4 บอกคุณสมบัติและการใช้งานของสายไฟฟ้าตามมาตรฐานอื่นได้ถูกต้อง</p> <p>5.5 บอกชนิดและคุณลักษณะของสายไฟฟ้าแรงสูงได้ถูกต้อง</p> <p>5.6 อธิบายความหมายของขนาดกระของสายได้ถูกต้อง</p> <p>5.7 เลือกชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้งสายไฟฟ้าได้เหมาะสมกับงาน</p> <p>5.8 คำนวณหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเมื่อตัวนำมี 1 วงจรและเลือกขนาดสายตามตารางได้ถูกต้อง</p> <p>5.9 คำนวณหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเมื่อจำนวนตัวนำมากกว่า 1 วงจรและเลือกขนาดสายตามตารางได้ถูกต้อง</p> <p>5.9 มีจรรยาบรรณในการเลือกใช้งานสายไฟฟ้า</p>
6. อุปกรณ์ป้องกัน	<p>6.1 อธิบายความหมายของอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>6.2 อธิบายสภาวะผิดปกติที่เกิเกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>6.3 บอกมาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตซ์ตัดวงจรได้ถูกต้อง</p> <p>6.4 อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของกระแสและเวลาของฟิวส์ได้ถูกต้อง</p>

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
	<p>6.5 บอกคุณลักษณะของฟิวส์แรงต่ำได้ถูกต้อง</p> <p>6.6 บอกชนิดของไส้ฟิวส์แรงสูงได้ถูกต้อง</p> <p>6.7 อธิบายความหมายของนิยามบนแผ่นป้ายของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>6.8 บอกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ของแต่ละประเภทได้ถูกต้อง</p> <p>6.9 อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของกระแสและเวลาของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>6.10 สามารถเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>6.11 อธิบายการจัดลำดับความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ป้องกันได้ถูกต้อง</p> <p>6.12 บอกส่วนประกอบของกระแสลัดวงจรได้ถูกต้อง</p> <p>6.13 คำนวณหากกระแสลัดวงจรที่ตำแหน่งหม้อแปลงโดยการประมาณได้ถูกต้อง</p> <p>6.14 หาค่ากระแสลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยใช้ตารางได้ถูกต้อง</p>
7. วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	<p>7.1 บอกขอบเขตวงจรย่อยตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>7.2 คำนวณหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรย่อยได้ถูกต้อง</p> <p>7.3 เลือกอุปกรณ์ป้องกันวงจรย่อยแต่ละขนาดได้ถูกต้อง</p> <p>7.4 ประมาณการโหลดจากข้อมูลตารางได้ถูกต้อง</p> <p>7.5 บอกขอบเขตวงจรสายป้อนตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>7.6 คำนวณหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรสายป้อนได้ถูกต้อง</p> <p>7.7 บอกขอบเขตวงจรประธานตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p>

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
8. วงจรย่อยและสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	7.8 คำนวณหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรประธานโดยใช้ตีมันด์แพคเตอร์ได้ถูกต้อง
	7.9 บอกพิกัดของแรงดันตกตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง
	7.11 คำนวณหาค่าแรงดันตกโดยใช้ตารางได้ถูกต้อง
	7.12 มีจรรยาบรรณในการเลือกขนาดสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันตามขนาดของโหลด
	8.1 เขียนโครงสร้างชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง
	8.2 บอกรายละเอียดบนแผ่นป้ายประจำเครื่องของมอเตอร์กระแสสลับได้ถูกต้อง
	8.3 อธิบายภาพรวมของการควบคุมมอเตอร์กระแสสลับได้ถูกต้อง
	8.4 คำนวณหาขนาดสายตัวนำวงจรมอเตอร์ได้ถูกต้อง
	8.5 บอกขอบเขตการต่อสายแยกจากสายป้อนตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง
	8.6 คำนวณหาขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อยได้ถูกต้อง
8.7 คำนวณหาขนาดเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรมอเตอร์ได้ถูกต้อง	
8.8 คำนวณหาพิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อนได้ถูกต้อง	
8.9 เลือกใช้เครื่องควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามชั้นการใช้งานได้ถูกต้อง	
8.10 คำนวณหาขนาดเครื่องปลดวงจรมอเตอร์แรงต่ำได้ถูกต้อง	

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
9. แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	<p>9.1 อธิบายความสำคัญของระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ถูกต้อง</p> <p>9.2 อธิบายระดับของความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน NAPA ได้ถูกต้อง</p> <p>9.3 บอกข้อกำหนดของกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ถูกต้อง</p> <p>9.4 บอกประเภทของอาคารตามกฎกระทรวงที่ต้องมีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ถูกต้อง</p> <p>9.5 บอกชื่อวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตได้ถูกต้อง</p> <p>9.6 บอกส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้ถูกต้อง</p> <p>9.7 บอกคุณลักษณะของสายไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตได้ถูกต้อง</p> <p>9.8 บอกชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>9.9 อธิบายหลักการพิจารณาเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>9.10 อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินเมื่อไฟฟ้าดับได้ถูกต้อง</p>
10. ระบบป้องกันฟ้าผ่า	<p>10.1 อธิบายความหมายของวาบฟ้าและฟ้าแลบได้ถูกต้อง</p> <p>10.2 อธิบายกระบวนการเกิดฟ้าผ่าได้ถูกต้อง</p> <p>10.3 อธิบายความหมายของค่าจำกัดความเกี่ยวกับฟ้าผ่าได้ถูกต้อง</p> <p>10.4 อธิบายคุณลักษณะของฟ้าผ่าบนพื้นโลกได้ถูกต้อง</p> <p>10.5 อธิบายความเสียหายที่เกิดจากฟ้าผ่าได้ถูกต้อง</p> <p>10.6 อธิบายมาตรการการป้องกันฟ้าผ่าได้ถูกต้อง</p> <p>10.7 บอกส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าได้ถูกต้อง</p> <p>10.8 บอกค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของกระแสฟ้าผ่าได้ถูกต้อง</p> <p>10.9 บอกระดับการป้องกันฟ้าผ่าได้ถูกต้อง</p>

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
	<p>10.10 อธิบายระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก ได้ถูกต้อง</p> <p>10.11 อธิบายส่วนประกอบของระบบตัวนำ ล่อฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>10.12 อธิบายหลักการจัดวางตำแหน่งตัวนำ ล่อฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>10.13 อธิบายหลักการในการติดตั้งตัวนำล่อฟ้า ได้ถูกต้อง</p> <p>10.14 บอกจำนวนตัวนำลงดินขั้นต่ำได้ถูกต้อง</p> <p>10.15 อธิบายหลักการป้องกันฟ้าผ่าภายใน ได้ถูกต้อง</p> <p>10.16 อธิบายคุณลักษณะของระบบรอกสายดิน ได้ถูกต้อง</p> <p>10.17 อธิบายหลักการป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์ ได้ถูกต้อง</p>
11. การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	<p>11.1 อธิบายความสำคัญของการชดเชย กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟได้ถูกต้อง</p> <p>11.2 บอกประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่า เพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>11.3 คำนวณหาขนาดคาปาซิเตอร์ที่ใช้แก้ เพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>11.4 เลือกตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจร ไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ถูกต้อง</p> <p>11.5 คำนวณหาค่า C/K ของเครื่องควบคุมค่า เพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติได้ถูกต้อง</p> <p>11.6 คำนวณหาขนาดขนาดและพิกัดของ อุปกรณ์ป้องกันคาปาซิเตอร์ได้ถูกต้อง</p>

ตารางวิเคราะห์รายวิชา

วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานวิชา		จำนวนคาบ (ชม)
		มาตรฐาน 1	มาตรฐาน2	
1	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพเส้นเดียว	√		4
2	มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	√	√	8
3	แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	√		4
4	การต่อลงดิน	√	√	8
5	สายไฟฟ้า	√	√	8
	สอบกลางภาค			4
6	อุปกรณ์ป้องกัน	√	√	4
7	วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	√	√	8
8	วงจรย่อยและสายป้อนสำหรับโหนดมอเตอร์	√	√	4
9	แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	√	√	4
10	ระบบป้องกันฟ้าผ่า		√	8
11	การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกตีฟ	√	√	4
	สอบปลายภาค			4
	รวม			72

หมายเหตุ มาตรฐานที่ 1 คำนวณออกแบบระบบไฟฟ้า
 มาตรฐานที่ 2 วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าเลือกใช้อุปกรณ์

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย		
		1	2	3	4	1	2	1	2	
1	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพ เส้นเดียว 1.6 เขียนสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่างตามมาตรฐาน IEC 617 ได้ถูกต้อง 1.7 เขียนสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้า ระบบกำลังตามมาตรฐาน IEC 617 ได้ถูกต้อง 1.8 เขียนแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร ได้ถูกต้อง 1.9 กำหนดการใช้สัญลักษณ์ได้อย่าง เหมาะสม 1.10 แปลความหมายสัญลักษณ์จากแบบ ไฟฟ้าแต่ละชนิดได้ถูกต้อง			√						4
2	มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการ ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า 2.1 อธิบายหลักการสำคัญของกฎกระทรวง ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการ ปฏิบัติงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.2 อธิบายอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าได้ ถูกต้อง 2.3 อธิบายวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า ได้ถูกต้อง 2.4 อธิบายการต่อสายตัวนำเข้ากับบริภัณฑ์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.5 บอกชนิดของการต่อสายทางไฟฟ้า ได้ถูกต้อง 2.6 บอกข้อกำหนดพื้นที่ว่างเพื่อการ ปฏิบัติงานในระบบแรงต่ำได้ถูกต้อง		√			√		√		8

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)	
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย			
		1	2	3	4	1	2	1	2		
4	3.10 บอกส่วนประกอบของแผนภาพเส้น เดียวของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคาร ได้ถูกต้อง	√									8
	การต่อลงดิน										
	4.1 บอกข้อกำหนดของการต่อลงดินของการ ไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ถูกต้อง	√									
	4.2 บอกความหมายของการต่อลงดิน ได้ถูกต้อง	√									
	4.3 บอกระบบไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดินและไม่ ต้องต่อลงดินได้ถูกต้อง	√									
	4.4 บอกข้อกำหนดมาตรฐานของต่อลงดิน ของระบบประธานได้ถูกต้อง	√									
	4.5 เขียนวงจรการต่อลงดินของหม้อแปลง ไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สายได้ถูกต้อง			√							
	4.6 บอกข้อกำหนดในการต่อลงดินของ บริษัทไฟฟ้้าได้ถูกต้อง	√									
	4.7 บอกข้อดีของการต่อฝากของระบบ ประธานแรงต่ำและบริษัทไฟฟ้้า ได้ถูกต้อง	√									
	4.8 หาขนาดสายตัวนำหลักดินและสายต่อ ฝากของระบบประธานโดยใช้ตาราง ได้ถูกต้อง				√						
	4.9 หาขนาดสายตัวนำหลักดินและสายต่อ ฝากของของบริษัทไฟฟ้้าโดยใช้ ตารางได้ถูกต้อง				√						
	4.10 บอกมาตรฐานการต่อลงดินของ เครื่องมือวัด มิเตอร์และรีเลย์ได้ถูกต้อง	√									
4.11 มีจรรยาบรรณในการปฏิบัติงานระบบ สายดิน					√						

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)	
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย			
		1	2	3	4	1	2	1	2		
5	สายไฟฟ้า 5.10บอกคุณลักษณะของสายไฟฟ้าแรงต่ำ ได้ถูกต้อง 5.11บอกคุณสมบัติและการใช้งานของ สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 ที่นิยม ใช้ได้ถูกต้อง 5.12บอกคุณสมบัติและการใช้งานของ สายไฟฟ้าตามมาตรฐานอื่นได้ถูกต้อง 5.13บอกชนิดและคุณลักษณะของสายไฟฟ้า แรงสูงได้ถูกต้อง 5.14อธิบายความหมายของขนาดกระของสาย ได้ถูกต้อง 5.15เลือกชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้ง สายไฟฟ้าได้เหมาะสมกับงาน 5.16คำนวณหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้า เมื่อตัวนำมี 1 วงจรและเลือกขนาด สายตามตารางได้ถูกต้อง 5.17คำนวณหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้า เมื่อจำนวนตัวนำมากกว่า 1 วงจรและ เลือกขนาดสายตามตารางได้ถูกต้อง 5.9 มีจรรยาบรรณในการเลือกใช้งาน สายไฟฟ้า	√									8
6	อุปกรณ์ป้องกัน 6.1 อธิบายความหมายของอุปกรณ์ป้องกัน ระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง 6.2 อธิบายสภาวะผิดปกติที่เกิเกิดขึ้นในระบบ ไฟฟ้าได้ถูกต้อง		√						√		8

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)	
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย			
		1	2	3	4	1	2	1	2		
	6.3 บอกมาตรฐานเครื่องป้องกัน กระแสเกินและสวิตช์ตัดวงจร ได้ถูกต้อง	√									
	6.4 อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของ กระแสและเวลาของฟิวส์ได้ถูกต้อง		√								
	6.5 บอกคุณลักษณะของฟิวส์แรงต่ำ ได้ถูกต้อง	√									
	6.6 บอกชนิดของไส้ฟิวส์แรงสูงได้ถูกต้อง	√									
	6.7 อธิบายความหมายของนิยามบน แผ่นป้ายของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ได้ถูกต้อง		√								
	6.8 บอกชนิดของเซอร์กิตเบรก เกอร์ของแต่ละประเภทได้ถูกต้อง	√									
	6.9 อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของ กระแสและเวลาของเซอร์กิต เบรกเกอร์ได้ถูกต้อง		√								
	6.10 สามารถเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ได้อย่างเหมาะสม			√							
	6.11 อธิบายการจัดลำดับความ สัมพันธ์ของอุปกรณ์ป้องกัน ได้ถูกต้อง		√								
	6.12 บอกประโยชน์ของกระแส ลัดวงจรได้ถูกต้อง	√									
	6.13 คำนวณหากกระแสลัดวงจรที่ ตำแหน่งหม้อแปลงโดยการ ประมาณได้ถูกต้อง				√						
	6.14 หาค่ากระแสลัดวงจรของเซอร์กิต เบรกเกอร์โดยใช้ตารางได้ถูกต้อง			√							

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย		
		1	2	3	4	1	2	1	2	
8	วงจรร้อยและสายป้อนสำหรับโหลตมอเตอร์									4
	8.11 เขียนโครงสร้างชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับได้ถูกต้อง	√								
	8.12 บอกรายเอียดบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง ของมอเตอร์กระแสสลับได้ถูกต้อง		√							
	8.13 อธิบายภาพรวมของการควบคุมมอเตอร์ กระแสสลับได้ถูกต้อง			√						
	8.14 คำนวณหาขนาดสายตัวนำวงจรมอเตอร์ ได้ถูกต้อง					√				
	8.15 บอกรายเอียดการต่อสายแยกจากสายป้อน ตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง	√								
	8.16 คำนวณหาขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการ ใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจร ย่อยได้ถูกต้อง					√				
	8.17 คำนวณหาขนาดเครื่องป้องกันกระแส ลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลง ดินของวงจรมอเตอร์ได้ถูกต้อง					√				
	8.18 คำนวณหาพิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่อง ป้องกันการลัดวงจรสายป้อนได้ถูกต้อง					√				
	8.19 เลือกใช้เครื่องควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตาม ชั้นการใช้งานได้ถูกต้อง			√						
	8.20 คำนวณหาขนาดเครื่องปลดวงจรมอเตอร์ แรงต่ำได้ถูกต้อง					√				
	แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน									4
	9.1 อธิบายความสำคัญของระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน ได้ถูกต้อง		√							
9	9.2 อธิบายระดับของความเชื่อถือได้ของระบบ ไฟฟ้าตามมาตรฐาน NAPA ได้ถูกต้อง		√							

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)	
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย			
		1	2	3	4	1	2	1	2		
10	9.3 บอกข้อกำหนดของกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง ข้องกับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ถูกต้อง	√									8
	9.4 บอกประเภทของอาคารตามกฎ กระทรวงที่ต้องมีระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน ได้ถูกต้อง	√									
	9.5 บอกชื่อวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตได้ถูกต้อง	√									
	9.6 บอกส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุ เพลิงไหม้ได้ถูกต้อง	√									
	9.7 บอกคุณลักษณะของสายไฟฟ้าใน วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตได้ถูกต้อง	√									
	9.8 บอกชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้ถูกต้อง	√									
	9.9 อธิบายหลักการพิจารณาเลือกใช้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกต้อง		√								
	9.10 อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าฉุกเฉินเมื่อไฟฟ้าดับได้ถูกต้อง		√								
	ระบบป้องกันฟ้าผ่า										
	10.1 อธิบายความหมายของวาบฟ้าและ ฟ้าแลบได้ถูกต้อง		√								
	10.2 อธิบายกระบวนการเกิดฟ้าผ่า ได้ถูกต้อง		√								
	10.3 อธิบายความหมายของคำจำกัดความ เกี่ยวกับฟ้าผ่าได้ถูกต้อง		√								
	10.4 อธิบายคุณลักษณะของฟ้าผ่าบนพื้น โลกได้ถูกต้อง		√								
	10.5 อธิบายความเสียหายที่เกิดจากฟ้าผ่า ได้ถูกต้อง		√								
10.6 อธิบายมาตรการการป้องกันฟ้าผ่า ได้ถูกต้อง		√									

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)		
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย				
		1	2	3	4	1	2	1	2			
	10.7 บอกส่วนประกอบของระบบป้องกัน ฟ้าผ่าได้ถูกต้อง	√										
	10.8 บอกค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของ กระแสฟ้าผ่าได้ถูกต้อง	√										
	10.9 บอกระดับการป้องกันฟ้าผ่าได้ถูกต้อง	√										
	10.10 อธิบายระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก ได้ถูกต้อง		√									
	10.11 อธิบายส่วนประกอบของระบบตัวนำ ล่อฟ้าได้ถูกต้อง		√									
	10.12 อธิบายหลักการจัดวางตำแหน่งตัวนำ ล่อฟ้าได้ถูกต้อง		√									
	10.13 อธิบายหลักการในการติดตั้งตัวนำ ล่อฟ้าได้ถูกต้อง		√									
	10.14 บอกจำนวนตัวนำลงดินขั้นต่ำ ได้ถูกต้อง	√										
	10.15 อธิบายหลักการป้องกันฟ้าผ่าภายใน ได้ถูกต้อง		√									
	10.16 อธิบายคุณลักษณะของระบบราก สายดินได้ถูกต้อง		√									
	10.17 อธิบายหลักการป้องกันฟ้าผ่าคนและ สัตว์ได้ถูกต้อง											
11	การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ											4
	11.4 อธิบายความสำคัญของการชดเชย กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟได้ถูกต้อง		√									
	11.5 บอกประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่า เพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ถูกต้อง		√									
	11.6 คำนวณหาขนาดคาปาซิเตอร์ที่ใช้แก้ เพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ถูกต้อง				√							

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ต่อ)

วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 20304007 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการ								จำนวน คาบ (ชม.)	
		พุทธิพิสัย				จิต พิสัย		ทักษะ พิสัย			
		1	2	3	4	1	2	1	2		
	11.4 เลือกตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ใน วงจรไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ถูกต้อง			√							
	11.5 คำนวณหาค่า C/K ของเครื่องควบคุม ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ ได้ถูกต้อง				√						
	11.6 คำนวณหานขนาดขนาดและพิกัดของ อุปกรณ์ป้องกันคาปาซิเตอร์ได้ถูกต้อง				√						

หมายเหตุ

พุทธิพิสัย 1 = ความจำ 2 = ความเข้าใจ 3 = การนำไปใช้ 4 = สูงกว่า
 จิตพิสัย 1 = การประเมินคุณค่า 2 = การจัดระบบ
 ทักษะพิสัย 1 = การทำตามแบบ 2 = แม่นยำถูกต้อง

ตารางกำหนดการสอนรายสัปดาห์

วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (20304007) จำนวน 3 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

สัปดาห์ ที่	วัน/ เดือน /พ.ศ.	คาบที่	รายการสอน
1		1-4	1. สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว 1.1 สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า 1.2 แผนภาพเส้นเดียว 1.3 การเขียนแบบงานติดตั้งไฟฟ้า แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 แบบทดสอบหน่วยที่ 1
2-3		5-8 9-12	2. มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า 2.1 กฎกระทรวง 2.2 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า 2.3 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า 2.4 การต่อทางไฟฟ้า 2.5 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า 2.6 ระยะห่างทางไฟฟ้า 2.7 วิธีเดินสาย 2.7.1 ข้อกำหนดทั่วไปในการเดินสาย 2.7.2 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนสำหรับระบบแรงต่ำ 2.7.3 การเดินสายในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และ ท่อโลหะบาง 2.7.4 การเดินสายในท่อโลหะอ่อน 2.7.5 การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว 2.7.6 การเดินสายในท่อโลหะแข็ง 2.7.7 การเดินสายในในรางเดินสาย 2.7.8 การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง 2.7.9 การเดินสายในรางเคเบิล แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 แบบทดสอบหน่วยที่ 2
4		13-16	3. แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง 3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 3.2 ระบบการส่งไฟฟ้า 3.3 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3.4 แผนภาพเส้นเดียวของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อย 3.5 การต่อวงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่าย

ตารางกำหนดการสอนรายสัปดาห์

วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (20304007) จำนวน 3 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

สัปดาห์ ที่	วัน/ เดือน /พ.ศ.	คาบที่	รายการสอน
			3.6 การจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดของการไฟฟ้า 3.7 แผนภาพเส้นเดียวของของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคาร แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 แบบทดสอบหน่วยที่ 3
5		17-20	4. การต่อลงดิน 4.1 ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 4.2 การต่อลงดินของระบบระบบไฟฟ้า 4.3 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวจ่าย แยกต่างหาก 4.4 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า 4.5 การต่อของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่หรือชนิดที่มีการ เดินสายถาวร
6		21-24	4.6 การต่อฝาก 4.7 สายต่อหลักดินและหลักดิน 4.8 การต่อลงดินของเครื่องมือวัด มิเตอร์และรีเลย์ แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 แบบทดสอบหน่วยที่ 4
7		25-28	5. สายไฟฟ้า 5.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ 5.2 สายไฟฟ้าแรงสูง 5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า 5.4 รูปแบบการติดตั้ง
8		29-32	5.5 ตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 แบบทดสอบหน่วยที่ 5
9			สอบกลางภาค
10		37-40	6. อุปกรณ์ป้องกัน 6.1 อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า 6.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตซ์ตัดวงจร 6.3 ฟิวส์แรงต่ำ 6.4 ฟิวส์แรงสูง

ตารางกำหนดการสอนรายสัปดาห์
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (20304007) จำนวน 3 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

สัปดาห์ ที่	วัน/ เดือน/ พ.ศ.	คาบที่	รายการสอน
11		41-44	6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.6 นิยามศัพท์ที่ควรทราบเกี่ยวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898 6.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 6.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามลักษณะการใช้งาน 6.10 การออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับขั้น 6.11 การคำนวณกระแสลัดวงจร แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 แบบทดสอบหน่วยที่ 6
12		45-48	7. วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน 7.19 บอกขอบเขตวงจรรย่อยตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง 7.20 กำหนดหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรรย่อยได้ถูกต้อง 7.21 เลือกอุปกรณ์ป้องกันวงจรรย่อยแต่ละขนาดได้ถูกต้อง 7.22 ประเมินการไหลจากข้อมูลตารางได้ถูกต้อง 7.23 บอกขอบเขตวงจรรป้อนตามมาตรฐานมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง 7.24 กำหนดหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรรสายป้อนได้ ถูกต้อง
13		49-52	7.25 บอกขอบเขตวงจรรประธานตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง 7.26 กำหนดหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรรประธานโดยใช้ ดีมานด์แฟคเตอร์ได้ถูกต้อง 7.27 บอกพิกัดของแรงดันตกตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง 7.11 กำหนดหาค่าแรงดันตกโดยใช้ตารางได้ถูกต้อง แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 แบบทดสอบหน่วยที่ 7
14		53-56	8. วงจรรย่อยและสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์ 8.21 เขียนโครงสร้างชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง

ตารางกำหนดการสอนรายสัปดาห์

วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (20304007) จำนวน 3 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

สัปดาห์ ที่	วัน/ เดือน/ พ.ศ.	คาบที่	รายการสอน
14		53-56	<p>8.2 บอกรายละเอียดบนแผ่นป้ายประจำเครื่องของมอเตอร์ กระแสสลับได้ถูกต้อง</p> <p>8.3 อธิบายภาพรวมของการควบคุมมอเตอร์กระแสสลับได้ถูกต้อง</p> <p>8.4 คำนวณหาขนาดสายตัวนำวงจรมอเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>8.5 บอกขอบเขตการต่อสายแยกจากสายป้อนตามมาตรฐานการ ติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>8.6 คำนวณหาขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของ มอเตอร์และวงจรร้อยได้ถูกต้อง</p> <p>8.7 คำนวณหาขนาดเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและ ป้องกันการรั่วลงดินของวงจรมอเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>8.8 คำนวณหาพิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสาย ป้อนได้ถูกต้อง</p> <p>8.9 เลือกใช้เครื่องควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามขั้นการใช้งานได้ถูกต้อง</p> <p>8.10 คำนวณหาขนาดเครื่องปลดวงจรมอเตอร์แรงต่ำได้ถูกต้อง แบบฝึกหัดหน่วยที่ 8 แบบทดสอบหน่วยที่ 8</p>
15		57-58	<p>9. แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน</p> <p>9.1 ความสำคัญของแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน</p> <p>9.2 การแบ่งประเภทของอาคาร</p> <p>9.3 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต</p> <p>9.4 การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต</p> <p>9.5 ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน</p> <p>9.6 การพิจารณาเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งาน</p> <p>9.7 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 แบบทดสอบหน่วยที่ 9</p>
16		59-62	<p>10. ระบบป้องกันฟ้าผ่า</p> <p>10.1 กล่าวนำ</p> <p>10.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า</p> <p>10.3 คุณลักษณะฟ้าผ่าพื้นโลก</p> <p>10.4 ความเสียหายจากฟ้าผ่า</p>

ตารางกำหนดการสอนรายสัปดาห์
วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (20304007) จำนวน 3 หน่วยกิต 4 ชั่วโมง / สัปดาห์

สัปดาห์ ที่	วัน/ เดือน/ พ.ศ.	คาบที่	รายการสอน
17		63-66	10.5 มาตรการป้องกัน 10.6 ระบบป้องกันฟ้าผ่า 10.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก 10.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน 10.9 การป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์ แบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 แบบทดสอบหน่วยที่ 10 11. การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ 11.1 กล่าวนำ 11.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.4 การกำหนดขนาดของคาปาซิเตอร์ 11.5 ตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า 11.6 การควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ 11.7 การกำหนดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์ 11.8 วงจรควบคุมคาปาซิเตอร์ แบบฝึกหัดหน่วยที่ 11 แบบทดสอบหน่วยที่ 11
18			สอบปลายภาค

วิธีสอนและกิจกรรม

1. ศึกษาเอกสารประกอบการสอน
2. ครูสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตโดยใช้สื่อการสอน
3. ศึกษาเนื้อหาและค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม
4. ทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยการเรียนรู้
5. ทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้
6. มอบหมายงานให้ศึกษาแบบงานก่อสร้างอาคารเรียน
7. ตอบคำถามจากการศึกษาแบบงานก่อสร้างอาคาร
8. ครูและผู้เรียนช่วยกันสรุปผลการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
9. มอบหมายงานให้ศึกษาหน่วยการเรียนรู้มาก่อนล่วงหน้าเป็นการบ้าน
10. ทำความสะอาดห้องเรียน
11. ครูอบรมคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณวิชาชีพให้กับผู้เรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า
2. เครื่องคอมพิวเตอร์
3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์
4. กระดานไวท์บอร์ด
5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File)
6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File)
7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File)
8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File)
9. สื่อ Power Point
10. Price List 2014 Schneider Electric
11. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ http://itech.npu.ac.th/iet/home/?page_id=14

ตารางกำหนดน้ำหนักคะแนนแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	<p>คะแนนรายหน่วย และน้ำหนัก</p> <p>พฤติกรรม</p> <p>ชื่อหน่วยการเรียนรู้</p>	คะแนนรายหน่วย	น้ำหนักคะแนน					
			พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย	จิตพิสัย
			ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	สูงกว่า		
1	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพเส้นเดียว	10		4	6			
2	มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	10	4	6				
3	แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	10	4	6				
4	การต่อลงดิน	10	4	6				
5	สายไฟฟ้า	10		4		6		
6	อุปกรณ์ป้องกัน	10		6		4		
7	วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	10				10		
8	วงจรย่อยและสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	10	2	4		4		
9	แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	10		10				
10	ระบบป้องกันฟ้าผ่า	10		10				
11	การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกตีฟ	10		6		4		
	รวม	110						
	คะแนนเต็ม = 110/5.5	20						

ตารางกำหนดน้ำหนักคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

หน่วยที่	พฤติกรรม คะแนนรายหน่วย และน้ำหนัก ชื่อหน่วยการเรียนรู้	คะแนนรายหน่วย	น้ำหนักคะแนน					
			พุทธิพิสัย				ทักษะพิสัย	จิตพิสัย
			ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	สูงกว่า		
1	สัญลักษณ์ทางไฟฟ้ากำลังและแผนภาพเส้นเดียว	10	6	7	17			1
2	ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	10	17	13				2
3	แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	10	18	12				
4	การต่อลงดิน	10	24	1	4			3
5	สายไฟฟ้า	10	12	6	7			4
6	อุปกรณ์ป้องกัน	10	18	5	6	1		
7	วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	10	13		3	13		1
8	วงจรย่อยและสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	10	6	2	1	21		
9	แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	10	24	6				
10	ระบบป้องกันฟ้าผ่า	10	7	23				
11	การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกตีฟ	10	6	7	3	14		
	รวม	110						
	คะแนนเต็มแบบทดสอบ = $110/5.5$	20						
	คะแนนเต็มแบบฝึกหัด = $110/5.5$	20						
ก.	คะแนนแบบทดสอบและแบบฝึกหัด	40						
ข.	คะแนนสอบกลางภาค	20						
ค.	คะแนนสอบปลายภาค	20						
ง.	คะแนนภาคจิตพิสัย	20						
	รวมทั้งสิ้น	100						


การวัดผลและประเมินผล


1. การวัดผล


คะแนนระหว่างภาคเรียน	ร้อยละ
1.1 เวลา คุณธรรมจริยธรรม	20
1.2 แบบฝึกหัดท้ายบท	20
1.3 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน	20
1.4 สอบกลางภาค	20
1.5 สอบปลายภาค	20
รวม	100


2. เกณฑ์การประเมินผล

คะแนนระหว่าง	80-100	เกรด A
คะแนนระหว่าง	75-79	เกรด B+
คะแนนระหว่าง	70-74	เกรด B
คะแนนระหว่าง	65-69	เกรด C+
คะแนนระหว่าง	60-64	เกรด C
คะแนนระหว่าง	55-59	เกรด D+
คะแนนระหว่าง	50-54	เกรด D
คะแนนระหว่าง	0-49	เกรด F


	แผนการสอน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและ แผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <p>1.4 สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า</p> <p>1.5 แผนภาพเส้นเดียว</p> <p>1.6 การเขียนแบบงานติดตั้งไฟฟ้า</p> <p>สาระสำคัญ</p> <p>การออกแบบระบบไฟฟ้านั้นจะรวมถึงการเขียนแบบไฟฟ้า ดังนั้นถ้าเขียนอยู่ในรูปอุปกรณ์จริงจะทำให้เสียเวลามากและเขียนยาก มีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดรายละเอียดสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าขึ้นมาแทนอุปกรณ์จริง เพื่อให้ง่ายในการเขียนแบบไฟฟ้าและง่ายในการศึกษาทำความเข้าใจ</p> <p>สัญลักษณ์ที่นิยมใช้มีอยู่หลายมาตรฐานเช่น มาตรฐาน IEC617, มาตรฐาน ANSI Y32.2 (1995), มาตรฐาน NEMA ICS-1(1983) เป็นต้น</p> <p>แผนภาพเส้นเดียวคือ แผนภาพที่ใช้เขียนด้วยเส้นเพียงเส้นเดียว เพื่อแสดงให้เห็นแนวในการติดตั้งช่องเดินสายไฟฟ้าแบบต่างๆ หรือแสดงการทำงานและรายละเอียดของวงจร เช่น แหล่งจ่ายไฟฟ้า การต่อลงดิน ขนาดสายตัวนำ ชนิดของตัวนำ วิธีการติดตั้ง พิกัดของอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้สัญลักษณ์ ตัวเลข ตัวอักษร ข้อความย่อที่เป็นมาตรฐาน แทนรายละเอียดและอุปกรณ์ไฟฟ้าในการเขียนแบบไฟฟ้า</p> <p>แผนภาพเส้นเดียวของระบบไฟฟ้าในอาคารขนาดใหญ่จะเรียกว่าระบบไฟฟ้าและสื่อสาร แบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power System) และระบบไฟฟ้าสื่อสาร</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและ แผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <p>1.11 เขียนสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้าระบบแสงสว่างตามมาตรฐาน IEC 617 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.12 เขียนสัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้าระบบกำลังตามมาตรฐาน IEC 617 ได้ถูกต้อง</p> <p>1.13 เขียนแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารได้ถูกต้อง</p> <p>1.14 กำหนดการใช้สัญลักษณ์ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>1.15 แปลความหมายสัญลักษณ์จากแบบไฟฟ้าแต่ละชนิดได้ถูกต้อง</p> <p>1.6 มีความรอบคอบในการเขียนแบบ</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว		ชั่วโมง/ครั้ง 4
เนื้อหาสาระ <ul style="list-style-type: none"> 1.1 สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1 สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 1.1.2 สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC617 และANSI Y32.2 (1995) 1.1.3 สัญลักษณ์งานเขียนแบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 1.1.4 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในเขียนงานทางสถาปัตยกรรม 1.2 แผนภาพเส้นเดียว <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power System) <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1.1 ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Distribution System) 1.2.1.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) และแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Lighting System) 1.2.1.3 ระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby Power System) 1.2.1.4 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) 1.2.1.5 ระบบการขนส่งในแนวตั้ง (Vertical Transportation System) 1.2.2 ระบบไฟฟ้าสื่อสาร (Communication System) <ul style="list-style-type: none"> 1.2.2.1 ระบบโทรศัพท์ (Telephone System) 1.2.2.2 ระบบเสียง (Sound System) 1.2.2.3 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit TV System) 1.2.2.4 ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna TV System) 1.2.2.5 ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System) 1.2.2.6 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System) 1.2.2.7 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System) 1.3 การเขียนแบบงานติดตั้งไฟฟ้า <ul style="list-style-type: none"> 1.3.1 รายละเอียดสัญลักษณ์ 1.3.2 ระบบจ่ายไฟฟ้า (Distribution System) <ul style="list-style-type: none"> 1.3.2.1 ตู้ควบคุมการจ่ายไฟ (Main Distribution Board: MDB) 1.3.2.2 แผงย่อยประจำชั้น (Sub-Distribution Board) 1.3.2.3 ระบบแสงสว่าง (Lighting System) 1.3.2.4 ระบบกำลัง (Power System) 		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
ชั้นนำ <p>สร้างความเป็นกันเอง ความรู้สึกที่ดี โดยมีกิจกรรม แนะนำครู แนะนำนักศึกษา ที่อยู่ ชื่อวิชา รหัสวิชา จุดประสงค์รายวิชา คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนการสอน สมรรถนะที่พึงประสงค์ แจกหนังสืออ่านประกอบ เว็บไซต์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ แบบงานก่อสร้าง และเกณฑ์การประเมิน และข้อตกลงร่วมกัน ภายใต้ขอบเขตของหลักสูตร</p>		<p>แนะนำตัวเอง แสดงความคิดเห็นในข้อตกลงและเกณฑ์การประเมิน ชักถามปัญหาข้อสงสัย ต่างๆ เกี่ยวกับเรื่องที่ครูแนะนำ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตอบคำถาม 2. ฟัง ดู จุดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 1 เรื่องสัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 3.1 สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า 3.2 แผนภาพเส้นเดียว 3.3 การเขียนแบบงานติดตั้งไฟฟ้า 3. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้างในส่วนของรายละเอียดสัญลักษณ์
ชั้นสอน <ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า ประโยชน์ของสัญลักษณ์ในการเขียนไฟฟ้า คืออะไร 2. สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว โดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูล ด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอ(Power Point) อธิบายสัญลักษณ์แต่ละตัวและหลักในการเขียน ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 3.1 สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า 3.2 แผนภาพเส้นเดียว 3.3 การเขียนแบบงานติดตั้งไฟฟ้า 		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง	สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 1 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรม จริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 		<ol style="list-style-type: none"> 1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 1 ทำในเวลา 50 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรม จริยธรรม 7. รับฟังการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง	สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาทฤษฎีวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามนักเรียนว่า ประโยชน์ของสัญลักษณ์ในการเขียนไฟฟ้าคืออะไร <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 1 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้างในส่วนของรายละเอียดสัญลักษณ์ 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 1 เวลา 15 นาที 7. ตรวจแบบทดสอบหน่วยที่ 1 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 2 เรื่องการต่อลงดินสำหรับระบบและสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและ แผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 1 11. แบบทดสอบหน่วยที่ 1 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 1		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1		
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและ แผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4		
ชื่อเรื่อง สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 3.1 สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า 3.2 แผนภาพเส้นเดียว 3.3 การเขียนแบบงานติดตั้งไฟฟ้า		20		
ด้านจิตพิสัย 1. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 2. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับผู้อื่น 3. ตั้งใจปฏิบัติงาน การรักษาความสะอาด		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)				


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและ แผนภาพเส้นเดียว	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง สัญลักษณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้าและแผนภาพเส้นเดียว		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>กิจจา แก่นศิริ. เขียนแบบไฟฟ้า, บริษัท เอ็มพันธ์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด (มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบ และติดตั้งระบบไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) , กรุงเทพมหานคร, 2546.</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วย มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 กฎกระทรวง 2.2 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า 2.3 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า 2.4 การต่อทางไฟฟ้า 2.5 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า 2.6 ระยะห่างทางไฟฟ้า 2.7 วิธีเดินสาย <p>สาระสำคัญ</p> <p>กระทรวงแรงงานได้ประกาศกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อม ในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. 2558 บังคับใช้เมื่อ 7 เมษายน 2558</p> <p>ประกาศกระทรวงแรงงานออกตามพระราชบัญญัติการพัฒนาฝีมือแรงงานแห่งชาติ(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2557 เรื่อง “กำหนดอาชีพที่อาจเป็นอันตรายต่อสาธารณะซึ่งต้องดำเนินการโดยผู้ได้รับหนังสือรับรองความรู้ความสามารถ” โดยเฉพาะสาขาอาชีพช่างไฟฟ้าภายในอาคารและช่างเชื่อม มีผลบังคับภายในวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2559 หากผู้ประกอบการจ้างบุคคลที่ไม่มีหนังสือรับรองปฏิบัติงาน ต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 30,000 บาท และผู้ไม่มีหนังสือรับรองความรู้ความสามารถต้องระวางโทษปรับไม่เกิน 5,000 บาท</p> <p>การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า ประกอบด้วยอันตรายจากไฟฟ้าดูด อาร์ค และการระเบิด การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูด อาร์ค และการระเบิด</p> <p>การต่อทางไฟฟ้า ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า ระยะห่างทางไฟฟ้า (Electrical Clearance) วิธีเดินสาย ข้อกำหนดทั่วไปในการเดินสาย การเดินสายเปิดบนวัสดุ ฉนวนสำหรับระบบแรงต่ำ การเดินสายในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง การเดินสายในท่อโลหะอ่อน การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว การเดินสายในท่อโลหะแข็ง การเดินสายในในรางเดินสาย การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง และการเดินสายในรางเคเบิล การเดินสายแต่ละวิธีต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม แต่ะการเดินแต่ละชนิดมีข้อพิจารณาคือ การใช้งาน การติดตั้ง ข้อห้าม จำนวนสายในช่องเดินสายแต่ละวิธี และขนาดกระแสของสาย</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วย มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 อธิบายหลักการสำคัญของกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.2 อธิบายอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.3 อธิบายวิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.4 อธิบายการต่อสายตัวนำเข้ากับบริภัณฑ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.5 บอกชนิดของการต่อสายทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.6 บอกข้อกำหนดพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานในระบบแรงต่ำได้ถูกต้อง 2.7 บอกข้อกำหนดพื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานในระบบแรงสูงได้ถูกต้อง 2.8 บอกระยะห่างทางไฟฟ้าตามมาตรฐานได้ถูกต้อง 2.9 บอกวิธีป้องกันกระแสเหนี่ยวนำจากการใช้สายควบได้ถูกต้อง 2.10 บอกข้อกำหนดมาตรฐานวิธีเดินสายแบบต่างๆได้ถูกต้อง 2.11 มีกิจนิสัยในการแสวงหาความรู้และกฎหมายในส่วนที่เกี่ยวข้อง <p>เนื้อหาสาระ</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 กฎกระทรวง ประกาศกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อม <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1 หมวดที่ 1 บททั่วไป 2.1.2 หมวดที่ 2 บริภัณฑ์ไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2.1.3 หมวดที่ 3 ระบบป้องกันฟ้าผ่า 2.1.4 หมวดที่ 4 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลและอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า 2.2 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1 ไฟฟ้าดูด (Shock) 2.2.2 อาร์ค (Arc) 2.2.3 การระเบิด (Blast) 2.3 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1 การป้องกันการสัมผัสโดยตรง 2.3.2 การป้องกันการสัมผัสโดยอ้อม 2.3.3 การป้องกันอันตรายทั้งสัมผัสโดยตรง 2.3.4 การป้องกันอันตรายจากอาร์ค 2.3.5 การป้องกันอันตรายจากการระเบิด 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วย ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
เนื้อหาสาระ(ต่อ) <ul style="list-style-type: none"> 2.4 การต่อทางไฟฟ้า <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1 ขั้วต่อสาย 2.4.2 การต่อสาย 2.5 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1 สำหรับระบบแรงต่ำ 2.5.2 สำหรับระบบแรงสูง 2.6 ระยะห่างทางไฟฟ้า(Electrical Clearance) <ul style="list-style-type: none"> 2.6.1 ระยะห่างในแนวนอน (Horizontal Clearance) 2.6.2 ระยะห่างในแนวตั้ง (Vertical Clearance) 2.7 วิธีเดินสาย <ul style="list-style-type: none"> 2.7.1 ข้อกำหนดทั่วไปในการเดินสาย 2.7.2 การเดินสายเปิดบนวัสดุฉนวนสำหรับระบบแรงต่ำ 2.7.3 การเดินสายในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง 2.7.4 การเดินสายในท่อโลหะอ่อน 2.7.5 การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว 2.7.6 การเดินสายในท่อโลหะแข็ง 2.7.7 การเดินสายในในรางเดินสาย 2.7.8 การเดินสายบนผิวหรือเดินสายเกาะผนัง 2.7.9 การเดินสายในรางเคเบิล 		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วย มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
ชั้นนำ <p>กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 1 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2</p>		<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 2 ขึ้นมาแจ้งเนื้อหาของหน่วยที่ 2 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <p>1. ตอบคำถาม</p> <p>2. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหาที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 2 เรื่องมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย</p> <p>2.1 กฎกระทรวง</p> <p>2.2 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า</p> <p>2.3 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า</p> <p>2.4 การต่อทางไฟฟ้า</p> <p>2.5 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้้า</p> <p>2.6 ระยะห่างทางไฟฟ้า</p> <p>2.7 วิธีเดินสาย</p>
ขั้นสอน <p>1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่าในเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้า</p> <p>2. มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูล ด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอ(Power Point)ดังนี้</p> <p>2.1 กฎกระทรวง</p> <p>2.2 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า</p> <p>2.3 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า</p> <p>2.4 การต่อทางไฟฟ้า</p> <p>2.5 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้้า</p> <p>2.6 ระยะห่างทางไฟฟ้า</p> <p>2.7 วิธีเดินสาย</p>		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วย มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 2 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรมจริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 		<ol style="list-style-type: none"> 1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 2 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรมจริยธรรม 7. รับฟังการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วย มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 1 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้า <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 2 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ศึกษาในส่วนของห้อง MDB 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 2 เวลา 15 นาที 7. ตรวจสอบแบบทดสอบหน่วยที่ 2 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 4 เรื่องการต่อลงดินสำหรับระบบและสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วย มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยวและอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. หม้อแปลงไฟฟ้าเอกสารนำเสนอของบริษัท ถิรไทจำกัด 11. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 12. แบบทดสอบหน่วยที่ 2 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 2		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3		
	ชื่อหน่วย ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8		
ชื่อเรื่อง ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 2.1 กฎกระทรวง 2.2 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า 2.3 การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า 2.4 การต่อทางไฟฟ้า 2.5 ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า 2.6 ระยะห่างทางไฟฟ้า 2.7 วิธีเดินสาย				
ด้านจิตพิสัย 4. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 5. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับผู้อื่น 6. ตั้งใจปฏิบัติงาน การรักษาความสะอาด		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน				


(นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)			
	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 2	
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 2-3	
	ชื่อหน่วย ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8	
ชื่อเรื่อง ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4	
<p>กิตติศักดิ์ วรรณแก้ว. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน(พ.ศ. 2557), กรุงเทพมหานคร, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, [Online] , http://www.coe.or.th/coe-2/download/training/safty/group3.pdf, 2557.</p> <p>เตชทัต บุรณอัศวกุล. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ธนากร น้ำหอมจันทร์. อันตรายของอาร์คไฟฟ้า, [Online], วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, http://www.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/viewFile/25775/21888, 2559.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด(มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงาน ออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า, กรุงเทพมหานคร, บริษัท สแควร์ปรีนซ์ 93 จำกัด, 2551.</p> <p>บุญถิ่น เอมย่านยาว. มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน, [Online], http://eit.or.th/DownloadDocument/1-กฎกระทรวงไฟฟ้า.pdf, 06/02/2558.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่ 11 , กรุงเทพมหานคร, 2546.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน(ตอนที่ 1), [Online], http://eitprblog.blogspot.com/2014/06/blog-post_20.html,วารสาร, 2557.</p>			


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 3.2 ระบบการส่งไฟฟ้า 3.3 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3.4 แผนภาพเส้นเดียวของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อย 3.5 การต่อวงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่าย 3.6 การจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดของการไฟฟ้า 3.7 แผนภาพเส้นเดียวของของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคาร <p>สาระสำคัญ</p> <p>ระบบการผลิตไฟฟ้าหมายถึงระบบที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานรูปอื่นๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้า เรียกว่า “โรงไฟฟ้า” (Power Plant) หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generation) ซึ่งจะผลิตแรงดันไฟฟ้าออกมาประมาณ 10-30 kV แล้วจะถูกแปลงให้สูงขึ้นที่สถานีเปลี่ยนแรงดันหรือ ลานกลไกไฟฟ้า (Switch Yard) ไปเป็นแรงดันไฟฟ้า 69 kV, 115 kV, 230 kV หรือ 500 kV เพื่อให้สามารถส่งได้ในระยะทางไกลๆ ระบบการส่งแรงดันไฟฟ้า 69 kV, 115 kV, 230 kV, หรือ 500 kV 3 เฟส 3 สาย 50 Hz การเลือกว่าจะส่งในระดับแรงดันนั้น ขึ้นอยู่กับระยะทางเป็นสำคัญ ระบบการส่งกำลังไฟฟ้าที่ดีจะต้องเชื่อมโยงแหล่งจ่ายถึงกันทั้งหมดระหว่างสถานีต่อสถานี</p> <p>ประเภทของโรงไฟฟ้าได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและดีเซล โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โรงไฟฟ้าพลังงานลม โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพและโรงไฟฟ้าพลังงานมวลชีวภาพ</p> <p>การส่งกำลังไฟฟ้ามีอยู่ 2 แบบคือ แบบส่งเดินในอากาศและแบบส่งเดินใต้ดิน</p> <p>ระบบการจำหน่ายไฟฟ้าจะแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงานดังนี้ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)(Metropolitan Electricity Authority (MEA.)) ดูแลบริการในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)(Provincial Electricity Authority (PEA.)) ดูแลบริการในเขตจังหวัด ที่นอกเขตความรับผิดชอบของการไฟฟ้านครหลวง</p> <p>วงจรการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อย (Sub-transmission line) มีอยู่ 4 รูปแบบด้วยกัน สายส่งไฟฟ้าย่อยแบบราก สายส่งไฟฟ้าย่อยแบบลูป สายส่งไฟฟ้าย่อยแบบเลือกการเชื่อมต่อ สายส่งไฟฟ้าแบบกริด</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สาระสำคัญ(ต่อ)</p> <p>การต่อวงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่ายมีอยู่หลายแบบได้แก่ สายป้อนแบบรากสายวงจรป้อนที่มีการเลือกทางด้านปฐมภูมิ วงจรสายป้อนระบบจำหน่ายแบบวงแหวนด้านปฐมภูมิ การจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดของการไฟฟ้า จะพิจารณาจากการใช้กำลังไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟได้แก่ ระบบจ่ายไฟฟ้าอาคารชุดในระบบแรงต่ำสำหรับโหลดน้อยกว่า 300 KVA สำหรับโหลดน้อยกว่า 300 KVA</p> <p>แผนภาพเส้นเดียวของวงจรย่อย วงจรสายป้อนและวงจรประธานได้แก่ วงจรย่อย วงจรสายป้อนและวงจรประธานในระบบแรงต่ำไม่มีหม้อแปลงไฟฟ้า วงจรย่อย วงจรสายป้อนและวงจรประธานในระบบแรงสูง มีหม้อแปลงไฟฟ้า</p> <p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1 เขียนชื่อส่วนประกอบของแผนภาพเส้นเดียวของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยได้ถูกต้อง 3.2 บอกประเภทของโรงจักรไฟฟ้าได้ถูกต้อง 3.3 บอกชนิดของการส่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง 3.4 บอกขอบเขตความรับผิดชอบของการไฟฟ้าได้ถูกต้อง 3.5 เขียนวงจรระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ถูกต้อง 3.6 บอกพิกัดแรงดันไฟฟ้าของระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าได้ถูกต้อง 3.7 บอกข้อดีและข้อเสียของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อยแบบต่างๆได้ถูกต้อง 3.8 เลือกใช้วงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่ายได้เหมาะสม 3.9 บอกหลักเกณฑ์การจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารชุดของการไฟฟ้าได้ถูกต้อง 3.10 บอกส่วนประกอบของแผนภาพเส้นเดียวของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารได้ถูกต้อง 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า</p> <p>3.1.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydroelectric Power Plant)</p> <p>3.1.2 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal Power Plant)</p> <p>3.1.3 โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและดีเซล</p> <p>3.1.4 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม</p> <p>3.1.5 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (Nuclear Power Plant)</p> <p>3.1.6 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Thermal Power Plant)</p> <p>3.1.7 โรงไฟฟ้าพลังงานลม (Wind Power Plant)</p> <p>3.1.8 โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Power Plant)</p> <p>3.1.9 โรงไฟฟ้าพลังงานมวลชีวภาพ (Bio Power Plant)</p> <p>3.2 ระบบการส่งไฟฟ้า</p> <p>3.2.1 แบบส่งเดินในอากาศ (Aerial Transmission)</p> <p>3.2.2 แบบส่งเดินใต้ดิน (Underground Transmission)</p> <p>3.3 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า</p> <p>3.3.1 การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)(Metropolitan Electricity Authority (MEA.))</p> <p>3.3.2 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)(Provincial Electricity Authority (PEA.))</p> <p>3.4 แผนภาพเส้นเดียวของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อย</p> <p>3.4.1 สายส่งไฟฟ้าย่อยแบบราก (Radial Sub-transmission Line)</p> <p>3.4.2 สายส่งไฟฟ้าย่อยแบบลูป (Loop Sub-transmission Line)</p> <p>3.4.3 สายส่งไฟฟ้าย่อยแบบเลือกการเชื่อมต่อ (Tapped-Tie Sub-transmission Line)</p> <p>3.4.4 สายส่งไฟฟ้าแบบกริด (Grid Sub-transmission Line)</p> <p>3.5 การต่อวงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่าย</p> <p>3.5.1 สายป้อนแบบราก (Radial System)</p> <p>3.5.2 สายวงจรป้อนที่มีการเลือกทางด้านปฐมภูมิ (Primary Selective System)</p> <p>3.5.3 วงจรสายป้อนระบบจำหน่ายแบบเลือกด้านทุติยภูมิ (Secondary Selective System)</p> <p>3.5.4 วงจรสายป้อนระบบจำหน่ายแบบวงแหวนด้านปฐมภูมิ (Loop Primary System)</p>		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>3.6 การจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดของการไฟฟ้า</p> <p>3.6.1 ระบบจ่ายไฟฟ้าอาคารชุดในระบบแรงต่ำสำหรับโหลดน้อยกว่า 300 KVA</p> <p>3.6.2 สำหรับโหลดน้อยกว่า 300 KVA โดยมีหม้อแปลง 1 ชุดติดตั้งภายนอกอาคาร</p> <p>3.7 แผนภาพเส้นเดียวของของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคาร</p> <p>3.7.1 วงจรย่อย วงจรสายป้อนและวงจรประธานในระบบแรงต่ำ ไม่มีหม้อแปลงไฟฟ้า</p> <p>3.7.2 วงจรย่อย วงจรสายป้อนและวงจรประธาน ในระบบแรงสูง มีหม้อแปลงไฟฟ้า</p>		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
ชั้นนำ กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 2 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3		นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 3 ขึ้นมาแจ้งเนื้อหาของหน่วยที่ 3 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์
ขั้นสอน 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนไฟฟ้ามาจากไหน โดยแบบสุ่ม 4-5 คน 2. แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง โดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอ(Power Point)ดังนี้ 3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 3.2 ระบบการส่งไฟฟ้า 3.3 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3.4 แผนภาพเส้นเดียวของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อย 3.5 การต่อวงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่าย 3.6 การจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดของการไฟฟ้า 3.7 แผนภาพเส้นเดียวของของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคาร 3. ให้ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของ MDB		
		ขณะเรียน 1. ตอบคำถาม 2. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 3 เรื่องแหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย 3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 3.2 ระบบการส่งไฟฟ้า 3.3 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3.4 แผนภาพเส้นเดียวของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อย 3.5 การต่อวงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่าย 3.6 การจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดของการไฟฟ้า 3.7 แผนภาพเส้นเดียวของของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคาร 3. ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของห้อง MDB


	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
ขั้นสรุป 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 2. ตรวจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 แจงผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 3 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรม จริยธรรม 8. แจงผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณการใช้ไฟฟ้า		1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 3 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรม จริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรมจริยธรรม จรรยาบรรณการใช้ไฟฟ้า


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 2 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามไฟฟ้ามาจากไหน <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 3 <ol style="list-style-type: none"> 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยนครพนม ในส่วนของแผนภาพเส้นเดียว 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 3 เวลา 15 นาที 7. ตรวจสอบแบบทดสอบหน่วยที่ 3 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม <ol style="list-style-type: none"> 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 4 เรื่องการต่อลงดินสำหรับระบบและสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการทองเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. หม้อแปลงไฟฟ้าเอกสารนำเสนอของบริษัท ถิรไทจำกัด 11. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 12. แบบทดสอบหน่วยที่ 3 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 3		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4		
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4		
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 3.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 3.2 ระบบการส่งไฟฟ้า 3.3 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3.4 แผนภาพเส้นเดียวของการต่อสายส่งไฟฟ้าย่อย 3.5 การต่อวงจรสายป้อนเพื่อจ่ายให้กับโหลดในระบบจำหน่าย 3.6 การจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดของการไฟฟ้า 3.7 แผนภาพเส้นเดียวของของระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับอาคาร				
ด้านจิตพิสัย 7. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 8. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น 9. ตั้งใจปฏิบัติงาน การรักษาความสะอาด		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเต็ม อุ่นวิเศษ)				


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด(มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>บริษัท อิทธิวิท จำกัด. หม้อแปลงไฟฟ้าเอกสารนำเสนอ, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) , กรุงเทพมหานคร, 2546.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11 , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตก และการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร , 2555.</p>		


	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง		ชั่วโมง/ครั้ง 4
ผลการสอน		
ปัญหาอุปสรรค		
แนวทางแก้ไข		
ข้อเสนอแนะ		
ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก) (นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 4.1 ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 4.2 การต่อลงดินของระบบระบบไฟฟ้า 4.3 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก 4.4 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า 4.5 การต่อของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร 4.6 การต่อฝาก 4.7 สายต่อหลักดินและหลักดิน 4.8 การต่อลงดินของเครื่องมือวัด มิเตอร์และรีเลย์ <p>สาระสำคัญ</p> <p>การต่อลงดินสำหรับระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (มาตรฐานใหม่) กำหนดเป็นมาตรฐานหลักในการออกแบบระบบไฟฟ้า ซึ่งอยู่ในบทที่ 4 และผู้เรียบเรียงได้เพิ่มเนื้อหาประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรื่องการติดตั้งระบบสายดิน การต่อลงดินและการต่อฝากของระบบไฟฟ้าขนาดตัวนำให้ใช้ค่าตามตารางที่ 4-1 ถ้านำตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลมารวมกันแล้วเกิน 500 ตร.มม. ให้คิด 12.5 % ของขนาดตัวนำที่เกิน 500 ตร.มม.</p> <p>การต่อลงดินและการต่อฝากของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้ค่าตามตารางที่ 4-2 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวจ่ายแยกต่างหากถ้าใช้ ATS 4 ขั้ว ต้องต่อลงดินที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ถ้าใช้ ATS 3 ขั้ว ห้ามต่อลงดินที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>ระบบต่อหลักดิน ตัวนำลงดิน ต้องเป็นตัวนำทองแดง เส้นเดียวยาวตลอดโดยไม่มีการต่อ การต่อดินเข้ากับหลักดิน ต้องใช้วิธีเชื่อมด้วยความร้อน (Exothermic Welding) การติดตั้งสายดิน เครื่องห่อหุ้มโลหะของสายต่อหลักดินจะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า</p> <p>ความต้านทานการต่อลงดิน (Resistance to ground) ค่าความต้านทานการต่อลงดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ยกเว้นพื้นที่ที่ยากในการปฏิบัติและการไฟฟ้า เห็นชอบ ยอมให้ค่าความต้านทานของหลักดินกับดินต้องไม่เกิน 25 โอห์ม หากทำการวัดแล้วยังมีค่าเกิน ให้ปักหลักดินเพิ่มอีก 1 แห่ง โดยให้ความยาวของสายดินที่เพิ่มขึ้นเท่ากับสองเท่าของความยาวหลักดิน</p> <p>หลักดินเป็น แท่งเหล็กหุ้มทองแดงหรือแท่งทองแดง หรือแท่งเหล็กอบสังกะสี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว หรือ 16 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร</p> <p>รากสายดินในดิ่ง การฝังหลักดินสำหรับอาคารขนาดใหญ่ อาคารชุด ต้องห่างจากผนังอาคารไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร</p> <p>เครื่องมือวัด มิเตอร์ และรีเลย์ ที่ไม่ได้ติดตั้งอยู่บนแผงสวิตช์ เมื่อใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าเทียบกับดิน 220 โวลต์ขึ้นไปและบุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ เปลือกหุ้มและส่วนที่เป็นโลหะต้องต่อลงดิน ขนาดสายดินเล็กสุด ตัวนำทองแดงขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <p>4.1 บอกข้อกำหนดของการต่อลงดินของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ถูกต้อง</p> <p>4.2 บอกความหมายของการต่อลงดินได้ถูกต้อง</p> <p>4.3 บอกระบบไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดินและไม่ต้องต่อลงดินได้ถูกต้อง</p> <p>4.4 บอกข้อกำหนดมาตรฐานของต่อลงดินของระบบประธานได้ถูกต้อง</p> <p>4.5 เขียนวงจรการต่อลงดินของหม้อแปลงไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สายได้ถูกต้อง</p> <p>4.6 บอกข้อกำหนดในการต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>4.7 บอกข้อดีของการต่อฝากของระบบประธานแรงต่ำและบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>4.8 หาขนาดสายตัวนำหลักดินและสายต่อฝากของระบบประธานโดยการใช้ตารางได้ถูกต้อง</p> <p>4.9 หาขนาดสายตัวนำหลักดินและสายต่อฝากของของบริภัณฑ์ไฟฟ้าโดยการใช้ตารางได้ถูกต้อง</p> <p>4.11 มีจรรยาบรรณในการปฏิบัติงานระบบสายดิน</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>4.1 ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค</p> <p>4.2 การต่อลงดินของระบบระบบไฟฟ้า</p> <p>4.2.1 วงจรระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องต่อลงดิน</p> <p>4.2.2 วงจรและระบบไฟฟ้าที่ห้ามต่อลงดิน</p> <p>4.2.3 การต่อลงดินของระบบประธาน</p> <p>4.2.4 การต่อลงดินของวงจรที่มีบริภัณฑ์ประธานชุดเดียวจ่ายไฟให้อาคาร 2 หลังหรือมากกว่า</p> <p>4.3 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก</p> <p>4.3.1 ต้องใช้สายต่อฝากลงดินใช้ค่าตามตารางที่ 4-1</p> <p>4.3.2 สายต่อหลักดินที่เชื่อมต่อหลักดินเข้ากับสายตัวนำที่มีการต่อลงดินของระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก</p> <p>4.4 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า</p> <p>4.4.1 เครื่องห่อหุ้มและ/หรือช่องเดินเป็นโลหะของตัวนำประธานและของบริภัณฑ์ประธาน</p> <p>4.4.2 เครื่องห่อหุ้มและ/หรือช่องเดินสายที่เป็นโลหะของสายตัวนำต้องต่อลงดิน</p> <p>4.4.3 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดกับที่</p> <p>4.4.4 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ทุกขนาดแรงดัน</p> <p>4.4.5 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ซึ่งไม่ได้รับกระแสไฟฟ้าโดยตรง</p> <p>4.4.6 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีสายพร้อมเต้าเสียบ</p> <p>4.4.7 ระยะห่างจากตัวนำระบบล่อฟ้า</p> <p>4.5 วิธีต่อลงดิน</p> <p>4.5.1 การต่อสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีตัวจ่ายแยกต่างหากโดยเฉพาะ</p> <p>4.5.2 ทางเดินสู่ดินที่ใช้ได้ผลดี</p> <p>4.5.3 การใช้หลักดินร่วมกัน</p> <p>4.5.4 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดกับที่ หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร</p> <p>4.5.5 บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ถือว่ามี การต่อลงดินอย่างใช้ได้ผลดี</p> <p>4.5.6 บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีสายพร้อมเต้าเสียบ</p> <p>4.6 การต่อฝาก</p> <p>4.6.1 การต่อฝากที่บริภัณฑ์ประธาน</p> <p>4.6.2 วิธีต่อฝากที่บริภัณฑ์ประธาน</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ(ต่อ)</p> <p>4.6.3 การต่อขั้วต่อสายดินของตัวรับเข้ากับกล่องโลหะ</p> <p>4.6.4 การต่อฝากเครื่องห่อหุ้มอื่นๆ</p> <p>4.6.5 การต่อฝากในบริเวณอันตราย</p> <p>4.6.6 สายต่อฝากลงดิน และสายต่อฝากของบริภัณฑ์ไฟฟ้า</p> <p>4.7 สายต่อหลักดินและหลักดิน</p> <p>4.7.1 ระบบต่อหลักดิน (Grounding Electrode System)</p> <p>4.7.2 ชนิดของสายต่อหลักดิน</p> <p>4.7.3 ชนิดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า</p> <p>4.7.4 สายต่อหลักดินหรือเครื่องห่อหุ้มต้องยึดแน่นกับสิ่งรองรับ</p> <p>4.7.5 เครื่องห่อหุ้มโลหะของสายต่อหลักดิน</p> <p>4.7.6 ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ และขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า</p> <p>4.7.7 ในกรณีเดินสายควบ</p> <p>4.7.8 จุดต่อของสายต่อหลักดิน (เข้ากับหลักดิน)</p> <p>4.7.9 การต่อสายดินเข้ากับหลักดิน</p> <p>4.7.10 การต่อสายดินเข้ากับกล่อง</p> <p>4.7.11 กล่องโลหะ</p> <p>4.7.12 กล่องอลูมิเนียม</p> <p>4.7.13 ความต้านทานการต่อลงดิน (Resistance to ground)</p> <p>4.7.14 หลักดิน (Ground Rod)</p> <p>4.8 การต่อลงดินของเครื่องมือวัด มิเตอร์และรีเลย์</p> <p>4.8.1 วงจรหม้อแปลงของเครื่องวัด</p> <p>4.8.2 เปลือกหุ้มหม้อแปลงเครื่องวัด</p> <p>4.8.3 เปลือกหุ้มเครื่องมือวัด มิเตอร์ และรีเลย์</p> <p>4.8.4 เปลือกหุ้มเครื่องมือวัด มิเตอร์ และรีเลย์ ที่แยกการติดตั้ง</p> <p>4.8.5 สายดินเครื่องมือวัด</p>		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ชั้นนำ กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 3 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4</p> <p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน สายดิน สำคัญขนาดไหนโดยแบบสุ่ม 2. การต่อลงดิน โดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอ(Power Point)ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 4.1 ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 4.2 การต่อลงดินของระบบระบบไฟฟ้า 4.3 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแส สลับ ที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก <ol style="list-style-type: none"> 4.4 การต่อลงดินของบริษัทไฟฟ้า 4.5 การต่อของ บริษัทไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร 4.6 การต่อฝาก 4.7 สายต่อหลักดินและหลักดิน 4.8 การต่อลงดินของเครื่องมือวัด มิเตอร์และรีเลย์ 3. ให้ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของระบบสายดิน 		<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 4 ขึ้นมาแจ้งเนื้อหาของหน่วยที่ 4 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตอบคำถาม 2. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 4 เรื่องการต่อลงดิน ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 4.1 ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 4.2 การต่อลงดินของระบบระบบไฟฟ้า 4.3 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแส สลับที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก 4.4 การต่อลงดินของบริษัทไฟฟ้า 4.5 การต่อของ บริษัทไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร 4.6 การต่อฝาก 4.7 สายต่อหลักดินและหลักดิน 4.8 การต่อลงดินของเครื่องมือวัด มิเตอร์และรีเลย์ 3. ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของระบบสายดิน


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน	
ขั้นสรุป 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 2. ตรวจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 4 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรม จริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณการใช้ไฟฟ้า	1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 4 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้ 1. คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ 2. จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรม จริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรมจริยธรรม จรรยาบรรณการใช้ไฟฟ้า	


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 3 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามสายดิน สำคัญขนาดไหน <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 4 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยนครพนม ในส่วนของแผนภาพเส้นเดียว 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 4 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 4 เวลา 15 นาที 7. ตรวจสอบแบบทดสอบหน่วยที่ 4 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 5 เรื่องสายไฟฟ้า เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. หม้อแปลงไฟฟ้าเอกสารนำเสนอของบริษัท ธิรไทจำกัด 11. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 12. แบบทดสอบหน่วยที่ 5 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 4		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6		
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8		
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 4.1 ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 4.2 การต่อลงดินของระบบระบบไฟฟ้า 4.3 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวจ่าย แยกต่างหาก 4.4 การต่อลงดินของบริเวณไฟฟ้า 4.5 การต่อของบริเวณไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่หรือชนิดที่มีการ เดินสายถาวร 4.6 การต่อฝาก 4.7 สายต่อหลักดินและหลักดิน 4.8 การต่อลงดินของเครื่องมือวัด มิเตอร์และรีเลย์				
ด้านจิตพิสัย 10.การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 11.มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับผู้อื่น 12.ตั้งใจปฏิบัติงาน การรักษาความสะอาด		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเติม อุ่นวิเศษ)				


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>กิตติพงษ์ วีระโพธิ์ประสิทธิ์. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2551, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2555.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบไฟฟ้า, บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2521.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2536.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด (มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบ และติดตั้งระบบไฟฟ้า, บริษัทสแควร์ปรีนซ์ 93 จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>บริษัท ธีรไทจำกัด. หม้อแปลงไฟฟ้าเอกสารนำเสนอ, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2552.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตก และการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555.</p> <p>http://www.peac2eng.com/wp-content/uploads/2014/07/Handbook_Ground_Wire.pdf</p>		


	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 5-6
	ชื่อหน่วย การต่อลงดิน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง การต่อลงดิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
ผลการสอน		
ปัญหาอุปสรรค		
แนวทางแก้ไข		
ข้อเสนอแนะ		
ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก) (นายบุญเติม อุ่นวิเศษ)		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <p>5.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ 5.2 สายไฟฟ้าแรงสูง 5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า 5.4 รูปแบบการติดตั้ง 5.5 ตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า</p> <p>สาระสำคัญ</p> <p>สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable) เป็นสายที่ใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างเฟส ไม่เกิน 1,000 โวลต์ มักใช้ทองแดงเป็นตัวนำ ถ้าใช้เป็นสายจ่ายไฟฟ้าเหนือดิน (Overhead Conductor) จะใช้ตัวนำอลูมิเนียม ลักษณะของตัวนำอาจเป็นตัวนำเดี่ยว (Solid Wire) หรือตัวนำตีเกลียว (Stranded Conductor) ตัวนำตีเกลียวที่ใช้ปกติจะเป็นตัวนำตีเกลียวกลมไม่อัดแน่น (Non-compact Concentric Stranded)</p> <p>วัสดุฉนวน ที่นิยมใช้หุ้มสายไฟได้แก่พีวีซี (Polyvinyl Chloride : PVC) ,โพลีเอทิลีน (Polyethylene : PE) และครอสลิงก์ดพอลิเอทิลีน (Cross Linked Polyethylene : XLPE) ฉนวนพีวีซีอุณหภูมิใช้งาน 70° C ส่วนฉนวนครอสลิงก์ดพอลิเอทิลีน อุณหภูมิใช้งาน 90° C</p> <p>มาตรฐานสายไฟฟ้า สายตัวนำทองแดงที่นิยมใช้กันมาก แบ่งตามมาตรฐานการผลิต ได้ 2 มาตรฐาน ได้แก่ สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 11-2553 และสายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐานอื่น ได้แก่สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์ดพอลิเอทิลีนและสายเคเบิลชนิดเอ็มไอ (Miner Insulated Cable)</p> <p>สายไฟฟ้าแรงสูง หมายถึงสายไฟฟ้าใช้กับแรงดันไม่เกิน 33 กิโลโวลต์ แยกตามการติดตั้งได้ 2 ประเภท คือ สายไฟฟ้าเหนือดิน และสายไฟฟ้าระบบใต้ดิน</p> <p>สายไฟฟ้าเหนือดิน (Overhead Conductor) มีอยู่หลายชนิด ได้แก่ สายไฟฟ้าชนิดเปลือย (AAC : All Aluminum Conductor) สายหุ้มฉนวนบางส่วน (Partially insulated conductor) สายไฟฟ้าชนิดสายสเปซแอเรียลเคเบิล (Space aerial Cable) และสายไฟฟ้าชนิดสายพรีแอสเซมบลีแอเรียลเคเบิล (Preassembly Aerial Cable)</p> <p>สายไฟฟ้าในระบบใต้ดิน(Underground Cable) ใช้กับระบบแรงดันไม่เกิน 33 กิโลโวลต์ เป็นสายอลูมิเนียมหรือทองแดงหุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิด XLPE มีชีลด์</p> <p>ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าคือความสามารถในการนำกระแส ซึ่งมีองค์ประกอบที่ตัวนำจะนำกระแสได้มากกว่าน้อยขึ้นอยู่กับ ชนิดและขนาดตัวนำ ชนิดของฉนวน รูปแบบการติดตั้ง และอุณหภูมิโดยรอบ</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5																																			
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8																																			
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8																																			
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4																																			
<p>สาระสำคัญ(ต่อ)</p> <p>รูปแบบการติดตั้งสำหรับมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 แบ่งการติดตั้งออกเป็น 7 รูปแบบ การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละรูปแบบต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของสายไฟฟ้า เช่น เดินเกาะผนัง ร้อยท่อ ในรางเดินสาย วางบนรางเคเบิล ร้อยท่อฝังดิน ฝังดินโดยตรง เป็นต้น การเดินสายแต่แบบจะทำให้ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเปลี่ยนไป</p> <p>สรุปขั้นตอนการหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้า</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0f2f1;">เลือกชนิดของสายไฟฟ้าที่จะใช้ให้เหมาะสม</div> <div style="font-size: 2em;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0f2f1;">ทราบวิธีและรูปแบบการติดตั้ง</div> <div style="font-size: 2em;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0f2f1;">หาตัวคูณปรับค่ากระแสของสาย</div> </div> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="background-color: #fce4ec;">เช่น</td> <td style="background-color: #fce4ec;">เช่น</td> <td style="background-color: #e8f5e9;">อุณหภูมิโดยรอบ</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e8f5e9;">- IEC 01</td> <td style="background-color: #e8f5e9;">กลุ่มที่ 2 (ร้อยท่อหรือรางเดินสาย</td> <td style="background-color: #e8f5e9;">จำนวนกลุ่มวงจร</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e8f5e9;">- IEC 10 (NYY)</td> <td style="background-color: #e8f5e9;">กลุ่มที่ 5 (ร้อยท่อฝังดิน)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e8f5e9;">- NYY, VCT</td> <td style="background-color: #e8f5e9;">กลุ่มที่ 7 (เดินบนรางเคเบิล)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e8f5e9;">- XLPE, CV</td> <td style="background-color: #e8f5e9;">กลุ่มที่ 7 (เดินบนรางเคเบิล)</td> <td></td> </tr> </table> <p>สรุปตารางขนาดกระแสของสาย</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">ตารางที่</th> <th>รายละเอียด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ตารางที่ 5-5</td> <td>รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-6</td> <td>การใช้ตารางขนาดกระแสของสายที่สัมพันธ์กับลักษณะการติดตั้ง</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-7</td> <td>ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแส สายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-8 ถึง 5-9</td> <td>ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแส ในรางเคเบิลแบบชั้นบันไดด้านล่าง ระบายอากาศ/ที่บ มากกว่า 1 กลุ่มวงจร</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-10 ถึง 5-11</td> <td>ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกน ฝังดิน โดยตรง / ร้อยท่อฝังดิน เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-12 ถึง 5-13</td> <td>ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิ</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-14 ถึง 5-16</td> <td>ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า มอก.11-2553 เดินในช่องเดินสายอากาศ เดินท่อเกาะผนัง เดินบนฉนวนลูกถ้วย</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-17</td> <td>NYY, NYY-G ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดิน</td> </tr> <tr> <td>ตารางที่ 5-18 ถึง 5-19</td> <td>ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า XLPE เดินท่อเดินร้อยท่อในอากาศ เดินบนฉนวนลูกถ้วย</td> </tr> </tbody> </table>			เช่น	เช่น	อุณหภูมิโดยรอบ	- IEC 01	กลุ่มที่ 2 (ร้อยท่อหรือรางเดินสาย	จำนวนกลุ่มวงจร	- IEC 10 (NYY)	กลุ่มที่ 5 (ร้อยท่อฝังดิน)		- NYY, VCT	กลุ่มที่ 7 (เดินบนรางเคเบิล)		- XLPE, CV	กลุ่มที่ 7 (เดินบนรางเคเบิล)		ตารางที่	รายละเอียด	ตารางที่ 5-5	รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง	ตารางที่ 5-6	การใช้ตารางขนาดกระแสของสายที่สัมพันธ์กับลักษณะการติดตั้ง	ตารางที่ 5-7	ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแส สายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร	ตารางที่ 5-8 ถึง 5-9	ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแส ในรางเคเบิลแบบชั้นบันไดด้านล่าง ระบายอากาศ/ที่บ มากกว่า 1 กลุ่มวงจร	ตารางที่ 5-10 ถึง 5-11	ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกน ฝังดิน โดยตรง / ร้อยท่อฝังดิน เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร	ตารางที่ 5-12 ถึง 5-13	ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิ	ตารางที่ 5-14 ถึง 5-16	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า มอก.11-2553 เดินในช่องเดินสายอากาศ เดินท่อเกาะผนัง เดินบนฉนวนลูกถ้วย	ตารางที่ 5-17	NYY, NYY-G ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดิน	ตารางที่ 5-18 ถึง 5-19	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า XLPE เดินท่อเดินร้อยท่อในอากาศ เดินบนฉนวนลูกถ้วย
เช่น	เช่น	อุณหภูมิโดยรอบ																																			
- IEC 01	กลุ่มที่ 2 (ร้อยท่อหรือรางเดินสาย	จำนวนกลุ่มวงจร																																			
- IEC 10 (NYY)	กลุ่มที่ 5 (ร้อยท่อฝังดิน)																																				
- NYY, VCT	กลุ่มที่ 7 (เดินบนรางเคเบิล)																																				
- XLPE, CV	กลุ่มที่ 7 (เดินบนรางเคเบิล)																																				
ตารางที่	รายละเอียด																																				
ตารางที่ 5-5	รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง																																				
ตารางที่ 5-6	การใช้ตารางขนาดกระแสของสายที่สัมพันธ์กับลักษณะการติดตั้ง																																				
ตารางที่ 5-7	ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแส สายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร																																				
ตารางที่ 5-8 ถึง 5-9	ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแส ในรางเคเบิลแบบชั้นบันไดด้านล่าง ระบายอากาศ/ที่บ มากกว่า 1 กลุ่มวงจร																																				
ตารางที่ 5-10 ถึง 5-11	ตัวคูณปรับค่าสำหรับสายเคเบิลแกนเดี่ยวหรือหลายแกน ฝังดิน โดยตรง / ร้อยท่อฝังดิน เมื่อวางเป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร																																				
ตารางที่ 5-12 ถึง 5-13	ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิ																																				
ตารางที่ 5-14 ถึง 5-16	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า มอก.11-2553 เดินในช่องเดินสายอากาศ เดินท่อเกาะผนัง เดินบนฉนวนลูกถ้วย																																				
ตารางที่ 5-17	NYY, NYY-G ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดิน																																				
ตารางที่ 5-18 ถึง 5-19	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า XLPE เดินท่อเดินร้อยท่อในอากาศ เดินบนฉนวนลูกถ้วย																																				


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
สรุปตารางขนาดกระแสของสาย (ต่อ)		
ตารางที่	รายละเอียด	
ตารางที่ 5-20	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า XLPE ร้อยต่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง	
ตารางที่ 5-21 ถึง 5-22	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า มอก.11-2553 วางบนรางเคเบิล	
ตารางที่ 5-23 ถึง 5-24	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า XLPE วางบนรางเคเบิล	
ตารางที่ 5-25 ถึง 5-26	ขนาดกระแสของสายเคเบิลชนิดเอ็มไอ	
ตารางที่ 5-27 ถึง 5-29	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า XLPE 3.6/6 kV ถึง 18/30 kV	
ตารางที่ 5-30	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าอลูมิเนียมหุ้มฉนวนพีวีซี	
<p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <p>5.18 บอกคุณลักษณะของสายไฟฟ้าแรงต่ำได้ถูกต้อง</p> <p>5.19 บอกคุณสมบัติและการใช้งานของสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 ที่นิยมใช้ได้ถูกต้อง</p> <p>5.20 บอกคุณสมบัติและการใช้งานของสายไฟฟ้าตามมาตรฐานอื่นได้ถูกต้อง</p> <p>5.21 บอกชนิดและคุณลักษณะของสายไฟฟ้าแรงสูงได้ถูกต้อง</p> <p>5.22 อธิบายความหมายของขนาดกระแสของสายได้ถูกต้อง</p> <p>5.23 เลือกชนิดของสายและรูปแบบการติดตั้งสายไฟฟ้าได้เหมาะสมกับงาน</p> <p>5.24 คำนวณหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเมื่อตัวนำมี 1 วงจรและเลือกขนาดสายตามตารางได้ถูกต้อง</p> <p>5.25 คำนวณหาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเมื่อจำนวนตัวนำมากกว่า 1 วงจรและเลือกขนาดสายตามตารางได้ถูกต้อง</p> <p>5.9 มีจรรยาบรรณในการเลือกใช้งานสายไฟฟ้า</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>5.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ</p> <p>5.1.1 สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 11-2553</p> <p>5.1.2 สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐานอื่น</p> <p>5.2 สายไฟฟ้าแรงสูง</p> <p>5.2.1 สายไฟฟ้าเหนือนดิน</p> <p>5.2.2 สายไฟฟ้าในระบบใต้ดิน</p> <p>5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า</p> <p>5.4 รูปแบบการติดตั้ง</p> <p>5.5 ตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า</p> <p>5.5.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี</p> <p>5.5.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มครอสลิงกด์พอลิเอทีลีน</p> <p>5.5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเคเบิลเอ็มไอ</p> <p>5.5.4 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มครอสลิงกด์พอลิเอทีลีนมีชีลด์</p> <p>5.5.5 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนพีวีซี</p> <p>5.5.6 ถ้ามีสายในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร</p> <p>5.5.7 การปรับค่าขนาดกระแสของสายเนื่องจากจำนวนเคเบิลหรือกลุ่มเคเบิลมากกว่า 1</p>		


	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ชั้นนำ กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 4 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 5</p> <p>ขั้นสอน 1. นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน จะทราบได้อย่างไรว่าจะใช้สายขนาดใดกับโหลดขนาดต่างๆ 2. ขนาดสายไฟ โดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอ(Power Point)ดังนี้</p> <p>5.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ 5.2 สายไฟฟ้าแรงสูง 5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า 5.4 รูปแบบการติดตั้ง 5.5 ตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า</p> <p>3. ให้ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของสายไฟฟ้า</p>		<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 5 ขึ้นมา เนื้อหาของหน่วยที่ 5 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน 1. ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 5 เรื่องสายไฟฟ้า ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย</p> <p>5.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ 5.2 สายไฟฟ้าแรงสูง 5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า 5.4 รูปแบบการติดตั้ง 5.5 ตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า</p> <p>3. ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของสายไฟฟ้า</p>


	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 5 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรมจริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณการเลือกใช้งานสายไฟฟ้า 		<ol style="list-style-type: none"> 1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 5 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรมจริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรมจริยธรรม จรรยาบรรณการเลือกใช้งานสายไฟฟ้า


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 4 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามจะทราบได้อย่างไรว่าจะใช้สายขนาดใดกับโหลดขนาดต่างๆ <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 5 3. ฟัง ดู จุดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของสายไฟฟ้า 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 5 เวลา 15 นาที 7. ตรวจสอบแบบทดสอบหน่วยที่ 5 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจสอบการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 1- 5 เตรียมสอบกลางภาคในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการทองเที้ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. Prysmian Group. BUILDING WIRES & LOW VOLTAGE CABLES 11. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 12. แบบทดสอบหน่วยที่ 5 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 5		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8		
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8		
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า				ชั่วโมง/ครั้ง 4
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 5.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ 5.2 สายไฟฟ้าแรงสูง 5.3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า 5.4 รูปแบบการติดตั้ง 5.5 ตารางขนาดกระแสของสายไฟฟ้า				
ด้านจิตพิสัย 13. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 14. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น 15. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น 16. ตั้งใจปฏิบัติงาน การรักษาความสะอาด		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเต็ม อุ่นวิเศษ)				


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า. ระบบไฟฟ้าใต้ดิน, ฝ่ายมาตรฐานความปลอดภัย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, [Online], 2548.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2551, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2555.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบไฟฟ้า, บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2521.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2536.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด (มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า, บริษัทสแควร์ปรีนซ์ 93 จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2552.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตกและการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555.</p> <p>Prysmian Group. BUILDING WIRES & LOW VOLTAGE CABLES, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>https://www.mitr.com/mitr-article.php?cid=111&hl=th</p> <p>http://www.deltaelectrical.net/</p> <p>http://www.electriciantalk.com/f2/copper-clad-wire-21199/</p>		


	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 7-8
	ชื่อหน่วย สายไฟฟ้า	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง สายไฟฟ้า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
ผลการสอน		
ปัญหาอุปสรรค		
แนวทางแก้ไข		
ข้อเสนอแนะ		
ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก) (นายบุญเติม อุ่นวิเศษ)		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <p>6.1 อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า</p> <p>6.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดวงจร</p> <p>6.3 ฟิวส์แรงต่ำ</p> <p>6.4 ฟิวส์แรงสูง</p> <p>6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์</p> <p>6.6 นิยามศัพท์ที่ควรทราบเกี่ยวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์</p> <p>6.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898</p> <p>6.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947-2</p> <p>6.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามลักษณะการใช้งาน</p> <p>6.10 การออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับขั้น</p> <p>6.11 การคำนวณกระแสลัดวงจร</p> <p>สาระสำคัญ</p> <p>อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า จะป้องกันการเกิดความผิดปกติของระบบไฟฟ้าอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่ การเกิดสถานะโหดเกิน เกิดการลัดวงจรและเกิดสถานะกระแสรั่วลงดิน เครื่องป้องกันกระแสเกิน เป็นไปตามมาตรฐานที่การไฟฟ้า ยอมรับ เช่น UL, BS, DIN, JIS และ IEC ได้แก่</p> <p>1. ฟิวส์แรงต่ำ ควรมีลักษณะสมบัติดังนี้ พิกัดแรงดัน พิกัดกระแสใช้งาน พิกัดกระแสโหดเกิน การหน่วงเวลา ระยะเวลาลอมละลาย ระยะเวลากำจัดกระแสลัดวงจร และพิกัดตัดกระแสลัดวงจร</p> <p>มาตรฐานฟิวส์ที่ใช้ในประเทศไทย แบ่งออกเป็นมาตรฐานได้ 2 กลุ่ม คือฟิวส์มาตรฐานอเมริกันและมาตรฐานยุโรป มาตรฐานอเมริกัน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม 1. คาร์ทริดจ์ฟิวส์ ชนิด H, G, K-1, K-5, J, L, RK1, RK5, T และ CC , 2. ปลั๊กฟิวส์ มีสองแบบคือ แบบขั้วเอ็ดสันและแบบขั้ว S, 3. ฟิวส์สำหรับป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก 4. ฟิวส์พิเศษ</p> <p>ฟิวส์มาตรฐานยุโรป ฟิวส์ที่ใช้มากในประเทศไทยเป็นมาตรฐานของเยอรมนี มี ดีฟิวส์และ เอชอาร์ซีฟิวส์ ประเภทของฟิวส์แรงต่ำ แบ่งตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้ ได้แก่ ฟิวส์ทำงานไว ฟิวส์สองไส้ หน่วงเวลา ฟิวส์จำกัดกระแส ส่วนฟิวส์แรงสูง ประกอบด้วยฐานฟิวส์และไส้ฟิวส์</p> <p>เซอร์กิตเบรกเกอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำ ในที่อยู่อาศัยพิกัดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60898 กรณีพิกัดเกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60947-2</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
<p>สาระสำคัญ(ต่อ)</p> <p>นิยามเกี่ยวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้แก่ พิกัดแรงดันใช้งาน(Ue), พิกัดแรงดันอิมพลัสซ์ทดสอบ (Uimp), พิกัดกระแสใช้งาน(In), พิกัดตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด(Icu),พิกัดตัดกระแสลัดวงจรใช้งาน(Ics) , Ir พิกัดกระแสตัดวงจรเนื่องจากโหลดเกิน(Thermal Trip), Im พิกัดกระแสตัดวงจรเนื่องจากลัดวงจร (Magnetic Trip), li พิกัดกระแสตัดวงจรเนื่องจากลัดวงจรแบบทันทีทันใดและ lsd พิกัดกระแส ช่วงเวลาสั้น</p> <p>เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC60898 มี 3 ได้แก่ แบบ A, แบบ B และแบบ C</p> <p>เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC60497-2 มี 2 ได้แก่ แบบ A, แบบ B</p> <p>เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งาน ได้ 3 ชนิด มิเนเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์หุ้มปิดมิดชิดและแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์</p> <p>การออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับขั้นหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ของการป้องกัน มีความจำเป็นต้องจัดลำดับความสัมพันธ์ คือจะต้องจัดลำดับเวลาการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันที่อยู่ในระบบไฟฟ้าหลายๆ ตัว เมื่อเกิดการลัดวงจร อุปกรณ์ป้องกันตัวที่ใกล้ที่สุด จะต้องตัดวงจรก่อนตัวอื่นที่อยู่เหนือถัดขึ้นไป</p> <p>การคำนวณกระแสลัดวงจร มีประโยชน์ในการเลือกพิกัดตัดกระแสลัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกัน</p> <p>คำนวณจาก $I_k'' = \frac{100 * I_{FLTr}}{Z_k} ; I_{FLTr} = 1.44 * kVA_{TR}$</p> <p>การคำนวณกระแสลัดวงจรที่ตำแหน่งใดในระบบไฟฟ้า ใช้ค่าจากตารางที่ 6-8</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <p>6.1 อธิบายความหมายของอุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>6.2 อธิบายสภาวะผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าได้ถูกต้อง</p> <p>6.3 บอกมาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดวงจรได้ถูกต้อง</p> <p>6.4 อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของกระแสและเวลาของฟิวส์ได้ถูกต้อง</p> <p>6.5 บอกคุณลักษณะของฟิวส์แรงต่ำได้ถูกต้อง</p> <p>6.6 บอกชนิดของไส้ฟิวส์แรงสูงได้ถูกต้อง</p> <p>6.7 อธิบายความหมายของนิยามบนแผ่นป้ายของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>6.8 บอกชนิดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ของแต่ละประเภทได้ถูกต้อง</p> <p>6.9 อธิบายกราฟความสัมพันธ์ของกระแสและเวลาของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>6.10 สามารถเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ได้อย่างเหมาะสม</p> <p>6.11 อธิบายการจัดลำดับความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ป้องกันได้ถูกต้อง</p> <p>6.12 บอกส่วนประกอบของกระแสตัดวงจรได้ถูกต้อง</p> <p>6.13 คำนวณหากกระแสตัดวงจรที่ตำแหน่งหม้อแปลงโดยการประมาณได้ถูกต้อง</p> <p>6.14 หาค่ากระแสตัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยใช้ตารางได้ถูกต้อง</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>6.1 อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า</p> <p>6.1.1 การเกิดสภาวะโหลดเกิน (Overload)</p> <p>6.1.2 เกิดการลัดวงจร (Short Circuit)</p> <p>6.1.3 เกิดสภาวะกระแสรั่วลงดิน (Earth Leakage current)</p> <p>6.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตซ์ตัดวงจร</p> <p>6.2.1 ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์</p> <p>6.2.2 ฟิวส์ที่ทำงานด้วยมือ</p> <p>6.2.3 สวิตซ์ใบมีด</p> <p>6.2.4 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแส</p> <p>6.2.5 ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ พิกัด</p> <p>6.3 ฟิวส์แรงต่ำ</p> <p>6.3.1 ฟิวส์ (Fuse)</p> <p>6.3.2 มาตรฐานฟิวส์</p> <p>6.3.3 ประเภทของฟิวส์แรงต่ำ</p> <p>6.4 ฟิวส์แรงสูง</p> <p>6.4.1 ฟิวส์คัตเอาต์ (Fuse Cutout)</p> <p>6.4.2 ไส้ฟิวส์ (Fuse Link)</p> <p>6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์</p> <p>6.6 นิยามศัพท์ที่ควรทราบเกี่ยวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์</p> <p>6.6.1 Circuit Breaker Coordination</p> <p>6.6.2 Cascading or back-up Protection</p> <p>6.6.3 พิกัดกระแสใช้งาน (In: Rated Current)</p> <p>6.6.4 พิกัดตัดกระแสลัดวงจร (Icn : Rated Short-Circuit making Capacity)</p> <p>6.6.5 พิกัดตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด (Icu : Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity of the rated operation voltage)</p> <p>6.6.6 พิกัดตัดกระแสลัดวงจรใช้งาน (Ics : Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity of the rated operation voltage)</p> <p>6.6.7 พิกัดกระแสทนช่วงเวลานั้น (Rated Short-Time Withstand Current: Icw)</p> <p>6.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898</p> <p>6.7.1 แบบ B</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>6.7.2 แบบ C</p> <p>6.7.3 แบบ D</p> <p>6.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947-2</p> <p>6.8.1 แบบ A</p> <p>6.8.2 แบบ B</p> <p>6.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามลักษณะการใช้งาน</p> <p>6.9.1 มินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Miniature Circuit Breaker)</p> <p>6.9.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์หุ้มปิดมิดชิด (Molded Case Circuit Breaker: MCCB)</p> <p>6.9.3 แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Air Circuit Breaker : ACB)</p> <p>6.10 การออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับชั้น</p> <p>6.10.1 ไม่มีการจัดลำดับความสัมพันธ์ (no coordination)</p> <p>6.10.2 จัดลำดับความสัมพันธ์ทั้งหมด (total coordination)</p> <p>6.10.3 จัดลำดับความสัมพันธ์บางส่วน (partial coordination or Selective coordination)</p> <p>6.11 การคำนวณกระแสลัดวงจร</p> <p>6.11.1 อิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้า</p> <p>6.11.2 อิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงไฟฟ้า</p> <p>6.11.3 การหาค่ากระแสลัดวงจร</p> <p>6.11.4 การคำนวณกระแสลัดวงจรโดยการประมาณ</p> <p>6.11.5 การคำนวณกระแสลัดวงจรที่ตำแหน่งใดในระบบไฟฟ้า</p>		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน	
<p>ชั้นนำ</p> <p>กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 5 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 6</p> <p>ชั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน จะเลือกอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร อุปกรณ์ป้องกัน โดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอ ข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอ(Power Point) ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 6.1 อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า 6.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดวงจร 6.3 ฟิวส์แรงต่ำ 6.4 ฟิวส์แรงสูง 6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.6 นิยามศัพท์ที่ควรทราบเกี่ยวกับ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898 6.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 6.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามลักษณะการใช้งาน 6.10 การออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับขั้น 6.11 การคำนวณกระแสลัดวงจร ให้ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของอุปกรณ์ป้องกัน 	<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 6 ขึ้นมา ดูเนื้อหาของหน่วยที่ 6 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2. ฟัง ดู จดบันทึกเนื้อหาที่สำคัญ ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 6 ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 6.1 อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า 6.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดวงจร 6.3 ฟิวส์แรงต่ำ 6.4 ฟิวส์แรงสูง 6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.6 นิยามศัพท์ที่ควรทราบเกี่ยวกับ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898 6.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 6.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามลักษณะการใช้งาน 6.10 การออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับขั้น 6.11 การคำนวณกระแสลัดวงจร 3. ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของอุปกรณ์ป้องกัน 	


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน	
<p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 2. ตรวจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 6 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรมจริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรมจริยธรรมจรรยาบรรณการเลือกใช้งานอุปกรณ์ป้องกัน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 6 ทำในเวลา 15 นาที 3. 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้ 4. คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ 5. จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรมจริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรมจริยธรรม จรรยาบรรณการเลือกใช้งานงานอุปกรณ์ป้องกัน 	


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 5 โดยการสรุบบ่อยๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 6 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์ 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของสายไฟฟ้า 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 6 เวลา 15 นาที 7. ตรวจแบบทดสอบหน่วยที่ 6 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 6 เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. Price List 2014 Schneider Electric 11. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 6 12. แบบทดสอบหน่วยที่ 6 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 6		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11		
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8		
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 6.1 อุปกรณ์ป้องกันระบบไฟฟ้า 6.2 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดวงจร 6.3 ฟิวส์แรงต่ำ 6.4 ฟิวส์แรงสูง 6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.6 นิยามศัพท์ที่ควรทราบเกี่ยวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ 6.7 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898 6.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 6.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามลักษณะการใช้งาน 6.10 การออกแบบให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานเป็นลำดับขั้น 6.11 การคำนวณกระแสลัดวงจร				
ด้านจิตพิสัย 17. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 18. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับผู้อื่น 19. เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงาน		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)				


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์ป้องกัน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง อุปกรณ์ป้องกัน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>เดชทัต บุรณอัสวกุล. เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ณัฐพงศ์ สอนอาจ.[Online], http://eng.rtu.ac.th/ESD/ch6.pdf</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบไฟฟ้า, บริษัทซีเอดียูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2521.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอดียูเคชั่น จำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2536.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด(มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2552.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตก และการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2555.</p> <p>Schneider Electric All Rights Reserved. Guide to Power System Selective Coordination. [Online], 2006—2011. http://thefusecompany.net/ClassH.htm http://www.cooperindustries.com/ http://www.superb.org/power/nec%20tables.pdf http://spwindustrial.com/pack-of-3-siemens-3ne3-227-fuse-250a-1000v-sitor-vde-0636-iec-269-ff4 http://thomasyang.sell.everychina.com http://g01.s.alicdn.com http://www2.schneider-electric.com</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <p>7.1 วงจรย่อย</p> <p>7.2 การประมาณการโหลด</p> <p>7.3 สายป้อน</p> <p>7.4 ขนาดตัวนำนิวทรัล</p> <p>7.5 การป้องกันกระแสเกินสายป้อน</p> <p>7.6 ตัวนำประธาน</p> <p>7.7 บริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตช์</p> <p>7.8 แรงดันตก</p> <p>สาระสำคัญ</p> <p>วงจรย่อยต้องมีขนาดพิกัดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดที่คำนวณได้ กรณีที่ไม่ทราบโหลดที่แน่นอนก็ใช้วิธีการประมาณโหลด ควรเผื่อโหลด 25%</p> <p>ขนาดกระแสวงจย่อย = $1.25 \times$ ผลรวมกระแสโหลด</p> <p>ขนาดกระแสตัวนำวงจย่อย = ขนาดกระแสวงจย่อย</p> <p>สายป้อนขนาดตัวนำสายป้อนต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณโหลด และต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจย่อย เมื่อใช้ติมันต์แพคเตอร์ และให้ใช้กับการคำนวณสายป้อนเท่านั้น ห้ามใช้กับวงจย่อย</p> <p>ขนาดตัวนำนิวทรัล กรณีระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย สายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดไม่เกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสตัวนำนิวทรัล ต้องไม่น้อยกว่าขนาดกระแสของโหลดที่ไม่สมดุลสูงสุดนั้น กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดเกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแส ตัวนำนิวทรัล ต้องไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์ บวกด้วยร้อยละ 70 ของส่วนที่เกิน 200 แอมแปร์ ไม่ลดขนาดกระแสในตัวนำนิวทรัล ในส่วนของโหลดไม่สมดุลที่ประกอบด้วยโหลดชนิดปล่อยประจุ (เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ อุปกรณ์เกี่ยวกับการประมวลผล หรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะคล้ายกันที่ทำให้เกิดกระแสฮาร์โมนิก (homonic) ในตัวนำนิวทรัล</p> <p>ตัวนำประธานอากาศสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมให้ใช้สายอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนเป็นตัวนำประธานได้เฉพาะการเดินทางสายลอยในอากาศบนวัสดุภายนอกอาคาร แต่ขนาดต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ สายทองแดงหุ้มฉนวนต้องมีขนาดต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. และต้องติดตั้งบริภัณฑ์ประธานเพื่อปลดวงจรสายเส้นไฟออกจากตัวนำประธาน กรณีรับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้า แรงดันตกคิดจากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5 % จากระบบแรงดันที่ระบุ และการหาค่าแรงดันตกจากตาราง</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>- แรงดันตกเท่ากับ = ค่าแรงดันตกจากตาราง (mV)/ A /m</p> $\%VD_{3\phi} = \frac{VD_{3\phi}}{400} \times 100$ $\%VD = \frac{VD}{230} \times 100$ <p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <p>7.28 บอกขอบเขตวงจรย่อยตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>7.29 คำนวณหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรย่อยได้ถูกต้อง</p> <p>7.30 เลือกอุปกรณ์ป้องกันวงจรย่อยแต่ละขนาดได้ถูกต้อง</p> <p>7.31 ประเมินการไหลจากข้อมูลตารางได้ถูกต้อง</p> <p>7.32 บอกขอบเขตวงจรสายป้อนตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยพ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>7.33 คำนวณหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรสายป้อนได้ถูกต้อง</p> <p>7.34 บอกขอบเขตวงจรประธานตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>7.35 คำนวณหาขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันวงจรประธานโดยใช้ดีมานด์แฟคเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>7.36 บอกพิกัดของแรงดันตกตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>7.11 คำนวณหาค่าแรงดันตกโดยใช้ตารางได้ถูกต้อง</p> <p>7.12 มีจรรยาบรรณในการเลือกขนาดสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันตามขนาดของโหลด</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>7.1 วงจรย่อย</p> <p>7.1.1 ขนาดพิกัดวงจรย่อย</p> <p>7.1.2 ขนาดตัวนำของวงจรย่อย</p> <p>7.1.3 การป้องกันกระแสเกิน</p> <p>7.1.4 วงจรย่อยที่มีจุดจ่ายไฟตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป</p> <p>7.1.5 การคำนวณโหลดสำหรับวงจรย่อย</p> <p>7.1.6 เต้ารับ</p> <p>7.1.7 การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัย</p> <p>7.1.8 การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในสถานประกอบการ</p> <p>7.1.9 ข้อเสนอแนะสำหรับวงจรย่อย</p> <p>7.1.10 ประกาศการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค</p> <p>7.2 การประมาณการโหลด</p> <p>7.2.1 ไม่มีข้อมูลของบริภัณฑ์ของบริภัณฑ์ไฟฟ้า</p> <p>7.2.2 มีข้อมูลของบริภัณฑ์ของบริภัณฑ์ไฟฟ้า</p> <p>7.2.3 โหลดเต้ารับและเครื่องใช้ไฟฟ้า</p> <p>7.3 ตัวนำประธาน</p> <p>7.3.1 ขนาดตัวนำสายป้อน</p> <p>7.3.2 การป้องกันกระแสเกิน</p> <p>7.3.3 การคำนวณโหลดสายป้อน</p> <p>7.4 ขนาดตัวนำนิวทริล</p> <p>7.4.1 โหลดส่วนใหญ่ไม่เป็นฮาร์มอนิก</p> <p>7.4.2 กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดเกิน 200 แอมแปร์</p> <p>7.4.3 ห้ามลดขนาดกระแสในตัวนำนิวทริล</p> <p>7.5 การป้องกันกระแสเกินวงจรย่อยและสายป้อน</p> <p>7.5.1 เครื่องป้องกันกระแสเกิน</p> <p>7.5.2 การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน</p> <p>7.5.3 ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุดต่อแยก</p> <p>7.6 ตัวนำประธาน</p> <p>7.6.1 ตัวนำประธานแรงต่ำ</p> <p>7.6.2 ตัวนำประธานแรงสูง</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>7.7 บริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตซ์</p> <p>7.7.1 ข้อกำหนดเครื่องปลดวงจรบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำ มีดังนี้</p> <p>7.7.2 เครื่องป้องกันกระแสเกินบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำ</p> <p>7.8 แรงดันตก</p> <p>7.8.1 กรณีรับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้า</p> <p>7.8.2 กรณีรับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้า</p> <p>7.8.3 การคำนวณหาแรงดันตก</p>		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน	
<p>ชั้นนำ</p> <p>กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 6 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 7</p> <p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน จะเลือกอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน โดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอ (Power Point)ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 7.1 วงจรย่อย 7.2 การประมาณการโหลด 7.3 สายป้อน 7.4 ขนาดตัวนำนิวทรัล 7.5 การป้องกันกระแสเกินสายป้อน 7.6 ตัวนำประธาน 7.7 บริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตช์ 7.8 แรงดันตก ให้ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของ วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน 	<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 7 ขึ้นมา ดูเนื้อหาของหน่วยที่ 7 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น 3. ฟัง ดู จัดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 7 เรื่องวงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 7.1 วงจรย่อย 7.2 การประมาณการโหลด 7.3 สายป้อน 7.4 ขนาดตัวนำนิวทรัล 7.5 การป้องกันกระแสเกินสายป้อน 7.6 ตัวนำประธาน 7.7 บริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตช์ 7.8 แรงดันตก 3. ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของ วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน 	


	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
ขั้นสรุป 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 2. ตรวจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 7 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรมจริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ ในการเลือกขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกัน ตามขนาดของโหลด		1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 7 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรมจริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ ในการเลือกขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกัน ตามขนาดของโหลด


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 6 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 7 <ol style="list-style-type: none"> 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์ 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของสายไฟฟ้า 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 7 เวลา 15 นาที 7. ตรวจแบบทดสอบหน่วยที่ 7 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 8 เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการทองเที้ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. Price List 2014 Schneider Electric 11. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7 12. แบบทดสอบหน่วยที่ 7 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 7	
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13	
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8	
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....			
รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 7.1 วงจรย่อย 7.2 การประมาณการโหลด 7.3 สายป้อน 7.4 ขนาดตัวนำนิวทรัล 7.5 การป้องกันกระแสเกินสายป้อน 7.6 ตัวนำประธาน 7.7 บริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตช์ 7.8 แรงดันตก			
ด้านจิตพิสัย 20.การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 21.มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น 22.ยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น 23.ตั้งใจปฏิบัติงาน การรักษาความสะอาด	10		
รวมคะแนน			
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)			


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/ครั้ง 4	
<p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>ศิวเวทย์ อัครพันธ์. เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2552.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบไฟฟ้า, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2521.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2536.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด (มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบ และติดตั้งระบบไฟฟ้า, บริษัทสแควร์ปรีนซ์ 93 จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตก และการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์: 2555.</p> <p>บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด. Price List, กรุงเทพมหานคร: 2014.</p> <p>https://www.facebook.com/ElectricalRm/?fref=ts</p>		


	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 8
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ผลการสอน</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ปัญหาอุปสรรค</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>แนวทางแก้ไข</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ข้อเสนอแนะ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก)</p> <p>(นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <p>8.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ</p> <p>8.2 สายสำหรับวงจรมอเตอร์</p> <p>8.3 การต่อสายแยกจากสายป้อน</p> <p>8.4 การป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อย</p> <p>8.5 การป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์</p> <p>8.6 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อน</p> <p>8.7 วงจรควบคุมมอเตอร์</p> <p>8.8 เครื่องปลดวงจรมอเตอร์</p> <p>สาระสำคัญ</p> <p>มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ มอเตอร์อะซิงโครนัส และแบบ มอเตอร์ซิงโครนัส</p> <p>ขนาดกระแสของสายสำหรับวงจรมอเตอร์เครื่องเดียวและใช้งานต่อเนื่อง $I_{CON} \geq 1.25 \times I_{FL}$</p> <p>ขนาดสายสำหรับวงจรมอเตอร์ชนิดความเร็ว ใช้สมการ $I_{CON} \geq K_1 \times I_{FL}$</p> <p>ขนาดกระแสของสายของมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์</p> <p>ด้านปฐมภูมิ $I_{CON} \geq 1.25 \times I_{FL}$, ด้านทุติยภูมิ $I_{CON} \geq 1.25 \times I_{FL}$</p> <p>ระหว่างเครื่องควบคุมกับตัวตัวต้านทานทำงานต่อเนื่อง $I_{CON} \geq 1.25 \times I_{FL}$</p> <p>ทำงานไม่เนื่อง $I_{CON} \geq K_2 \times I_{FL}$</p> <p>ขนาดกระแสของสายสำหรับวงจรมอเตอร์หลายตัว</p> $I_{CON} = (1.25 \times I_{FL \text{ มอเตอร์ตัวที่ใหญ่ที่สุด}}) + I_{FL \text{ ของมอเตอร์ที่เหลือ (คำนวณตามลักษณะการใช้งานโหลดต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง)}}$ <p>ขนาดกระแสของสายสำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น</p> $I_{CON} = \text{กระแสมอเตอร์เครื่องเดียว} + \text{กระแสมอเตอร์หลายเครื่อง} + \text{กระแสโหลดอื่นที่คิดค่าดีมานด์แฟคเตอร์แล้ว}$ <p>การต่อสายแยกจากสายป้อน</p> <p>ขนาดสายแยกเท่ากับตัวนำวงจรย่อยมอเตอร์ ยาวไม่เกิน 3 เมตร</p>		


สายแยกมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 1/3 ของขนาดกระแสสายป้อนยาวไม่เกิน 7.5 เมตร มีกระแสเท่ากับสายป้อนไม่จำกัดความยาว			
	แผนการสอน		หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า		สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์		ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์			ชั่วโมง/ครั้ง 4
โอเวอร์โวลต์รีเลย์			
ชนิดมอเตอร์	คุณสมบัติ	พิกัดปรับตั้ง สูงสุด	พิกัดปรับตั้ง ต่ำสุด
มอเตอร์ที่ระบุ Service factor	ไม่น้อยกว่า 1.15	ร้อยละ 140	ร้อยละ 125
มอเตอร์ที่ระบุ Temperature rise	ไม่เกิน 40° C	ร้อยละ 140	ร้อยละ 125
มอเตอร์	อื่นๆ	ร้อยละ 130	ร้อยละ 115
ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน			
มอเตอร์เครื่องเดียว เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรมีขนาดปรับตั้งตามตารางที่ 8-3			
การหารหัสอักษรแสดงการลัดวงจร = $\frac{kVA}{HP}$			
มอเตอร์หลายตัวหรือมีโหลดอื่น			
$I_{CB} =$ กระแสปรับตั้งมอเตอร์ตัวใหญ่สุด + กระแสโหลดเต็มที่มอเตอร์อื่น + กระแสโหลดอื่น			
เครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อน			
$I_{CB} =$ กระแสปรับตั้งมอเตอร์ตัวใหญ่สุด + กระแสโหลดเต็มที่มอเตอร์อื่น + กระแสโหลดอื่นที่คิดค่าตีมันต์แพคเตอร์แล้ว			
การควบคุมมอเตอร์ ใช้สำหรับควบคุมการเริ่มเดิน หยุดมอเตอร์ หรือกลับทางหมุนได้ มีทั้งที่เป็นหน้า สัมผัสแม่เหล็กไฟฟ้า(Magnetic Contactor) และแบบอิเล็กทรอนิกส์เรียกว่า โซลิดสเตทรีเลย์(solid state relay) รวมถึงสวิตช์ต่างๆ ด้วย การควบคุมพื้นฐานมี 2 ลักษณะคือ การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วย การต่อไฟฟ้าเข้ามอเตอร์โดยตรง และการเริ่มเดินด้วยวิธีการลดแรงดันไฟฟ้า			


	แผนการสอน	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <p>8.22 เขียนโครงสร้างชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง</p> <p>8.23 บอกรายเอียดบนแผ่นป้ายประจำเครื่องของมอเตอร์กระแสสลับได้ถูกต้อง</p> <p>8.24 อธิบายภาพรวมของการควบคุมมอเตอร์กระแสสลับได้ถูกต้อง</p> <p>8.25 กำหนดหาขนาดสายตัวนำวงจรมอเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>8.26 บอกขอบเขตการต่อสายแยกจากสายป้อนตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้ถูกต้อง</p> <p>8.27 กำหนดหาขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อยได้ถูกต้อง</p> <p>8.28 กำหนดหาขนาดเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรมอเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>8.29 กำหนดหาพิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อนได้ถูกต้อง</p> <p>8.30 เลือกใช้เครื่องควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามขั้นการใช้งานได้ถูกต้อง</p> <p>8.31 กำหนดหาขนาดเครื่องปลดวงจรมอเตอร์แรงต่ำได้ถูกต้อง</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4
เนื้อหาสาระ 8.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 8.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) ในระบบแรงต่ำ 8.1.2 มอเตอร์ซิงโครนัส 8.1.3 ภาพรวมของการควบคุมมอเตอร์ 8.2 สายสำหรับวงจรมอเตอร์ 8.2.1 สายสำหรับวงจรมอเตอร์เครื่องเดียวและใช้งานต่อเนื่อง 8.2.2 ขนาดสายสำหรับวงจรมอเตอร์เล็กสุด 8.2.3 ขนาดสายสำหรับวงจรมอเตอร์ชนิดความเร็วหลายค่าที่นำมาใช้งานประเภทระยะสั้น 8.2.4 สายด้านทุติยภูมิของมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ 8.2.5 สายสำหรับวงจรมอเตอร์หลายตัว 8.2.6 สายสำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น 8.3 การต่อสายแยกจากสายป้อน 8.4 การป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อย 8.4.1 มอเตอร์ประเภทใช้งานต่อเนื่อง 8.4.1.1 มอเตอร์ขนาดเกิน 1 แรงม้า 8.4.1.2 มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า เริ่มเดินไม่อัตโนมัติ 8.4.1.3 มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้าเริ่มเดินแบบอัตโนมัติ 8.4.1.4 มอเตอร์ชนิดวาวด์โรเตอร์ 8.4.2 การเลือกกริเลย์โหลดเกิน 8.5 การป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์ 8.5.1 มอเตอร์เครื่องเดียว 8.5.2 วงจรย่อยที่มีมอเตอร์หลายตัวหรือมีโหลดอื่น 8.6 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อน 8.6.1 ขนาดเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อน 8.6.2 การสำรองการติดตั้งสำหรับอนาคต 8.6.3 ขนาดปรับตั้งเมื่อมอเตอร์ต่อร่วมกับโหลดไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่าง 8.7 วงจรควบคุมมอเตอร์ 8.8 เครื่องปลดวงจรมอเตอร์		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโพลคมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโพลคมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน	
<p>ขั้นนำ</p> <p>กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 7 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 8</p> <p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน จะเลือกอุปกรณ์มอเตอร์ได้อย่างไร วงจรย่อยสายป้อนสำหรับมอเตอร์ โดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอ (Power Point) ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ สายสำหรับวงจรมอเตอร์ การต่อสายแยกจากสายป้อน การป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อย การป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายv และป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์ พิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อน วงจรควบคุมมอเตอร์ เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ ให้ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของวงจรปั้มน้ำ วงจรเครื่องปรับอากาศ 	<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 8 ขึ้นมาแจ้งเนื้อหาของหน่วยที่ 8 ซักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ซักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 8 เรื่องวงจรย่อยสายป้อน ตัวนำประธาน ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ สายสำหรับวงจรมอเตอร์ การต่อสายแยกจากสายป้อน การป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อย การป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายv และป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์ พิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อน วงจรควบคุมมอเตอร์ เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ ศึกษาแบบงานก่อสร้างในส่วนของวงจรปั้มน้ำ วงจรเครื่องปรับอากาศ 	


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโพลีมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง	วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโพลีมอเตอร์	ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8 2. ตรวจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 8 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรมจริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ ในการเลือกขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกัน ตามขนาดของมอเตอร์ 		<ol style="list-style-type: none"> 1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 8 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรมจริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ ในการเลือกขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกัน ตามขนาดของมอเตอร์


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโพลคมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโพลคมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 7 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 8 3. ฟัง ดู จุดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์ 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของสายไฟฟ้า 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 8 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 8 เวลา 15 นาที 7. ตรวจสอบแบบทดสอบหน่วยที่ 8 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 9 เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สื่อการสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. Price List 2014 Schneider Electric 11. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 8 12. แบบทดสอบหน่วยที่ 8 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 8		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14		
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4		
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 8.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 8.2 สายสำหรับวงจรมอเตอร์ 8.3 การต่อสายแยกจากสายป้อน 8.4 การป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อย 8.5 การป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์ 8.6 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรสายป้อน 8.7 วงจรควบคุมมอเตอร์ 8.8 เครื่องปลดวงจรมอเตอร์				
ด้านจิตพิสัย 24. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 25. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น 26. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น 27. ตั้งใจปฏิบัติงาน การรักษาความสะอาด		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)				


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อยสายป้อนสำหรับโหลดมอเตอร์		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบไฟฟ้า, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2521.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2536.</p> <p>บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด (มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบ และติดตั้งระบบไฟฟ้า, บริษัทสแควร์ปรีนซ์ 93 จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2551.</p> <p>บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด. Price List, กรุงเทพมหานคร, 2014.</p> <p>บริษัทเอบีบี จำกัด. Installation & Maintenance manual AMD 400-500, 2006.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2552.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ศิวเวทย์ อัครพันธุ์. เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตก และการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555.</p> <p>https://www.facebook.com/ElectricalRm/?fref=ts</p> <p>http://www.ebay.com</p> <p>http://www.naswgr-store.com</p>		


	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 8
	ชื่อหน่วย วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง วงจรย่อย สายป้อน ตัวนำประธาน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
ผลการสอน		
ปัญหาอุปสรรค		
แนวทางแก้ไข		
ข้อเสนอแนะ		
ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก) (นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวเรื่องและงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 9.1 ความสำคัญของแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน 9.2 การแบ่งประเภทของอาคาร 9.3 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.4 การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.5 ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน 9.6 การพิจารณาเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งาน 9.7 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า <p>สาระสำคัญ</p> <p>ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือระบบไฟฟ้าสำรองเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่จะช่วยให้ระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพ มีความเชื่อถือได้ และสามารถใช้งานได้ตลอดเวลาที่ต้องการ โดยมีกฎหมายควบคุม กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (แก้ไขเพิ่มเติมโดยกฎกระทรวง ฉบับที่ 42 (พ.ศ. 2537) ฯ และกฎกระทรวง ฉบับที่ 50 (พ.ศ. 2540) ฯ) บังคับ NFPA ได้แบ่งระดับของความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้าตามความสำคัญของภาระไฟฟ้าออกเป็น 4 ระดับ</p> <p>มาตรฐานแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์แบ่งประเภทอาคารเป็น 5 ประเภทได้แก่ อาคารขนาดเล็ก อาคารสูง กลาง อาคารขนาดใหญ่ อาคารขนาดใหญ่พิเศษ และสถานประกอบการพิเศษ</p> <p>อาคารชุด อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ เป็นสถานที่ที่ผู้คนอาศัยอยู่จำนวนมากต้องมีวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต ดังนี้ ระบบจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ ระบบดูดและระบายควันรวมทั้งระบบควบคุมการกระจายของไฟและควันระบบเครื่องสูบน้ำและระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบสื่อสารฉุกเฉินสำหรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบลิฟต์ผจญเพลิง</p> <p>การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต ต้องจ่ายแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน ควบคุมโดยสวิตช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ สายไฟฟ้าต้องเป็นชนิดทนไฟ(Fire Resistant Cable : FRC)ตามมาตรฐาน BS 6387 ระดับ CTW หรือสายเคเบิลเอ็มไอ ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ ระบบดูดและระบายควันรวมทั้งระบบควบคุมการกระจายของไฟและควัน ระบบเครื่องสูบน้ำและระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบสื่อสารฉุกเฉินสำหรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบลิฟต์ผจญเพลิง</p> <p>ระบบจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ต้องใช้ทนไฟได้ตามมาตรฐาน BS 6387 และระดับชั้น AWX หรือมาตรฐาน IEC 60331 พร้อมทั้งมีควันทันน้อยตามมาตรฐาน IEC 60754-2</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สาระสำคัญ(ต่อ)</p> <p>เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบ่งได้หลายประเภทตามลักษณะโครงสร้างและการใช้งาน แต่ในเรื่องแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินควรพิจารณาจากลักษณะการจ่ายโหลดว่าเป็นแบบกำลังหลัก แบบสำรอง หรือแบบใช้งานต่อเนื่อง เพื่อเลือกใช้งานให้ถูกต้อง</p> <p>การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน เมื่อแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าตกลงหนึ่งเฟส หรือมากกว่า หรือไฟฟ้าดับ ระบบควบคุมจะต้องส่งสัญญาณไปสตาร์ทเครื่องยนต์ที่ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เมื่อรอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแรงดันได้ตามเกณฑ์ ชุดควบคุมจะต้องสั่งสวิทช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ เปลี่ยนทิศทางทำงาน โดยเปลี่ยนทิศทางจากการไฟฟ้า ไปยังตำแหน่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อแรงดันของการไฟฟ้ามาตามปกติชุดควบคุมจะต้องสั่งให้สวิทช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ ทำการสับโยกกลับไปตำแหน่งของการไฟฟ้าตามเดิม หลังจากสวิทช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ ทำการเปลี่ยนทิศทาง เข้ากับระบบการไฟฟ้าตามเดิมแล้ว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะตองดับเครื่องเองโดยอัตโนมัติ</p> <p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 9.1 อธิบายความสำคัญของระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ถูกต้อง 9.2 อธิบายระดับของความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐาน NAPA ได้ถูกต้อง 9.3 บอกข้อกำหนดของกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ถูกต้อง 9.4 บอกประเภทของอาคารตามกฎกระทรวงที่ต้องมีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินได้ถูกต้อง 9.5 บอกชื่อวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตได้ถูกต้อง 9.6 บอกส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้ถูกต้อง 9.7 บอกคุณลักษณะของสายไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตได้ถูกต้อง 9.8 บอกชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกต้อง 9.9 อธิบายหลักการพิจารณาเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกต้อง 9.10 อธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินเมื่อไฟฟ้าดับได้ถูกต้อง 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>9.1 ความสำคัญของแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน</p> <p>9.1.1 องค์กรชั้นนำของโลกที่สนับสนุนกิจกรรมด้านการป้องกันอัคคีภัย</p> <p>9.1.2 กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535)</p> <p>9.2 การแบ่งประเภทของอาคาร</p> <p>9.2.1 อาคารขนาดเล็ก</p> <p>9.2.2 อาคารสูง</p> <p>9.2.3 อาคารขนาดใหญ่</p> <p>9.2.4 อาคารขนาดใหญ่พิเศษ</p> <p>9.2.5 สถานประกอบการพิเศษ</p> <p>9.3 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต</p> <p>9.3.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้</p> <p>9.3.2 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้</p> <p>9.3.3 ตำแหน่งติดตั้งแผงควบคุมและสายสัญญาณ</p> <p>9.3.4 ระบบลิฟต์</p> <p>9.3.5 ระบบพัดลมอัดอากาศ</p> <p>9.3.6 ระบบดับเพลิง</p> <p>9.4 การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต</p> <p>9.4.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน</p> <p>9.4.2 จุดต่อสายไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน</p> <p>9.4.3 ไฟฟ้าที่จ่ายให้วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตจะต้องไม่ถูกควบคุมโดยระบบควบคุมไฟฟ้าปกติ</p> <p>9.4.4 เมนสวิตช์</p> <p>9.4.5 ระบบการเดินสายไฟฟ้า</p> <p>9.4.6 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต</p> <p>9.4.7 การรับรองความพร้อมสมบูรณ์ของระบบวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต</p> <p>9.5 ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน (Emergency System)</p> <p>9.5.1 แบ่งตามจำนวนเฟสของระบบไฟฟ้า</p> <p>9.5.2 แบ่งตามพิกัดกำลังใช้งาน</p> <p>9.5.3 แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งาน</p> <p>9.6 การพิจารณาเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งาน</p> <p>9.7 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>9.7.1 เมื่อแรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าตกลงหนึ่งเฟสหรือมากกว่าหรือไฟฟ้าดับ</p> <p>9.7.2 สวิตช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch: ATS)</p>		


	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ขั้นนำ</p> <p>กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 8 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 9</p> <p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน เมื่อไฟฟ้าดับ อาคารขนาดใหญ่ จะทำได้อย่างไร แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน โดยใช้โปรเจกเตอร์ (Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอ(Power Point)ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 9.1 ความสำคัญของแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน 9.2 การแบ่งประเภทของอาคาร 9.3 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.4 การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.5 ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน 9.6 การพิจารณาเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งาน 9.7 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ศึกษาแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของวงจรร้อยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 		<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 9 ขึ้นมา แจ้างเนื้อหาของหน่วยที่ 9 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น 4. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 9 เรื่องแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 9.1 ความสำคัญของแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน 9.2 การแบ่งประเภทของอาคาร 9.3 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.4 การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.5 ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน 9.6 การพิจารณาเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งาน 9.7 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3. ศึกษาแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของวงจรร้อยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน	
ขั้นสรุป 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 2. ตรวจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 แจ้งผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 9 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรมจริยธรรม 8. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ	1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 9 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้ 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรมจริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรม จริยธรรม	


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 8 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 9 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์ 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของสายไฟฟ้า 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 9 เวลา 15 นาที 7. ตรวจสอบแบบทดสอบหน่วยที่ 9 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 10 เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 9 11. แบบทดสอบหน่วยที่ 9 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 9		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15		
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4		
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 9.1 ความสำคัญของแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน 9.2 การแบ่งประเภทของอาคาร 9.3 วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.4 การจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต 9.5 ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน 9.6 การพิจารณาเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้งาน 9.7 การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า				
ด้านจิตพิสัย 28. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 29. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น 30. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น 31. เห็นความสำคัญของระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเติม อุ่นวิเศษ)				

	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>กิตติพงษ์ วีรโพธิ์ประสิทธิ์, เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมไฟบายทางออกฉุกเฉิน , กรุงเทพมหานคร ,วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2554.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>คณะอนุกรรมการมาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในคณะกรรมการ สาขา วิศวกรรมความปลอดภัย. ฉบับร่างมาตรฐานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร, 2557-2559.</p> <p>ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , กรุงเทพมหานคร, 2559.</p> <p>ศิวเวทย์ อัครพันธ์ุ, เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, กรุงเทพมหานคร ,วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2557.</p> <p>http://www.thailandindustry.com</p> <p>http://www.rubmaow.com/webboard/index.php?topic=1031.0</p> <p>www.retc.ac.th/v3/kru_pitoon.php</p> <p>https://www.pinterest.com/pin/487444359638560451/</p> <p>http://iyaraintertrade.co.th/</p> <p>http://pillerthailand.blogspot.com/2010/12/blog-post_21.html</p>		


	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน		ชั่วโมง/ครั้ง 4
ผลการสอน		
ปัญหาอุปสรรค		
แนวทางแก้ไข		
ข้อเสนอแนะ		
ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก) (นายบุญเติม อุ่นวิเศษ)		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ชื่อหัวข้อเรื่องและงาน</p> <ol style="list-style-type: none"> 10.1 กล่าวนำ 10.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า 10.3 คุณลักษณะฟ้าผ่าพื้นโลก 10.4 ความเสียหายจากฟ้าผ่า 10.5 มาตรการป้องกัน 10.6 ระบบป้องกันฟ้าผ่า 10.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก 10.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน 10.9 การป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์ <p>สาระสำคัญ</p> <p>กระบวนการเกิดฟ้าผ่าเริ่มต้นในก้อนเมฆที่มีประจุสะสมเหนือพื้นโลก ซึ่งมีการกระจายของประจุ เมื่อก้อนเมฆนั้นเคลื่อนที่ก็จะมิลมพัดเข้าไปยังภายในก้อนเมฆและจะเกิดการไหลเวียนของกระแสอากาศภายในอย่างรวดเร็วและรุนแรง เกิดประจุไฟฟ้า เมื่อความเครียดสนามไฟฟ้ามีค่าถึงจุดวิกฤติ แรงดันไฟฟ้าก็จะเกิดไอออไนเซชันการเกิดไอออไนเซชันในอากาศจะเกิดเป็นลีดเดอร์หรือหัวนำร่องฟ้าผ่า มีทิศทางลงสู่พื้นโลกในลักษณะจิ้งหะกั้ว เมื่อหัวนำร่องเข้ามาใกล้พื้นโลก จะทำให้เกิดประจุเหนี่ยวนำที่พื้นโลก บนยอดแหลมของอาคาร สิ่งปลูกสร้าง ต้นไม้ เป็นต้น เกิดไอออไนเซชันเป็นสตรีมเมอร์วิ่งเข้าหาหัวนำร่อง จนมาพบกันเกิดเป็นลำฟ้าผ่ามีแสงจ้า จากพื้นโลกวิ่งไปหาก้อนเมฆด้วยความเร็วสูงการเคลื่อนที่ของประจุในลำฟ้าผ่าก็คือ “กระแสฟ้าผ่า”</p> <p>คุณลักษณะฟ้าผ่าพื้นโลก มีหลายรูปแบบ เช่นฟ้าผ่าลง-ฟ้าผ่าขึ้น จุดฟ้าผ่า ชั่วและรูปคลื่นกระแสฟ้าผ่า ฟ้าผ่าซ้ำหลายลำ</p> <p>ความเสียหายจากฟ้าผ่า ผลทางความร้อนผลทางกล ผลทางไฟฟ้า เกิดการรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดแรงดันสปาร์คด้านข้าง แรงดันเกินบนสายส่ง แรงดันเกินในระบบแรงต่ำ อันตรายจากฟ้าผ่าที่เกิดแก่คนโดยตรง อันตรายจากแรงดันช่วงกั้วและแรงดันสัมผัส</p> <p>มาตรการป้องกันเพื่อลดการบาดเจ็บของสิ่งมีชีวิต การฉนวนอย่างเพียงพอสำหรับตัวนำที่เปิดโล่ง การประสานศักย์ให้เท่ากันด้วยระบบสายดินแบบตาข่าย</p> <p>ระบบป้องกันฟ้าผ่าประกอบด้วย ระบบตัวนำล่อฟ้า ระบบตัวนำลงดิน และระบบบรากสายดิน มีหน้าที่ดักวาบฟ้าผ่าโดยตรงลงสิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งวาบฟ้าผ่าเข้าสู่ด้านข้างสิ่งปลูกสร้าง และนำกระแสฟ้าผ่าจากจุดฟ้าผ่าลงสู่ดิน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่กระจายกระแสฟ้าผ่าลงสู่ดินโดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายทางกลและทางความร้อน</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>สาระสำคัญ(ต่อ)</p> <p>การจัดวางตำแหน่งตัวนำล่อฟ้า ส่วนประกอบของตัวนำล่อฟ้าที่ติดตั้งบนสิ่งปลูกสร้าง ต้องวางในตำแหน่งหัวมุม จุดที่เปิดโล่งและริมขอบ โดยเฉพาะระดับบนของส่วนปิดหน้าอาคาร ประกอบด้วย 3 วิธี วิธีมุมป้องกัน (Protective Angle Method), วิธีทรงกลมเคลื่อน (Rolling Sphere Method) และวิธีตาข่าย (Mesh Method)</p> <p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <ol style="list-style-type: none"> 10.1 อธิบายความหมายของวาบฟ้าและฟ้าแลบได้ถูกต้อง 10.2 อธิบายกระบวนการเกิดฟ้าผ่าได้ถูกต้อง 10.3 อธิบายความหมายของค่าจำกัดความเกี่ยวกับฟ้าผ่าได้ถูกต้อง 10.4 อธิบายคุณลักษณะของฟ้าผ่าบนพื้นโลกได้ถูกต้อง 10.5 อธิบายความเสียหายที่เกิดจากฟ้าผ่าได้ถูกต้อง 10.6 อธิบายมาตรการการป้องกันฟ้าผ่าได้ถูกต้อง 10.7 บอกส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าได้ถูกต้อง 10.8 บอกค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของกระแสฟ้าผ่าได้ถูกต้อง 10.9 บอกระดับการป้องกันฟ้าผ่าได้ถูกต้อง 10.10 อธิบายระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกได้ถูกต้อง 10.11 อธิบายส่วนประกอบของระบบตัวนำล่อฟ้าได้ถูกต้อง 10.12 อธิบายหลักการจัดวางตำแหน่งตัวนำล่อฟ้าได้ถูกต้อง 10.13 อธิบายหลักการในการติดตั้งตัวนำล่อฟ้าได้ถูกต้อง 10.14 บอกจำนวนตัวนำลงดินขั้นต่ำได้ถูกต้อง 10.15 อธิบายหลักการป้องกันฟ้าผ่าภายในได้ถูกต้อง 10.16 อธิบายคุณลักษณะของระบบรากสายดินได้ถูกต้อง 10.17 อธิบายหลักการป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์ได้ถูกต้อง 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
เนื้อหาสาระ <ul style="list-style-type: none"> 10.1 กล่าวนำฟ้าผ่า 10.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า 10.3 คุณลักษณะฟ้าผ่าพื้นโลก <ul style="list-style-type: none"> 10.3.1 ฟ้าผ่าลง 10.3.2 ฟ้าผ่าขึ้น 10.3.3 ชั่วของกระแสฟ้าผ่า(Polarity of Lightning Current) 10.3.4 กระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) 10.3.5 ฟ้าผ่าซ้ำหลายลำ(Multiple stroke) 10.4 ความเสียหายจากฟ้าผ่า <ul style="list-style-type: none"> 10.4.1 ผลทางความร้อน 10.4.2 ผลทางกล 10.4.3 ผลทางไฟฟ้า 10.5 มาตรการป้องกัน <ul style="list-style-type: none"> 10.5.1 มาตรการป้องกันเพื่อลดการบาดเจ็บของสิ่งมีชีวิต 10.5.2 มาตรการป้องกันเพื่อลดความสูญเสียทางกายภาพ 10.6 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System: LPS) <ul style="list-style-type: none"> 10.6.1 ระบบป้องกันฟ้าผ่า 10.6.2 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก 10.6.3 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกแยกอิสระจากสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกัน 10.6.4 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน 10.6.5 ระบบตัวนำล่อฟ้า (Conductor Air-Termination System) 10.6.6 ระบบตัวนำลงดิน (Down-Conductor System) 10.6.7 ระบบรากสายดิน (Earth-Termination Electrode) 10.6.8 ตัวนำวงแหวน (Ring Conductor) 10.6.9 รากสายดินวงแหวน (Ring Earth Electrode) 10.6.10 รากสายดินฐานราก (Foundation Earth Electrode) 10.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก <ul style="list-style-type: none"> 10.7.1 การเลือกระบบระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก 10.7.2 การใช้องค์ประกอบโดยธรรมชาติ 10.7.3 ระบบตัวนำล่อฟ้า (Conductor Air-Termination system) 		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
เนื้อหาสาระ(ต่อ) <ul style="list-style-type: none"> 10.7.4 การจัดวางตำแหน่งตัวนำล่อฟ้า 10.7.5 การติดตั้งตัวนำล่อฟ้า 10.7.6 วัสดุและมิติของระบบตัวนำล่อฟ้า 10.7.7 ระบบตัวนำลงดิน (Down Conductor system) 10.7.8 ระบบรากสายดิน (Earth Electrode System) 10.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน 10.9 การป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์ 		


	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ชั้นนำ กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 9 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 10</p> <p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน จะป้องกันฟ้าผ่าได้อย่างไร ระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยใช้โปรเจกเตอร์ (Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอ(Power Point)ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 10.1 กล่าวนำ 10.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า 10.3 คุณลักษณะฟ้าผ่าพื้นโลก 10.4 ความเสียหายจากฟ้าผ่า 10.5 มาตรการป้องกัน 10.6 ระบบป้องกันฟ้าผ่า 10.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก 10.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน 10.9 การป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์ ให้ศึกษาแบบก่อสร้างในส่วนของระบบล่อฟ้า 		<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 10 ขึ้นมา แจงเนื้อหาของหน่วยที่ 10 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตอบคำถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตาม การนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 10 เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 10.1 กล่าวนำ 10.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า 10.3 คุณลักษณะฟ้าผ่าพื้นโลก 10.4 ความเสียหายจากฟ้าผ่า 10.5 มาตรการป้องกัน 10.6 ระบบป้องกันฟ้าผ่า 10.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก 10.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน 10.9 การป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์ 3. ศึกษาแบบก่อสร้างในส่วนของระบบล่อฟ้า

	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 2. ตรวจแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 แจงผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 10 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรม จริยธรรม 8. แจงผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ 		<ol style="list-style-type: none"> 1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 10 ทำในเวลา 15 นาที 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรม จริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรม จริยธรรม


	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 9 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 10 3. ฟัง ดู จุดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์ 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของสายไฟฟ้า 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 10 เวลา 15 นาที 7. ตรวจแบบทดสอบหน่วยที่ 10 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 11 เตรียมเรียนในสัปดาห์ต่อไป 		


	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 11. แบบทดสอบหน่วยที่ 10 		


	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 10		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16		
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4		
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 10.1 กล่าวนำ 10.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า 10.3 คุณลักษณะฟ้าผ่าพื้นโลก 10.4 ความเสียหายจากฟ้าผ่า 10.5 มาตรการป้องกัน 10.6 ระบบป้องกันฟ้าผ่า 10.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก 10.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน 10.9 การป้องกันฟ้าผ่าคนและสัตว์				
ด้านจิตพิสัย 32. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 33. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น 34. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น 35. เห็นความสำคัญของระบบป้องกันฟ้าผ่า		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)				


	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการป้องกันฟ้าผ่าเล่ม 1 หลักทั่วไป , กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป (EIT 2007-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3 , กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 2 การบริหารความเสี่ยง (EIT 2008-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 2 , กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้างและอันตรายต่อชีวิต (EIT 2009-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3 , กรุงเทพมหานคร, 2558.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 4 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง (EIT 2010-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพมหานคร, 2558.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. เอกสารประกอบการอบรมการเพิ่มประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายโดยการเพิ่มค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์และการกรองกระแสฮาร์โมนิก, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>บริษัท เซฟโก้ประเทศไทย จำกัด. Lightning Protection System Spec Sheet, Vol. 1 , ปทุมธานี, 2556.</p> <p>มงคล ปุษยตานนท์และคณะ. ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกสิ่งปลูกสร้าง, บทความวิชาการ, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.</p> <p>วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า, คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร , 2559.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2534.</p> <p>สำรวย สังข์สะอาด. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร , 2549.</p> <p>DEHH. LIGHTNING PROTECTION GUIDE 3rd UPDATE EDITION, [Online], 2014.</p> <p>EIRICO INTERNATIONAL COPPERATION. LIGHTNING PROTECTION HAND BOOK DESIGNING IEC62305, [Online], 2009</p>		


	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 16
	ชื่อหน่วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า		ชั่วโมง/ครั้ง 4
<p>ผลการสอน</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ปัญหาอุปสรรค</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>แนวทางแก้ไข</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ข้อเสนอแนะ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก)</p> <p>(นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ		ชั่วโมง/ครั้ง 4
ชื่อหัวข้อเรื่องและงาน <ol style="list-style-type: none"> 11.1 กล่าวนำ 11.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.4 การกำหนดขนาดของคาปาซิเตอร์ 11.5 ตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า 11.6 การควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ 11.7 การกำหนดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์ 11.8 วงจรควบคุมคาปาซิเตอร์ <p>สาระสำคัญ</p> <p>ค่ากำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ ยังมีค่ามากแสดงว่ามีค่าสูญเสียในระบบมาก และต้องเสียค่าปรับให้การไฟฟ้าเนื่องจากค่ากิโลวาร์เกินค่าที่การไฟฟ้ากำหนด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์(Capacitor) เข้าไปในระบบ จะมีผลทำให้ค่ามุมต่างเฟสระหว่างกระแสและแรงดันมีค่าลดลงและค่า Cos ของมุมต่างเฟสนี้เรียกว่าค่า เพาเวอร์แฟกเตอร์</p> <p>ขนาดของคาปาซิเตอร์ หาได้จากสมการ $Ck \text{ var} = kW (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$</p> <p>การกำหนดขนาดคาปาซิเตอร์ตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะใช้วิธีการประมาณค่าค่าคาปาซิเตอร์ที่ควรติดตั้ง = 0.30 x ขนาดหม้อแปลง (kVA)</p> <p>ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ลดค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายตัวนำ ลดค่ากำลังสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า ลดค่าแรงดันตก ค่าแรงดันตกในสายไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า สารถ้ายไหลได้มากขึ้น ลดค่าไฟฟ้ารายเดือน</p> <p>ตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า ติดตั้งที่โหลดโดยตรง ติดตั้งที่กลุ่มของโหลด ติดตั้งรวมที่แผงสวิตช์แรงต่ำ ติดตั้งด้านแรงสูง</p> <p>คาปาซิเตอร์สำหรับวงจรมอเตอร์ การกำหนดขนาดของคาปาซิเตอร์สำหรับวงจรมอเตอร์ นิยมกำหนดให้มีกระแสประมาณ 85-90% ของกระแสมอเตอร์เมื่อไม่มีโหลด สำหรับวงจรสามเฟส คำนวณได้</p> $C_{k \text{ var}} = 0.9 \times \sqrt{3} \times V \times I_N \times 10^{-3}$ <p>การหาค่า C/K ของเครื่องควบคุมเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ $C/K = 1.44 \frac{mk \text{ var}}{k}$ การ</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
<p>สาระสำคัญ(ต่อ)</p> <p>กำหนดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์</p> <p>กรณีใช้เซออาร์ซีฟิวส์ (HRC Fuse) $I_{Fuse} = 1.65xI_C$</p> <p>กรณีใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ (MCCB) $I_{CB} = 1.50xI_C$</p> <p>การกำหนดขนาดกระแสของสาย</p> <p>ขนาดคอนแทคเตอร์ $I_{COND} = 1.35xI_C$</p> <p>ขนาดกระแสเครื่องปลดวงจร $I_{CB} = 1.35xI_C$</p> <p>$I_{DISC} = 1.35xI_C$</p> <p>สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)</p> <p>11.7อธิบายความสำคัญของการชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟได้ถูกต้อง</p> <p>11.8 บอกประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>11.9 คำนวณหาขนาดคาปาซิเตอร์ที่ใช้แก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ถูกต้อง</p> <p>11.10 เลือกตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ถูกต้อง</p> <p>11.5 คำนวณหาค่า C/K ของเครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติได้ถูกต้อง</p> <p>11.6 คำนวณหาขนาดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์ป้องกันคาปาซิเตอร์ได้ถูกต้อง</p>		


	แผนการสอน	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้าร์แอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้าร์แอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
<p>เนื้อหาสาระ</p> <p>11.1 บทนำ</p> <p>11.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์</p> <p>11.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์</p> <p>11.3.1 ลดค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในสายตัวนำ</p> <p>11.3.2 ลดค่ากำลังสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า</p> <p>11.3.3 ลดค่าแรงดันตก</p> <p>11.4.4 หม้อแปลงไฟฟ้าสามารถจ่ายโหลดได้มากขึ้น</p> <p>11.3.5 สายไฟฟ้ารับโหลดได้เพิ่มขึ้น</p> <p>11.3.6 ลดค่าไฟฟ้ารายเดือน</p> <p>11.4 การกำหนดขนาดของคาปาซิเตอร์</p> <p>11.4.1 การกำหนดขนาดคาปาซิเตอร์โดยการคำนวณ</p> <p>11.4.2 การกำหนดขนาดคาปาซิเตอร์โดยใช้ตาราง</p> <p>11.5 ตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า</p> <p>11.5.1 ติดตั้งที่โหลดโดยตรง</p> <p>11.5.2 ติดตั้งที่กลุ่มของโหลด</p> <p>11.5.3 ติดตั้งรวมที่แผงสวิตช์แรงต่ำ</p> <p>11.5.4 ติดตั้งด้านแรงสูง</p> <p>11.5.5 คาปาซิเตอร์สำหรับวงจรมอเตอร์</p> <p>11.6 การควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ</p> <p>11.7 การกำหนดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์</p> <p>10.7.1 การป้องกันกระแสเกิน</p> <p>10.7.2 การกำหนดขนาดกระแสของสาย</p> <p>10.7.3 การกำหนดขนาดเครื่องปลดวงจร</p> <p>11.8 วงจรควบคุมคาปาซิเตอร์</p>		


	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 6
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ชั้นนำ กล่าวทบทวนเนื้อหาโดยสรุปจากหน่วยที่ 10 กล่าวถึงสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 11</p> <p>ชั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> นำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียน จะหัดค่าไฟฟ้า ได้อย่างไรเมื่อใช้ไฟฟ้าปกติ การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟโดยใช้โปรเจกเตอร์(Projector) ในการนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรมนำเสนอข้อมูลด้วยโปรแกรม นำเสนอ (Power Point)ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 11.1 กล่าวนำ 11.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.4 การกำหนดขนาดของคาปาซิเตอร์ 11.5 ตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า 11.6 การควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ 11.7 การกำหนดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์ 11.8 วงจรควบคุมคาปาซิเตอร์ ให้ศึกษาแบบก่อสร้างในส่วนของการติดตั้งคาปาซิเตอร์ 		<p>นำเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 11 ขึ้นมาแจ้งเนื้อหาของหน่วยที่ 11 ชักถามปัญหาข้อสงสัยต่างๆ เกี่ยวกับสมรรถนะที่พึงประสงค์</p> <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> รับและทำแบบทดสอบก่อนเรียน 5. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์(Projector) ชักถามข้อสงสัยตามการนำเสนอข้อมูลดังนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยที่ 11 เรื่องการชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟซึ่ง เนื้อหาประกอบด้วย <ol style="list-style-type: none"> 11.1 กล่าวนำ 11.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.4 การกำหนดขนาดของคาปาซิเตอร์ 11.5 ตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า 11.6 การควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ 11.7 การกำหนดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์ 11.8 วงจรควบคุมคาปาซิเตอร์ ศึกษาแบบก่อสร้างในส่วนของการติดตั้งคาปาซิเตอร์



	กิจกรรมการเรียนการสอน	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
กิจกรรมครู		กิจกรรมนักเรียน
<p>ขั้นสรุป ขั้นสรุป</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แจกแบบฝึกหัดหน่วยที่ 11 2. ตรวจสอบแบบฝึกหัดหน่วยที่ 11 แจงผลคะแนน 3. แจกแบบทดสอบหน่วยที่ 11 4. เสร็จแล้วให้แลกเปลี่ยนกันตรวจและให้คะแนน ตามแบบเฉลย 5. สรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน 6. มอบให้ จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 7. เตรียมเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกาย และอบรมคุณธรรมจริยธรรม 8. แจงผลการประเมินพฤติกรรมและด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณ 		<ol style="list-style-type: none"> 1. รับแบบฝึกหัดหน่วยที่ 11 ทำในเวลา 15 นาที 2. รับฟังผลคะแนนแบบฝึกหัดหน่วยที่ 10 3. รับแบบทดสอบหน่วยที่ 11 ทำในเวลา 15 นาที 2. 4. แลกเปลี่ยนแบบทดสอบ สลับกันตรวจและให้ 3. คะแนนตามแบบเฉลย 5. ฟังผลสรุปผลคะแนนแบบทดสอบ 4. จัดเก็บและทำความสะอาดห้องเรียน 6. รับการเช็คชื่อ ตรวจการแต่งกาย ความสะอาดของร่างกายและฟังอบรมคุณธรรมจริยธรรม 7. รับฟังผลการประเมินพฤติกรรมและอบรมด้านคุณธรรม จริยธรรม

	งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
<p>ก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทบทวนเนื้อหาของหน่วยที่ 10 โดยการสรุปย่อๆ 5 นาที 2. ตอบคำถามอุปกรณ์ป้องกันให้ตรงกับงานได้อย่างไร <p>ขณะเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมเอกสารประกอบการเรียนให้พร้อม 2. ศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 11 3. ฟัง ดู จดบันทึกสรุปเนื้อหา ที่ฉายจากโปรเจกเตอร์ 4. ศึกษาแบบงานก่อสร้างแบบงานก่อสร้าง ในส่วนของสายไฟฟ้า 5. ทำแบบฝึกหัดหน่วยที่ 11 เวลา 15 นาที 6. ทำแบบทดสอบหน่วยที่ 11 เวลา 15 นาที 7. ตรวจแบบทดสอบหน่วยที่ 11 8. รับแจ้งผลการประเมินแบบทดสอบ 9. รับแจ้งผลการประเมินประเมินพฤติกรรม <p>หลังเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ตรวจการแต่งกาย 2. รับฟังการอบรมจรรยาบรรณ ในเรื่องการใช้ไฟฟ้า 3. ทำความสะอาดห้องเรียน 4. แจ้งผลการประเมินพฤติกรรมทางด้านคุณธรรมจริยธรรม 5. ให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 6-11 เตรียมสอบปลายภาคในสัปดาห์ต่อไป 		

	สื่อการเรียนการสอน	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
<ol style="list-style-type: none"> 1. เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า 2. เครื่องคอมพิวเตอร์ 3. เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ 4. กระดานไวท์บอร์ด 5. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 6. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนวิทยาลัยการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 7. แบบงานก่อสร้างอาคารเรียนคณะกรรมการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 8. แบบงานก่อสร้างโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนครพนม (AutoCAD File) 9. สื่อ Power Point 10. แบบฝึกหัดหน่วยที่ 11 11. แบบทดสอบหน่วยที่ 11 		

	ใบประเมินผล	หน่วยที่ 11		
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17		
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4		
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4		
ชื่อ.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....				
รายการประเมิน		ระดับคะแนน		
		คะแนน เต็ม (20)	แบบ ฝึกหัด (10)	แบบ ทดสอบ (10)
ด้านพุทธิพิสัย 11.1 กล่าวนำ 11.2 เพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ 11.4 การกำหนดขนาดของคาปาซิเตอร์ 11.5 ตำแหน่งติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า 11.6 การควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ 11.7 การกำหนดขนาดและพิกัดของอุปกรณ์ 11.8 วงจรควบคุมคาปาซิเตอร์				
ด้านจิตพิสัย 36. การตรงต่อเวลา การแต่งกาย 37. มีมนุษยสัมพันธ์ กล้าแสดงความคิดเห็น 38. ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น 39. เห็นความสำคัญของการปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์		10		
รวมคะแนน				
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน				

(นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)		
	เอกสารอ้างอิง	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
<p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. เอกสารประกอบการอบรมการเพิ่มประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายโดยการเพิ่มค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์และการกรองกระแสฮาร์โมนิก, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบไฟฟ้า, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร , 2521.</p> <p>ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน) , กรุงเทพมหานคร, 2536.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2556.</p> <p>ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.</p> <p>ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตกและการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์,กรุงเทพมหานคร , 2555.</p>		

		
	บันทึกหลังการสอน	หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 17
	ชื่อหน่วย การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ	ชั่วโมง/หน่วย 4
ชื่อเรื่อง การชดเชยกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ		ชั่วโมง/สัปดาห์ 4
<p>ผลการสอน</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ปัญหาอุปสรรค</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>แนวทางแก้ไข</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ข้อเสนอแนะ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>ลงชื่อ..... (ผู้บันทึก)</p> <p>(นายบุญเติม อุ๋นวิเศษ)</p>		

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ วรรณแก้ว. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.
- กิตติพงษ์ วีระโพธิ์ประสิทธิ์. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , กรุงเทพมหานคร, 2557.
- กิจจา แก่นศิริ. เขียนแบบไฟฟ้า, บริษัท เอ็มพันธ์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2556.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2551, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , กรุงเทพมหานคร, 2555.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟป้าย ทางออกฉุกเฉิน , กรุงเทพมหานคร , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , 2554.
- คณะกรรมการมาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในคณะกรรมการ สาขาวิศวกรรม ความปลอดภัย. ฉบับร่างมาตรฐานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร, 2557-2559.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. เอกสารประกอบการอบรมการเพิ่มประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่าย โดยการเพิ่มค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์และการกรองกระแสฮาร์โมนิก, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2556
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป(EIT 2007-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3 , กรุงเทพมหานคร, 2557.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 2 การบริหารความเสี่ยง (EIT 2008-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 2 , กรุงเทพมหานคร: 2557.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้าง และอันตรายต่อ ชีวิต (EIT 2009-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3 , กรุงเทพมหานคร, 2558.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 4 ระบบไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง (EIT 2010-53), วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยใน พระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพมหานคร, 2558.
- เดชทัต บุรณอัสวกุล. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การออกแบบไฟฟ้า, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด(มหาชน), กรุงเทพมหานคร, 2521.
- ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช. การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) , กรุงเทพมหานคร, 2536.
- บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิล จำกัด (มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟฟ้าสำหรับงานออกแบบ และติดตั้งระบบไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร, 2551.
- บริษัท ถิรไทจำกัด. หม้อแปลงไฟฟ้าเอกสารนำเสนอ, กรุงเทพมหานคร, 2551.
- ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , กรุงเทพมหานคร, 2559.
- ลือชัย ทองนิล. คู่มือวิศวกรไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) , กรุงเทพมหานคร, 2546.
- ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้า, พิมพ์ครั้งที่ 11 , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร, 2557.
- ลือชัย ทองนิล. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2557.
- วิวัฒน์ กุลวงศ์วิทย์. เอกสารประกอบการอบรมมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า, คณะกรรมการสาขา วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร, 2559.
- ศุภี บรรจงจิต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การคำนวณกระแสลัดวงจร-แรงดันตก และการคำนวณโหลด, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพมหานคร , 2555.
- ศิวเวทย์ อัครพันธุ์. เอกสารประกอบการอบรม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย พ.ศ. 2556, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ , กรุงเทพมหานคร, 2557.
- สำรวย สังข์สะอาด. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร, 2549.
- บริษัท เซฟโก้ประเทศไทย จำกัด. Lightning Protection System Spec Sheet, Vol. 1 , ปทุมธานี: 2556.
- ศุภี บรรจงจิต. หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2534.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการป้องกันฟ้าผ่าเล่ม 1 หลักทั่วไป , กรุงเทพมหานคร, 2556.
- มงคล ปุษยตานนท์และคณะ. ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกสิ่งปลูกสร้าง, บทความวิชาการ, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี, 2556.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- DEHH. LIGHTNING PROTECTION GUIDE 3rd UPDATE EDITION [Online], 2014.
- EIRICO INTERNATIONAL COPPERATION. LIGHTNING PROTECTION HAND BOOK DESIGNING IEC62305 [Online], 2009.
- กองมาตรฐานระบบไฟฟ้า. ระบบไฟฟ้าใต้ดิน, ฝ่ายมาตรฐานความปลอดภัย การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, [Online], 2548.
- คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน(พ.ศ. 2557), กรุงเทพมหานคร, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, [Online] , <http://www.coe.or.th/coe-2/download/training/safty/group3.pdf>, 2557.
- ณัฐพงศ์ สอนอาจ. [Online], <http://eng.rtu.ac.th/ESD/ch6.pdf>
- บริษัทเอบีบี จำกัด. Installation & Maintenance manual AMD 400-500, 2006.
- บริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด. Price List, กรุงเทพมหานคร: 2014.
- Schneider Electric All Rights Reserved. Guide to Power System Selective Coordination. [Online], 2006—2011.
- ชนากร น้ำหอมจันทร์. อันตรายของอาร์คไฟฟ้า, [Online], วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย , <http://www.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/viewFile/25775/21888> , 2559.
- บุญถิ่น เอมย่านยาว. มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน, [Online], <http://eit.or.th/DownloadDocument/1-กฎกระทรวงไฟฟ้า.pdf> , 06/02/2558.
- ลือชัย ทองนิล. มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน(ตอนที่ 1), [Online], http://eitprblog.blogspot.com/2014/06/blog-post_20.html,วารสาร, 2557.
- Prysman Group. BUILDING WIRES & LOW VOLTAGE CABLES, กรุงเทพมหานคร, 2557.
- <http://www.thailandindustry.com>
- <http://www.rubmaow.com/webboard/index.php?topic=1031.0>
- http://www.retc.ac.th/v3/kru_pitoon.php
- <https://www.pinterest.com/pin/487444359638560451/>
- <http://iyaraintertrade.co.th/>
- http://pillrthailand.blogspot.com/2010/12/blog-post_21.html
- <https://www.facebook.com/ElectricalRm/?fref=ts>
- <http://www.ebay.com>
- <http://www.naswgr-store.com>
- <http://thefusecompany.net/ClassH.htm>
- <http://www.cooperindustries.com/>
- <http://www.superb.org/power/nec%20tables.pdf>
- <http://thomasyang.sell.everychina.com>
- <http://g01.s.alicdn.com>
- <http://www2.schneider-electric.com>

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

<https://www.mitr.com/mitr-article.php?cid=111&hl=th>

<http://www.deltaelectrical.net/>

<http://www.electriciantalk.com/f2/copper-clad-wire-21199/>

[http://www.peac2eng.com/wp-content/uploads/2014/07/
Handbook_Ground_Wire.pdf](http://www.peac2eng.com/wp-content/uploads/2014/07/Handbook_Ground_Wire.pdf)