

คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา

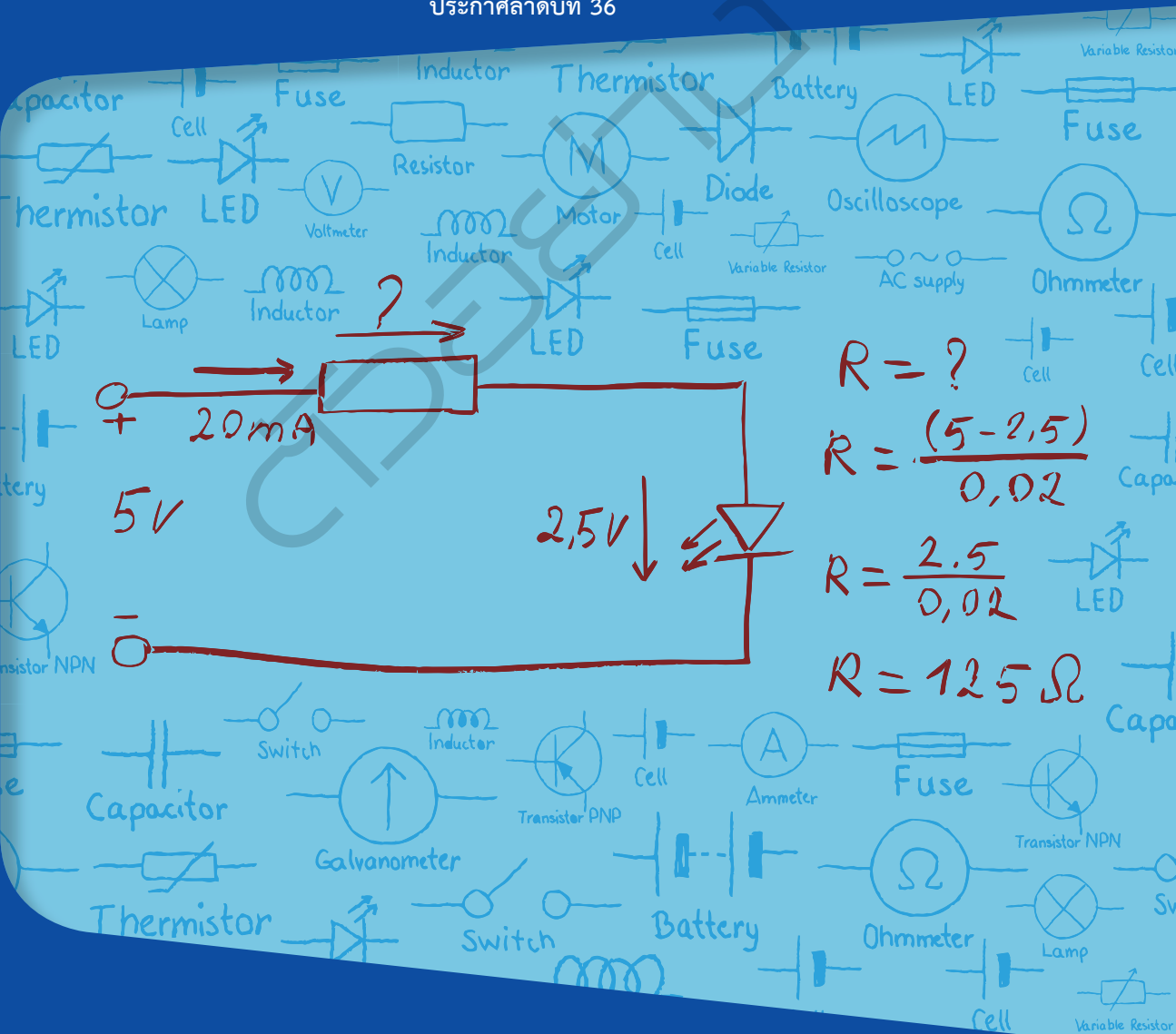
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2556

ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ครั้งที่ 1

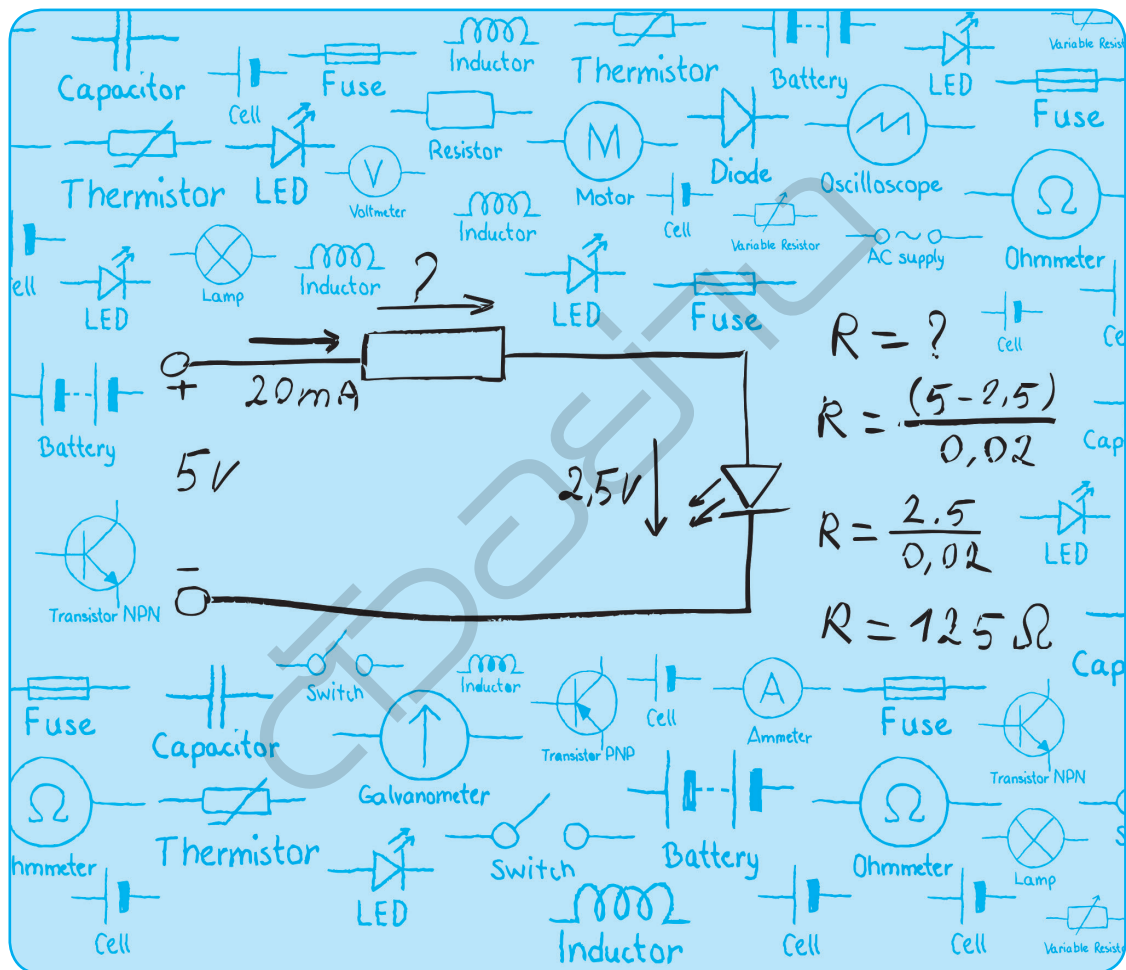
ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก

ประกาศลำดับที่ 36



คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์

2105-2101



หมวดวิชาทักษะวิชาชีพ

กลุ่มทักษะวิชาชีพเลือก

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ศิริวรรณ คำภักดี

บรรณาธิการ : รศ.พลสิทธิ์ ลิขิตขมภู

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ศิริวรรณ คำภักดี.

คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์.--กรุงเทพฯ : แม็คเอดูเคชั่น, 2560.
240 หน้า.

1. คณิตศาสตร์. I. ชื่อเรื่อง.

510

ISBN 978-616-274-842-4

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย

 **IMAC**EDUCATION

ผู้เขียน : ศิริวรรณ คำภักดี
การสั่งซื้อ : ส่งธนาคิตสั่งจ่าย **ไปรษณีย์ลาดพร้าว** ในนาม **บริษัท แม็คเอดูเคชั่น จำกัด**
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทระเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028
www.MACeducation.com

พิมพ์ครั้งที่ : 1
จำนวนที่พิมพ์ : 3,000 เล่ม
ราคาจำหน่าย : 125 บาท
ปีที่พิมพ์ : 2560
ที่พิมพ์ : บริษัท ก.พล (1996) จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนั้นนอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) แผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559) และแผนปฏิบัติการการเตรียมความพร้อมพลเมืองเพื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ทั้งนี้หลักสูตรดังกล่าวมุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพอิสระ เป็นผู้ประกอบการที่มีคุณภาพ หรือประกอบอาชีพอื่นๆ ได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการทั้งในประเทศและในภูมิภาคอาเซียน

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ผู้ผลิตและจำหน่ายหนังสือเรียน สื่อการเรียนรู้ และวารสารทางการศึกษาทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับอาชีวศึกษา ตระหนักถึงภารกิจสำคัญในการมีส่วนร่วมในการสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาระดับอาชีวศึกษาให้บรรลุผลสมดังเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้ จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการ และผู้สอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ในแต่ละสาขาวิชาเพื่อจัดทำสื่อการเรียนรู้ อันประกอบด้วย

1. หนังสือเรียนที่จัดทำให้ตรงกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ทั้งนี้โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านสมรรถนะหลักและสมรรถนะทั่วไป และด้านสมรรถนะวิชาชีพ
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านกิจกรรมเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปปรับให้เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียนและจุดเน้นของสถานศึกษา
3. คู่มือครูสำหรับผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ และการฝึกประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนให้สอดคล้องกับหลักสูตร

จุดเด่นของหนังสือเรียนชุดใหม่มีดังนี้

1. นำเสนอในรูปแบบหน่วยการเรียนรู้ ที่มีเนื้อหาง่ายต่อการเรียนรู้ แต่ยังคงไว้ซึ่งความเข้มข้นและทันสมัย ทั้งนี้เนื้อหาในหนังสือเรียนมุ่งเน้นให้สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) และการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)
2. แทรกกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ กิจกรรมการฝึกกระบวนการคิด (Thinking Skills) และกิจกรรมเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียนให้แก่ผู้เรียน

3. พัฒนาสมรรถนะหลักและสมรรถนะวิชาชีพผ่านกระบวนการปฏิบัติงานโดยใช้ใบช่วยสอน เป็นสื่อสำหรับการฝึกกระบวนการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น การเรียนรู้จากโครงการ (Project-based Learning) การพัฒนาเทคโนโลยีให้เป็นเทคโนโลยีสะอาด (Green Technology) และการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือผลิตภัณฑ์ตามแนวคิดเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ (Creative Economy) เป็นต้น

4. มีแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดทำแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนนั้นๆ ทำยหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วย

บริษัท แม็คเอดูเคชั่น จำกัด ขอขอบพระคุณสถานศึกษา ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ที่สนใจทุกท่าน ที่ให้ความไว้วางใจในสื่อการเรียนรู้ของบริษัท บริษัทหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนรู้ชุดนี้จะมีส่วนช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพทัดเทียมระดับสากลต่อไป

บริษัท แม็คเอดูเคชั่น จำกัด

รหัส 2105-2101

วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง ปฏิบัติ - ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจในการนำวิธีทางคณิตศาสตร์ไปใช้คำนวณวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. มีทักษะในการคำนวณวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
3. มีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

สมรรถนะรายวิชา

แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้คำนวณวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เลขจำนวนเชิงซ้อน การแก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์เมทริกซ์ การวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยกฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ เมชเคอเรนต์ โนดโวลเตจ ทฤษฎีวงซ้อน ทฤษฎีเทวินิน ทฤษฎีเนอร์ตัน การวิเคราะห์ห้วงจรทรานเซียนท์เบื้องต้น วงจรเรโซแนนซ์ วงจรสตาร์เดลตา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

ตารางวิเคราะห์สมรรถนะประจำหน่วย

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
1	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2	วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
3	วงจรอิเล็กทรอนิกส์	1. แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรคอมมอนทรานซิสเตอร์ 2. แสดงความรู้เกี่ยวกับการจัดไบแอสทรานซิสเตอร์
4	เลขจำนวนเชิงซ้อน	แสดงความรู้เกี่ยวกับเลขจำนวนเชิงซ้อน
5	การแก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์เมทริกซ์	แสดงความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์เมทริกซ์
6	การวิเคราะห์และออกแบบวงจรไบแอสทรานซิสเตอร์แบบดีซี	แสดงความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรไบแอสทรานซิสเตอร์แบบดีซี
7	กฎของเคอร์ชอฟฟ์และเมชเคอร์เรนต์	แสดงความรู้เกี่ยวกับกฎของเคอร์ชอฟฟ์และเมชเคอร์เรนต์
8	โนดโวลเตจ	แสดงความรู้เกี่ยวกับโนดโวลเตจ
9	ทฤษฎีการวางซ้อน	แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการวางซ้อน
10	ทฤษฎีเทวินิน	แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีเทวินิน
11	ทฤษฎีโนอร์ตัน	แสดงความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีโนอร์ตัน

หน่วย การเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
12	การวิเคราะห์วงจรทรานเซียนท์เบื้องต้น	แสดงความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์วงจรทรานเซียนท์เบื้องต้น
13	วงจรเรโซแนนซ์	แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรเรโซแนนซ์
14	วงจรระบบ 3 เฟส	แสดงความรู้เกี่ยวกับวงจรระบบ 3 เฟส
15	การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์	แสดงความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

สารบัญ

หน้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 2
2. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น 4
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 13

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

15

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 16
2. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 18
3. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ RLC อนุกรม 23
4. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ RLC ขนาน 32
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 48

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์

50

1. วงจรคอมมอนทรานซิสเตอร์ 51
2. การจัดไบแอสทรานซิสเตอร์ 59
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 67

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เลขจำนวนเชิงซ้อน

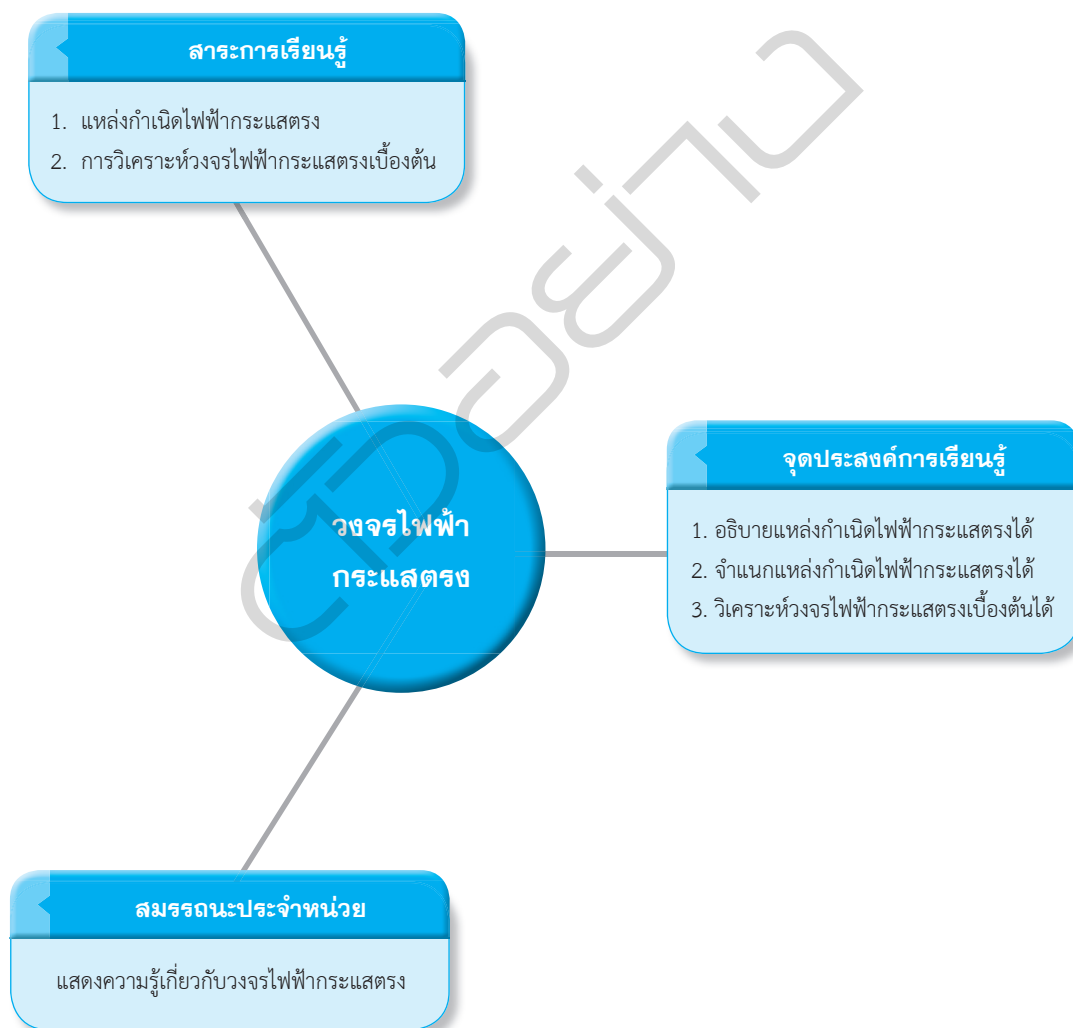
69

1. จำนวนจริง จำนวนจินตภาพ และรูปแบบของจำนวนเชิงซ้อน 70
2. การเปลี่ยนรูปแบบจำนวนเชิงซ้อน 72
3. การบวกและลบจำนวนเชิงซ้อน 73
4. การคูณในรูปแบบสี่เหลี่ยมมุมฉาก 74
5. การหารในรูปแบบสี่เหลี่ยมมุมฉาก 74
6. การคูณในรูปแบบเชิงขั้ว 75
7. การหารในรูปแบบเชิงขั้ว 75
- แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้ 79

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การแก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์เมทริกซ์	81
1. การแก้สมการ 2 ตัวแปรโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์เมทริกซ์	82
2. การแก้สมการ 3 ตัวแปรโดยใช้ดีเทอร์มิแนนต์เมทริกซ์	83
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	88
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การวิเคราะห์และออกแบบวงจรไบแอสทรานซิสเตอร์แบบดีซี	90
1. วงจรไบแอสคงที่	91
2. วงจรไบแอสอิมิตเตอร์สเตบิไลซ์	95
3. วงจรไบแอสแบบแบ่งแรงดันไฟฟ้า	99
4. การออกแบบการทำงานวงจรทรานซิสเตอร์	102
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	108
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 กฎของเคอร์ชอฟฟ์และเมชเคอร์เรนต์	110
1. กฎของเคอร์ชอฟฟ์	111
2. เมชเคอร์เรนต์	116
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	124
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 โนดโวลเตจ	126
วิธีโนดโวลเตจ	127
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	134
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ทฤษฎีการวางซ้อน	136
ทฤษฎีการวางซ้อน	137
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	143
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 ทฤษฎีเทวินิน	145
ทฤษฎีเทวินิน	146
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	152
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 ทฤษฎีโนร์ตัน	154
ทฤษฎีโนร์ตัน	155
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	161

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 การวิเคราะห์วงจรทรานเซียนท์เบื้องต้น	163
1. วงจรทรานเซียนท์ RC เบื้องต้น	164
2. วงจรทรานเซียนท์ RL เบื้องต้น	168
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	175
หน่วยการเรียนรู้ที่ 13 วงจรเรโซแนนซ์	177
1. วงจรเรโซแนนซ์อนุกรม	178
2. วงจรเรโซแนนซ์ขนาน	181
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	189
หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 วงจรระบบ 3 เฟส	191
1. การกำเนิดแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส	192
2. การต่อวงจรแบบสตาร์	193
3. การต่อวงจรแบบเดลตา	198
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	207
หน่วยการเรียนรู้ที่ 15 การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์	209
1. การขยายสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ	210
2. แบบจำลอง r_e	214
3. แบบจำลองไฮบริด	218
แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้	225
บรรณานุกรม	227
ดัชนี	228

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง



วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

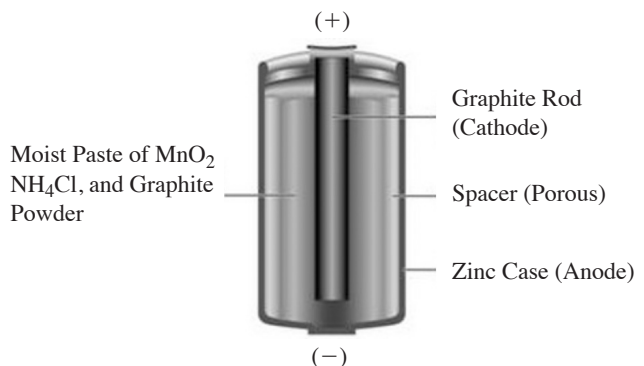
1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง คือ แหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำอยู่ตลอดเวลา เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น โดยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ควรทราบมีดังนี้

1.1 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

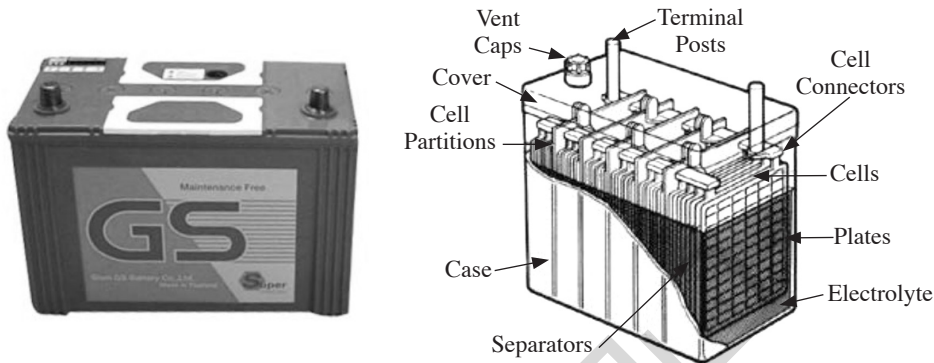
เซลล์ไฟฟ้าเคมี ประกอบด้วย ขั้วไฟฟ้าบวก ขั้วไฟฟ้านลบ และสารเคมีภายในเซลล์ เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์จะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ เมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าเคมีเข้ากับวงจรไฟฟ้าจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในวงจรได้ เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1.1.1 เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ให้ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้แผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดงจุ่มลงในสารละลายของกรดกำมะถันอย่างเจือจาง มีแผ่นทองแดงเป็นขั้วบวกและแผ่นสังกะสีเป็นขั้วลบ เรียกว่า เซลล์โวลทาคิก (Voltaic Cell) เมื่อต่อเซลล์กับวงจรภายนอกก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากแผ่นทองแดงไปยังแผ่นสังกะสี ขณะที่เซลล์โวลทาคิกจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ แผ่นสังกะสีจะค่อยๆ กร่อนไปทีละน้อย ซึ่งจะเป็นผลทำให้กำลังในการจ่ายกระแสไฟฟ้าลดลงด้วย และเมื่อใช้ไปจนแผ่นสังกะสีกร่อนมากก็ต้องเปลี่ยนแผ่นสังกะสีใหม่จึงจะทำให้การจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ต่อไปเท่าเดิม ข้อเสียของเซลล์ไฟฟ้าแบบนี้ คือ ผู้ใช้จะต้องคอยเปลี่ยนแผ่นสังกะสีทุกครั้งที่เซลล์จ่ายกระแสไฟฟ้าลดลง แต่อย่างไรก็ตามเซลล์โวลทาคิกนี้ถือว่าเป็นต้นแบบของการประดิษฐ์เซลล์แห้ง (Dry Cell) หรือ ถ่านไฟฉายในปัจจุบัน ทั้งเซลล์เปียกและเซลล์แห้งนี้เรียกว่า เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) ข้อดีของเซลล์ปฐมภูมิ คือ เมื่อสร้างเสร็จสามารถนำไปใช้ได้ทันที



รูปที่ 1.1 เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell)

1.1.2 เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้นแล้วต้องชาร์จไฟเสียก่อนจึงจะนำมาใช้ และเมื่อใช้ไฟหมดแล้วก็สามารถนำไปชาร์จไฟใช้อีกโดยไม่ต้องเปลี่ยนส่วนประกอบภายใน และเพื่อให้มีกระแสไฟฟ้ามากจะต้องใช้เซลล์หลายแผ่นต่อกันแบบขนาน แต่ถ้าต้องการให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นก็ต้องใช้เซลล์หลายแผ่นต่อแบบอนุกรม เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เซลล์สำรอง (Storage Cell) หรือ แบตเตอรี่สำรอง (Storage Battery)



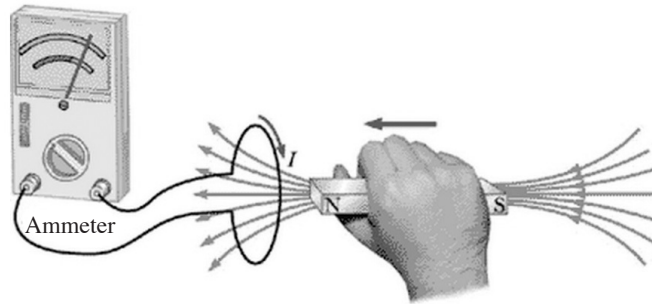
รูปที่ 1.2 เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) และส่วนประกอบภายใน

จากรูปที่ 1.2 มีส่วนประกอบภายในดังนี้

- 1) **Case** คือ ตู้หุ้มแบตเตอรี่
- 2) **Separators** คือ แผ่นกั้นแยกเซลล์ย่อย
- 3) **Plates** คือ แผ่นธาตุตะกั่ว
- 4) **Cell Partitions** คือ แผงกั้นแยกเซลล์ให้เป็นช่อง
- 5) **Cells** คือ เซลล์แบตเตอรี่แต่ละเซลล์ในแต่ละช่อง
- 6) **Cell Connectors** คือ สะพานเชื่อมต่อแต่ละเซลล์ในช่องย่อย
- 7) **Cover** คือ ฝาปิดโดยจะเชื่อมปิดสนิท
- 8) **Vent Caps** คือ ฝาจุกสำหรับให้แรงดันอากาศถ่ายเท รวมทั้งจุกปิดแต่ละเซลล์ไว้ตรวจเติมน้ำกลั่น
- 9) **Terminal Posts** คือ ขั้วแบตเตอรี่ โดยมีขั้วบวก (ต่อสายไฟสีแดง) และขั้วลบ (ต่อสายไฟสีดำ)
- 10) **Electrolyte** คือ สารละลายนำไฟฟ้าและตัวทำปฏิกิริยา

1.2 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า

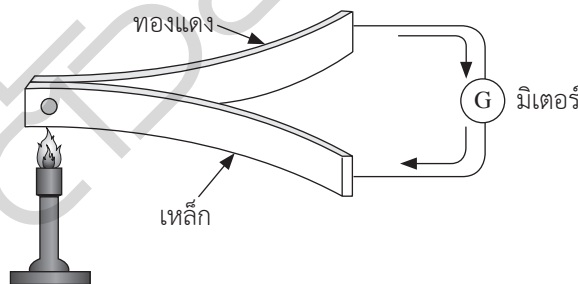
กระแสไฟฟ้าที่ได้มาจากพลังงานแม่เหล็กโดยวิธีการใช้ลวดตัวนำไฟฟ้าตัดผ่านสนามแม่เหล็ก หรือ การนำสนามแม่เหล็กวิ่งตัดผ่านลวดตัวนำไฟฟ้าอย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งสองวิธีนี้จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำไฟฟ้านั้น กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีทั้งกระแสดตรงและกระแสสลับ โดยหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงอาศัยหลักการที่ตัวนำเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นในลวดตัวนำนั้น



รูปที่ 1.3 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า

1.3 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานความร้อน

กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากพลังงานความร้อนโดยการนำโลหะ 2 ชนิด มายึดติดกันแล้วให้ความร้อน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในแท่งโลหะทั้งสอง เช่น ใช้ทองคำขาวกับคอนสแตนตันยึดปลายด้านหนึ่งให้ติดกัน และปลายอีกด้านหนึ่งของโลหะทั้งสองต่อเข้ากับเครื่องวัดไฟฟ้าแกลแวนอมิเตอร์ (Galvanometer) เมื่อใช้ ความร้อนเผาปลายของโลหะที่ยึดติดกันนั้น พลังงานความร้อนจะทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้น เกิดกระแส ไฟฟ้าไหลผ่านเครื่องวัดไฟฟ้า หลักการดังกล่าวถูกนำมาสร้างเป็นอุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่า เทอร์มोकัปเปิล (Thermocouple) ใช้ควบคู่กับไพโรมิเตอร์ (Pyrometers) ซึ่งเป็นมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง โดย มีเทอร์มोकัปเปิลเป็นตัวตรวจวัดอุณหภูมิ ส่วนแรงดันไปแสดงผลที่มิเตอร์

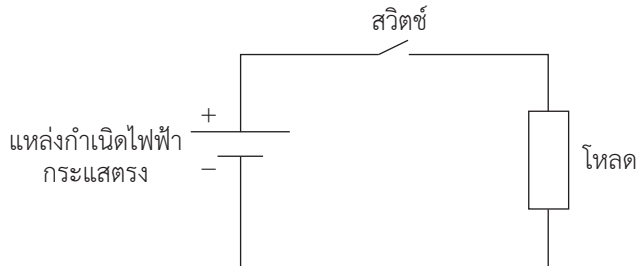


รูปที่ 1.4 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานความร้อน

2. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

วงจรไฟฟ้า คือ การนำเอาแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาจ่ายแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด โดยผ่าน ลวดตัวนำและใช้สวิตช์ในการเปิดปิดวงจร เพื่อตัดหรือต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด ในทางปฏิบัติจะมี พิวส์ในวงจรเพื่อป้องกันปัญหาข้อผิดพลาดที่จะเกิดกับวงจรและอุปกรณ์ เช่น โหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร

เป็นต้น วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นที่ควรศึกษามีอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่ วงจรอนุกรม วงจรขนาน และวงจรผสม โดยโหนดหรือภาระทางไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาต่อในวงจรเพื่อใช้งาน เช่น ตู้เย็น โทรทัศน์ พัดลม เครื่องปรับอากาศ เตารีด หลอดไฟ ตัวต้านทาน เป็นต้น



รูปที่ 1.5 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

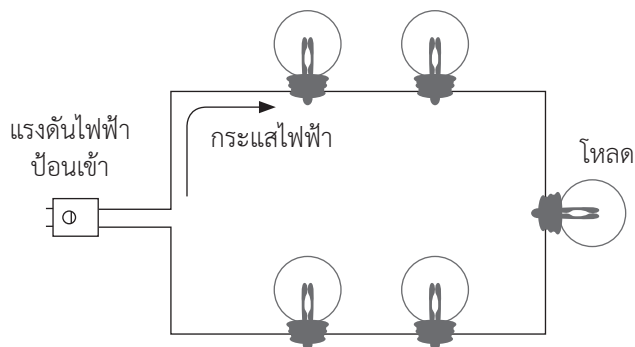
2.1 วงจรอนุกรม

วงจรอนุกรม หมายถึง การนำเอาอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามาต่อกันในลักษณะที่ปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัวที่ 1 ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตัวที่ 2 จากนั้นนำปลายที่เหลือของอุปกรณ์ตัวที่ 2 ไปต่อกับอุปกรณ์ตัวที่ 3 และจะต่อลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ ซึ่งการต่อแบบนี้จะส่งผลให้

2.1.1 กระแสไฟฟ้าไหลไปในทิศทางเดียวกันและกระแสไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรมจะมีค่าเท่ากันทุกจุด

2.1.2 ค่าความต้านทานรวมของวงจรอนุกรมนั้นหาได้จากการนำเอาค่าความต้านทานทั้งหมดมารวมกัน

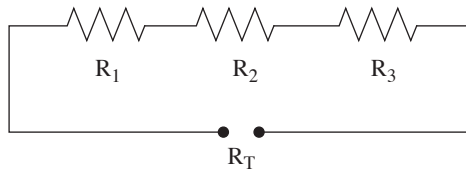
2.1.3 ความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรอนุกรมนั้นจะปรากฏคร่อมตัวต้านทานทุกตัวที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีค่าไม่เท่ากัน โดยสามารถคำนวณหาได้จากกฎของโอห์ม



รูปที่ 1.6 วงจรอนุกรม

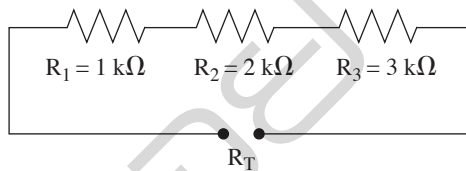
2.1.4 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม คือ การนำโหลดมาต่อเรียงกันโดยให้ปลายของโหลดตัวแรกต่อกับปลายของโหลดตัวถัดไป หรืออีกนัยหนึ่ง หมายถึง การนำโหลดตั้งแต่ 2 ตัวมาต่อเรียงกันไปแบบอันดับ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของวงจรเป็นการนำเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของแต่ละตัวมาบวกกัน จะได้สมการ

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$



รูปที่ 1.7 การหาค่าความต้านทานรวมในวงจรอนุกรม

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปที่ 1.8 จงหาค่าความต้านทานรวมในวงจร (R_T)

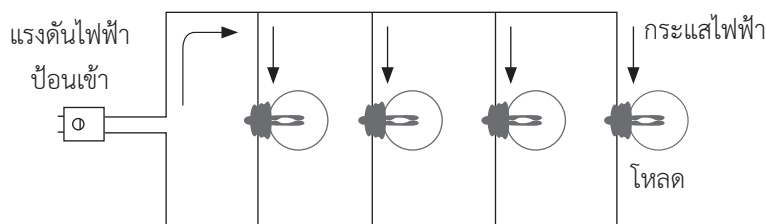


รูปที่ 1.8

จากสมการ

$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 1 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega \\ &= 6 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

2.2 วงจรขนาน



รูปที่ 1.9 วงจรขนาน

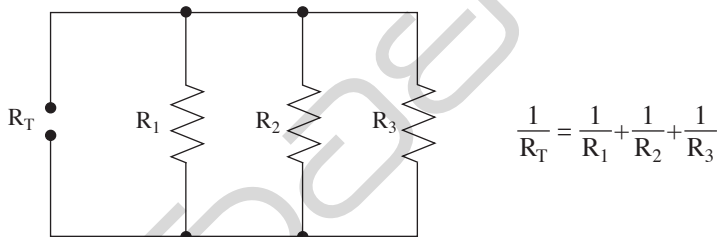
วงจรขนาน หมายถึง วงจรที่เกิดจากการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปให้ขนานกับแหล่งจ่ายไฟ มีผลทำให้

2.2.1 ค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ตกคร่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละแฉามีค่าเท่ากัน และเท่ากับ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ของแหล่งจ่ายไฟ

2.2.2 ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจะแยกไหล มีตั้งแต่ 2 ทิศทางขึ้นไปตามจำนวนแฉ่ที่ ขนานกันของวงจร

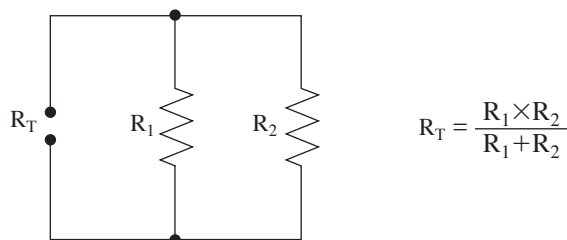
2.2.3 ส่วนกลับของค่าความต้านทานรวมภายในวงจรขนานจะมีค่าเท่ากับผลรวมของส่วนกลับ ของค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน ซึ่งค่าความต้านทานรวมภายในวงจรไฟฟ้าแบบขนานจะมีค่าน้อยกว่า ค่าความต้านทานภายในวงจรที่มีค่าน้อยที่สุดเสมอ

2.2.4 วงจรขนานนั้นเป็นการนำโหนดมาต่อขนานกันหรือต่อคร่อมกันตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยนำจุด ต่อของปลายทั้งสองข้างของโหนดแต่ละตัวมาต่อ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของวงจรเป็นการนำเปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาดของตัวต้านทานที่มากที่สุดมาคิด จะได้สมการ



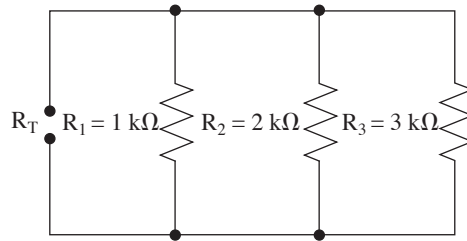
รูปที่ 1.10 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน

ในกรณีที่ค่าความต้านทานมี 2 ตัว สามารถใช้สมการได้ดังนี้



รูปที่ 1.11 กรณีที่ค่าความต้านทานมี 2 ตัว

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปที่ 1.12 จงหาค่าความต้านทานรวมในวงจร (R_T)



รูปที่ 1.12

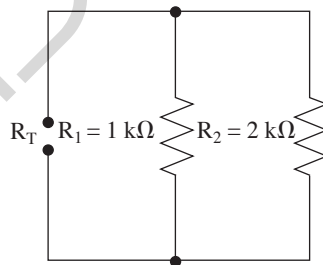
จากสมการ

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ &= \frac{1}{1 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{2 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{3 \text{ k}\Omega} \\ &= \frac{6+3+2}{6} \\ &= \frac{11}{6} \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{6}{11} \text{ k}\Omega \\ &= 0.545 \text{ k}\Omega \\ &= 545 \Omega \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3 จากรูปที่ 1.13 จงหาค่าความต้านทานรวมในวงจร (R_T)



รูปที่ 1.13

จากสมการ

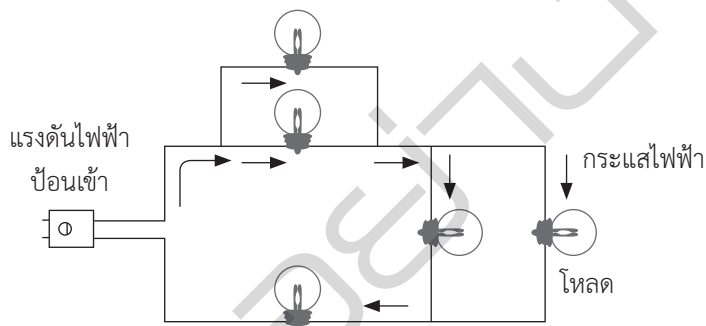
$$\begin{aligned} R_T &= \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{1 \times 2}{1 + 2} \text{ k}\Omega \\ &= \frac{2}{3} \text{ k}\Omega \\ &= 0.667 \text{ k}\Omega \\ &= 667 \Omega \end{aligned}$$

หมายเหตุ : ในกรณีที่ค่าความต้านทานเหมือนกันมาขนานกันก็สามารถหาค่าความต้านทานรวมได้ โดยใช้วิธีนำค่าความต้านทานที่เหมือนกันนั้นหารกับจำนวนที่เหมือนกัน เช่น

$$500 \, \Omega // 500 \, \Omega = \frac{500 \, \Omega}{2} = 250 \, \Omega$$

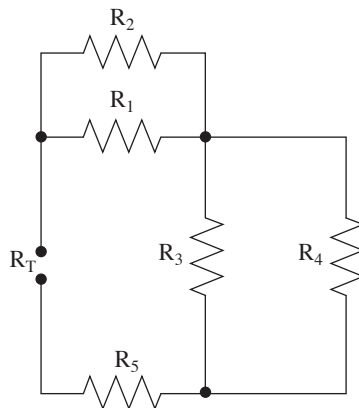
2.3 วงจรผสม

วงจรผสม หมายถึง การนำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาต่อรวมกันระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ซึ่งภายในวงจรหลอดบางตัวต่อวงจรแบบอนุกรมและหลอดบางตัวต่อวงจรแบบขนาน การต่อวงจรไม่มีมาตรฐานตายตัวเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการต่อวงจรตามความต้องการ การวิเคราะห์แก้ปัญหาของวงจรผสมต้องอาศัยคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน



รูปที่ 1.14 วงจรผสม

ในการวิเคราะห์เพื่อการคำนวณค่าความต้านทานจะใช้วิธีพิจารณาวงจร ในกรณีที่ต่อแบบอนุกรมจะนำค่าความต้านทานมาบวกกัน และในกรณีที่วงจรต่อแบบขนานจะใช้สมการการต่อวงจรแบบขนานในการคิดคำนวณ จากรูปที่ 1.14 วงจรผสมด้านบนสามารถเขียนเป็นวงจรดังนี้



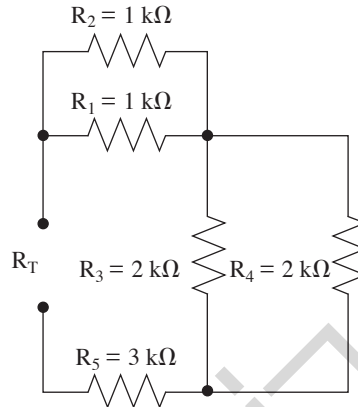
รูปที่ 1.15 วงจรผสม

จากรูปวิเคราะห์ได้สมการดังนี้

$$R_T = (R_1 // R_2) + (R_3 // R_4) + R_5$$

$$R_T = \left(\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \right) + \left(\frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} \right) + R_5$$

ตัวอย่างที่ 4 จากรูปที่ 1.16 จงหาค่าความต้านทานรวมในวงจร (R_T)



รูปที่ 1.16

จากสมการ

$$R_T = (R_1 // R_2) + (R_3 // R_4) + R_5$$

$$R_T = \left(\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \right) + \left(\frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} \right) + R_5$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} R_T &= \left(\frac{1 \text{ k}\Omega \times 1 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega} \right) + \left(\frac{2 \text{ k}\Omega \times 2 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega} \right) + 3 \text{ k}\Omega \\ &= 500 \Omega + 1 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega \\ &= 4.5 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

2.4 กฎของโอห์ม

กฎของโอห์มเป็นนิยามที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า และกำลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรไฟฟ้าปิด โดยมีคำจำกัดความว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าปิด (I) จะมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้ (E) และมีค่าเป็นสัดส่วนผกผันกับค่าของความต้านทานไฟฟ้า (R) ที่ปรากฏหรือต่อรวมอยู่ในวงจรนั้น ดังสมการ

$$I = \frac{E}{R}$$

และกำลังงานไฟฟ้า (P) ที่สูญเสียไปในตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือวงจรไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณระหว่างค่าของกระแสไฟฟ้า (I) ที่ไหลผ่านและแรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) ที่ตกคร่อมวงจรหรือตัวอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ดังสมการ

$$P = E \times I$$

ตัวอย่างที่ 5 ในวงจรไฟฟ้าวงจรมีแรงดันไฟฟ้าขนาด 10 V ต่ออยู่กับค่าความต้านทานไฟฟ้าขนาด 20 Ω อยากทราบว่าวงจรนี้จะมีกระแสไฟฟ้าและกำลังงานไฟฟ้าในวงจรเท่าใด

วิธีทำ จากสมการ

$$I = \frac{E}{R}$$

แทนค่า

$$I = \frac{10 \text{ V}}{20 \Omega} = 0.5 \text{ A}$$

จากสมการ

$$P = E \times I$$

แทนค่า

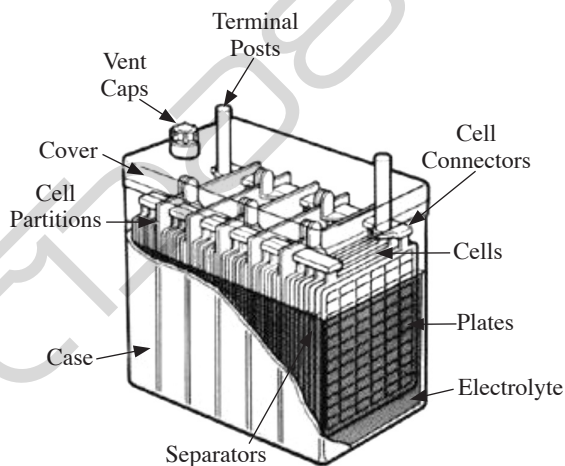
$$P = 10 \text{ V} \times 0.5 \text{ A} = 5 \text{ W}$$

ดังนั้น ในวงจรจะมีกระแสไฟฟ้า 0.5 A และมีกำลังงานไฟฟ้า 5 W

กิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- จากรูป จงบอกส่วนประกอบของแบตเตอรี่รถยนต์



.....

.....

.....

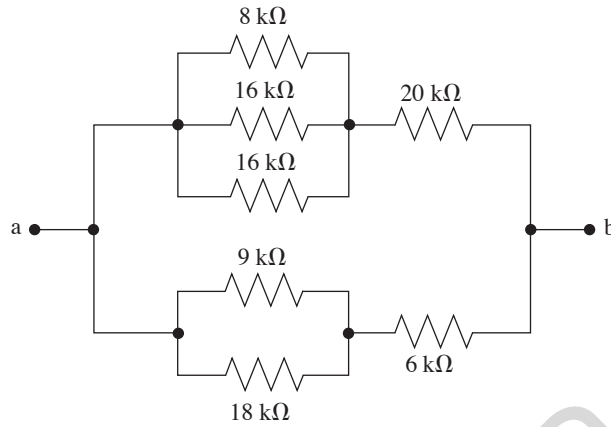
.....

.....

.....

.....

2. จงคำนวณหาความต้านทานรวม R_{ab} จากรูปวงจรต่อไปนี้



.....

.....

.....

.....

.....

สรุป

ไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทิศทางเดียวเสมอ โดยไหลจากขั้วบวกไปสู่ขั้วลบ กระแสไฟฟ้าจะไหลจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าผ่านตัวนำไฟฟ้าเข้าไปทำงานยังอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วไหลกลับแหล่งกำเนิดโดยไม่มีการไหลกลับขั้วจากลบไปบวก

แบบทดสอบเพื่อประเมินผลหลังการเรียนรู้

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. ไฟฟ้ากระแสตรงหมายถึงอะไร
 1. กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทิศทางเดียวกันเสมอ
 2. กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลสวนทางกันเสมอ
 3. กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทิศทางสลับกันเสมอ
 4. กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทิศทางคู่ขนานกันเสมอ
2. ข้อใดเป็นทิศทางการไหลของไฟฟ้ากระแสตรง
 1. บวกไปลบ
 2. ลบไปบวก
 3. ขนานกันระหว่างบวกกับลบ
 4. สวนทางกันระหว่างบวกกับลบ
3. ข้อใดไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง
 1. ถ่านไฟฉาย
 2. แบตเตอรี่
 3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 4. ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์
4. แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงคืออะไร
 1. แหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำไฟฟ้า
 2. กระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา
 3. แบตเตอรี่รถยนต์
 4. ถูกต้องทุกข้อ
5. เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งออกเป็นกี่ประเภท
 1. 2 ประเภท
 2. 3 ประเภท
 3. 4 ประเภท
 4. 5 ประเภท
6. แผ่นทองแดงเป็นขั้วบวก แผ่นสังกะสีเป็นขั้วลบ เรียกว่าอะไร
 1. เซลล์โวลทาอิก
 2. เซลล์วอเนเทอิก
 3. เซลล์โวลทาสีอิก
 4. เซลล์นอลล์โวลทาอิก
7. จากข้อความ “ข้อเสียของเซลล์แบบนี้ คือ ผู้ใช้จะต้องคอยเปลี่ยนแผ่นสังกะสีทุกครั้งที่เซลล์จ่ายกระแสไฟฟ้าลดลง” คืออะไร
 1. เซลล์ปฐมภูมิ
 2. เซลล์ทุติยภูมิ
 3. เซลล์นอลล์โวลทาอิก
 4. ถูกต้องทุกข้อ

8. Dry Cell เรียกอีกอย่างว่าอะไร

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. เซลล์ปฐมภูมิ | 2. เซลล์ทุติยภูมิ |
| 3. เซลล์นอลล์โวลทาอิก | 4. ถูกต้องทุกข้อ |

9. เซลล์สำรองหรือแบตเตอรี่สำรองเรียกอีกอย่างว่าอะไร

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. เซลล์ปฐมภูมิ | 2. เซลล์ทุติยภูมิ |
| 3. เซลล์นอลล์โวลทาอิก | 4. ถูกต้องทุกข้อ |

10. อุปกรณ์เทอร์มอคัปเปิลเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบใด

1. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากเซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า
3. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากพลังงานความร้อน
4. ถูกต้องทุกข้อ



หนังสือเรียนอาชีวศึกษา

หลักสูตรใหม่

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
พุทธศักราช 2556

สื่อการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ สมรรถนะหลักและสมรรถนะทั่วไป และสมรรถนะวิชาชีพ

เนื้อหาดี มีคุณภาพ ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบาย
รายวิชาของหลักสูตร เสริมกิจกรรมเตรียมความพร้อมสู่ประชาคมอาเซียนให้แก่
ผู้เรียน และใบช่วยสอนโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นสำคัญตามนโยบาย
ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา :-



Project-based Learning



Thinking Skills



Green Technology



Creative Economy



MAC e-knowledge



มีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัย สะดวก
และปรับได้ สำหรับผู้สอนใช้เป็นแนวทาง
ในการจัดการเรียนรู้



- หนังสือ ☐ 1 สัปดาห์ จำนวน หน้า
☒ 2 สัปดาห์ จำนวน 240 หน้า
☐ 4 สัปดาห์ จำนวน หน้า
- กระดาษ ปอนด์
- ความหนา กระดาษปก 210 แกรม
กระดาษเนื้อใน 70 แกรม

คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์



3306374100

MAC EDUCATION

www.MACeducation.com



9 786162 748424

ราคา 125 บาท