คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

สารนิพนธ์

ของ

ศรัณย์ ไวยานิกรณ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา

2547

ศรัณย์ ไวยานิกรณ์. (2547). *คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ.* สารนิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ เกษรแพทย์.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์จัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การเตรียมการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลตามสาระการเรียนรู้ สำหรับครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ในสถานศึกษาอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี

ในการจัดทำคู่มือผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าหลักการจัดทำคู่มือ เทคนิคและหลักการจัดการเรียนการสอน รายละเอียดการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า จากหนังสือ งานวิจัยและเอกสารทางวิชาการหลายฉบับ เพื่อให้ได้เนื้อหาครบถ้วนและเป็นปัจจุบัน ผู้จัดทำได้จัดทำโครงร่างแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาให้ความเห็นและข้อเสนอแนะ เพื่อประเมินความเหมาะสมและตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหารายวิชาวงจรไฟฟ้ากับหลักสูตร นอกจากนั้นได้ดำเนินการจัดทำคู่มือตามโครงร่างนั้น โดยได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องในด้านเนื้อหาสาระของคู่มือ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามความคิดเห็นของครูอาจารย์ จำนวน 5 คน กลุ่มที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบรายละเอียดเนื้อหารายวิชา จำนวน 5 คน กลุ่มที่ 3 ครูอาจารย์ที่สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าในสถานศึกษาอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี จำนวน 18 คน

คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ในสถานศึกษาอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ประกอบด้วย

1. คำแนะนำและการใช้คู่มือ
2. การวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียน
3. การวิเคราะห์กำหนดคะแนน การวัดผลประเมินผล
4. แนวการวัดผลประเมินผล
5. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
7. แบบประเมินผลการเรียนรู้ ครั้งที่ 1,2 และ 3
8. แบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. แบบเฉลย แบบทดสอบก่อนเรียน การประเมินผลครั้งที่ 1,2,3 และแบบทดสอบหลังเรียน

Saran Waiyanikon. (2004). *Child - Center handbook on The Electrical Circuit.* Master's Project. M.Ed. (Educational Administration). Bangkok : Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor : Asst. Prof. Dr. Puongrat Kesonpat.

The objective of this study was to organize a child center handbook on Elecirical circuit to be a guideline in teaching and learning providing, teaching preparation, teaching and learning activity providing and substance learning measurement and evluation for the teacher who teach an Elecirical circuit Course at vocational colleges in Ratchaburi Province

For handbook organizing, the organizer studied about an organizing handbook theory, technique and theory of teaching and learning providing and the details of teaching and learning of Electrical Circuit Course from many text books reseach work and academic documents to get complete subject matter and to be up - to - date. The organizer organized a draft and suit it to many experts to get ecommendation to check the suitable and consistent subject matter of Electrical Circuit Course with curriculum. Then the organizer organized the handbook as recommended by getting approval from the advisors and the specialists who checked the correct subject matter of the handbook. The check was divided into 3 groups : 1 : the specialists checked five teachers ' opinion, group 2 : five specialists checked the details of subject matter course, group 3 : the teachers who have taught Electrical Circuit Course at vocational colleges in Ratchaburi Province about 18 persons.

The child center handbook on the Electrical Circuit for the teachers who teach Electrical Circuit Course at vocational colleges in Ratchaburi Province consists of :

1. Advice and instructions
2. Learning unit and learning time anlysis
3. Makes detemination analkysis, teat and examination
4. Measurement and evaluation guideline
5. Child center teaching and learning activity
6. Pretest to analyze learner ' basic knowledge
7. Learning evaluation 1,2 and 3
8. Posttest to get learning achievement
9. Answer, pretest. evaluation 1,2,3 and posttest

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะความเมตตา กรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พวงรัตน์ เกษรแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ โดยกรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และติดตามความก้าวหน้าในการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้มาอย่างต่อเนื่องจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ สุภากิจ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรวรรณ ตัณฑ์เจริญรัตน์ คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำชี้แนะเพื่อให้การจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำคู่มือและ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของคู่มือ จนทำให้คู่มือเสร็จสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงได้จากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษาขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอนผู้ศึกษาด้วยดีตลอดมา

ศรัณย์ ไวยานิกรณ์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและภูมิหลัง	1
	วัตถุประสงค์	3
	ขอบเขตในการจัดทำคู่มือ	3
	ประโยชน์ของการจัดทำทำคู่มือ	4
	นิยามศัพท์	4
2	แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
	คู่มือ	7
	ความหมายของคู่มือ	7
	ประเภทของคู่มือ	8
	องค์ประกอบของคู่มือ	9
	ลักษณะของคู่มือที่ดี	10
	ขั้นตอนการจัดทำคู่มือ	13
	รายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102	15
	การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	17
	ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	17
	ปรัชญาการศึกษาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	22
	แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	24
	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	28
	หลักการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	31
	ตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	35
	บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	39
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
	งานวิจัยในประเทศ	42
	งานวิจัยต่างประเทศ	43
3	ขั้นตอนและวิธีการจัดทำคู่มือ	44
4	คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4(ต่อ) คำแนะนำและการใช้คู่มือ..... 51
ประโยชน์ของการใช้คู่มือ..... 53
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2546..... 54
การวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียน..... 55
การวิเคราะห์กำหนดคะแนนการวัดผลและประเมินผล..... 56
แนวการวัดผลและประเมินผล..... 57
กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ..... 58
แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานผู้เรียน..... 64
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง..... 69
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน..... 80
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า..... 89
แบบประเมินผลการเรียนรู้ครั้งที่ 1..... 100
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม..... 103
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 วงจรตัวต้านทานต่อขนาน..... 113
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน..... 124
แบบประเมินผลการเรียนรู้ครั้งที่ 2..... 135
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 วงจรแบ่งแรงดันโพเทนชิออมิเตอร์..... 140
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 วงจรแบ่งกระแสแบบรีโอสตัท..... 161
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า-สตาร์..... 173
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 กฎของเคอร์ชอฟฟ์..... 186
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 วงจรบริดจ์..... 189
หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 ทฤษฎีของเมชเคอร์เรนท์..... 209
แบบประเมินผลการเรียนรู้ครั้งที่ 3..... 220
แบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 226
แบบเฉลย..... 235

บรรณานุกรม..... 238

ภาคผนวก..... 244
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาโครงร่างคู่มือ..... 243

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

รายชื่อครู-อาจารย์ผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าในการแสดงความคิดเห็นคุณภาพคู่มือ..... 245

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์..... 246

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยกำหนดกิจกรรมการสอนของครูและกิจกรรมการเรียนของผู้เรียน.....	37
2	แสดงแบบสรุปความคิดเห็นของครู-อาจารย์ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี	59
3	แสดงการวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) โดยกำหนดชั่วโมงการเรียนเป็นไปตามสาระการเรียนรู้ตามลำดับความสำคัญ.....	55
4	แสดงการวิเคราะห์กำหนดคะแนนการวัดผลเป็นไปตามสาระการเรียนรู้ตามลำดับความสำคัญ.....	56
5	แสดงช่วงระดับคะแนนเป็นระดับผลการเรียน (แบบอิงเกณฑ์).....	57
6	แสดงกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูและกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนตามการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102.....	63

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงกระบวนการเรียนรู้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาและประสบการณ์.....	25
2	แสดงกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการเรียนรู้.....	28
3	แสดงคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียน.....	34

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและภูมิหลัง

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545–2549) และแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ (2545-2559) เป็นแผนที่จัดทำขึ้นภายใต้กระบวนการที่มีส่วนร่วมของประชาชน และคนทุกส่วนในสังคมไทย ได้ร่วมกันระดมความคิด กำหนดวิสัยทัศน์และร่วมจัดทำรายละเอียดของแผนที่ว่า “ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” ตามพระราชบัญญัติของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมาเป็นปรัชญาในการพัฒนาประเทศ โดยมีการศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรม และธรรมชาติ บูรณาการเชื่อมโยงเป็นกระบวนการโดยรวมที่ “คน” เป็นศูนย์กลางของการพัฒนาซึ่งจะเป็นพัฒนาที่ยั่งยืนมีดุลยภาพทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และสิ่งแวดล้อม มุ่งไปสู่การอยู่ดีมีสุขของคนทั้งปวง

จากปรัชญาพื้นฐานและกรอบความคิดข้างต้นของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ จึงมุ่งเน้น (1). พัฒนาชีวิตให้เป็นมนุษย์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (2). พัฒนาสังคมไทยให้เป็นสังคมที่เข้มแข็งและมีดุลยภาพคือ สังคมคุณภาพ สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ สังคมสมานฉันท์และเอื้ออาทรต่อกัน (สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ. 2546: 2) ดังนั้นในการจัดการศึกษานอกจากจะต้องพัฒนาการความรู้ทางด้านทักษะทางวิชาชีพแล้วยังจะต้องมีเป้าหมายสำคัญทางด้านทัศนะคติ ค่านิยมและคุณธรรมของบุคคล เพื่อให้บุคคลเหล่านั้นเป็นสมาชิกที่ดี มีประโยชน์ต่อสังคมต่อไป (ธีรา พงศ์ศาสตร์. 2542 : 1) กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนจะต้องจัดให้มีการสอดแทรกกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ ให้แก่ผู้เรียนโดยคำนึงถึงให้ผู้เรียนสามารถนำไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ในการประกอบอาชีพ การมีทักษะในการจัดการ และการพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ โดยมีเป้าหมายให้เป็นคนดี คนเก่ง มีคุณธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ข้อกำหนดเหล่านี้ นับว่าเป็นการทำหน้าที่ที่สมบูรณ์ของสถานศึกษาและครูผู้สอน (ชาตรี สำราญ. 2543 : 58) ดังที่สำลี รักสุทธิ. (2544: 15) ได้กล่าวไว้ว่า บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องจัดการเตรียมการสอน กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกำหนดกรอบในการวัดผลประเมินผล โดยเน้นให้มีการวัดผลตามสภาพจริงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐรับผิดชอบ ผลิตบุคคลที่มีคุณภาพออกสู่ตลาดแรงงานจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งที่จะต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพ สามารถนำเอาความรู้และทักษะในงานอาชีพ ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนให้มีความตระหนัก และมีส่วนร่วมในการแก้ไข ปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อ

ส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

ดังเจตนารมณ์ของแผนการศึกษาแห่งชาติ.(2545-2549) แนวนโยบาย เพื่อดำเนินการพัฒนาคนอย่างรอบด้านและสมดุล สร้างสังคม คุณธรรม ภูมิปัญญา และการเรียนรู้ พัฒนาสภาพแวดล้อมของสังคม (สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.2546: 3) และเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม. (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. (สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา. 2546: 1) สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาได้กำหนดให้สถานศึกษา ในสังกัดทุกแห่งที่เปิดการเรียนการสอน ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จัดให้มีการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าขึ้น ในหมวดวิชาชีพพื้นฐาน จำนวน 3 หน่วยกิต 5 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ ในสถานศึกษาให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และมาตรฐานรายวิชากำหนดไว้อย่างชัดเจน. (สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา. 2545: 171)

ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าตามจุดประสงค์และมาตรฐานรายวิชา เพื่อมุ่งหวังพัฒนาให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ครูผู้สอนควรมีการเตรียมการจัดการเรียนการสอน หาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผลตามสาระการเรียนรู้ ให้เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน.(สำลี รักสุทธ์. 2544: 15) ในด้านความสัมพันธ์การสอนและการเรียนรู้ ถือเป็นกระบวนการที่ควบคู่กันไป การสอนที่ดีย่อมส่งเสริมให้การเรียนรู้ของผู้เรียนประสบผลสำเร็จตามความมุ่งหมายของหลักสูตร การสอนที่ดีย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม มีความรู้ความเข้าใจทักษะเจตคติที่ดี นอกจากนั้นการสอนและการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจาก การร่วมกันระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนไปพร้อมๆ กันกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนจึงจะสำเร็จลงได้. (ประเวศ วะสี. 2542: 16) ในทำนองเดียวกัน การเรียนการสอนจะบรรลุผลสำเร็จได้ครูผู้สอนจะต้องสรรหากิจกรรมต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอน ตามความเหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะ มีคุณธรรม จริยธรรม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพในชีวิตประจำวันได้ และกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และมาตรฐานรายวิชาของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน สภาพแวดล้อม และการยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. (วัฒนาพร ระงับทุกข์. 2542: 91) อีกทั้งการวัดผล ประเมินผลเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะต้องมีการวัดผล ประเมินผลด้านทักษะ ด้านกระบวนการ และเนื้อหาสาระ โดยให้มีการ

วัดผล ประเมินผลตามสภาพจริงตามสาระการเรียนรู้. (ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. 2539: 24) ดังที่ สำลี รักสุทธิ. (2544 : 15) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ บทบาทของครูผู้สอนแต่ละรายวิชาจะต้องมีการเตรียมการสอนตามสาระการเรียนรู้ การหาวิธีในการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ ที่หลากหลาย และการประเมินผลตามสาระการเรียนรู้ตามสภาพจริง

ปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ของครูผู้สอนในสถานศึกษาอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ทุกสถานศึกษาที่เปิดการเรียนการสอนประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตามโครงสร้างกำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ทุกสถานศึกษา แต่แนวทางการจัดการเรียนการสอนแตกต่างกัน โดยมีข้อกำจัดหลายประการ กล่าวคือ ครูผู้สอน ไม่มีความเข้าใจจุดประสงค์ มาตรฐาน และคำอธิบายรายวิชา ในหลักสูตรกำหนด ไม่มีความเข้าใจในเรื่องของการวิเคราะห์หลักสูตร การเตรียมการสอน กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนและการวัดผล ประเมินผล นอกจากนั้น ครูผู้สอนยังใช้เอกสารประกอบการสอนที่แตกต่างกัน เนื้อหาแตกต่างกัน ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน ย่อมแตกต่างกันออกไป

ข้อจำกัดต่างๆ ที่กล่าว เช่น การเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลของครูผู้สอน สิ่งเหล่านี้สมควรได้รับการแก้ไข ให้ครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าใน

อาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ได้มีแนวทางในการเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ทุกสถานศึกษาในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจัดทำ คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การเตรียมการสอน กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนรู้ สำหรับครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญที่ได้จัดทำขึ้น

ขอบเขตในการจัดทำคู่มือ

คู่มือจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดทำขึ้นเพื่อใช้กับครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ในสถานศึกษาอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนรู้ตามสาระหน่วยการเรียนรู้ ที่เป็นไปตามจุดประสงค์ มาตรฐาน และ

คำอธิบายรายวิชาของหลักสูตรกำหนด มีองค์ประกอบสาระการเรียนรู้จำนวน 12 หน่วยการเรียนรู้ โดยสำรวจความคิดเห็นความเป็นไปได้ของคู่มือจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินรายละเอียดเนื้อหาวิชา และแสดงความคิดเห็นสำหรับครูผู้สอนจำนวน 23 คน จำแนกตามสภาพคือ

1. ผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า จำนวน 5 คน
2. ครู – อาจารย์ที่ปฏิบัติการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า แสดงความคิดเห็นความเป็นไปได้ของคู่มือจำนวน 18 คน

ประโยชน์ของการจัดทำคู่มือ

ประโยชน์ที่ได้รับในการจัดทำคู่มือ การจัดการเรียนการสอนรายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มีดังนี้

1. เพื่อให้ครูผู้สอน รายวิชาวงจรไฟฟ้า ในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดเตรียมการสอน กระบวนการจัดการเรียนการสอน การประเมินผลตามสาระการเรียนรู้ที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์และมาตรฐานรายวิชากำหนด
2. เพื่อให้ครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ดำเนินการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามการวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียน และใช้ในการประเมินเพื่อให้ให้การประเมินผลการจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างเชื่อมั่นและเที่ยงตรง

นิยามศัพท์

นิยามศัพท์เฉพาะ สำหรับคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ มีดังนี้

1. คู่มือการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง เอกสารหรือแผนการสอนที่จัดทำขึ้นตามจุดประสงค์มาตรฐานและคำอธิบายรายวิชากำหนดในหลักสูตร ใช้กับครูผู้สอน รายวิชาวงจรไฟฟ้า ในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การเตรียมการสอน และวัดผลทางการเรียนตามสาระการเรียนรู้
2. การเตรียมการสอน หมายถึง ครูผู้สอนควรศึกษาวิเคราะห์เรื่องที่จะสอน ศึกษาแหล่งเรียนรู้ จัดทำวิธีการสอน จัดวัสดุอุปกรณ์ ที่ระบุไว้ในหน่วยการเรียนก่อนเข้าทำการสอน
3. การจัดการเรียนการสอน หมายถึง การจัดกิจกรรมการสอนในรูปแบบต่างๆ การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ การกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเรียนตามแบบวิเคราะห์การเรียน
4. การวัดทางการเรียน หมายถึง การวัดผลทางการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน โดยคำนึงถึงการวัดผลสภาพจริง จากพฤติกรรมการปฏิบัติการเรียนตามแบบการวิเคราะห์กำหนดคะแนนประจำหน่วยการเรียน

5. รายวิชาวงจรไฟฟ้า หมายถึง รายวิชาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545. (ปรับปรุง. 2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัส 2104–2102 จำนวน 3 หน่วยกิต การสอน 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยมีวัตถุประสงค์มาตรฐานและคำอธิบายรายวิชา กำหนดไว้ชัดเจนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545. (ปรับปรุง. 2546) กระทรวงศึกษาธิการ

6. วัตถุประสงค์รายวิชา หมายถึง คุณลักษณะที่พึงประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ถึงกฎและทฤษฎี มีทักษะ รวมทั้งมีกิจนิสัยในการทำงาน ตามสาระหน่วยการเรียนรู้

7. มาตรฐานรายวิชา หมายถึง กรอบสาระการเรียนรู้ในสาขางานอาชีพ เพื่อให้ผู้เรียน ได้ดำเนินการตามกฎและทฤษฎี รวมทั้งมีกิจนิสัยในการทำงาน ตามสาระหน่วยการเรียนรู้

8. คำอธิบายรายวิชา หมายถึง รายละเอียดและโครงสร้างในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545. (ปรับปรุง. 2546) เกี่ยวกับ กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบต่างๆ เซลล์ไฟฟ้า กฎของเคอร์ชอฟฟ์ วงจรบริดจ์ เมชเคอร์เรนท์

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมคือ ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมสร้างสรรค์ กิจกรรมการเรียนการสอน ลงมือปฏิบัติจริง รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน เพื่อน สื่อ และสิ่งแวดล้อมรอบตัว มีโอกาสเคลื่อนไหวร่างกายในการทำกิจกรรมในลักษณะต่าง ๆ จากหลักการดังกล่าว ผู้ศึกษาได้รวบรวมเอกสารงานวิจัยทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญจากนักวิชาการต่าง ๆ มาอ้างอิง เพื่อประโยชน์ในการจัดทำคู่มือให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยแยกเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

1. คู่มือ

1.1 ความหมายของคู่มือ

1.2 ประเภทของคู่มือ

1.3 องค์ประกอบของคู่มือ

1.4 ลักษณะที่ดีของคู่มือ

1.5 ขั้นตอนในการจัดทำคู่มือ

2. รายวิชาวงจรไฟฟ้า ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3. การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.2 ปรัชญาการศึกษาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.3 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.4 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการจัดการการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.5 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.6 ตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.7 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. คู่มือ

1.1 ความหมายของคู่มือ

ในการที่จะจัดให้มีการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับครู – อาจารย์ อาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ให้ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ เกิดผลในทางปฏิบัตินั้นจะต้องมีคู่มือสำหรับใช้ในการเรียนการสอน เพราะคู่มือจะเป็นแนวทางช่วยให้ครู – อาจารย์ สามารถปฏิบัติการสอนได้อย่างถูกต้อง และจะช่วยให้กิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีนักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2538 : 126) ได้ให้ความหมายของคู่มือไว้ว่า หมายถึง สมุดหรือหนังสือที่แต่งขึ้นเพื่อใช้ประกอบหรืออำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ปรีชา ช้างขวัญยืนและคณะ (2539 : 27) ให้ความหมายของคู่มือว่าเป็นหนังสือที่ใช้ควบคู่ไปกับการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นหนังสือที่ใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติ ให้กับผู้ใช้สามารถกระทำสิ่งนั้น ๆ ให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ (2535 : 77) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือว่า เป็นเอกสารหรือหนังสือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูใช้จัดการเรียนการสอนสามารถสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ มาลินี พโลประการ และ สุระ ดามาพงศ์. (2531 : 54-58) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับคู่มือว่า เป็นหนังสือสำหรับผู้สอนเล่มใดเล่มหนึ่งซึ่งประกอบไปด้วยจุดประสงค์ เนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ที่สมบูรณ์

ปิยพันธ์ แสนทวีสุข (2540 : 242) กล่าวถึงคู่มือ (Munud) หมายถึง เอกสารที่รวบรวมเนื้อหาทั้งทฤษฎีและแบบฝึกปฏิบัติ

อำนวย เถาตระกูล (2541 : 8) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือว่าเป็นเอกสารที่มีรายละเอียดเสนอแนะแก่ผู้ใช้สามารถเข้าใจแนวทางการใช้และข้อพึงปฏิบัติที่จะช่วยให้การนำเรื่องนั้นไปใช้ตรงตามเจตนารมณ์ได้

ฉลอง นุ้ยฉิม (2542 : 27) ได้ให้ความหมายของคู่มือ คือหนังสือเล่มเล็กที่ให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยมีรายละเอียดที่ง่ายต่อการรับรู้ เข้าใจ และมักมีภาพประกอบด้วยเสมอ

พจนานุกรม เวบเสตอร์ (Webster. 1983 : 1097-1098) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคู่มือการสอนว่า คือหนังสือที่บรรจุเนื้อหาตามหลักวิชาการและใช้เป็นหลักในการสอนระหว่างครูกับนักเรียน

เดล (Dale. 1969 : 665) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับคู่มือการสอนว่าเป็นอุปกรณ์สำคัญเป็นแหล่งปฐมภูมิในด้านความคิดในการสอนวิชาต่าง ๆ

จากความหมายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษาคิดว่าเป็นหนังสือหรือเอกสารที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ อำนวยความสะดวกและเป็นแนวทางในการปฏิบัติในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผู้สอนและผู้เรียน
เพื่อการปฏิบัติในลักษณะต่าง ๆ เพื่อดึงความสนใจและเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

1.2 ประเภทของคู่มือ

คู่มือ ถือเป็นเอกสารที่ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ต่อการปฏิบัติในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีนักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือ ไม่ว่าจะเป็นคู่มือเพื่อประกอบกับการปฏิบัติงาน หรือคู่มือประกอบกับความรู้ความเข้าใจ ไว้ดังนี้

ประดับ เรืองมาลัย (2524 : 98) ได้มีแนวคิดเกี่ยวกับประเภทของคู่มือแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. คู่มือการสอนเป็นคู่มือที่ให้ความรู้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหลักการ วิธีการและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มประสบการณ์หรือเป็นการสอนในเรื่องทั่ว ๆ ไป เช่น คู่มือการจัดกิจกรรมประชาธิปไตยในโรงเรียน คู่มือปฏิบัติกิจกรรมสร้างนิสัยของโรงเรียน คู่มือการเตรียมความพร้อมนักเรียนก่อนระดับประถม คู่มือการอบรมหน้าเสาธง คู่มือการจัดกิจกรรมและส่งเสริมคุณธรรมในโรงเรียน

2. คู่มือหนังสือเรียน เป็นคู่มือที่จัดขึ้นควบคู่กับหนังสือเรียนที่ต้องการอธิบายให้ใช้หนังสือนั้นได้อย่างถูกต้อง และดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับเนื้อหา จึงมีลักษณะกึ่งแผนการสอน กึ่งคู่มือหนังสือเรียน

3. คู่มือการใช้สื่อหรือนวัตกรรม เป็นคู่มือที่ครูได้ทำหรือผลิตสื่อขึ้นในโรงเรียนแล้วต้องการเผยแพร่ผลงานแสดงความรู้ความสามารถของผู้ทำผลงานให้ผู้อื่น สามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง เช่น คู่มือในการจัดทำชุดการสอนรายวิชาต่าง ๆ

อำนวย เถาตระกูล (2541 : 8-10) ได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของคู่มือว่า เป็นแนวทางการปฏิบัติหรือแนวทางเพื่อความเข้าใจในการกระทำเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท
ได้แก่

1. คู่มือหลักสูตร เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดและข้อเสนอแนะแก่ผู้ใช้หลักสูตรให้สามารถเข้าใจแนวทาง การใช้และข้อพึงปฏิบัติซึ่งจะช่วยให้ในการนำหลักสูตรไปใช้ได้ตรงตามเจตนารมณ์นั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2. คู่มือฝึกงาน เป็นเอกสารที่เสนอแนะแนวทาง การปฏิบัติการฝึกงานของผู้เรียนทั้งในสถานศึกษาหรือสถานประกอบการ รวมทั้งให้ผู้มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับการฝึกงานได้มีแนวทางในการปฏิบัติให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

3. คู่มือนักเรียน เป็นเอกสารแนะนำการปฏิบัติตนของนักเรียนที่อยู่ในสถานศึกษา

แห่งนั้น โดยเสนอแนะเกี่ยวกับข้อมูลของสถานศึกษา เช่น อาคารที่ตั้ง กฎระเบียบวิธีปฏิบัติ สิทธิประโยชน์ สิ่งที่เป็นบริการและเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่นักเรียนจะได้รับ

จากแนวคิดหลักการดังกล่าว เกี่ยวกับประเภทของคู่มือ มีนักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว พอสรุปได้ว่าคู่มือแต่ละประเภทมีความสำคัญเหมือนกัน แต่คู่มือที่ใช้กับการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนนั้น เป็นคู่มือที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้ถือว่าเป็นคู่มือที่จะให้ความรู้แนวทาง เทคนิค และวิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยมุ่งเน้นให้ผู้ใช้คู่มือนำหลักการ วิธีการ แนวทางและเทคนิคการจัดการเรียนการสอนไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น คู่มือที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน สำหรับครูผู้สอน จะมี 2 ประเภท คือ คู่มือเกี่ยวกับการเรียนการสอน ตามหลักสูตรกำหนดในแต่ละรายวิชานั้นๆ และคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ของหลักสูตร

1.3 องค์ประกอบของคู่มือ

การจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอน จะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งก็ย่อมขึ้นอยู่กับงบประมาณที่มี คุณภาพที่ต้องการ ข้อจำกัดในเรื่องของเวลา และทรัพยากรอื่น ๆ ที่ใช้ในการจัดทำคู่มือ เพราะสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของคู่มือในการผลิตคู่มือ รวมไปถึงวิธีการในการผลิตเนื้อหา และหัวข้อเรื่องในการทำภาพประกอบ การจัดวางรูปแบบเนื้อหาและงานกราฟฟิก การทำแม่พิมพ์ต้นแบบ และการพิมพ์ออกมาเป็นรูปเล่มในที่สุด (ฉลอง นุ้ยฉิม. 2542 : 31 ; อ้างอิงจาก Zehr , et al. 1994 : 59)

นอกจากนี้ ในการจัดทำคู่มือการเรียนการสอนรายวิชา องค์ประกอบที่ควรมีในคู่มือ โดยนักวิชาการได้เสนอแนวทางดังนี้

ปรีชา ช้างขวัญยืนและคณะ (2539 : 154-156) ได้อธิบายองค์ประกอบของการจัดทำคู่มือว่า ต้องประกอบด้วยคำชี้แจงในการใช้คู่มือ เนื้อหาสาระ การเตรียมกาสอน กระบวนการ วิธีการและกิจกรรม การจัดการเรียนการสอน การเขียนคู่มือ ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ การคาดคะเนล่วงหน้าว่าผู้ใช้มักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอะไร แล้วจัดทำข้อมูลที่จะช่วยเสริมความรู้ที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถแก้ปัญหาได้ คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ปัญหา โดยปกติผู้เขียนคู่มือควรเป็นผู้มีประสบการณ์ในเรื่องที่เขียนมากพอสมควร ซึ่งจะให้ช่วยให้รู้ว่าการดำเนินการในเรื่องนั้น ๆ มักจะมีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้าง และจุดอ่อนมีอะไรบ้าง ผู้เขียนคู่มือสามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกัน วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้อ่านหรือผู้ใช้คู่มือได้ คู่มือที่ดีควรให้แหล่งข้อมูล และแหล่งอ้างอิงซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านหรือผู้ใช้ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

เอกวุฒิ ไกรมาก (2541 : 54) อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือว่าจะประกอบด้วยคำชี้แจงการใช้คู่มือเนื้อหาที่จะสอน การเตรียมการสอน กระบวนการวิธีการและกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล ความรู้เสริม ปัญหา คำแนะนำเกี่ยวกับการ

ป้องกันและแก้ปัญหา แหล่งข้อมูล แหล่งอ้างอิงต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านในการไปศึกษาค้นคว้าต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งคู่มือครูที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

อำนวย เถาตระกูล (2541 : 8 - 10) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนต้องประกอบด้วย คำชี้แจงในการจัดทำคู่มือความเป็นมา ความสำคัญและประโยชน์ของคู่มือของการจัดการเรียนการสอนรายวิชา ความรู้ที่จะต้องนำไปใช้ในคู่มือการจัดการเรียนการสอน การเขียนแผนการสอน รูปแบบของคู่มือ การจัดการเรียนการสอน และรูปแบบใบช่วยสอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545 : 18) ได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบการจัดทำคู่มือในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางว่าประกอบด้วย คำชี้แจงการทำคู่มือ แนวทางการจัดการเรียนการสอน แผนการสอน แนวทางการสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผล ตัวอย่างเครื่องมือการวัดผลประเมินผลตามสภาพจริงและแนวทางในการพัฒนาสู่มาตรฐานวิชาชีพครู

จากหลักการเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือ ซึ่งวิชาการได้ให้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษาคิดว่า คู่มือโดยทั่วไปจะต้องเน้นองค์ประกอบในการนำไปใช้ ส่วนคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จะบอกความรู้และวิธีการในการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ครูผู้สอนได้นำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ซึ่งจะประกอบไปด้วย

1. คำชี้แจง ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของคู่มือ คำชี้แจงการใช้คู่มือ ข้อควรคำนึงการใช้คู่มือ ปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น แนวทางการแก้ปัญหา และการวัดผลประเมินผล
2. เนื้อหาสาระของคู่มือ ประกอบด้วย หน่วยการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จำนวน 12 หน่วยการเรียนการสอน
3. แหล่งข้อมูลอ้างอิง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้คู่มือได้ศึกษาค้นคว้าต่อไป

1.4 ลักษณะของคู่มือที่ดี

คู่มือเป็นเอกสารที่ผู้ใช้คู่มือสามารถปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง และเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ถือว่าเป็นคู่มือที่ดีซึ่งมีนักวิชาการ ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของคู่มือที่ดี ไว้ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2531 : 77) ได้อธิบายเกี่ยวกับคู่มือที่ดีดังนี้

1. ใช้ภาษาชัดเจนเข้าใจง่าย ใคร่ครวญถึงปัญหาและสถานการณ์อย่างทะลุปรุโปร่งเพื่อให้ผู้ใช้คู่มือใช้ได้เป็นอย่างดี
2. ควรออกแบบคู่มือให้สวยงามน่าหยิบน่าอ่าน มีรูปภาพหรือการ์ตูนประกอบ เพื่อให้น่าสนใจ หากเป็นเล่มควรทำปกให้สวยงาม และทนทานต่อการใช้
3. เขียนหน้าปกให้เด่นชัด คู่มือวิชาเดียวกันควรใช้สีเดียวกัน เพื่อง่ายต่อการบ่งชี้ในภายหลัง แม้กำหนดหัวข้อไว้ตามองค์ประกอบต่าง ๆ ก็ตาม

4. คู่มืออาจตัดหรือเพิ่มหัวข้อใดตามความเหมาะสม

ปรีชา ช้างขวัญยืน และคณะ (2539 : 159-160) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะที่ดีของคู่มือจะต้องมีลักษณะดังนี้

1. ต้องมีความชัดเจนและให้รายละเอียดครอบคลุม เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ถูกต้อง

2. การเขียนคู่มือต้องครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ เช่น ระบุให้ชัดเจนว่าคู่มือนั้นเป็นคู่มือสำหรับใครและใครเป็นผู้ใช้

3. กำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้ใช้ได้อะไรบ้าง คู่มือนี้ช่วยผู้ใช้ได้อย่างไร ได้ประโยชน์อะไรบ้าง

4. ควรมีส่วนที่ให้หลักการหรือความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้ใช้ เพื่อให้การใช้คู่มือเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5. ควรมีส่วนให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้เกี่ยวกับการเตรียมตัว การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ขั้นตอนกระบวนการในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

6. ควรมีคำถามหรือกิจกรรมให้ผู้ใช้คู่มือทำ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการอ่านหรือในการปฏิบัติตามขั้นตอนที่เสนอแนะและเว้นที่ว่างไว้สำหรับผู้ใช้คู่มือในการเขียนคำตอบ รวมถึงคำถามหรือแนวในการตอบ

7. ใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการช่วยให้ผู้ใช้คู่มือได้โดยสะดวก เช่น การจัดทำรูปเล่ม ขนาด การเลือกตัวอักษร ขนาดตัวอักษร การใช้ตัวดำ การใช้สี การใช้ภาพ การเน้นข้อความบางตอน

8. ใช้แหล่งอ้างอิงที่เป็นประโยชน์ ซึ่งอาจจะเป็นบรรณานุกรม รายชื่อชมรม รายชื่อสื่อ รายชื่อสถาบัน และรายชื่อบุคคล

จากผลงานวิจัยของ คีรีบูน จงวุฒิเวศย์และมาเรียม นิลพันธ์ (2542 : 17-18) ได้แยกลักษณะของคู่มือที่ดีออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านเนื้อหา

1.1 เนื้อหาสาระหรือรายละเอียดในคู่มือควรตรงกับเรื่องที่ศึกษาและไม่ยากจนเกินไปจนทำให้ไม่มีผู้สนใจจะหยิบอ่าน

1.2 การนำเสนอเนื้อหาควรให้เหมาะสมกับพื้นความรู้ของผู้ที่จะศึกษา

1.3 ข้อมูลที่มีในคู่มือ ผู้อ่านสามารถประยุกต์ใช้ได้

1.4 เนื้อหาความเหมาะสมที่จะนำไปอ้างอิงได้

1.5 ควรมีกรณีตัวอย่างประกอบในบางเรื่อง เพื่อจะได้ทำความเข้าใจง่าย

1.6 ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาของคู่มือให้ทันสมัยเสมอ

2. ด้านรูปแบบ

2.1 อักษรที่ใช้ควรมีตัวโต และมีรูปแบบที่ชัดเจนอ่านง่าย เหมาะกับผู้ใช้คู่มือ

2.2 ควรมีภาพหรือตัวอย่างประกอบเนื้อหา

2.3 ลักษณะการจัดรูปเล่มควรทำให้น่าสนใจ

2.4 การใช้ภาษาควรให้เข้าใจง่าย เหมาะสมกับผู้ใช้คู่มือ

2.5 ระบบการนำเสนอควรเป็นระบบจากง่ายไปยากหรือเป็นเรื่อง ๆ ให้ชัดเจน

3. ด้านการนำไปใช้

3.1 ควรระบุขั้นตอน วิธีการใช้คู่มือให้ชัดเจน

3.2 มีแผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างประกอบให้สามารถนำไปปฏิบัติจริงได้

3.3 มีข้อมูลเพื่อสามารถใช้เพื่อประสานงานต่าง ๆ ได้สะดวกรวดเร็ว

3.4 บอกสิทธิประโยชน์ และข้อควรปฏิบัติให้เข้าใจง่าย

กันทิมา เอมประเสริฐ (2542 : 34-35) กล่าวถึงลักษณะของคู่มือที่ดี ได้มีการพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความสามารถในการใช้คู่มือ

1.1 ในคู่มือควรมีเนื้อหาที่บรรจุสาระหรือรายละเอียดที่ตรงกับเรื่องที่ศึกษาและเนื้อหาไม่ยากจนเกินไป จนทำให้ไม่มีผู้สนใจที่จะหยิบอ่าน

1.2 การนำเสนอเนื้อหา ควรให้เหมาะสมกับพื้นความรู้ ของผู้ที่จะศึกษา

1.3 ข้อมูลที่มีในคู่มือ ผู้อ่านสามารถประยุกต์ใช้ได้

1.4 เนื้อหาควรเหมาะสมที่จะนำไปอ้างอิงได้

1.5 ควรมีกรณีตัวอย่างประกอบในบางเรื่อง เพื่อจะได้ทำความเข้าใจง่าย ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาของคู่มือให้ทันสมัย

1.6 ตัวอักษรที่ใช้ควรมีตัวโต และมีรูปแบบที่ชัดเจนอ่านง่ายเหมาะกับผู้ใช้คู่มือ

1.7 ควรมีภาพหรือตัวอย่างประกอบเนื้อหา

1.8 ลักษณะการจัดรูปเล่มควรทำให้น่าสนใจ

1.9 การใช้ภาษา ควรให้เข้าใจง่าย เหมาะสมกับผู้ใช้คู่มือ

1.10 ควรระบุขั้นตอน วิธีการใช้คู่มือให้ชัดเจน

1.11 มีแผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างประกอบ ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

1.12 มีข้อมูลเพื่อสามารถใช้เพื่อประสานงานต่าง ๆ ได้สะดวกรวดเร็วบอกสิทธิประโยชน์ และข้อควรปฏิบัติให้เข้าใจง่าย

2. ด้านความเที่ยงตรงในการใช้งาน

2.1 ครูที่ศึกษาคู่มือสามารถจัดการเรียนรู้ได้โดยโครงงานจริง

2.2 ผู้เชี่ยวชาญอ่านแล้วเห็นว่าเนื้อหาถูกต้อง มีความเหมาะสม

3. ด้านความเชื่อมั่นในการใช้งาน

3.1 ครูทุกคนศึกษาคู่มือแล้วปฏิบัติได้จริง

3.2 ครูสามารถใช้คู่มือจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ได้ทุกวิชาที่สอนหรือทุกกลุ่มประสบการณ์

3.3 ครูทุกคนอ่านคู่มือแล้วเข้าใจตรงกัน

4. ด้านประสิทธิภาพต่อนักเรียน

4.1 นักเรียนที่เรียนจากคู่มือจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีความรู้

4.2 นักเรียนมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน

4.3 ผลงานที่ได้เป็นโครงงานที่ดีคือสนองแนวปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้

จากแนวคิดและผลการวิจัยเกี่ยวกับลักษณะที่ดีของคู่มือ ที่นักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษาคิดว่า ลักษณะที่ดีของคู่มือ ควรมีส่วนที่สำคัญ ดังนี้

1. ตัวอักษรที่ใช้ควรมีตัวโต ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย
2. ลักษณะการจัดรูปเล่มน่าสนใจ และขนาดรูปเล่มไม่เล็กไม่ใหญ่เกินไป
3. มีแผนภูมิตารางภาพประกอบและตัวอย่างประกอบ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง
4. ควรระบุขั้นตอน และวิธีการใช้คู่มือให้ชัดเจน
5. ระบบการนำเสนอควรเป็นระบบจากง่ายไปยากหรือเป็นเรื่อง ๆ ให้ชัดเจน
6. การนำเสนอเนื้อหาถูกต้องชัดเจน สามารถบรรจุสาระหรือรายละเอียดที่ตรงกับเรื่องที่จะศึกษา
7. เนื้อหาควรเหมาะสมที่จะนำไปใช้อ้างอิงได้ในโอกาสต่อไป
8. ข้อมูลที่มีในคู่มือ ผู้อ่านสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
9. ผู้ศึกษาคู่มืออ่านคู่มือแล้ว มีความเข้าใจตรงกัน และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

1.5 ขั้นตอนการจัดทำคู่มือ

ในการจัดทำคู่มือเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน หรือใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานจะต้องคำนึงอยู่เสมอว่าคู่มือที่จัดทำจะต้องเป็นแหล่งของความรู้ของผู้ที่ศึกษา และจะต้องช่วยให้ผู้ศึกษามีความเข้าใจมากขึ้นสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง การเขียนคู่มือหรือจัดทำคู่มือ จะต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องนั้นๆ เท่านั้น และผู้ใช้คู่มือเมื่อศึกษาแล้วสามารถปฏิบัติงานได้จริง คีรีบูน จงวุฒิเวศย์และมาเรียม นิลพันธ์ (2542 : 14)

อาทิตยา โล่พัฒนานนท์ (2535 : 33-35) ได้กำหนดการจัดทำคู่มือไว้ 3 ขั้นตอนคือ การวางแผนร่างคู่มือ การเตรียมข้อมูลในการจัดทำคู่มือ และการทดสอบคู่มือ จากนั้นก็นำมาใช้และพัฒนาคู่มือ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ยุพเรศ วังยายฉิม (2540 : 30) ได้เสนอแนวทางในการจัดทำคู่มือและพัฒนาคู่มือไว้ว่า ต้องศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาและรูปแบบของคู่มือ รวมถึงการวิเคราะห์ลักษณะผู้ใช้คู่มือ จากนั้นก็กำหนดวัตถุประสงค์ขอบข่ายเนื้อหา ความคิดรวบยอดในการให้ความรู้ สำรวจรายละเอียดกำหนดจุดในการให้ความรู้ เขียนเนื้อหาของคู่มือให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม และออกแบบลักษณะรูปเล่ม ภาพประกอบ จัดพิมพ์ตาม

กระบวนการผลิต สุดท้ายก็นำไปใช้ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาคุณภาพของคู่มือ จึงกำหนดเป็นขั้นตอนในการพัฒนาคู่มือเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผนร่างคู่มือ ซึ่งกำหนดเป็นข้อมูลในการตัดสินใจ

1.1 จุดหมายของคู่มือคืออะไร เช่นต้องการให้ผู้ใช้เป็นอย่างไร ใช้คู่มือกับการปฏิบัติหรือก่อนการปฏิบัติ

1.2 ใครเป็นผู้ใช้คู่มือเหล่านี้ ในการกำหนดผู้ใช้คู่มือเราจะทราบถึงความต้องการเฉพาะบางประการของผู้ใช้ทันที ในการสร้างคู่มือถือว่าผู้ใช้เป็นประเภทเดียวกัน จะทำให้คู่มือนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.3 สอบถามผู้ใช้ในความต้องการของคู่มือ เช่น ต้องการรูปภาพประกอบ ไม่ต้องการเนื้อหา ต้องการให้ภาพมีความแตกต่าง เป็นต้น

1.4 คู่มือที่จัดทำใช้ที่ไหน

1.5 คู่มือที่จัดทำใช้อย่างไร

1.6 การนำข้อมูลมาใช้ในคู่มือ ก่อนอื่นผู้สร้างคู่มือจะต้องทราบสิ่งที่ต้องการใช้ของผู้ใช้ปฏิบัติ จากนั้นก็มาพิจารณาความถนัดและความรู้ที่ใช้ต่อการปฏิบัติในการใช้คู่มือ

1.7 กำหนดขอบเขตการปฏิบัติงาน

1.8 กำหนดข้อมูลในแต่ละขั้นตอน

1.9 การลำดับเนื้อหาในการเขียนคู่มือ

2. การเตรียมข้อมูลในการพัฒนาคู่มือ

2.1 การเขียนหัวข้อใหญ่ และหัวข้อย่อย

2.2 การจัดลำดับหัวข้อแต่ละเรื่อง

2.3 การวางแผนนำข้อมูลใส่ในแต่ละหัวข้อ

2.4 การเริ่มต้นเขียนเนื้อหา โดยการใช้คำง่าย ๆ สั้น ๆ

2.5 การวางแผนในการสาธิตตัวอย่างประกอบคู่มือ

3. การทดสอบคู่มือ เราจะทดสอบคู่มือในเรื่องดังนี้

3.1 เนื้อหาคู่มือ

3.2 รูปแบบ

3.3 ผลกระทบ

ในการทดสอบคู่มือ ควรกำหนดผู้ทำการทดสอบ และวิธีการทดสอบ หลังจากนั้นนำคู่มือไปตรวจสอบ และนำผลที่ได้ไปแก้ไขต่อไป

สกุณา ยวงทอง (2542 : 29) กำหนดขั้นตอนในการจัดทำและพัฒนาคู่มือไว้ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จากเอกสาร ตำราหลักสูตร งานวิจัยต่างๆ
2. วิเคราะห์ผู้ใช้คู่มือ
3. กำหนดวัตถุประสงค์ และกำหนดขอบข่ายเนื้อหากว้าง ๆ ของคู่มือ

4. สำรวจรายละเอียดข้อกำหนดจุดศึกษาในคู่มือ

5. เขียนเนื้อหาของคู่มือตามวัตถุประสงค์ และขอบข่ายเนื้อหากว้าง ๆ ของคู่มือ

6. ออกแบบรูปเล่มภาพประกอบ จัดพิมพ์ ทดลองใช้ตามกระบวนการพัฒนาคุณภาพคู่มือ แก้ไข ปรับปรุง

7. นำไปใช้กับกลุ่มทดลอง เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากแนวคิดขั้นตอนการจัดทำคู่มือ ซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดแนวคิด หลักการ ขั้นตอนในการจัดทำคู่มือ การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อเป็นคู่มือกำหนดแนวทางในการจัดทำคู่มือการเรียนการสอนรายวิชา โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ตามแนวคิดหลักการดังต่อไปนี้

1. การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาจากหลักการของหลักสูตร จุดหมายของหลักสูตร เกณฑ์การใช้หลักสูตร จุดประสงค์ประเภทวิชาและมาตรฐานวิชาชีพ

2. การจัดทำคู่มือ เป็นการนำข้อมูลพื้นฐานมาดำเนินการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอน รายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย

2.1 คำชี้แจงการใช้คู่มือ

2.2 หลักสูตรรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา และมาตรฐานรายวิชา

2.3 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 12 หน่วยการเรียนรู้

2.4 แหล่งข้อมูลอ้างอิง

3. การทดสอบคู่มือโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและนำข้อมูลที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิไปดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

4. ประเมินคุณภาพของคู่มือโดยการนำ คู่มือที่ได้จากการแก้ไขปรับปรุงให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น รวมทั้งนำคู่มือไปให้ครูผู้สอนได้ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวงจรไฟฟ้า และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. รายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102

สำนักงานการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 176) รับผิดชอบผลิตกำลังคนที่มีคุณภาพในสาขาวิชาชีพออกสู่ตลาดแรงงาน จึงมีบทบาทที่จะต้องพัฒนาผู้เรียน ให้มีความรู้คู่คุณธรรม รายวิชาวงจรไฟฟ้า เป็นรายวิชาหนึ่งที่บรรจุในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธ-ศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในหมวดวิชาชีพพื้นฐาน รายวิชาวงจรไฟฟ้าถือว่าเป็นรายวิชาพื้นฐาน สำหรับผู้เรียนสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้งานกับพื้นฐานในงานระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป นอกจากนั้น เมื่อผู้เรียนได้เรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้าแล้ว ในหลักสูตรก็มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนที่อยู่ในระดับฝีมือที่มีความรู้ ความชำนาญในทักษะวิชาชีพ มีคุณธรรม วินัย เจตคติ บุคลิกภาพ และเป็นผู้มีปัญญาที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ประกอบอาชีพได้ตรงความต้องการของ

ตลาดแรงงาน สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคม ทั้งในระดับชุมชน ระดับท้องถิ่นและระดับชาติ รวมทั้งกำหนดจุดหมายของการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพตรงตามมาตรฐานวิชาชีพ นำไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถเลือกวิธีการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่นและประเทศชาติ

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตในการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพสิทธิของคนเองและผู้อื่น

4. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน ในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงานท้องถิ่นและประเทศชาติ

5. เพื่อให้เป็นผู้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ดี มีคุณธรรม จริยธรรม มีวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายจิตใจเหมาะสมกับอาชีพนั้น ๆ

6. เพื่อให้ตระหนักในการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาเศรษฐกิจ สังคมการเมืองของประเทศและโลกปัจจุบัน

นอกจากจุดหมายในการเรียนการสอนแล้ว หลักสูตรยังกำหนดจุดประสงค์ของสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ผู้เรียนมีทัศนะต่อการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

1. เข้าใจเกี่ยวกับ ภาษา สังคม สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพให้มีความเจริญก้าวหน้า

2. เข้าใจหลักการในงานอาชีพสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิชาชีพไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ทันต่อเทคโนโลยีและความเจริญก้าวหน้าในอาชีพ

3. เพื่อให้เข้าใจหลักการและกระบวนการในการทำงานในกลุ่มพื้นฐานอุตสาหกรรม การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์

4. เพื่อให้ผู้เรียนได้นำหลักการพื้นฐานของวงจรไฟฟ้า มาใช้ในการออกแบบ อ่านแบบ การตรวจซ่อมแก้ไข ตลอดจนการดูแลบำรุงรักษา เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้

5. สามารถปฏิบัติงานช่างไฟฟ้าในสถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ โดยใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานของวงจรไฟฟ้าได้

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาส ให้ชุมชนและท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสภาพชุมชนและท้องถิ่นตามหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร รายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102 จำนวน 3 หน่วยกิจ คาบปฏิบัติการเรียน 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ กำหนด จุดประสงค์รายวิชาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจกฎและทฤษฎี มีทักษะและมีกิจนิสัยในการทำงานพื้นฐานทางไฟฟ้า

มาตรฐานรายวิชา ให้ผู้เรียนดำเนินการประยุกต์การใช้งานในกฎและทฎษฎีทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง และคำอธิบายรายวิชา เป็นโครงสร้างรายละเอียดการจัดการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้าโดย กำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอนการ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้ ประกอบไปด้วยสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับกฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบต่าง ๆ วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า การแปลงวงจร ความต้านทานเดลต้า-สตาร์ ดีเทอร์มิแนนท์ เซลล์ไฟฟ้า กฎของเคอร์ชอฟฟ์ วงจรบริดจ์ เมเคอร์เรนจ์

จากแนวทางการปฏิบัติด้านการจัดการเรียนการสอน ตามจุดประสงค์มาตรฐานและ คำอธิบายรายวิชาวงจรไฟฟ้า สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ศึกษามีความเห็นว่าตามที่ หลักสูตรกำหนดจุดประสงค์ในการเรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเมื่อเรียนจบแล้วสามารถนำเอา หลักการพื้นฐานทางไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้กับงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพและทักษะ ในการทำงานได้เป็นอย่างดี การจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานจริง ดังนั้น ครูผู้สอนควรจะดำเนินการในเรื่องของการเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอน และการวัดผล ประเมินผลการเรียนรู้ ตามสภาพจริง

3. การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดการเรียนการสอน มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับครูผู้สอน และนักเรียน อันที่ก่อให้เกิดองค์ความรู้แก่ผู้ตัวเรียนและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ นักวิชาการได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

สถาบันแห่งชาติ เพื่อปฏิรูปการเรียนรู้ สกศ. ให้ความหมายของการจัดการเรียนการ สอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

1. เน้นกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ รู้จักตนเอง รู้จักการอยู่ร่วมกับ ผู้อื่น รู้จักพึ่งพาอาศัยกัน รู้วิธีศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และศึกษาหาความรู้ร่วมกับผู้อื่น รู้จัก ประเมินตนเองและการประเมินจากผู้อื่น

2. เน้นการปฏิบัติจริงทุกขั้นตอน เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วย การจัดกิจกรรมตามความสนใจ ให้วางแผนการเรียนร่วมกันให้ได้ปฏิบัติจริงให้มากที่สุดเพื่อค้นหา คำตอบและสรุปความรู้ด้วยตนเอง เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้แต่ละคนได้พัฒนาตาม ศักยภาพของตน ฝึกให้ผู้เรียนเป็นทั้งผู้นำและผู้ตามที่ดี และเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมของชีวิตจริง

3. จัดการเรียนการสอนตามสภาพจริงของผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม เริ่มตั้งแต่ใกล้ตัวจนถึง

สังคมโลก และประเมินผลตามสภาพจริงโดยเน้นความสำเร็จของผู้เรียน พิจารณาตัวบ่งชี้ พฤติกรรม คุณลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ร่องรอยการแสวงหาความรู้ ชิ้นงาน องค์ความรู้ที่นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้ผู้สอนต้องปรับตัวบ่งชี้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรด้วย

4. ให้ผู้เรียนทำโครงงานเสนอแนวคิดและขั้นตอน การดำเนินงานพร้อมทั้งให้ได้ปฏิบัติจริง เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

5. การจัดกิจกรรมมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใฝ่รู้ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นกล้าแสดงออก ใช้หลักและเหตุผลในการฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ครูผู้สอนต้องยอมรับการกระทำของผู้เรียน ยกย่องให้กำลังใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนใฝ่รู้ มีนิสัยชอบปฏิบัติและสร้างสรรค์ผลงานอย่างมีความสุข

อรทัย มูลคำ และ คณะ (2543 : 42) ได้ให้ความหมายว่าเป็นการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง สถานการณ์จริงของแต่ละคนไม่เหมือนกัน จะต้องเอาผู้เรียนแต่ละคนเป็นตัวตั้ง ครูจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ กิจกรรมและการทำงานอันนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนครบทุกด้าน ทั้งทางกายและจิตหรืออารมณ์ ทางสังคมและสติปัญญา ซึ่งรวมถึงการพัฒนาทางจิตวิญญาณด้วย ความเป็นมนุษย์อยู่ที่การพัฒนาทางจิตวิญญาณ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 4) ให้ความหมายว่า เป็นวิธีการสำคัญที่สามารถสร้างและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการในยุคโลกาภิวัฒน์ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนในเรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเอง และได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่และนอกจากนั้นยังกำหนดว่า

1. ผู้เรียนมีบทบาทรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน
2. เนื้อหาวิชามีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของตน
3. การเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน
4. สัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้เรียน
5. ครูต้องให้ความสะดวกและเป็นแหล่งความรู้
6. ผู้เรียนมีโอกาสเห็นตนเองในแง่มุมที่ต่างจากเดิม
7. ผู้เรียนต้องพัฒนาการเรียนรู้หลาย ๆ ด้าน

บูรชัย ศิริมหาสาคร (2545 : 80) ให้ความหมายว่า คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ที่ตอบสนองความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้ จนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้หลักการ 3 อย่าง และกระบวนการ 4 ขั้นตอนดังนี้

หลักการ 3 อย่าง คือ

1. การเรียนรู้เริ่มต้นที่ตนเอง
2. การเรียนรู้ควบคู่ไปกับการปฏิบัติ
3. การเรียนรู้ควบคู่ไปกับการสนุกสนาน

กระบวนการ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นประสบการณ์ คือ จัดทำกิจกรรม
2. ขั้นสะท้อนความคิด คือ การสร้างความรู้
3. ขั้นทฤษฎี คือ การสรุปความรู้เป็นความคิดรวบยอด
4. ขั้นนำไปใช้

ชัยฤทธิ์ ศิวาเดช (2544 : 9) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดการเอาตัวคนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนานั้นเอง โดยใช้หลักการสำคัญของการจัดกระบวนการเรียนรู้ คือ

1. การมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้
2. ผู้สอนต้องถือว่าผู้เรียนมีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ทุกสิ่ง
3. กิจกรรมการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับผู้เรียน

สำลี รักสุทธิ (2544 : 2) ให้ความหมายว่า การจัดให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมสร้างสรรค์ กิจกรรมทางการศึกษา ลงมือปฏิบัติจริงครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก คอยช่วยเหลือในคราวจำเป็นเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับความหมายที่ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนั้น ผู้สอนจะต้องวิเคราะห์ประสบการณ์ของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควบคุมตนเองได้ และมีความรับผิดชอบต่อตนเอง การเรียนรู้จะเกิดจากการที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในเรื่องนั้น ๆ ทักษะต่าง ๆ ไม่ได้เกิดจากการท่องจำ แต่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนโดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูผู้สอน (สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ : 2543)

สุคนธ์ สินธนานนท์และคณะ (2545 : 18-20) ได้ให้ความหมายว่า เป็นแนวทางที่จะได้ซึ่งความรู้จากการคิด วิเคราะห์วางแผน ปฏิบัติจริง ปรับปรุงให้เหมาะสมและสร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้ต้องมีหลายลักษณะและหลากหลาย โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ

1. ทุกฝ่ายต้องมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน
2. มุ่งประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน
3. ผู้เรียนได้พัฒนาตามศักยภาพ
4. ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย
5. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

ไชยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 17) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนการสอน ความหมายของการสอนและการเรียนรู้ว่าการจัดการเรียนการสอนคือ กระบวนการสร้างสถานการณ์ อันจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมไปในทางที่พึงประสงค์ ซึ่งพฤติกรรมนี้เรียกว่า การเรียนรู้ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ ผู้เรียนได้รับความคิดรวบยอดและหลักการชัดเจน โดยผู้สอนจะทำหน้าที่แนะแนวทางให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ทั้งนี้โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก

สำหรับการสอนได้ให้ความหมายว่า การทำให้ความรู้และทักษะเกิดสัมฤทธิ์ผลอย่างดีที่สุด เป็นการวัดประสบการณ์ชีวิตให้แก่ผู้เรียน จนทำให้ผู้เรียนการเรียนรู้ เข้าใจจากประสบการณ์ และการเรียนรู้ได้ให้ความหมายว่าการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาตอบสนองพฤติกรรม อันเนื่องมากจากบุคคลได้มีประสบการณ์ ในขณะที่บุคคลนั้นมีสติสัมปชัญญะอันสมบูรณ์ แต่บางครั้งอาจจะเป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัวก็ได้

วีระเดช เชื้อนาม (2543 : 1) ได้อธิบายความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอ้างอิงงานวิจัยของ รศ.ดร.ทัศนา แขมมณี หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงประโยชน์ของผู้เรียนเป็นประการสำคัญ โดยถือว่า การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ไม่ใช่แนวทางหรือวิธีการสอน แต่เป็นหลักหรือแนวคิดในการสอนมากกว่า โดยครูผู้สอนจะต้องแสวงหาแนวทางและวิธีการที่ชัดเจนมาใช้ในการเรียนการสอน เช่น เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม เป็นการสอนให้ผู้เรียนได้กระทำ ให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และ
แก้ปัญหาได้ เป็นการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง หรือให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลาย โดยหลักการแล้ว แนวคิดนี้มาจากแนวคิดทางการศึกษาของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ซึ่งเป็นต้นคิดในเรื่องของ “การเรียนรู้โดยการกระทำ” หรือ “Learning by Doing” (Dewey. 1963) การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจัดกระทำนี้ นับว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทในการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการเป็น “ผู้รับ” มาเป็น “ผู้เรียน” และเปลี่ยนบทบาทของครูจาก “ผู้สอน” หรือ “ผู้ถ่ายทอดข้อมูลความรู้” มาเป็น “ผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้” ให้ผู้เรียน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบทบาทนี้ เท่ากับการเป็นการเปลี่ยนจุดเน้นของการเรียนรู้ว่าอยู่ที่
ผู้เรียนมากกว่าอยู่ที่ผู้สอน ดังนั้นผู้เรียนจึงกลายเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน เพราะบทบาทในการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ

หลังจากแนวคิดดังกล่าวเกิดขึ้น ต่อมาได้มีนักวิชาการได้พัฒนาแนวคิดใหม่ๆ ขึ้นจำนวนมาก ซึ่งล้วนแต่สนับสนุนแนวคิดของดิวอี้ ทั้งสิ้นแนวคิดใหม่ ๆ เหล่านี้ต่างช่วยส่งเสริมแนวคิดหลักของดิวอี้ ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงเป็นรูปธรรม ชัดเจนยิ่งขึ้น และหลากหลายยิ่งขึ้น และได้ผลมากยิ่งขึ้น

การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : โมเดลซิปปา (CIPPA MODEL) ได้ให้ความหมายของให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง หมายถึง การให้ผู้เรียนเป็นจุดสนใจ (Center of affention) หรือเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ โดยดูการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ หากผู้เรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นมา ผู้เรียนก็จะมีบทบาทในการเรียนรู้มาก และเกิดการเรียนรู้ที่ดีตามมา

แม้ว่าแนวคิดจะชัดเจนขึ้นว่าหากครูต้องการจัดการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูจะต้องให้โอกาสผู้เรียนให้มีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้นั้นมาก ๆ คำว่า “การมีส่วนร่วม”

หมายถึง การมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น ตื่นตัว ตื่นใจ หรือมีความจดจ่อ ผูกพันกับสิ่งที่ทำ ไม่ใช่ทำไปให้เสร็จภาระกิจเท่านั้น ดังนั้นการที่ครูจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมนั้น กิจกรรมนั้นจะต้องมีลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่าง “active” คือช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกมีความกระตือรือร้นตื่นตัว มีความจดจ่อผูกพันกับสิ่งที่ทำ

การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น ไม่ว่าจะนำวิธีการไปใช้กับการเรียนการสอนรายวิชาใด ๆ ตามที่นักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษามีความเห็นว่า การจัดการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมมากๆ โดยไม่ได้คิดว่ากิจกรรมนั้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้ดีเพียงใด และกิจกรรมนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนไม่ได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากน้อยเพียงใด เพื่อให้ครูมีแนวทางในการออกแบบ กิจกรรมการเรียนรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างผูกพัน จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ จึงกำหนดการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีที่ควรช่วยให้ผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมด้านร่างกาย คือ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเคลื่อนไหวร่างกาย เพื่อช่วยให้ประสาท การรับรู้ของผู้เรียนตื่นตัว พร้อมที่จะรับข้อมูล และการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น การรับรู้เป็นปัจจัยสำคัญในการรับรู้ หากผู้เรียนมีความพร้อมในการรับรู้ แม้จะมีการให้ความรู้ที่ดีๆ ผู้เรียนก็ไม่สามารถรับได้ ซึ่งจะเห็นจากเหตุการณ์ที่พบเสมอๆ คือ หากผู้เรียนต้องนั่งนาน ๆ ไม่ช้าผู้เรียนอาจหลับหรือคิดไปเรื่องอื่น ๆ ได้ การเคลื่อนไหวทางด้านร่างกาย มีส่วนช่วยให้ประสาทการรับรู้ ตื่นตัวพร้อมที่จะรับการเรียนรู้ สิ่งต่างๆ ได้ดี ดังนั้นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียน จึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เคลื่อนไหว ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เป็นระยะ ๆ ตามความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรช่วยผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมทางสติปัญญา คือ กิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเคลื่อนไหวทางสติปัญญาเป็นกิจกรรมที่ท้าทายความคิดของผู้เรียน สามารถกระตุ้นสมองของผู้เรียนเกิดการเคลื่อนไหวช่วยให้ผู้เรียนเกิดความจดจ่อในการคิด สนุกที่จะคิดซึ่งกิจกรรมจะมีลักษณะเป็นเรื่องที่ให้ผู้เรียนได้คิด โดยเรื่องนั้นจะต้องไม่ง่ายไม่ยากเกินไปสำหรับผู้เรียน เพราะถ้าง่ายเกินไปผู้เรียนก็ไม่จำเป็นต้องใช้ความคิด แต่ถ้ายากเกินไปผู้เรียนก็จะเกิดความท้อถอยที่จะคิด ดังนั้นครูต้องหาประเด็นการคิดที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด ลงมือทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี ควรช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางสังคมคือเป็นรูปธรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคลหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัว การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านสังคม ซึ่งจะส่งผลถึงการเรียนรู้ด้านอื่นๆ ด้วย ดังนั้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักสิ่งแวดล้อมรอบตัวด้วย

4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี ควรช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางอารมณ์ คือ เป็นกิจกรรมที่ส่งผลทางอารมณ์ความรู้สึกของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้เกิดความหมายต่อตนเอง กิจกรรมที่

ส่งผลต่อความรู้สึกของผู้เรียนนั้นมักจะเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ประสบการณ์และความเป็นจริงของผู้เรียนจะต้องเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน โดยตรงหรือใกล้ตัวผู้เรียน

จากความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งนักวิชาการได้กล่าวมาแล้ว ผู้ศึกษาคิดว่าการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการศึกษา การจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ตาม**มาตราที่ 22** กล่าวว่าการจัดการศึกษาจะต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และ **มาตราที่ 24** กล่าวว่า

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกการปฏิบัติให้กระทำได้คิดเป็นทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ถือว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมีส่วนกระทำ ลงสู่ภาคปฏิบัติให้มากที่สุดจนทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์จริงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้จริง

3.2 ปรัชญาการศึกษาที่เป็นพื้นฐาน สำคัญในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

(ไพฑูรย์ สินวารัตน์ 2542 : 85 – 87 ; อ้างอิงจาก สมาน อัศวภูมิ 2539 : 1 - 5) ได้เสนอปรัชญาการศึกษาไว้ 4 สาขา คือ

3.2.1 ปรัชญาพิพัฒนนิยม

3.2.2 ปรัชญาปฏิรูปนิยม

3.2.3 ปรัชญาอัตถิภาวะนิยม

3.3.4 ปรัชญาการศึกษาแนวพุทธศาสตร์

ปรัชญาการศึกษา 4 สาขา ปัจจุบันปรัชญาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนและสอดคล้องกับจัดการศึกษาของไทยมากที่สุดคือ ปรัชญาพิพัฒนนิยม และปรัชญาปฏิรูปนิยม ดังรายละเอียดดังนี้

ปรัชญาพิพัฒนนิยม เป็นปรัชญาในการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ยึดติดกับเนื้อหาตายตัว โดยคำนึงถึงการจัดการศึกษากับแนวคิดใหม่ ๆ ประสบการณ์ของผู้เรียนการเปลี่ยนแปลงของสังคม มีการพัฒนาผู้เรียนทุก ๆ ด้าน ไม่เฉพาะสติปัญญาเท่านั้น โดยคำนึงถึงผู้เรียนจะต้องไปอยู่ในสังคมที่มีความเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างมีความสุข

ปรับตัวได้อย่างดี กระบวนการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญพอ ๆ กับเนื้อหา ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจะประกอบด้วย

1. จุดมุ่งหมายของการศึกษา กำหนดว่าจะต้องมีการจัดการเรียนการสอนทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม อาชีพและสติปัญญาควบคู่กันไป สิ่งที่เรียนรู้จะต้องสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและสังคมของผู้เรียนให้มากที่สุด

2. องค์ประกอบของการศึกษา แนวทางในการจัดเรียนการสอนจะต้องประกอบด้วย

2.1 หลักสูตร จะต้องเน้นประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับสังคมและผู้เรียนจะต้องมีส่วนโดยตรงในประสบการณ์นั้น ๆ หรือที่เรียกว่า เป็นหลักสูตร " โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ " เนื้อหาเป็นส่วนประกอบของหลักสูตร ความสำคัญในแง่ของวิธีการจัดการเรียนการสอน คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ครู จะต้องมีการเตรียมการแนะนำและการให้คำปรึกษาเป็นหลักสำคัญ เป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เข้าใจและเห็นจริงด้วยตนเอง

1.3 ผู้เรียน จะเรียนรู้ด้วยตนเองหาประสบการณ์ได้ด้วยตนเองลงมือทำด้วยตนเอง ตัดสินใจด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมที่จะเลือกเนื้อหาและกิจกรรมที่ตนสนใจตามความถนัดและความสามารถ

3. กระบวนการศึกษา ในกระบวนการศึกษาจะต้องประกอบไปด้วย

3.1 กระบวนการเรียนการสอน ผู้เรียนควรมีบทบาทด้วยตนเองมากที่สุด การเรียนการสอนเรื่องของการกระทำมากกว่ารู้ ครูจะต้องจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้รู้จักที่จะแก้ปัญหาของตนเองของสังคม ดังนี้

3.1.1 การจัดการเรียนการสอน เน้นความสนใจ ความถนัด และการสอนต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผน

3.1.2 ผู้เรียน ต้องได้รับประสบการณ์ตรงในเรื่องที่ศึกษา ได้รับประสบการณ์ที่น่าสนใจ ได้รับความช่วยเหลือ และได้รู้จักการวางโครงการได้อย่างเหมาะสม

3.1.3 ผู้สอนจะต้องจัดสิ่งแวดล้อมให้แก่ผู้เรียนตามความต้องการ และส่งเสริมประชาธิปไตย และร่วมมือในการจัดการเรียนการสอน

3.1.4 การจัดการเรียนการสอน จะต้องเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องตลอดเวลา

3.2 กระบวนการบริหารจะต้องมีการร่วมมือกันที่ประกอบด้วยบุคคลหลายๆ ฝ่าย ร่วมกันปรึกษาวางนโยบายและตัดสินปัญหาต่าง ๆ ในการจัดการเรียนการสอน

3.3 บทบาทของโรงเรียนต่อชุมชนตามความคิดของ "ดิวอี้" ว่าจะต้องใช้วิธีการปฏิรูปสังคมแต่จะปฏิรูปอย่างไร สถานศึกษาจะต้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับสังคม เมื่อสถานศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของสังคม สถานศึกษาก็จะมีโอกาสสร้างผู้เรียนในลักษณะใหม่ ที่มีสติปัญญามีความพร้อมมีความรู้จักและเข้าใจสังคมดี เพื่อพัฒนาสังคมได้

ปรัชญาปฏิรูปนิยม จุดมุ่งหมายหลักการศึกษาในแนวนี้ คือ การศึกษาจะต้องเป็นไปเพื่อ

การปรับปรุงพัฒนา และสร้างสรรค์สังคมใหม่ที่ดีและเหมาะสมกว่าเดิม โดยการศึกษาจะสามารถช่วยแก้ปัญหาสังคม ช่วยสร้างระเบียบใหม่ และจะต้องเน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของคนเท่า ๆ กับเห็นความสำคัญของตนเอง ซึ่งประกอบด้วย

1. จุดมุ่งหมายของการศึกษา จะต้องเป็นไปเพื่อการปรับปรุงพัฒนาสร้างสรรค์สังคมใหม่ที่ดีและเหมาะสมกว่าเดิม

2. องค์ประกอบของการศึกษา แนวทางในการจัดการเรียนการสอนจะต้องประกอบด้วย

2.1 หลักสูตร จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับประสบการณ์และปัญหาสังคม นำมาสัมพันธ์กับสภาพของสังคมที่คาดไว้ในอนาคต

2.2 ครู จะต้องเป็นผู้นำทางการศึกษา เป็นนักแก้ปัญหา เป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และจะต้องมีความเป็นประชาธิปไตย โดยปล่อยให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ

2.3 ผู้เรียนจะต้องเห็นต่อประโยชน์ของสังคมเป็นเกณฑ์จะได้รับการปลูกฝังให้ตระหนักในคุณค่าของสังคม ผู้เรียนจะต้องทำงานร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาของสังคมในอนาคต

3. กระบวนการศึกษา ในกระบวนการศึกษาจะประกอบด้วย

3.1 กระบวนการเรียนการสอน เป็นการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำด้วยตนเอง การจัดการเรียนการสอนจะมีบรรยากาศที่เป็นอิสระ มีการแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะปัญหาสังคม กระบวนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ

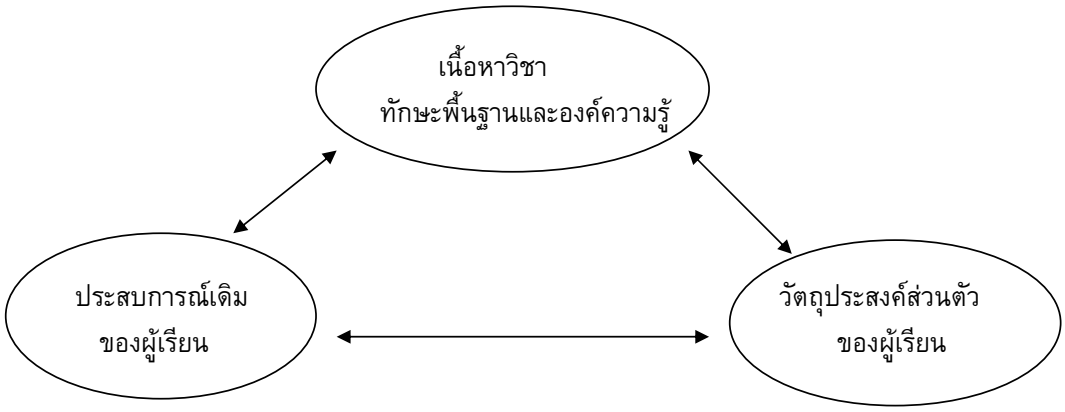
3.3 บทบาทของโรงเรียนจะต้องเป็นผู้นำ ในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคมใหม่ ฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนจัดกิจกรรมและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผู้เรียนพร้อมที่จะร่วมวางแผนให้กับสังคมใหม่

จากปรัชญาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานปรัชญาการศึกษา ซึ่งนักวิชาการได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษาคิดว่าการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จะต้องคำนึงความรู้ใหม่ ๆ ประสบการณ์ของผู้เรียน การเปลี่ยนแปลงของสังคม ยิ่งในสภาพปัจจุบันของการศึกษาไทย มีการเปลี่ยนแปลงด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีตลอดจนระบบสารสนเทศต่าง ๆ ตามปรัชญาการศึกษา ทั้ง 2 สาขา ดังกล่าว จะสอดคล้องกับการจัดการศึกษาของไทยมากที่สุด คือ ผู้เรียนได้พัฒนาทุกด้านไม่เฉพาะสติปัญญาเท่านั้น ซึ่งถือว่าต่อไปผู้เรียนต้องไปอยู่ในสังคมที่มีความเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างมีความสุขปรับตัวได้อย่างดี กระบวนการจัดการเรียนการสอนจะต้องจัดให้มีความสำคัญของเนื้อหาในเรื่องของปัจจุบัน มีความสำคัญมาก เพื่อให้ผู้เรียนจะได้รู้จักกับการแก้ปัญหาต่อไป

3.3 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

แนวคิดการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ สำเริง บุญเรือนรัตน์ (2541 : 55) มีแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเป็นทฤษฎีว่า

ความรู้ไม่สามารถแยกจากความอยากรู้ ความรู้ได้มาจากากรสร้างเพื่ออธิบาย แนวคิดดังกล่าว เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเป็นภาระที่ประสบการณ์ใหม่ ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่อยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ การจัดการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องพยายามช่วยผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมและวัตถุประสงค์ของผู้เรียนจึงจะทำให้เกิดความรู้ แสดงดังภาพ



ภาพประกอบ 1 แสดงกระบวนการเรียนรู้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาและประสบการณ์
ที่มา : สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2541). *พื้นฐานปรัชญาการศึกษาเล่ม 1*.

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (กรมสามัญศึกษา. 2540 **:** 12-15) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาจะต้องมุ่งสร้างสรรค์สังคมให้มีลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาประเทศชาติ โดยรวม และมุ่งสร้าง “คน” หรือ “ผู้เรียน” ซึ่งเป็นผลผลิตโดยตรง ให้มีคุณลักษณะมีศักยภาพและความสามารถที่จะพัฒนาตนเอง และสังคมไปสู่ความสำเร็จได้ วิธีการสำคัญที่สามารถสร้างและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะต่าง ๆ โดยมีหลักการดังนี้

1. ผู้เรียนมีบทบาทรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง เรียนรู้บทบาทของครู คือ ผู้สนับสนุนและเป็นแหล่งเรียนรู้และจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ เลือก และวางแผนสิ่งที่ตนอยากจะเรียน
2. เนื้อหาต้องมีความสำคัญ และมีความหมายต่อการเรียนรู้การออกแบบกิจกรรมจะต้องประกอบด้วย เนื้อหาวิชา ประสบการณ์เดิมและความต้องการของผู้เรียน
3. การเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จ หากผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน
4 สัมพันธ์ภาพที่ดีระหว่างผู้เรียน จะช่วยส่งเสริมความเจริญงอกงาม การพัฒนาความคิดและแลกเปลี่ยน การเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

5 ครู คือ ผู้อำนวยความสะดวกและเป็นแหล่งความรู้ โดยครูจะต้องมีความสามารถ ที่จะค้นพบความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียน เป็นแหล่งความรู้ที่ทรงคุณค่าของผู้เรียน ครูจะต้องให้ทุกสิ่งทุกอย่างแก่ผู้เรียน

6 ผู้เรียนมีโอกาสเห็นตนเองแง่มุมที่แตกต่างจากเดิม ผู้เรียนจะมีความมั่นใจในตนเองและควบคุมตนเองได้มากขึ้น

7 การศึกษา เป็นการพัฒนาประสบการณ์ การเรียนรู้ของผู้เรียนหลาย ๆ ด้านพร้อมกันไป เช่น ด้านความคิด ด้านการปฏิบัติ ด้านอารมณ์ เป็นต้น

สุรางค์ โควัตระกูล (2536 : 270) ให้แนวคิดหลักการและวิธีการสอนในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย

1. นักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นความสำคัญของการให้นักเรียนผู้กระทำและมีส่วนร่วมในกิจกรรม และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาซึ่งการเรียนรู้มาพัฒนาตนเองตามศักยภาพ

2. บรรยากาศของห้องเรียนจะต้องอบอุ่น ความสัมพันธ์ระหว่างครู ผู้เรียน และระหว่างผู้เรียน – ผู้เรียน เป็นไปด้วยดี มีความรักและวางใจซึ่งกันและกัน

3. เน้นความสำคัญของกระบวนการของการเรียนรู้

4. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เกิดการอยากรู้อยากเห็น

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินผลได้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้ นักจิตวิทยาคนสำคัญที่มีบทบาทในการจัดการศึกษาได้ให้แนวคิดในการจัดการศึกษาไว้หลายแนวทาง

ไดร์คูล มาร์ซี.พี. (Driacoll,marcy P.1994 : 95) เสนอแนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางว่าผู้เรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้รับการเรียนการสอนที่ผู้อื่นออกแบบให้เท่านั้น แต่พวกเขาจะต้องเข้าร่วมอย่างกระตือรือร้นในการกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียน และวิธีการที่จะทำให้ความต้องการเหล่านั้นสัมฤทธิผลด้วย

แลงค์. แมคบาธ และ เฮบเบิร์ท. (Lang. Macbath & Hebert.1995 : 148) ได้เสนอหลักในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางว่า เป็นแนวทางที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาครบถ้วน ด้วยวิธีการของแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกันไปเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

มาสโลว์ เสนอความคิดว่า “Third Fores Psychology” หมายถึง “ถ้าให้อิสระภาพแก่เด็ก เด็กจะเลือกสิ่งที่ดีที่สุด สำหรับตนเอง พ่อ แม่ และครูควรได้รับการกระตุ้นให้มีความไว้วางใจในตัวเด็ก ควรเปิดโอกาสและช่วยให้เด็กได้เจริญเติบโตต่อไป มิใช่ใช้วิธีควบคุมและจัดการชีวิตของเด็กทั้งหมด หรือเข้าไปยุ่งเกี่ยวและพยายามปรับพฤติกรรมให้เป็นไปตามที่ผู้ใหญ่ต้องการ

อาเธอร์ นักจิตวิทยา มีความเชื่อว่าการที่บุคคลจะรับรู้เกี่ยวกับตนเอง เป็นสิ่งสำคัญซึ่งนำไปสู่หลักการสำคัญในการจัดการเรียนการสอน คือ การช่วยให้เด็กพัฒนาความรู้สึกนึกคิด

เกี่ยวกับตนเองในทางบวก ได้ให้แนวคิดทางในการปฏิบัติการจัดการเรียนการสอน คือช่วยให้เด็กได้พัฒนา

ความรู้สึกนึกคิด เกี่ยวกับตนเองในทางบวก เขาได้ให้ข้อคิดในการจัดการเรียนการสอนว่า “งานของครูนั้น มิใช่เป็นเพียงการตั้งข้อกำหนด การปั้นเด็ก การขู่บังคับ การเยินยอหรือการช่วยเหลือเด็กแต่งานของครูควรเป็นไปในลักษณะผู้อำนวยความสะดวก ให้กับเด็กกระตุ้นให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ เป็นผู้ร่วมคิดและเป็นเพื่อนกับเด็ก” จากแนวความเชื่อ Combs เห็นว่าครูควรมีลักษณะสำคัญ 6 ประการ ดังนี้

1. เป็นผู้มีความรู้ดี มีความเข้าใจต่อความรู้สึกของ
2. นักเรียนและเพื่อนร่วมงาน
3. มีศรัทธาและเชื่อว่าเด็กทุกคนมีความสามารถที่จะเรียน
4. เป็นผู้ที่มีความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเองในทางบวก ซึ่งจะนำไปสู่ความรู้สึกนึกคิดในทางบวกให้กับผู้อื่นด้วย
5. มีความเชื่อว่าสามารถช่วยเหลือเด็กทุกคนให้ทำดีที่สุดเท่าที่เขาทำได้
6. รู้จักที่จะนำแนวคิดจากหลาย ๆ ทฤษฎีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

Carl R.Rogers. นักจิตบำบัด เจ้าของทฤษฎีให้คำปรึกษาแบบ “ Client- centered ” ได้นำหลักการ c fient-centered มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน จึงได้เสนอการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และได้กล่าวถึงครูในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

“ครูจะต้องเป็นผู้มีความเชื่อ มีศรัทธาในความเป็นคนของคนการที่เชื่อและไว้วางใจในความสามารถของบุคคล จะช่วยให้บุคคลนั้น ๆ พัฒนาศักยภาพของตนเอง ดังนั้น ควรเปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกวิธีการที่จะเรียนเอง นอกจากนั้นครูจะต้องมีลักษณะจริงใจ เป็นคนตรง ไม่เสแสร้งในการสร้างสัมพันธ์ภาพจะต้องเป็นตัวของตัวเองอย่างแท้จริง บางครั้งครูอาจจะโกรธ ไม่พอใจก็สามารถแสดงได้มิใช่เสแสร้งปกปิดความรู้สึกนั้นไว้ ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ครูจะต้องพยายาม สื่อให้เด็กได้รับทราบถึงความรู้สึกนึกคิดที่ดีที่ครูมีต่อตัวเด็กให้ได้ นอกจากครูจะต้องให้เกียรตินักเรียนทั้งในแง่ของความรู้สึกและความคิดเห็น สิ่งสำคัญสำหรับเจตคติของการเป็นครูคือ ความสามารถที่จะเข้าใจปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากภายในตัวเด็กตลอดจนการที่ตระหนักถึงกระบวนการของการศึกษาอันพึงมีต่อเด็ก

นักการศึกษาไทยที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษาได้ให้แนวคิดและทัศนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนี้ (กรมสามัญศึกษา 2540 : 19-20)

สงบ ลักษณะ กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่ควรจะเป็นไปได้ว่าควรเป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับการยอมรับนับถือได้เรียนด้วยวิธีที่เหมาะสมกับความสามารถ ได้เรียนสิ่งที่สนใจ ต้องการ หรือมีประโยชน์ได้ปฏิบัติตามกระบวนการเพื่อการเรียนรู้ได้รับการเอาใจใส่ประเมินและช่วยเหลือเป็นรายบุคคล และได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพและสำเร็จตามอัตภาพ

โกวิท วรพิพัฒน์ กล่าวว่า การเรียนการสอนที่พึงประสงค์ หมายถึง กระบวนการพัฒนาให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

โกวิท ประวางพฤกษ์ อธิบายไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตร หมายถึง กระบวนการใด ๆ ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการ เช่น กระบวนการกลุ่มทักษะกระบวนการ 9 ขั้น กระบวนการสร้างความตระหนัก กระบวนการสร้างเจตคติ ฯลฯ

อัจฉรา วงศ์โสธร กล่าวว่า การเรียนที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนการสอนนั้น ครูผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการเรียนรู้ ช่วยเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้โดยการเตรียมการด้านเนื้อหา วัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียน ตลอดจนเป็นผู้คอยสอดคล้อง สำรวจในขณะผู้เรียนฝึก และให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปรับปรุงตนเองและเกิดพัฒนาการขึ้น

ทัศนา แขมมณี ได้เสนอหลักในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีคุณสมบัติดังนี้

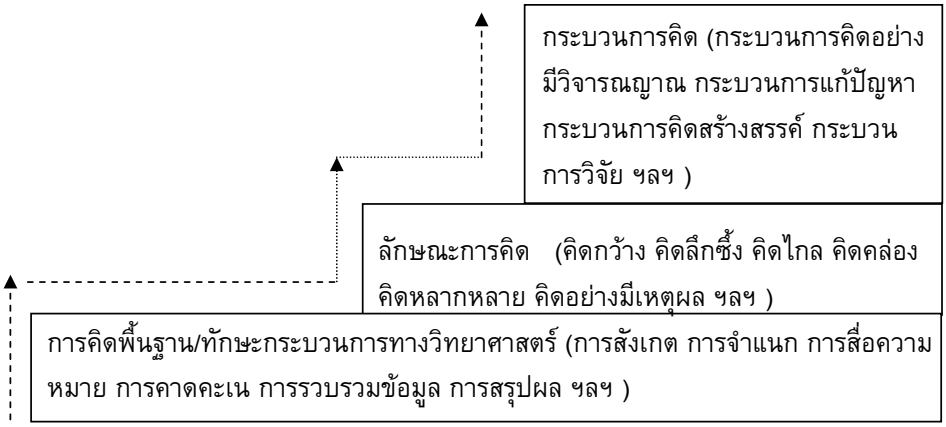
1. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนในกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง ความรู้ด้วยตนเอง ทำความเข้าใจ สร้างความหมายของสาระข้อความรู้ให้แก่ตนเองค้นพบข้อความรู้ด้วยตนเอง
2. ช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันและได้เรียนรู้จากกันและกันได้แลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ ความคิดและประสบการณ์แก่กันและกันให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. ช่วยให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียน “กระบวนการ” ควบคู่ไปกับ “ผลงาน”

จากแนวความคิดของนักวิชาการและนักจิตวิทยา เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้อธิบายมาแล้วผู้ศึกษาคิดว่า การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอน ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นสร้างและสรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

แนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และฝึกฝนให้ใช้กระบวนการอย่างชำนาญ มีทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่ม ไสว ฟักขาว (2544 : 16-17) ดังนี้

1. กระบวนการคิด คิด การติดตั้งแต่พื้นฐาน ลักษณะการคิดจนถึงกระบวนการคิด
2. กระบวนการกลุ่ม เป็นแนวทางให้ผู้เรียนใช้กลุ่ม เพื่อร่วมกันสร้างความรู้ โดยประสานความร่วมมือ ประสานความคิด ทำงานร่วมกันจนสามารถบรรลุเป้าหมาย แสดงดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 แสดงกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในการเรียนรู้
ที่มา : ไสว ฟักขาว. (2544). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ.*

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (กรมสามัญศึกษา. 2540 : 15-19) ได้เสนอเป็นทฤษฎีที่เป็นแนวคิดสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้แนวใหม่ โดยใช้มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน คือ

1.1 การเรียนรู้แบบกระบวนการของการสร้างความรู้ มิใช่การซึมซับหรือการบันทึก

1.2 การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่

1.3 สถานการณ์เป็นสิ่งสำคัญของการสร้างความรู้โดยเกิดจากผู้เรียนดังนี้

1.3.1 ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับทุกสิ่งที่อยู่แวดล้อมตัวเขา จะพยายามค้นหาเพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ โดยการสร้างแบบจำลอง หรือสัญลักษณ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็น

1.3.2 ผู้เรียนทุกคนจะสร้างหรือร่วมสร้างสิ่งที่มีความหมายด้วยตนเอง

1.3.3 ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตน ครูเป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

1.3.4 ผู้เรียนจะสร้างสิ่งที่มีความหมายแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพ มีสาระดังนี้

2.1 การเรียนรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพมนุษย์ เพื่อการเพิ่มพูนปัญญา ถือว่าเป็นการสร้างแนวความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และยกระดับให้สูงขึ้น

2.2 ปัญญาเกิดจากความรู้พื้นฐานและการลงมือปฏิบัติ การปฏิบัติต้องมีการฝึกทักษะโดยผู้ฝึกจะต้องมีทัศนคติที่ถูกต้องในเรื่องที่ฝึก

2.3 การพัฒนาปัญญาเป็นกระบวนการย้อนกลับไปกลับมาระดับความสามารถของแต่แต่ละจุดจะเพิ่มพูนความชำนาญให้มากขึ้น

ซึ่งทั้ง 2 ทฤษฎีจะเน้นความเข้าใจองค์ประกอบแต่ละอย่างโดยใช้หลักการว่ามนุษย์คือผู้มีศักยภาพในการเรียนรู้ ต้องเป็นผู้ฝึกได้และต้องได้รับการฝึก ด้วยเหตุที่ว่ามนุษย์มีความสามารถหลากหลาย

สมาน อัศวภูมิ (2539 : 12-13) อธิบายหลักในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นที่ผู้เรียนดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้ทั้งมวลควรมีความหมายกับผู้เรียนนั้น คือ กิจกรรมทางการศึกษาต่าง ๆ จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นบทด้วยตนเอง และสิ่งนั้นจะมีความหมายกับตนเอง

2. การเรียนรู้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาเฉพาะบุคคล และสามารถใช้สิ่งที่เขาเรียนรู้ให้เป็นประโยชน์ได้นั้นคือการเรียนรู้ด้วยการกระทำ

3. การเรียนรู้ที่ดีต้องสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางนั้นคือสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้

4. การเรียนรู้ควรตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

6. การจัดการเรียนการสอน ควรเป็นแบบบูรณาการและการพัฒนาการในตัวผู้เรียนอย่างสมบูรณ์ โดยการจัดสภาพแวดล้อม และการเรียนการสอนควรเป็นไปเพื่อการจูงใจ และมีการสร้างวินัยให้แก่ตนเอง เพื่อนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

7. ผลสำเร็จในการจัดการศึกษาดูได้จากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

สำลี รักสุทธิ (2544 : 14) ได้อธิบายหลักและทฤษฎีในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมสร้างสรรค์ กิจกรรมทางการศึกษาลงมือปฏิบัติจริง ดังต่อไปนี้

1. หลักการมีส่วนร่วม โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเริ่มตั้งแต่การวางแผน การเตรียมการ การค้นข้อมูล การจัดการ ตลอดจนการประเมินผล

2. หลักการประชาธิปไตย โดยผู้สอนต้องเห็นความสำคัญของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3. หลักกระบวนการเรียนที่มีความสุข โดยการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนอย่างมีชีวิตชีวา มีความสุข สนุกสนานกับการเรียน

4. หลักการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทุกกระบวนการเรียนรู้จะต้องให้ผู้เรียนรู้สึกว่ามีความหมายมีคุณค่าต่อชีวิต สามารถนำไปใช้ดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข

5. หลักการสร้างองค์ความรู้เอง ต้องสร้างความรู้สึกให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ความรู้ต่าง ๆ จะเกิดขึ้นได้ต้องกระทำเอง ปฏิบัติเอง

หน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา (2540) กำหนดว่าการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วยหลักการเรียนรู้พื้นฐาน คือ การเรียนรู้เชิง

ประสบการณ์และกระบวนการกลุ่ม ซึ่งการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการสร้างความรู้จากประสบการณ์เดิม โดยมีลักษณะที่สำคัญ

1. การเรียนรู้ที่อาศัยประสบการณ์ของผู้เรียน
2. ก่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่ท้าทายและต่อเนื่องเป็นการเรียนรู้เชิงรุกคือ ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมตลอด
3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน
4. มีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ก่อให้เกิดการขยายตัวของเครือข่าย ความรู้ที่ทุกคนมีอยู่ออกไปอย่างกว้างขวาง
5. เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการสื่อสารทุกรูปแบบ

และนอกจากนั้น สุคนธ์ สินธพานนท์และคณะ (2545 : 31) ยังได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ซึ่งสอดคล้องกับกรมสามัญศึกษาจะประกอบไปด้วย

1. ประสบการณ์ ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำประสบการณ์เดิมออกมาใช้ในการเรียนการสอน
2. การสะท้อนความคิดและอภิปราย โดยผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของตนเองแลกเปลี่ยนกับกลุ่ม โดยผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดประเด็นวิเคราะห์ วิจารณ์
3. ความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด เป็นการสร้างความเข้าใจและนำไปสู่ความคิดรวบยอด
4. การทดลองหรือประยุกต์แนวคิด โดยผู้เรียนเอาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ ใช้ในลักษณะหรือสถานการณ์ต่าง ๆ จนเกิดเป็นแนวปฏิบัติของผู้เรียนเอง

จากทฤษฎีของนักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญได้อธิบายมาแล้วตามทฤษฎีและแนวปฏิบัติผู้ศึกษาคิดว่า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เป็นหัวใจสำคัญทางการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษาที่เป็นแนวทางเพื่อสู่การนำไปปฏิบัติ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอน ในสังคมข้อมูลข่าวสารนั้น ต้องมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการอันหลากหลายและเกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ เพราะผู้เรียนจำเป็นต้องแสวงหาความรู้และเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
บนพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนที่ว่าเรียนรู้อย่างมีความสุข เรียนรู้แบบมีส่วนร่วมคิด ร่วมทำและเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิดสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

3.5 หลักการจัดกิจกรรม การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพคือ การจัดการเรียนการสอนที่สามารถจัดกิจ-กรรมทางการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการบูรณาการความรู้ และทักษะใหม่ ๆ ให้เป็นส่วนหนึ่งของตัวเขา โดยให้เขาเป็นคนเก่ง และคนดีมีคุณธรรม จริยธรรม สามารถนำสิ่งที่

เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และประกอบอาชีพสุจริต ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข และบำเพ็ญประโยชน์ต่อสังคมตลอดจนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ทัศนา แขมมณี. (2542. : 26) ได้ให้หลักการการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการคิดกลั่นกรองโดยผู้เรียนเอง ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจและจำในสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ อย่างไรก็ตามผู้เรียนจะเกิดความรู้ความเข้าใจ หรือทักษะจากกิจกรรมดังกล่าว สามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้จำเป็นต้องมีการฝึกฝน นำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย หากผู้เรียน ได้มีโอกาสฝึกฝน การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้มาก ๆ ความมั่นใจ และความชำนาญในการที่จะนำความรู้นั้นไปใช้ ก็จะเกิดการเรียนรู้ขึ้น และนอกจากนั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้จะต้องมีการฝึกฝนหรือเพิ่มเรื่องของการประยุดก์ใช้ ซึ่งผู้ศึกษาก็ได้กำหนดแนวทางการทดลองและปฏิบัติลงในกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดดังกล่าวจะสอดคล้องกับชื่อที่ว่า CIPPA

C ย่อมาจาก Construct คือ การสร้างความรู้ตามแนวคิดของ Constructivism คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียน มีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสได้สร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสติปัญญา

I ย่อมาจาก Interaction คือ การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัว กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับบุคคลและแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นการช่วยผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสังคม

P ย่อมาจาก Philosophical Particpation คือการเรียนรู้มีโอกาสได้เคลื่อนไหวร่างกายโดยการทำกิจกรรมในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางร่างกาย

P ย่อมาจาก Process Learning คือการเรียนรู้กระบวนการต่างๆ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการต่างๆ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม กระบวนการพัฒนาตนเอง เป็นต้น การเรียนรู้กระบวนการเป็นสิ่งสำคัญ เช่นเดียวกับการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ การเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการเป็นการช่วยผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสติปัญญาอีกทาง

A ย่อมาจาก Application คือ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียน และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มเติมขึ้นเรื่อย ๆ

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2544. : 85-86) ได้ให้หลักการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน คือ การจัดสภาพการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ การเรียนรู้ตามหลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบสำคัญของการนำหลักสูตรไปใช้ ครูผู้สอนควรต้องคิด กิจกรรมการเรียนการสอนอย่างหลากหลายและเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น

แก้ปัญหาเป็นอย่างแท้จริง ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาเรื่องแนวทางการสอนวิธีต่าง ๆ แล้วนำมาใช้ให้เหมาะสมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ต่อไป โดยมีจุดมุ่งหมายให้ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้สอนจะต้องพิจารณาจุดประสงค์การเรียนรู้นี้ว่า

- จุดประสงค์การเรียนรู้ใดบ้าง ที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
- แต่ละจุดประสงค์จะกำหนดเวลาเรียนเท่าไร
- นำเสนอสิ่งเร้าอะไร และด้วยวิธีการอะไร
- จะเลือกใช้สื่อการสอน ชนิดไหน ในการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง
- แจ้งผลการตอบสนองของผู้เรียนโดยวิธีใด
- จะมีวิธีตรวจสอบผลการเรียนรู้อย่างไร
- ในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนท่านจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

โดยยึดหลัก 5 W + 1 H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไมต้องทำอย่างนั้น (Why) และทำอย่างไร (How)

ใคร (Who) ต้องรู้จักผู้เรียนว่าเป็นใครบ้างมีกี่คน มีพื้นฐานหรือเบื้องหลังอะไรบ้าง

ทำไม (Why) ต้องรู้จักผู้เรียนจะได้จัดกิจกรรมที่เหมาะสมสอดคล้องกับผู้เรียน

อะไร (What) สิ่งที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และฝึกฝนมีอะไรบ้าง

ที่ไหน (Where) กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ทั้งในและนอกสถานศึกษาตรงไหนเรียนรู้ได้บ้าง

เมื่อไร (When) เวลาสอน สอนวันไหน ช่วงเวลาไหน เวลาสอนกี่คาบ

อย่างไร (How) 5 W ได้วิเคราะห์แล้ว

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 91-95) ได้ให้ความหมายของหลักการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน คือ สภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นเพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย หรือจุดประสงค์การเรียนการสอนที่กำหนด การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ จึงเป็นความสามารถและทักษะของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล ซึ่งกำหนดลักษณะของกิจกรรมดังนี้

1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา โดยกิจกรรมนอกจากจะต้องสร้างเสริมพฤติกรรมและทักษะที่มุ่งเน้นทุกด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้แล้ว จะต้องสร้างมโนทัศน์ในสาระการเรียนรู้ที่กำหนดอย่างชัดเจนครบถ้วนและทันสมัย

2. ฝึกกระบวนการที่สำคัญให้กับผู้เรียน ซึ่งกระบวนการในที่นี้หมายถึง ขั้นตอนต่างๆ ให้ผู้เรียนได้แสดงออกหรือปฏิบัติโดยใช้ร่างกาย ความคิด การพูดในการเรียนรู้ และการปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความสามารถในการปฏิบัติเป็นขั้นตอนติดตัวไปใช้ในชีวิตจริง กระบวนการที่ครูนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย

2.1 กระบวนการเรียนรู้ตามหลักจิตวิทยา เช่น กระบวนการความคิดรวบยอด

2.2 กระบวนการของศาสตร์ต่าง ๆ เช่น กระบวนการเรียนตามกระบวนการทางวิชาอาชีพ

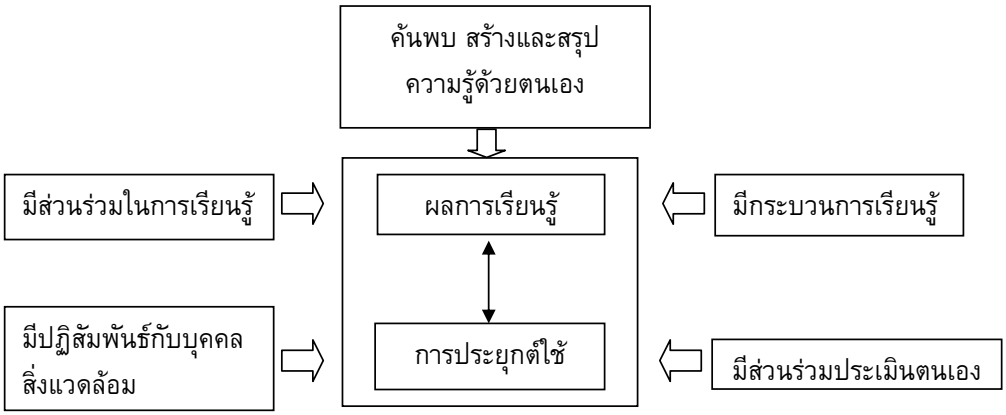
2.3 ทักษะกระบวนการ 9 ขั้น ซึ่งจะพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนในด้านการคิดการแก้ปัญหา

3. เหมาะสมกับธรรมชาติและวัยของผู้เรียน ผู้สอนต้องรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนว่าเป็นอย่างไรจึงจะคัดเลือกกิจกรรมมาใช้ในการเรียนการสอนได้

4. เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในโรงเรียนและชีวิตจริง ผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพของห้องเรียน โรงเรียน ชุมชน โดยพยายามใช้ประโยชน์กับสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มากที่สุด

5. เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด การที่ผู้เรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมและกระตือรือร้นที่จะเรียน

จากประเด็นสำคัญของคุณลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญสามารถเขียนเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ดังนี้



ภาพประกอบที่ 3 แสดงคุณลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียน
ที่มา : วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.*

นวลจันทร์ เชาวกีรติพงษ์ (วารสารวิชาการ. 2542 : 62) ได้อธิบายหลักการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญว่าก่อนทำการสอนผู้สอนต้องคิดออกแบบการจัดกิจกรรมโดยใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

1. มุ่งเน้นการพัฒนารอบด้าน โดยเน้นว่าจะให้ผู้เรียนเรียนรู้อะไร ลักษณะอย่างไร พฤติ-

กรรมเปลี่ยนแปลงอย่างไร เรียนแล้วจะต้องให้ผู้เรียนพัฒนาไปพร้อมๆ กัน ร่างกาย สติปัญญา สังคม อารมณ์ ความคิดและพฤติกรรม

2. มุ่งเน้นกระบวนการกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการอยู่รวมกลุ่ม ทำงานเป็นกลุ่ม
3. มุ่งเน้นการช่วยเหลือตนเองเป็นสำคัญ ตามพุทธภาษิตที่ว่า "อตฺตาหิ อตฺตโนนาโถ"
4. มุ่งเน้นทักษะกระบวนการ จะต้องจัดกิจกรรมให้เกิดภาคปฏิบัติหรือลงมือทำให้มากที่สุดและสามารถตรวจสอบได้อย่างเป็นรูปธรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ถือว่าเป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความสามารถ ความชำนาญ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีขั้นตอน

กรมวิชาการ ได้กำหนดทักษะในกระบวนการการเรียนรู้ 9 ขั้น ที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. ตระหนักในปัญหาและความจำเป็นในการแก้ปัญหาคือ กระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนัก
2. คิดวิเคราะห์วิจารณ์คือ ให้ผู้เรียนช่วยวิเคราะห์หาสาเหตุ ปัญหา
3. สร้างทางเลือกอย่างหลากหลายคือ ให้ผู้เรียนช่วยกันวางแผนคิดวิธีแก้ปัญหา
4. ประเมินและเลือกทางเลือกคือ ให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง
5. กำหนดและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ ให้ผู้เรียนนำวิธีการมากำหนดเป็นข้อ ๆ
6. ปฏิบัติด้วยความชื่นชม ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความเต็มใจ
7. ประเมินระหว่างปฏิบัติคือ ให้ผู้เรียนตรวจสอบผลที่เกิดขึ้น
8. ปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ ให้ผู้เรียนปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดียิ่งขึ้น
9. ประเมินผลรวมเพื่อให้เกิดความภูมิใจ ให้ผู้เรียนตรวจสอบผลงานครั้งสุดท้าย หากพบปัญหา ก็แก้ปัญหานั้นให้สำเร็จ

จากหลักการของนักวิชาการในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้อธิบายและกำหนดแนวทางมาหลายลักษณะด้วยกัน ผู้ศึกษาเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามที่นักวิชาการกล่าวอ้างมาในที่นี้จะมีแนวทางที่สอดคล้องกันในทางเดียวกัน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้ค้นพบและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำความเข้าใจด้วยตนเอง
2. ให้ผู้เรียนได้คิด ได้ทำ ได้แสดงออก เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างผลงาน
3. ให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน เรียนรู้ซึ่งกันและกัน
4. ให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน หรือเป็นกระบวนการ
5. ให้ผู้เรียนมีผลงานจากการปฏิบัติงานด้วยตนเอง
6. ให้ผู้เรียนได้มีการประเมินตนเองและปรับปรุงตนเอง
7. ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้จริงกับชีวิตประจำวัน

3.6 ตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นขอบเขตในการกำหนดระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อเป็นเครื่องตรวจสอบว่าเมื่อไรก็ตามหรือมีการสอนตามตัวบ่งชี้ เมื่อนั้นก็จะเกิดการเรียนรู้ตามตัวบ่งชี้กำหนด วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542 : 7-9) กำหนดตัวบ่งชี้ไว้ 2 ลักษณะดังนี้

1. ตัวบ่งชี้การเรียนของผู้เรียน ประกอบด้วย ฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงสัมพันธ์กับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.2 ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจนค้นพบความถนัดและวิธีการของตนอง

1.3 ผู้เรียนทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่ม

1.4 ผู้เรียนฝึกคิดอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์จินตนาการ ตลอดจนได้แสดงออกอย่างชัดเจนและมีเหตุผล

1.5 ผู้เรียนได้รับการเสริม ให้ค้นหาคำตอบแก้ปัญหาด้วยตนเอง

1.6 ผู้เรียนได้ฝึกค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง

1.7 ผู้เรียนได้เลือกทำกิจกรรมตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจของตนเอง อย่างมีความสุข

1.8 ผู้เรียนฝึกฝนตนเองให้มีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน

1.9 ผู้เรียนฝึกที่จะประเมินปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่น ตลอดจนใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง

2. ตัวบ่งชี้การสอนของครู เป็นแนวิธีการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของครูที่จะปฏิบัติการสอนด้วยเทคนิคและวิธีการสอนแบบต่าง ๆ

2.1 ครูเตรียมการสอนทั้งเนื้อหาและวิธีการ

2.2 ครูจัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่ปลุกเร้า จูงใจและเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2.3 ครูเอาใจใส่นักเรียนเป็นรายบุคคล และแสดงความเมตตาต่อผู้เรียนอย่างทั่วถึง

2.4 ครูจัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้แสดงออกและคิดอย่างสร้างสรรค์

2.5 ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกทำ และฝึกปรับปรุงตนเอง

2.6 ครูส่งเสริมกิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากกลุ่ม พร้อมสังเกตส่วนดีและปรับปรุงส่วนด้อยของผู้เรียน

2.7 ครูใช้สื่อการสอน เพื่อฝึกการคิด การแก้ปัญหาและการค้นพบความรู้

2.8 ครูใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตจริง

2.9 ครูฝึกฝนกิริยามารยาท และวินัยตามวิถีธรรมไทย

2.10 ครูสังเกต และประเมินพัฒนาการของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

จากตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนของนักวิชาการ ได้อธิบายมาแล้ว ผู้ศึกษามีความคิดเห็นว่า ตัวบ่งชี้การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จากการสอนของครู และจากการเรียนของนักเรียน ซึ่งครูผู้สอนจัดแนวทางดังนี้

1. ครูจัดการสอนโดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้เอง
2. ครูใช้กระบวนการคือ กระบวนการคิด และกระบวนการกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง
3. ครูให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
4. ครูมีการวัดและประเมินผล ทั้งทักษะกระบวนการและเนื้อหาสาระซึ่งเป็นการประเมินตามสภาพจริง

จากแนวทางดังกล่าว ผู้ศึกษาใคร่ขอยกตัวอย่างกิจกรรมการเรียนการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยกำหนดตัวบ่งชี้ ระหว่างการสอนของครูกับการเรียนของนักเรียน โดยกำหนดแนวทางกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน และกิจกรรมการเรียนของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นนอกห้องเรียนหรือในห้องเรียนก็ตาม ดังต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยกำหนดกิจกรรมการสอนของครู และกิจกรรมการเรียนของผู้เรียน

การสอนของครู	**การเรียนของนักเรียน**

ครูจัดการสอนโดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้เอง 1. ครูจัดกิจกรรม กระตุ้นความคิด จินตนาการการแสดงออก 2. ครูสร้างสิ่งแวดล้อม และใช้สื่อกระตุ้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. ครูจัดกิจกรรมเน้นการปฏิบัติจริง 4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออก 5. ครูฝึกการถาม-ตอบตรงประเด็น	1. นักเรียนมีโอกาส เปรียบเทียบแยกแยะเชื่อมโยง 2. นักเรียนได้เลือกเรียนตามความถนัดและสนใจ 3. นักเรียนค้นหาคำตอบ ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาทั้งตัวเองและช่วยกันทำ 4. นักเรียนมีประสบการณ์ตรง สัมพันธ์กับธรรมชาติสิ่งแวดล้อม 5. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
ครูใช้กระบวนการคือ กระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง 1. ครูเตรียมการสอนทั้งเนื้อหาและวิธีการ 2. ครูใช้เทคนิคการตั้งคำถามสนทนาอภิปราย 3. ครูสร้างกรณีตัวอย่าง ปัญหาสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัยและกระตุ้นการคิด	1. นักเรียนได้คิด ได้กระทำ แสดงออกเพื่อแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์ 2. นักเรียนมั่นใจกล้าแสดงออก 3. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนและรับฟังผู้อื่น 4. นักเรียนสร้างสรรค์วิธีการของตนเองได้

การสอนของครู	**การเรียนของนักเรียน**

ครูให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง	
1. ครูจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงออก	1. นักเรียนได้คิดลงมือปฏิบัติ สรุปความรู้ด้วยตนเอง
2. ครูใช้รูปแบบการเรียนแบบกระบวนการกลุ่มหรือรูปแบบอื่น ๆ ตามสถานการณ์	2. ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์สมาชิกภายในกลุ่มหรือนอกกลุ่ม
3. ครูจัดการเรียนการสอนนอกสถานที่	3. นักเรียนร่วมกิจกรรมและเรียนรู้จากกลุ่ม
	4. นักเรียนมีส่วนร่วม ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ
	5. นักเรียนเรียนรู้จากแพ้-ชนะเป็นการแข่งขัน
ครูมีการวัดและประเมินผลทั้งทักษะกระบวนการและเนื้อหาสาระซึ่งเป็นการประเมินตามสภาพจริง	
1. ครูประเมินพัฒนาการของนักเรียนโดยรวมและต่อเนื่อง	1. นักเรียนบันทึกและรายงานเหตุการณ์ที่เป็นผลของการปฏิบัติงาน
2. ครูสังเกตรูปแบบและวิธีการแสดงออกของนักเรียน	2. นักเรียนทำแฟ้มสะสมงานการฝึกปฏิบัติของตนเอง
3. ครูรับฟังข้อมูลย้อนกลับ	
4. ครูประเมินวิธีการทำงานควบคู่กับผลงานของนักเรียน	
5. ครูจัดทำแฟ้มสะสมงานของครู	

จากตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการจัดปฏิบัติการสอนของครูและการเรียนการสอนของนักเรียน ผู้ศึกษาได้สรุปเป็นตัวอย่างซึ่งจะเน้นได้ว่าตัวบ่งชี้ในการจัดการเรียนการสอนของครู จะปรากฏออกมาในรูปธรรมซึ่งเป็นกิจกรรมที่ครูผู้สอนต้องจัดเตรียมเมื่อจะสอนจะต้องมีคำตอบคือ ตัวบ่งชี้ชัดเจน สำหรับผู้เรียนเมื่อมีการเรียนเกิดขึ้นก็จะต้องมีตัวบ่งชี้ออกมาเป็นรูปธรรมเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนและพฤติกรรมการสอนของครูนั้น มีลักษณะต่อเนื่อง ผสมกลมกลืนกัน เกินกว่าที่จะแยกตามช่วงเวลาของการสอนได้ ตัวบ่งชี้หลายข้ออาจเกิดขึ้นได้ทั้งก่อนการเรียนและหลังการเรียนการสอน

3.7 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ไม่ว่าจะใช้แนวคิดหรือทฤษฎีใด ๆ

จะประสบผลสำเร็จไม่ได้ ถ้าครูผู้สอนไม่เปลี่ยนบทบาทของตนเอง ครูจำนวนมากยังเคยชินอยู่กับบทบาทเดิม คือ เป็นผู้บอกเล่า ถ่ายทอด อธิบายเนื้อหาความรู้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนจำนวนมากก็เคยชินอยู่กับการฟังการรับรู้ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อครูและผู้เรียนทั้งสองฝ่ายต่างก็เปลี่ยนพฤติกรรม ครูเปลี่ยนพฤติกรรมการสอน ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียน ดังนั้น ครูผู้สอนควรต้องเปลี่ยนสภาพการสอน พฤติกรรมของผู้เรียนก็เปลี่ยนไปด้วย และแรงเสริมที่ได้จากครูผู้สอน

สำลี รักสุทธิ (2544 : 15-16) ได้เสนอแนวคิดโดยอ้างอิงถึงอาจารย์ทัศนา เขมมณี และนักวิชาการคนอื่น ๆ ว่าการจัดการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ บทบาทของครู-อาจารย์ในการจัดการเรียนการสอนสรุปไว้กว้าง ๆ ดังนี้

1. การเตรียมการสอน

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เรื่องที่จะสอนให้เข้าใจ และพร้อมที่จะเป็นที่ปรึกษา อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

1.2 ศึกษาแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยจัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

1.3 จัดทำแผนการสอน คู่มือการสอน ประกอบด้วย

1.3.1 กำหนดวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน

1.3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและความคิดรวบยอดและกำหนดรายละเอียดให้ชัดเจน

1.3.3 ออกรูปแบบกิจกรรม การเรียนรู้ แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ตามหลักของซิปปา หรืออื่น ๆ

1.3.4 กำหนดวิธีการประเมินผลจากการเรียนรู้

1.4 เตรียม สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ระบุไว้ในคู่มือการสอนหรือแผนการสอน

2. การจัดการเรียนการสอน

2.1 สร้างบรรยากาศ การเรียนรู้ที่ดี

2.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม

2.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือหรือแผนการสอนโดยอาจจะมีการปรับ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียนและสถานการณ์ที่เป็นจริง ดังต่อไปนี้

2.3.1 ดูแลให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

2.3.2 อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.3 กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างเต็มที่

2.3.4 สังเกตและบันทึกพฤติกรรมและกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งเหตุการณ์ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรม

2.3.5 ให้คำแนะนำและข้อมูลต่าง ๆ แก่ผู้เรียนตามความจำเป็น

2.3.6 บันทึกปัญหาและข้อขัดข้องต่าง ๆ ในการดำเนินกิจกรรมเพื่อการปรับปรุงกิจกรรมให้ดีขึ้น

2.3.7 ให้การเสริมแรงผู้เรียนตามความเหมาะสม

2.3.8 ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับหน่วยงานการเรียนรู้ของผู้เรียนและให้ข้อมูลเพื่อหาความรู้ เพิ่มเติมแก่ผู้เรียนตามความเหมาะสม

2.3.9 ให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับพฤติกรรมและกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และให้ข้อเสนอตามความเหมาะสม

3. การประเมินผล ไม่ว่าเป็นการสอนด้วยวิธีไหนก็ตามบทบาทหน้าที่ของครูต้องเตรียมเครื่องมือวัดที่หลากหลาย ให้ครอบคลุมทั้งในสวนของกระบวนการ และผลงานที่เกิดขึ้นทั้งด้านพุทธพิสัย จิตพิสัย และทักษะ โดยการเตรียมวิธีการวัด และเครื่องมือวัดให้พร้อมก่อนสอนทุกครั้ง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุดคือ เน้นที่การวัดจากสภาพจริงจากการปฏิบัติจริง และจากแฟ้มสะสมผลงานซึ่งเป็นการวัดที่จะได้ผลงานจริงมากที่สุด

ธนู ฤทธิกุล (วารสารวิชาการ 2542 : 24) ได้เสนอแนวปฏิบัติของครูผู้สอน ในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนควรมีบทบาทในการสอน ดังนี้

1. ครูผู้สอนควรจะอยู่ร่วมกับผู้อื่น
2. ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผู้เรียนร่วม
3. ครูผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียน
4. ครูผู้สอนควรจะมีบาทบาทเป็นแหล่งข้อมูล
5. ครูผู้สอนควรจะต้องเป็นผู้ฟัง ผู้สังเกต และเสริมความรู้
6. ครูผู้สอนจะต้องเป็นที่ปรึกษากลุ่ม
7. ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ร่วมประเมิน ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน อยู่ตลอดเวลาที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน
8. ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ในการจัดกิจกรรมการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของการเรียนการสอน

กฤษณีย์ อุทุมพร (2542 :33) ได้ให้ข้อปฏิบัติของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ว่าบทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก ครูผู้สอนจะต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้จัดประสบการณ์รวมทั้งสื่อการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนใช้แนวทางสร้างความรู้ตนเองโดยกำหนดบทบาทใหม่ดังนี้

1. เป็นผู้นำเสนอ
2. เป็นผู้สังเกต
3. เป็นผู้ตอบคำถาม
4. เป็นผู้ให้การเสริมแรง
5. เป็นผู้แนะนำและแนะแนว
6. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ
7. เป็นผู้จัดระบบบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม

8. เป็นผู้ประเมิน

วิชัย วงค์ใหญ่ (2540 : 19-25) ได้กล่าวถึงบทบาทที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้กระตุ้น รับผิดชอบ วินิจฉัยผู้เรียนและกระบวนการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นผู้เอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ดังนี้

1. การฟังอย่างมีประสิทธิภาพ คือผู้เรียนพูดเรื่องอะไรต้องวิเคราะห์และสรุปสาระประเด็นหลัก และผู้สอนเองจะต้องพัฒนาตนให้มีการฟังอย่างมีประสิทธิภาพ

2. มีความจริงใจ ผู้สอนจะต้องให้ความจริงใจแก่ผู้เรียนด้วยความบริสุทธิ์ใจ ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมบทเรียน การดำเนินการกิจกรรมการสอน การกระตุ้นผู้เรียน การเสริมแรง โดยมีทัศนคติที่ดีต่อผู้เรียน

3. ความเข้าใจ ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจตนเองเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของตนเองอย่างแท้จริง จะเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความเข้าใจผู้เรียนอย่างแท้จริง

4. การยอมรับ ผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจผู้เรียนและยอมรับผู้เรียนในฐานะบุคคล มีเจตคติที่ต่อผู้เรียน มองผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีคุณค่า มีความสนใจ มีความเอื้ออาทรต่อผู้เรียน

5. ความฉลาดมีปฏิภาณไหวพริบ พร้อมที่จะเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ และเข้าใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏ สามารถแก้ปัญหาได้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

6. ทักษะในการสื่อสารระหว่างบุคคล ไม่ว่าจะเป็นภาษาพูด ภาษากายหรือภาษาท่าทาง ผู้สอนจะต้องสามารถสื่อความหมายได้

จากบทบาทของครู ในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ นักวิชาการได้อธิบายแนวทางและหลักการในบทบาทของครูผู้สอน ผู้ศึกษามีความเห็นว่าบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูผู้สอนจะต้องศึกษาทบทวนแนวคิดดังกล่าวอย่างจริงจัง และนำไปสู่ปฏิบัติจริง เพื่อการเรียนการสอนในแนวทางดังกล่าว เกิดผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ของรายวิชาที่สอนโดยเฉพาะครูต้องใช้ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเองและครูผู้สอนจะต้องเป็นคนช่างสังเกต
รู้จักที่จะจับประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จากบทบาทของครูผู้สอน ถือว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง การฝึกทักษะและสถานการณ์หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้ก็คือบทบาทของครูผู้สอนนั้นเอง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้ศึกษาได้นำผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นข้อมูลในการจัดทำคู่มือ ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

กัณทิมา เอมประเสริฐ (2542) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานในระดับประถมศึกษามีขั้นตอนพัฒนาคู่มือ 4 ขั้นตอน คือ สำรวจข้อมูลพัฒนาคู่มือ การทดลองใช้คู่มือและการประเมินผลและปรับปรุงองค์ประกอบของคู่มือ ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้คู่มือ วัตถุประสงค์ หลักการ แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน แนวทางในการประเมินผลการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

จากการนำคู่มือไปใช้ พบว่า ครูสามารถปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ และทดลองไปใช้กับครูหลาย ๆ คน พบว่าครูสามารถปฏิบัติได้ตามกำหนดผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาคู่มือเป็นไปตามวัตถุประสงค์

ศรีวรรณ ดำรงโภวรรณ (2540) ได้ทำการวิจัย ผลของการใช้สื่อประสมในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการซ่อมเสริมสูงขึ้น 2. นักเรียนมีความคิดเห็นในเชิงพอใจเกี่ยวกับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้สื่อประสม

จากผลการวิจัยชี้ให้เป็นว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการใช้เกณฑ์การเรียนเป็นคณะ การคัดสรรกลวิธีการสอนและการใช้สื่อประสม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ เช่น วิธีการอธิบายและแสดงเหตุผล วิธีการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งสิ้น

ปองจิต ศรีสัมพันธ์ (2540) ทำการวิจัยเรื่องผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องกลไกมนุษย์ จำนวน 8 ชุด ซึ่งเป็นการสอนที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและเป็นชุดการสอนที่สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 2. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังการเรียนการสูงกว่าคะแนนก่อนการสอนการสอน 3. นักเรียนที่เรียนจากชุดการสอนมินิคอร์สมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียน โดยการสอนตามปกติ

จากงานวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ควรใช้ชุดฝึกกิจกรรม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ

กัณทิมา เอมประเสริฐ (2542 : บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนการสอน โดยใช้โครงงาน งานวิจัยเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน 1. สำรวจข้อมูล

พื้นฐาน 2. พัฒนาคู่มือ 3. ทดลองใช้คู่มือ 4. ประเมินผลและปรับปรุงคู่มือที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) คู่มือการจัดการเรียนการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ในระดับประถมศึกษา ประกอบด้วยคำชี้แจงการใช้คู่มือ วัตถุประสงค์ หลักการแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน แนวทางการประเมินผลการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน 2) คู่มือการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานในระดับประถมศึกษามีประสิทธิภาพจากการหาประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งแบบกลุ่มย่อยและแบบกลุ่มใหญ่ ผลปรากฏว่านักเรียนมีผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้โครงงานได้ดี

งานวิจัยต่างประเทศ

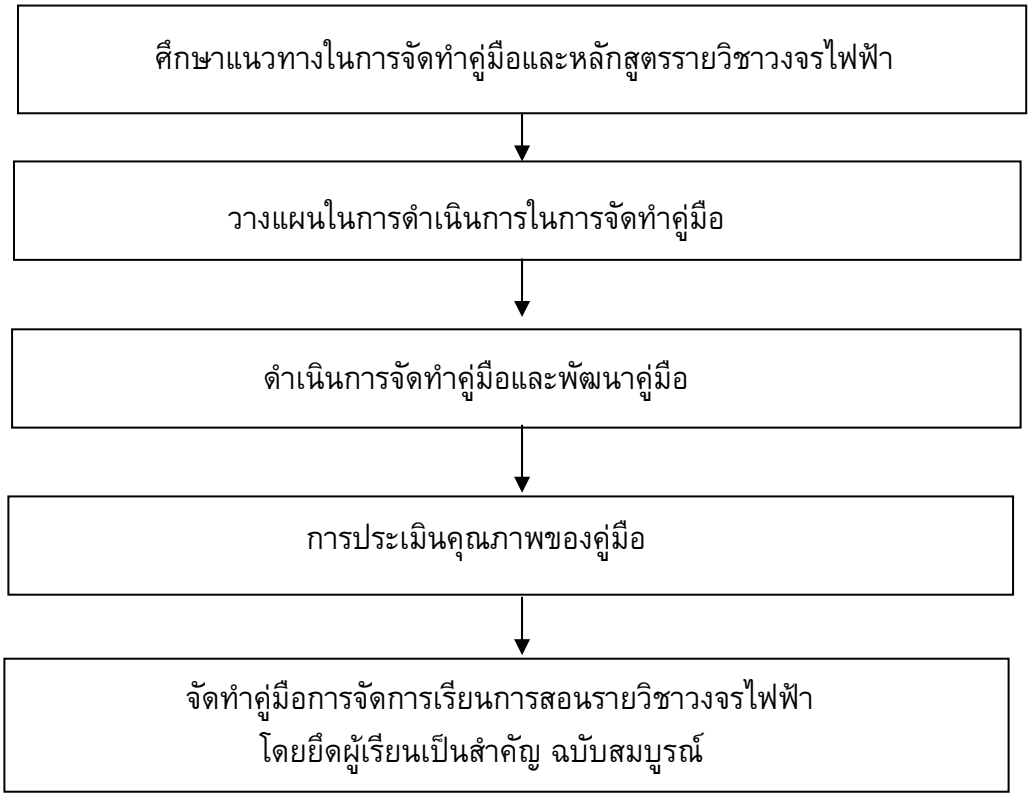
ไชแมนสกี้และแมทธิวส์ (อนันต์ โพธิกุล. 2543 : 51 ; อ้างอิงจาก Shymansky and Mathews. 1974 : 157-168) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสอน 2 แบบ คือการสอนโดยนักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง และการสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมให้แก่นักเรียน โดยนักเรียน 2 กลุ่มได้อุปกรณ์การทดลองความสะดวกสบายในการเรียนเหมือนกัน ต่างกันที่พฤติกรรมของครูเป็นระบบแนะนำแนวทางกับไม่แนะนำแนวทาง ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่แนะนำแนวทางแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่มีแนวโน้ม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และมีทักษะในการคิดสืบสวน สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบครูแนะแนวทาง

วิสเลอร์ (อรรถวรรต นิยะโต. 2538 : 51 ; อ้างอิงจาก Wheasle. 1978 : 5416-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาประวัติศาสตร์ระหว่างการสอนแบบเดิม ซึ่งยึดแบบเรียนเป็นศูนย์-กลาง และการสอนแบบใหม่โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการสอน แบบค้นคว้าด้วยตนเองมีความคิดรวบยอด ในวิชาประวัติศาสตร์มากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนกับอาจารย์ที่ใช้วิธีสอนแบบบรรยายหรือการสอนตามแบบเรียน นอกจากนี้ เขายังได้เสนอแนะในการเรียนการสอนผู้สอนควรใช้เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ บ้าง

เดวิส (ศรีเกียรติ อนันต์สวัสดิ์. 2540 : 48 ; Davis. 1971 : 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้ในการชี้แนวทาง กับการสอนโดยครูบอกความรู้ในตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 92 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 45 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้การชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 47 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรากำหนด ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการจัดทำคู่มือ

คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดทำขึ้นสำหรับครู-อาจารย์ที่สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี ใช้เป็นแนวทางในเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล ตามสาระการเรียนรู้ มีวิธีการดำเนินการประกอบไปด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้



ขั้นตอนและวิธีการจัดทำคู่มือ

มีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1. ศึกษาแนวทางในการจัดทำคู่มือและหลักสูตรรายวิชาวงจรไฟฟ้า

1.1 ศึกษาจุดประสงค์ของการจัดทำคู่มือตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) รายวิชาวงจรไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนตามจุดประสงค์รายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 กำหนดหลักการให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อมุ่งเน้นผลิตและพัฒนาแรงงานเฉพาะสาขางานอาชีพ ตามความต้องการของตลาดแรงงานทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนตามความถนัด ความสามารถและ

ความสนใจของผู้เรียน มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนแบบหลากหลายสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและท้องถิ่นและมุ่งเน้นโดยเปิดโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่นได้มีส่วนร่วม ในการพัฒนาแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

1.1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรในการจัดการเรียนการสอน ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือ มีความรู้และทักษะในวิชาชีพ มีทักษะในการทำงานอาชีพระดับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง สามารถนำไปประกอบอาชีพและพัฒนางานอาชีพให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพมีความมั่นใจและภูมิใจในอาชีพ รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ มีบุคลิกภาพที่ดีขยันซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่นและมีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงานและครอบครัว

1.1.3 การกำหนดจุดประสงค์มาตรฐานและคำอธิบายรายวิชา วงจรไฟฟ้า กำหนดรายละเอียดดังนี้

1.2 ศึกษาหลักการเขียนคู่มือและหลักการจัดการเรียนการสอนรายวิชา โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องหลาย ๆ ฉบับเพื่อให้การจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิ-ภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ขั้นตอนในการจัดทำคู่มือ การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงคุณภาพของคู่มือคือ จะต้องเป็นแหล่งของความรู้ของผู้ที่ศึกษาและต้องช่วยให้ผู้ศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถ่องแท้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

1.2.2 การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ดำเนินการเป็นไปตามหลักการแนวทางการจัดการศึกษาที่ว่าด้วยการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ นอกจากนี้ยังดำเนินการเป็นไปตามปรัชญาการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

ขั้นที่ 2. วางแผนในการดำเนินการในการจัดทำคู่มือ

จากการศึกษาแนวทางในการจัดทำคู่มือและหลักสูตรคำอธิบายรายวิชาวงจรไฟฟ้า ผู้ศึกษาได้วางแผนในการดำเนินการในการจัดทำคู่มือ เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

2.1 เขียนโครงร่างคู่มือซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ

2.1.1 คำชี้แจงการใช้คู่มือ

2.1.2 กำหนดรายละเอียดการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยแบ่งเป็นหน่วยการเรียนการสอน

2.1.3 เรียบเรียงเนื้อหารายวิชาวงจรไฟฟ้า ในแต่ละหน่วยการเรียนการสอน

2.2 ติดต่อเชิญผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาโครงร่างคู่มือ การจัดการเรียนการสอนราย

วิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อหาความเชื่อมั่นของคู่มือ

2.3 ติดต่อเชิญผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาโครงร่างคู่มือ การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อประเมินรายละเอียดหน่วยการเรียน การสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ในแต่ละหน่วยการเรียน

2.4 นำเสนอบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อตรวจรูปแบบสารนิพนธ์

ขั้นที่ 3. ดำเนินการจัดทำคู่มือและพัฒนาคู่มือ

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการ การจัดทำคู่มือและพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนการสอน รายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

3.1 เขียนคู่มือ การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยกำหนดรายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนออกเป็นจำนวน 12 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1.1 กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.1.2 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน

1.1.3 เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า

1.1.4 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม

1.1.5 วงจรตัวต้านทานต่อขนาน

1.1.6 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน

1.1.7 วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนซิออมิเตอร์

1.1.8 วงจรแบ่งกระแสแบบรีโอสตัส

1.1.9 การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า – สตาร์

3.1.10 กฎของเคอร์ชอฟฟ์

3.1.11 วงจรบริดจ์ (วีตสโตนบริดจ์)

3.1.12 ทฤษฎีของเมชเคอร์เรนท์

3.2 เรียบเรียงรายละเอียดของเนื้อหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย

1.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนการสอน – รายการสอน

1.2.2 เนื้อหาสาระการเรียนรู้

1.2.3 การทดลอง

1.2.4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.2.5 การประเมินผลหน่วยการเรียนรู้

3.2.6 เอกสารอ้างอิงประกอบ

3.3 จัดทำคู่มือ การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญไปสอบถามความคิดเห็น เพื่อตรวจแก้แบบสอบถามเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของคู่มือ

ผู้ศึกษาได้ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบแบบสอบถามความคิดเห็นประกอบด้วย

3.3.1 นายน่วม ห่วงทอง ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 9 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี

3.3.2 นายสุชาติ กิจพิทักษ์ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ 9 ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1 กรุงเทพฯ

3.3.3 นายสมศักดิ์ ตันติวิวัทน์ ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี

3.3.4 นายพิษณุ ทองเลิศ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ 8 สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 จังหวัดราชบุรี

3.3.5 ดร.วัลลภา จันทร์เพ็ญ ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคโพธาราม จังหวัดราชบุรี

3.4 จัดทำคู่มือ การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญไปพบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินรายละเอียดของเนื้อหารายวิชาในการจัดทำคู่มือของแต่ละหน่วยการเรียน

ผู้ศึกษาได้ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบรายละเอียดของเนื้อหารายวิชาในการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนแต่ละหน่วยเรียน ประกอบด้วย

3.4.1 นายธีรพจน์ พุทธิกีฏกวีวงศ์ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.4.2 ดร.ปัญญา ยอดโอวาท ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

3.4.3 นายอำพร ทองนุช ตำแหน่ง ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

3.4.4 นายเจตน์ คงด้วง ตำแหน่ง (วิศวกรรมไฟฟ้า) ผู้ช่วยผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชุบรี จังหวัดราชบุรี

3.4.4 นายพิพัฒน์ ธำรงเวียงผึ้ง (วิศวกรรมไฟฟ้า) ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 หัวหน้าคณะไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี

3.5 ทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเสนอบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อตรวจรูปแบบสารนิพนธ์

ขั้นที่ 4. การประเมินคุณภาพของคู่มือ

ในการประเมินคุณภาพของคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการดังนี้

4.1 เดินทางไปส่งและเก็บแบบสอบถามความคิดเห็นความเป็นไปได้ของคู่มือด้วยตนเอง ครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในสถานศึกษาอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี

4.2 สรุปแบบสอบถามความคิดเห็นของครู-อาจารย์ผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102 จากจำนวนครูผู้สอน 18 คน

4.3 แปลความหมายค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเป็นร้อยละตามทัศนะของผู้ตอบแบบสอบถามดังตาราง 1

ขั้นที่ 5 จัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ฉบับสมบูรณ์

ในการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ฉบับสมบูรณ์ ตามจุดประสงค์ มาตรฐาน และคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ได้กำหนดเป้าหมาย เพื่อให้ครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้าในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี นำไปใช้เป็นแนวทาง ในการเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอน และการวัดผล ตามสาระการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1.1 คำแนะนำและการใช้คู่มือ

1.2 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียน

1.3 การวิเคราะห์กำหนดคะแนน การวัดผลประเมินผล

1.4 แนวการวัดผลและการประเมินผล

1.5 กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.6 แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

1.7 แบบประเมินผลการเรียนรู้ครั้งที่ 1,2,3

1.8 แบบทดสอบหลังการเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.9 แบบเฉลย แบบทดสอบ และแบบประเมินผลการเรียนรู้

ตาราง 2 แสดงแบบสรุปความคิดเห็นของครู-อาจารย์ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ในอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี

ลำดับ	คุณภาพของคู่มือ	ความคิดเห็นคิดเป็นร้อยละ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.	ครอบคลุมเนื้อหาสาระตามหลักสูตรกำหนด	**83.33**	**11.11**	**5.55**	**-**	**-**
2.	กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนมีรายละเอียดครบถ้วนตามมาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชาตามกำหนดของหลักสูตร	**83.33**	**16.66**	**-**	**-**	**-**
3.	การจัดการเรียนการสอนตามหน่วยการเรียน สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา	**77.77**	**11.11**	**11.11**	**-**	**-**
4.	การจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์	**77.77**	**16.66**	**5.55**	**-**	**-**
5.	สาระการเรียนรู้มีลำดับจากการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก	**55.55**	**22.22**	**22.22**	**-**	**-**
6.	เนื้อหาการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง	**55.55**	**32.33**	**11.11**	**-**	**-**
7.	มีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในสถานการณ์จริง	**66.66**	**27.77**	**5.55**	**-**	**-**
8.	สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียนและผู้สนใจทั่วไป	**83.33**	**11.11**	**5.55**	**-**	**-**
9.	เนื้อหาสาระในการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานได้	**66.66**	**32.33**	**-**	**-**	**-**
10.	หน่วยการเรียนทั้ง 12 หน่วยการเรียนเมื่อเรียนรู้แล้ว สามารถนำความรู้ไปศึกษาเพิ่มเติม ประยุกต์ใช้งานหรือไปประกอบอาชีพได้	**61.11**	**33.33**	**5.55**	**-**	**-**

จากแบบสรุปความคิดเห็นของครู-อาจารย์ ผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ในสถานศึกษาสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดราชบุรี จำนวน 18 คน พบว่า มีความคิดเห็นความเป็นไปได้ของคู่มือเมื่อพิจารณารายข้อแล้ว มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดดังนี้

ความคิดเห็นคิดเป็นร้อยละที่มีความเห็นต่อคุณภาพของคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญว่า ครอบคลุมเนื้อหาสาระตามหลักสูตรกำหนด ในระดับมากที่สุดร้อยละ 83.33 ระดับมากร้อยละ 11.11 ระดับปานกลางร้อยละ 24 กิจกรรมการเรียนการสอนมีรายละเอียดและครบถ้วน ตามมาตรฐานรายวิชาและคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร ในระดับมากที่สุดร้อยละ 83.33 ระดับมากร้อยละ 16.66 การจัดการเรียนการสอนตามหน่วยการเรียน สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา ในระดับมากที่สุดร้อยละ 77.77 ระดับมากร้อยละ 11.11 ระดับปานกลางร้อยละ 11.11 การจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ ในระดับมากที่สุดร้อยละ 77.88 ระดับมากร้อยละ 16.66 ระดับปานกลางร้อยละ 5.55 สาระการเรียนรู้มีลำดับการเรียนรู้จากง่ายไปหาหายากในระดับมากที่สุดร้อยละ 55.55 ระดับมากร้อยละ 22.22 ระดับปานกลางร้อยละ 22.22 เพื่อการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง ในระดับมากที่สุดร้อยละ 55.55 ระดับมากร้อยละ 32.33 ระดับปานกลางร้อยละ 11.11 มีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในสถานการณ์จริง ในระดับมากที่สุดร้อยละ 66.66 ระดับมากร้อยละ 27.77 ระดับปานกลางร้อยละ 5.55 ระดับมากร้อยละ 11.11 ระดับปานกลางร้อยละ 5.55 สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียนและผู้สนใจทั่วไป ในระดับมากที่สุดร้อยละ 83.33 ระดับมากร้อยละ 11.11 ระดับปานกลางร้อยละ 5.55 เนื้อหาสาระการเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์การใช้งานได้ ในระดับมากที่สุดร้อยละ 66.66 ระดับมากร้อยละ 32.33 หน่วยการเรียนทั้ง 8 หน่วยการเรียนเมื่อเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมประยุกต์ใช้งานหรือประกอบอาชีพได้ ในระดับมากที่สุดร้อยละ 61.11 ระดับมากร้อยละ 33.33 ระดับปานกลางร้อยละ 5.55

บทที่ 4
คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

คำแนะนำการใช้คู่มือ

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้จัดทำได้วิเคราะห์จุดประสงค์หลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้มาตรฐานและคำอธิบายรายวิชา จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พศ. 2546) ประเภทวิชาอตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มาเขียนเป็นคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ แบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้จำนวน 12 หน่วยการเรียนรู้ใช้สำหรับครูผู้สอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมการสอน การจัดการสอน และการวัดผลประเมินผล ตามสาระการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามคู่มือฉบับนี้จะใช้ได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับครูผู้สอน เพราะจะเป็นผู้กำหนดในการเตรียมการสอนการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงขอแนะนำการใช้คู่มือฯ ดังนี้

1. คู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 จุดประสงค์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546)

1.2 จุดประสงค์ มาตรฐานและคำอธิบายรายวิชา

1.3 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียน

1.4 หน่วยการเรียนและเวลาเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย 12 หน่วยการเรียน แบ่งตามการวิเคราะห์จากหลักสูตรกำหนด ดังต่อไปนี้

1.4.1 กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.42 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน

1.4.3 เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า

1.4.4 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม

1.4.5 วงจรตัวต้านทานต่อขนาน

1.4.6 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน

1.4.7 วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนซิออมิเตอร์

1.4.8 วงจรแบ่งกระแสแบบรีโอสตัส

1.4.9 การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า – สตาร์

1.4.10 กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1.4.11 วงจรบริดจ์ (วีตสโตนบริดจ์)

1.4.12 ทฤษฎีของเมชเคอร์เรนท์

1.5 การวิเคราะห์กำหนดคะแนนของการวัดผลและประเมินผล

1.6 แนวทางการวัดผลและประเมินผลตามสาระการเรียนรู้

1.7 กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2. หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 12 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 ชื่อเรื่อง

2.2 จุดประสงค์การเรียนการสอน - รายการสอน

2.3 สาระการเรียนรู้

2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

2.5 ขั้นตอนการทดลอง

2.6 คำถามท้ายการทดลอง

2.7 สรุปวิเคราะห์วิจารณ์

2.8 แบบประเมินผล

3. ครูผู้สอนจะต้องศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา มาตราฐานและคำอธิบาย การวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียนให้ละเอียดก่อนจะทำการสอน

4. หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียน รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนสามารถยืดหยุ่นตามสภาพของผู้เรียนและห้องปฏิบัติการได้

5. กระบวนการจัดการเรียนการสอนแต่ละชั่วโมงต้องหลากหลายในเรื่องของอุปกรณ์การเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

6. ครูผู้สอนควรนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ประสบการณ์ใกล้ตัวผู้เรียน มาสอดแทรกเข้าในหน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น

7. เมื่อผู้เรียนดำเนินการกิจกรรมการทดลองตามจุดประสงค์แล้วครูผู้สอนควรเสนอแนะสรุปวิจารณ์ผลการดำเนินการทดลองและผู้เรียนควรแสดงความคิดเห็นหรือสรุปผลตามความเข้าใจเพื่อเสริมความสนใจพิเศษหรือยั่วยุให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพิ่มเติมโดยยึดหลักที่ว่าความรู้และประสบการณ์มิได้อยู่เฉพาะในตำรา เอกสารการเรียนเท่านั้น

8. การทดลองตามสาระการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียน อาจจะมีการทดลอง 1 - 4 การทดลอง แต่ละการทดลองจะมีการต่อเนื่องกัน เพื่อให้ได้สาระการเรียนรู้และความเข้าใจที่ชัดเจนผู้เรียนตามลำดับ นอกจากนั้น ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมการทดลองให้ครบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือกลุ่มการเรียนรู้

9. ครูผู้สอนควรจะช่วยเหลือ ดูแล การจัดและเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับสภาพหรือระดับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และจุดประสงค์รายวิชา

ประโยชน์ของการใช้คู่มือ

คู่มือเป็นสิ่งที่บ่งบอกให้เห็นถึงสมรรถภาพความเป็นครูอาชีพได้อย่างชัดเจนมากกว่าสิ่งอื่นใด รวมทั้งจะสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นผู้มีความรอบรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการถ่ายทอดของครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งเป็นแนวทางให้สำหรับใช้ในการเตรียมการสอน การจัดการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลตามสาระการเรียนรู้ ประโยชน์ของการใช้คู่มือดังต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ตามการวิเคราะห์หลักสูตรกำหนด วิธีการสอนกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถยืดหยุ่นได้สภาพแวดล้อม
2. ผู้เรียนได้รับการถ่ายทอดความรู้ตรงตามเนื้อหาของหลักสูตรได้รับการปลูกฝังเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยได้ทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นประโยชน์อย่างแท้จริง การวัดผลและการประเมินผลตามสภาพจริง ได้รับการถ่ายทอดสาระการเรียนรู้ของเนื้อหาต่างๆ อย่างเป็นระบบ ตามคู่มือกำหนด
3. เป็นเครื่องมือในการนิเทศภายในการประเมินคุณภาพการสอนของครู การจัดหาวัสดุ-อปกรณ์ การบริหารงบประมาณ ได้อย่างเป็นระบบ

จุดประสงค์

1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพตรงตามมาตรฐานวิชาชีพ นำไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิถีการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพได้อย่าเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่นและประเทศชาติ

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจ ภูมิใจ ในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

4. เพื่อให้เป็นผู้เรียนมีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงานการอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพนั้น ๆ

6. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประชุม

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจกฎและทฤษฎีของไฟฟ้าพื้นฐาน
2. คำนวณค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน
3. ต่อวงจรวัดและทดสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า

มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจกฎและทฤษฎีวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน
2. คำนวณค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน
3. ต่อวงจรวัดและทดสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102 3 หน่วยกิต 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับกฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบต่าง ๆ วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า – สตาร์ ดีเทอร์มิเนนท์ กฎของเคอร์ชอฟฟ์ วงจรบริดจ์ เมชเคอร์เรนท์

การวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียน

วิชา วงจรไฟฟ้า **รหัส 2104-2102**

ระดับชั้น ปวช. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม **จำนวน 5 ชั่วโมง/สัปดาห์**

ครั้งที่	สัปดาห์ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนแผนการสอน	จำนวนชั่วโมง
1	1	ทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานผู้เรียน	-	1
2	1	กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	1	4
3	2	กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน	1	5
4	3	เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า	1	5
5	**4**	**วัดผลและประเมินผลครั้งที่ 1**	**-**	**5**
6	5	วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม	1	5
7	6	วงจรตัวต้านทานต่อขนาน	1	5
8	7	วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม-ขนาน	1	5
9	**8**	**วัดผลและประเมินผลครั้งที่ 2**	**-**	**5**
10-11	9-10	วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์	1	10
12-13	11-12	วงจรแบ่งกระแสแบบรีโอสตัท	1	10
14	13	การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า-สตาร์	1	5
15	14	กฎของเคอร์ชอฟฟ์	1	5
16	15	วงจรบริดจ์ (วีตสโตนบริดจ์)	1	5
17-18	16-17	ทฤษฎีของเมชเคอร์เรนท์	1	10
19	**18**	**วัดผลและประเมินผลครั้งที่ 3**	**-**	**5**
20-21	19-20	ทดสอบหลังการเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการกฏิบัติงานทางไฟฟ้าตามใบงานที่มอบหมาย(ภาคทฤษฎีและปฏิบัติ)	-	10
		รวม	12	100

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์หน่วยการเรียนและเวลาเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) โดยกำหนดชั่วโมงการเรียนเป็นไปตามสาระการเรียนรู้ตามลำดับความสำคัญ

การวิเคราะห์กำหนดคะแนนการวัดผลและประเมินผล

วิชา วงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102

ระดับชั้น ปวช. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม จำนวน 5 ชั่วโมง/สัปดาห์

หน่วยการเรียน	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	น้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ	หมายเหตุ
-	ทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานผู้-เรียน	-	
1	กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	5	
2	กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน	5	
3	เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า	5	
-	**วัดผลและประเมินผลครั้งที่ 1**	**10**	
4	วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม	5	
5	วงจรตัวต้านทานต่อขนาน	5	
6	วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม-ขนาน	5	
-	**วัดผลและประเมินผลครั้งที่ 2**	**10**	
7	วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์	5	
8	วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัต	5	
9	การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า-สตาร์	5	
10	กฎของเคอร์ชอฟฟ์	5	
11	วงจรบริดจ์	5	
12	ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์	5	
-	**วัดผลและประเมินผลครั้งที่ 3**	**10**	
-	ทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	10	
รวม		**100**	

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์กำหนดคะแนนการวัดผล เป็นไปตามสาระการเรียนรู้ตามลำดับความสำคัญ

แนวทางการวัดผลและประเมินผล

วิชา วงจรไฟฟ้า **รหัส 2104-2102**

ระดับชั้น ปวช. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม 3 หน่วยกิต จำนวน 5 ชั่วโมง/สัปดาห์

การวัดผลประเมินผลการเรียน มีจุดหมาย 2 ประการคือ

1. ประเมินผลการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนของวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102 ว่าผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนมากน้อยเพียงใด

2. ประเมินผลเพื่อปรับปรุง และตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนอย่างเป็นกระบวนการเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

ก่อนการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนครูผู้สอนจะชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนได้ใช้การวัดผลประเมินผลดังนี้

1. ก่อนการเรียนจะใช้แบบทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเมื่อสิ้นสุดหน่วยการเรียนจะทดสอบเพื่อหาข้อสรุปในการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแบบการประเมินผล และนำมาเปรียบเทียบกับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนอีกครั้งหนึ่ง

2. การสังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ความสนใจในการเรียน การปฏิบัติงาน การตอบคำถามว่ามีความรู้ความเข้าใจใช้เหตุผลได้มากน้อยเพียงใด

3. ประเมินผลการปฏิบัติงานความพร้อมในการเรียน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ความตั้งใจตลอดจนสรุปผลการปฏิบัติงาน

การตัดสินผลการเรียน เปลี่ยนคะแนนที่ได้เป็นระดับผลการเรียน โดยใช้ช่วงระดับคะแนนผลการเรียนแต่ละหน่วยการเรียน คิดเป็นร้อยละตามการวิเคราะห์กำหนดคะแนนรวม 100 คะแนนประเมินผลเป็นตัวเลข (แบบอิงเกณฑ์)

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ
4	ผลการเรียนดีมาก	80-100
3	ผลการเรียนดี	70-79
2	ผลการเรียนปานกลาง	60-69
1	ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	50-59
0	ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ	0-49

ตาราง 5 แสดงช่วงระดับคะแนนเป็นระดับผลการเรียน (แบบอิงเกณฑ์)

ที่มา : สำนักงานการอาชีวศึกษา. (2545). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546).*

กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

วิชา วงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102

ระดับชั้น ปวช. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ในการจัดการเรียนการสอน กิจกรรมที่สอดแทรกตามหน่วยการเรียน ครูผู้สอนจะต้องจัดเตรียมการสอน จัดการเรียนการสอนและวัดผลประเมินผล ซึ่งกำหนดกิจกรรมไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยที่	รายการสอนของครู	กิจกรรมของผู้เรียน
1 กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	1. การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า 2. การต่อวงจรทดลองกฎของโอห์ม 3. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 4. การวัดค่ากระแสไฟฟ้า 5. สรุปผลการทดลองกับทฤษฎีกฎของโอห์ม	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ตามการสอนของครู 2. จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้และตรวจสอบสภาพการใช้งาน 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามท้ายการทดลองและสรุปผลท้ายการทดลอง
2 กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้าน-ทาน	1. การต่อวงจรการทดลองกำลังไฟฟ้า 2. การต่อวงจรวัตต์มิเตอร์ 3. การสรุปผลการทดลอง 4. สรุปผลการทดลองกับการใช้งานของวงจรกำลังไฟฟ้า	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ตามการสอนของครู 2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจอุปกรณ์ที่ครูจัดให้และตรวจสอบสภาพการใช้งาน 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นการทดลองที่กำหนดให้
หน่วยที่	**รายการสอนของครู**	**กิจกรรมของผู้เรียน**
		4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามท้ายการทดลองและสรุปผล

		ท้ายการทดลอง 5. แต่ละกลุ่มตั้งปัญหาถามตอบกันในชั้นเรียน
3 เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า	1. การวัดแรงดันของเซลล์ไฟฟ้า 2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 3. การวัดค่าเซลล์ไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 4. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 5. การวัดค่าเซลล์ไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 6. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม 7. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม 8. การสรุปผลการทดลองกับทฤษฎีการต่อเซลล์ไฟฟ้า	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ตามการสอนของครู 2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจอุปกรณ์ที่ครูจัดให้และตรวจสอบสภาพการใช้งาน 3. แต่ะละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นการทดลองที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามท้ายการทดลองและสรุปผลท้ายการทดลอง 5. แต่ละกลุ่มตั้งปัญหาถามตอบกันในชั้นเรียน
4 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม	1. การต่อวงจรตัวต้านทานแบบอนุกรม 2. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานแบบอนุกรม 3. การวัดแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรตัวต้านทานแบบอนุกรม	1. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามท้ายการทดลองและสรุปผลการทดลอง 2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจอุปกรณ์ที่ครูจัดให้และตรวจสอบสภาพการใช้งาน 3. แต่ะละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นการทดลองที่กำหนดให้
หน่วยที่	**รายการสอนของครู**	**กิจกรรมของผู้เรียน**
	4. การวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของวงจรตัวต้านทาน	4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามท้ายการทดลองและสรุปผล

	แบบอนุกรม 5. สรุปผลการทดลองวงจรตัวตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม	ท้ายการทดลอง 5. แต่ละกลุ่มจัดตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน
5 วงจรตัวต้านทานต่อขนาน	1. การต่อวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 2. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 3. การวัดกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 4. การวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรย่อยของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 5. สรุปผลการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 2-3 คน แล้วทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจอุปกรณ์ที่ครูจัดให้และสำรวจสภาพการใช้งาน 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนลงในตารางที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลการทดลอง 5. แต่ละกลุ่มจัดตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน 6. ถาม - ตอบภายในชั้นเรียน
6 วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน	1. การต่อตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม 2. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานแบบผสม 3. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานแบบผสม 4. สรุปผลการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 2-3 คน แล้วทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำรวจอุปกรณ์ที่ครูจัดให้และสำรวจสภาพการใช้งาน 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนลงในตารางที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลท้ายการทดลอง 5. ผู้เรียนจัดตัวแทนนำเสนอเสนอหน้าชั้นเรียน
หน่วยที่	**รายการสอนของครู**	**กิจกรรมของผู้เรียน**
7 วงจรแบ่งแรงดัน	1. การต่อวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลด-มี	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจ

	โหลด 2. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลด-มีโหลด 3. การวัดความต้านทานไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลด-มีโหลด 4. สรุปผลการทดลองกับทฤษฎีวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	กับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสำรวจอุปกรณ์สภาพการใช้งานที่ครูจัดให้ 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนและบันทึกผลในตารางที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลท้ายการทดลอง 5. ผู้เรียนจัดตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน
8 วงจแบ่งกระแสไฟฟ้า	1. การต่อวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 2. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 3. สรุปผลการทดลองกับทฤษฎีวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสำรวจอุปกรณ์สภาพการใช้งานที่ครูจัดให้ 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนแล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลการท้ายทดลอง
9 การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า – สตาร์	1. การต่อวงจรทดลองแบบเดลต้า – สตาร์ 2. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรเดลต้า – สตาร์ 3. การวัดค่ากระแสฟ้ารวมของวงจรเดลต้า – สตาร์	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสำรวจอุปกรณ์สภาพการใช้งานที่ครูจัดให้
หน่วยที่	**รายการสอนของครู**	**กิจกรรมของผู้เรียน**
	4. การวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่โหลดของวงจรเดลต้า-สตาร์	3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนแล้วบันทึก

	5. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่โหลดของวงจรเดลต้า-สตาร์ 6. การวัดค่าความต้านทานรวมของวงจรเดลต้า – สตาร์ 7. สรุปผลการทดลองเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง	ผลการทดลองลงในตารางที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลการท้ายทดลอง 5. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอสรุปผลการดำเนินการทดลองหน้าชั้นเรียน
10 กฎของเคอร์ชอฟฟ์	1. การต่อวงจรกฎของเคอร์ชอฟฟ์ 2. การวัดค่ากระแสไฟฟ้าของวงจรกฎของเคอร์ชอฟฟ์ 3. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรกฎของเคอร์ชอฟฟ์ 4. สรุปผลการทดลองกับทฤษฎีกฎของเคอร์ชอฟฟ์	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสำรวจอุปกรณ์สภาพการใช้งานที่ครูจัดให้ 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนแล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่กำหนดให้ 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลการทดลอง 5. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
11 วงจรบริดจ์	1. การต่อวงจรบริดจ์แบบสมดุล – ไม่สมดุล 2. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าบริดจ์แบบสมดุล – ไม่สมดุล 3. การวัดค่ากระแสไฟฟ้า วงจรบริดจ์แบบสมดุล-ไม่สมดุล 4. การวัดค่าความต้านทานวงจรบริดจ์แบบสมดุล – ไม่สมดุล	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสำรวจอุปกรณ์สภาพการใช้งานที่ครูจัดให้ 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนพร้อมบันทึกผลการทดลอง

หน่วยที่	รายการสอนของครู	กิจกรรมของผู้เรียน
		4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลการทดลอง
12 ทฤษฎีของเมชเคอร์เรนท์	1. ต่อวงจรการทดลองเมชเคอร์เรนท์ 2. การวัดค่ากระแสไฟฟ้าของวงจรเมชเคอร์เรนท์ 3. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรเมชเคอร์เรนท์ 4. สรุปผลการทดลองกับทฤษฎีของเมชเคอร์เรนท์	1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน และทำความเข้าใจกับสาระการเรียนรู้ 2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสำรวจอุปกรณ์สภาพการใช้งานที่ครูจัดให้ 3. แต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอนพร้อมบันทึกผลการทดลอง 4. ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามและสรุปผลการทดลอง 5. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอบทสรุปการทดลองหน้าชั้นเรียน

ตาราง 6 แสดงกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูและกิจกรรมการเรียนของผู้เรียนตามการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้า

แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานผู้เรียน

รายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104-2102 ระดับ ปวช. เวลา 1 ชั่วโมง

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย (**X**) ลงในตัวเลือกที่ต้องการ

1. ข้อใดไม่ใช่วิธีการทำให้เกิดไฟฟ้า
   1. แรงกด 2. ความร้อน
   3. ความเย็น 4. สนามแม่เหล็ก

2. ไฟฟ้า หรือที่เรียกว่ากระแสไฟฟ้ามีกี่ชนิด
   1. 1 ชนิด 2. 2 ชนิด
   3. 3 ชนิด 4. 4 ชนิด

3. ข้อใดไม่ใช่ไฟฟ้าสถิต
   1. แท่งอำพันดูดเศษกระดาษได้ 2. ฟ้าแลบขณะฝนตก
   3. ฟ้าฝ่าต้นไม้ 4. ช็อคขั้วบวกและลบแล้วมีประกาย

4. กระแสไฟฟ้าที่ไหลจริงจะไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวกเรียกว่า
   1. กระแสอิเล็กตรอน 2. กระแสนิยม
   3. กระแสตรง 4. กระแสสลับ

5. ข้อใดคือคุณสมบัติของเซลล์ปฐมภูมิ
   1. ต้องประจุไฟฟ้าก่อนใช้งาน 2. ไม่ต้องประจุไฟฟ้าก่อนใช้งาน
   3. สภาพไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก 4. สภาพสามารถนำมาใช้ได้อีก

6. ข้อใดคือคุณสมบัติของเซลล์ทุติยภูมิ
   1. ไม่ต้องประจุไฟฟ้าก่อนใช้งาน 2. ต้องประจุไฟฟ้าก่อนใช้งาน
   3. สภาพสามารถนำมาใช้ได้อีก 4. ข้อ 1. และ 3. ถูก

7. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของเซลล์ถ่านไฟฉาย
   1. โลหะสังกะสี 2. แท่งคาร์บอน
   3. สารอิเล็กโตรไลท์ 4. ข้อ 1. และ 3. ถูก

8. เซลล์ไฟฟ้าใดที่สามารถชาร์จประจุใหม่ได้

1. อัลคาไลน์เซลล์ 1.5 โวลล์ 2. นิเกิล – แคดเมี่ยม 1.25 V
3. เซลล์แบตเตอร์รี่ 4. เซลล์ถ่านไฟฉาย

9. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของเซลล์แบตเตอร์รี่

1. น้ำกลั่น 2. น้ำกรดกำมะถัน
3. โปรตัสเซี่ยม ไฮโดรไซด์ 4. แผ่นตะกั่ว

10. เซลล์ถ่านฟายมาตรฐานมีแรงดันไฟฟ้าเท่าใด

1. 1 V 2. 1.2 V
3. 1.25 V 4. 1.5 V

11. เซลล์แบตเตอร์รี่หนึ่งมีเซลล์แรงดันเท่าใด

1. 12 V 2. 2 V
3. 1.5 V 4. 1.2 V

12. เซลล์ถ่านไฟฉาย 2 เซลล์ ถ้าต้องการแรงดันมากขึ้นจะต้องต่อเซลล์แบบใด

1. อนุกรม 2. ขนาน
3. ขนานและอนุกรม 4. ผสม

13. จากข้อ 12 ถ้าต้องการกระแสมากขึ้นจะต้องต่อเซลล์แบบใด

1. อนุกรม 2. ขนาน
3. ขนานและอนุกรม 4. ผสม

14. เซลล์ถ่านไฟฉาย 3 เซลล์ ถ้าต้องการกระแสมากที่สุดและแรงดันมากที่สุดจะต้องต่อเซลล์แบบใด

1. อนุกรม 2. ขนาน
3. ขนานและอนุกรม 4. ผสม

15. ข้อใดไม่ถูกต้องตามกฎของโอห์ม

1. กระแสแปรผันตรงกับแรงดัน 2. แรงดันแปรผันตรงกับกระแส
3. กระแสแปรผันตรงกับความต้านทาน 4. ความต้านทานแปรผกผันกับกระแส

16. ความต้านทานในวงจรไฟฟ้าหาได้จากข้อใด

1. $I \quad \frac{E}{R}$
2. $R \quad \frac{E}{I}$
3. E = IR
4. R = IE

17. ข้อใดไม่ถูกต้องตามคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

1. ค่าความต้านทานรวมเท่ากับค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน
2. วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมมรกระแสผ่านเพียงทางเดียว
3. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานทุกตัวเท่ากัน
4. กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่ากัน

18. ค่าความต้านทานรวม (R_T) ในวงจรไฟฟ้าแบอนุกรม เท่ากับข้อใด

1. $R_T = R_1 + R_2 = R_3 =$..... V_n
2. $R_T = R_1 + R_2 + R_3 =$..... R_n
3. $R_T = R_1 + R_2 = R_3 +$..... V_n
4. $R_T = R_1 + R_2 + R_3 +$ ..... R_n

19. แรงดันที่แหล่งจ่าย E หรือ V_T มีค่าเท่ากับข้อใด

1. $V_T = V_1 + V_2 = V_3 =$..... V_n
2. $V_T = V_1 + V_2 = V_3 +$..... V_n
3. $V_T = V_1 = V_2 = V_3 =$..... V_n
4. $V_T = V_1 + V_2 + V_3 +$..... V_n

20. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องตามคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

1. ค่าความต้านทานรวมเท่ากับค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน
2. ค่าความต้านทานรวมจะมีค่าน้อยกว่าตัวต้านทานค่าที่น้อยที่สุด
3. แรงดันตกคร่อมขึ้นอยู่กับตัวต้านทานแต่ละตัว
4. กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่ากัน

21. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรไฟฟ้าแบบขนานหาได้จากข้อใด

1. $I_T = I_1 + I_2 = I_3 =$..... I_n
2. $I_T = I_1 + I_2 = I_3 +$..... I_n
3. $I_T = I_1 = I_2 = I_3 =$..... I_n
4. $V_T = I_1 + I_2 + I_3 +$..... I_n

22. ข้อใดคือคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบผสม

1. แรงดันตกคร่อมทุกตัวรวมกันเท่ากับแหล่งจ่าย
2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเท่ากัน
3. วงจรไฟฟ้าที่มีวงจรอนุกรมและวงจรขนานรวมอยู่ในวงจนเดียวกัน
4. ความต้านทานทั้งหมดของวงจรเท่ากับความต้านทานทุกตัวรวมกัน

23. วงจรไฟฟ้าแบบผสม แบ่งตามลักษณะใหญ่ๆ ได้กี่แบบ

1. 1 แบบ
2. 2 แบบ
3. 3 แบบ
4. 4 แบบ

24. ข้อใดถูกต้องตามลักษณะของวงจรไฟฟ้าแบบผสม

1. วงจรผสมแบบอนุกรม
2. วงจรผสมแบบขนาน
3. วงจรผสมแบบขนานและอนุกรม
4. ผิดหมดทุกข้อ

25. ข้อใดคือสูตรการคำนวณกาค่ากำลังไฟฟ้า

1. $P = EI$
2. $P = I^2R$
3. $E = R^{2I}$
4. ไม่มีข้อถูก

26. ข้อใดคือกำลังไฟฟ้ารวมในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

1. $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots P_n$
2. $P_T = P_1 = P_2 = P_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots P_n$
3. $P_T = P_{T1} = P_{T2} = P_{T3} = \ldots\ldots\ldots\ldots P_{Tn}$
4. $P_T = P_{T1} + P_{T2} + P_{T3} + \ldots\ldots\ldots\ldots P_{Tn}$

27. ข้อใดคือกำลังไฟฟ้ารวมในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

1. $P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots P_n$
2. $P_T = P_1 = P_2 = P_3 = \ldots P_n$
3. $P_T = P_{T1} = P_{T2} = P_{T3} = \ldots P_{Tn}$
4. $P_T = P_{T1} + P_{T2} + P_{T3} + \ldots P_{Tn}$

28. อุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับกำลังไฟฟ้า 1050 W เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 12 A แสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวนี้ มีค่าเท่าไร

1. 8.7
2. 87.5
3. 7.29
4. 72.9

29. วงจรแบ่งแรงดันใช้หลักการในข้อใด

1. วงจรวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม 2. วงจรวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน
3. วงจรวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม 4. ถูกหมดทุกข้อ

30. จากการทดลองแรงดันไฟฟ้า จะถูกแบ่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร

1. ค่าความต้านทาน 2. แหล่งจ่ายไฟฟ้า
3. วงจร 4. ไม่มีข้อถูก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองกฎของโอห์ม **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. วัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ 2. ต่อวงจรการทดลองกฎของโอห์มได้ 3. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าในการทดลองกฎของโอห์มได้ 4. วัดค่ากระแสไฟฟ้าในการทดลองกฎของโอห์มได้ 5. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีกฎของโอห์มได้	**การทดลองกฎของโอห์ม** 1. การวัดค่าวามต้านทานไฟฟ้า 2. การต่อวงจรการทดลองกฎของโอห์ม 3. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า 4. การวัดค่ากระแสไฟฟ้า 5. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีกฎของโอห์มได้

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

กฎของโอห์ม

ในวงจรไฟฟ้าความสัมพันธ์กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้ากล่าวไว้โดยจอร์จ ไวมอน โอห์ม นักฟิสิกส์และนักวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยโคโลญน์ ในปี ค.ศ. 1827 โอห์มพบความสัมพันธ์ดังกล่าวและตั้งสมการความสัมพันธ์นี้ในนามกฎของโอห์ม (Ohm's Law) ดังสมการ (1.1)

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{แรงดันไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}}$$

$$I = \frac{E}{I} \text{ (แอมป์ , A)} \qquad \text{... (1.1)}$$

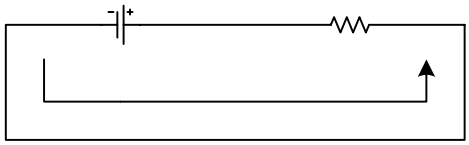
ในทำนองเดียวกัน จากสมการที่ (1.1) สามารถเขียนในเทอมของแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานได้ดังสมการ (1.2) และสมการ (1.3)

$$E = IR \quad \text{(โวลต์, V)} \qquad \text{... (1.2)}$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

$$R = \frac{E}{I} \quad (\text{โอห์ม},) \qquad ...(1.3)$$

เมื่อพิจารณาวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายในรูปที่ 1.1 จะพบว่าแหล่งจ่ายไฟฟ้า (E) กำเนิดแรงดันไฟฟ้าผลักดันให้กระแสไฟฟ้า (I) ไหลผ่านตัวตานทาน (R) ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม (V) ที่ตัวต้านทานนั้น โดยขั้วบวกของแรงดันตกคร่อมจะปรากฏในจุดที่ลูกศรของกระแสไหลเข้าเสมอ ดังรูปที่ 1.2



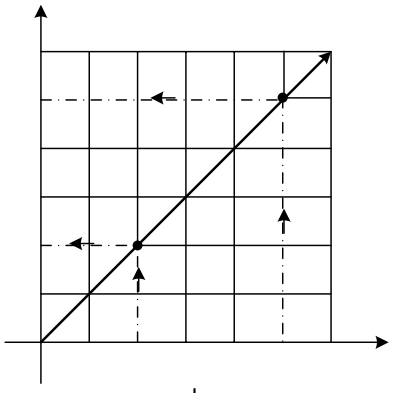
รูปที่ 1.1 วงจรไฟฟ้า

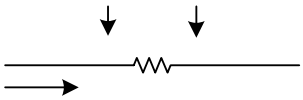
(ก) (ข)

รูปที่ 1.2 การกำหนดขั้วของแรงดันตกคร่อม

ในวงจรไฟฟ้าที่มีค่าความต้านทานคงที่ เมื่อแรงดันไฟฟ้า ในวงจรเพิ่มมากขึ้น กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเป็นสัดส่วนเชิงเส้น ตามสมการที่ 1.1 สำหรับกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า เมื่อค่าความต้านทานคงที่เท่ากับ 5 และแรงดันเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0 - 30 V จะได้ค่ากระแสเปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่ 0 - 6 A ดังแสดงในรูปที่ 1.3

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง





รูปที่ 1.3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดัน
ตามกฎของโอห์มเมื่อความต้านทานคงที่เท่ากับ 5

จากกราฟความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันตามกฎของโอห์ม ดังแสดงรูปที่ 1.3 เมื่อพิจารณาที่แรงดัน V = 25 V จะได้ค่ากระแส I = 5 A และสามารถนำค่า V และ I ในกราฟมาคำนวณหาค่าความต้านทานได้เช่นกัน คือ $R = \frac{25V}{5A} = 5$ หรือพิจารณา กราฟที่แรงดัน V = 10 V จะได้ค่ากระแส I = 2 A นั่นคือค่าความต้านทาน $R = \frac{10V}{2A} = 5$ เช่นกัน ความต้านทานที่คำนวณได้นี้คือค่าความต้านทานไฟตรง ดังสมการ (1.4)

$$R = \frac{V}{I} \qquad \text{... (1.4)}$$

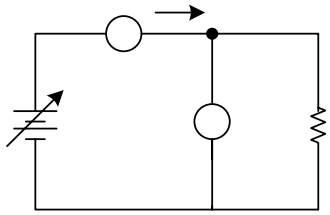
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ตัวต้านทานขนาด 1 W ± 5% ค่า 100 และ 200 2 ตัว
2. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 - 30 V 1 A 1 เครื่อง
4. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
5. เอกสารประกอบการสอน เรื่องกฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
6. แผ่นใส

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

การทดลองที่ 1.1

การหาค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าเมื่อความต้านทานคงที่



รูปที่ 1.3

ลำดับขั้นตอนการทดลองที่ 1.1

1. ต่อวงจรทดลองตามรูปที่ 1.3 (ในขณะต่อวงจรทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า) ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด A_{dc} ที่ 250 mA ต่อเป็นแอมมิเตอร์ และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด V_{dc} ที่ 10 V ต่อเป็นโวลต์มิเตอร์
2. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E ไปที่ 0 V ค่อยๆ เพิ่มแรงดัน E จาก 1 V - 10 V
3. บันทึกผลการทดลองวัดค่า V_1 และ I_1 ลงในตารางที่ 1.1
4. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
5. คำนวณค่าแรงดัน V_1 และ I_1 และนำผลการคำนวณบันทึกลงในตารางที่ 1.1 เช่นกัน
6. เปลี่ยนความต้านทาน R_1 เป็น R_2 = 100 1 W และทดลองซ้ำตามลำดับในข้อ 1 - 5 อีกครั้ง
7. บันทึกผลการทดลองวัดค่า V_2 และ I_2 และการคำนวณค่า V_2 และ I_2 ลงในตารางที่ 1.1

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.1 เมื่อโหลดคือ R_2 = 200 1 W

E(V)	ผลการทดลอง		ผลการคำนวณ	
	V_1 (V)	I_1 (mA)	V_1 (V)	I_1 (mA)
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

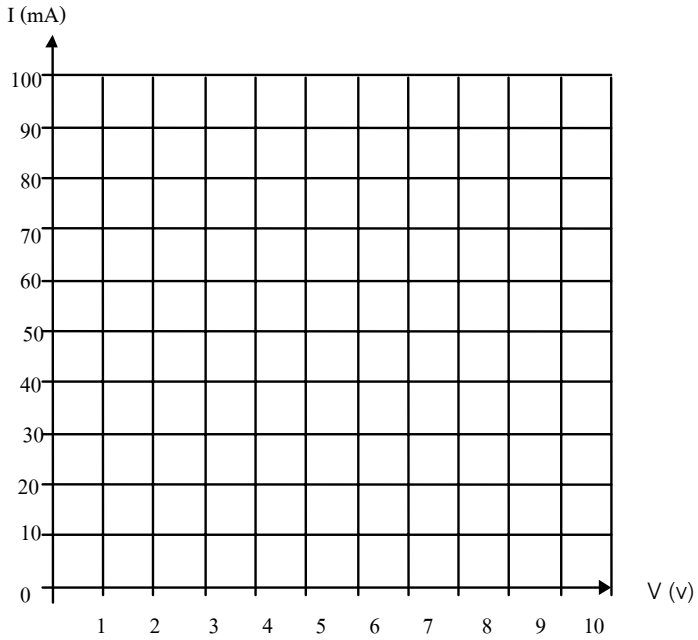
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 1.2 เมื่อโหลดคือ R_2 = 100 1 W

E(V)	ผลการทดลอง		ผลการคำนวณ	
	V_2 (V)	I_2 (mA)	V_2 (V)	I_2 (mA)
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

8. นำผลการทดลองจากตารางที่ 1.1 และ 1.2 มาพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันและกระแสตามฟังก์ชั่น I = f (V) ลงในกราฟรูปที่ 1.1 เมื่อโหลดเท่ากับ 200 และ 100 ตามลำดับ



กราฟรูปที่ 1.1 I = f (V) เมื่อR_1 = 200 R_2 100

9. จากเส้นกราฟที่พล็อตได้ในข้อ 8 จงนำมาหาค่าความต้านทานจากกราฟ โดยหาค่าความต้านทาน R_1 ที่ 4 V และ V_1 = 8 V ได้ว่า

.....

.....

.....

.....

.....

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

10. จากกราฟที่พล็อตได้ในข้อ 8 นำมาหาค่าความต้านทาน R_2 ที่ 4 V และ V_2 = 8 V ได้ว่า

.....

.....

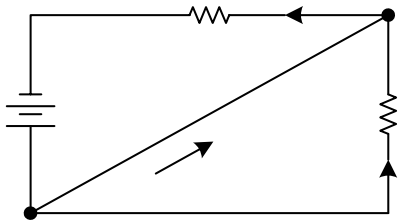
.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สูตรที่ใช้ในการหาค่าความต้านทาน R_1 และ R_2 จากกราฟคือ
2. ค่าความต้านทาน R_1 และ R_2 ที่หาได้จากกราฟรูปที่ 1.1 นั้น ตรงกับค่าความต้านทานที่นำมาทดลองหรือไม่ หากไม่ตรงให้วิเคราะห์สาเหตุที่เป็นผลให้ค่าความต้านทานจากกราฟนั้นไม่เท่ากับค่าความต้านทานที่นำมาทดลอง
3. จากตารางผลการทดลองที่ 1.1 และ 1.2 จงพิสูจน์ว่ากฎของโอห์มสามารถวิเคราะห์หาค่า V และ I ที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง
4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1.12 จงใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่ากระแส I_1 , I_2 และI_3



รูปที่ 1.12

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 1
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 1
เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง		จำนวน 4 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องกฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อย 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 2
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 2
เรื่อง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองกำลังไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อการทดลองกำลังไฟฟ้าได้ 2. ต่อวงจรวัตต์มิเตอร์วัดค่ากำลังไฟฟ้าได้ 3. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีกำลังไฟฟ้าได้	**การทดลองกำลังไฟฟ้า** 1. การต่อการทดลองกำลังไฟฟ้า 2. การต่อวงจรวัตต์มิเตอร์ 3. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลอง

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรตัวต้านทาน เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานนั้น ซึ่งการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานแต่ละตัวในวงจรไฟฟ้า จะหาได้จากสมการ ที่ (1) , (2) และ (3)

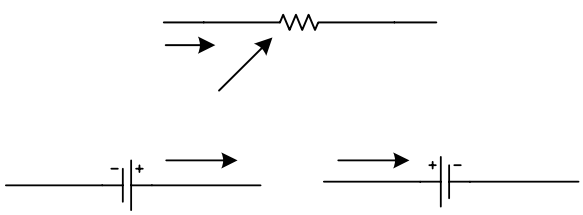
$$P = VI = EI \quad \text{..... (1)}$$

$$P = I^2R \quad \text{..... (2)}$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{E^2}{R} \quad \text{..... (3)}$$

นั่นคือ ค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานจะหาค่าได้เมื่อทราบค่าปริมาณของกระแส แรงดัน หรือตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าเพียง 2 ปริมาณเท่านั้น กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานจะอยู่ในรูปของความร้อน ซึ่งสังเกตได้จากอุณหภูมิของตัวต้านทานจะสูงขึ้น เมื่อปริมาณกระแสไฟฟ้ามากขึ้น และถ้ากำลังไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า ดังสมการที่ (1) , (2) และ (3) นั้นมีขนาดสูงกว่ากำลังวัตต์ของตัวต้านทาน ผลคือ ตัวต้านทานจะไหม้และขาดในที่สุด ดังนั้นการเลือกขนาดวัตต์ของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าจึงมีความสำคัญ และควรเลือกให้มีขนาดสูงกว่าผลของกระแสไฟฟ้าที่ยกกำลังสองคูณกับตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้านั้น

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 2
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 2
เรื่อง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		จำนวน 5 ชั่วโมง



รูปที่ 2.1 แสดงกำลังไฟฟ้าที่เกิดกับตัวต้านทานและเกิดกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.1 ถ้ากระแสไฟฟ้า (I) ไหลผ่านตัวต้านทาน (R) เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานเท่ากับ (V) กำลังไฟฟ้าที่เกิดกับตัวต้านทานนั้นคือ P = VI หรือ I^2R หรือ P = $\frac{V^2}{T}$ ในทำนองเดียวกันแหล่งจ่ายไฟฟ้า (E) จ่ายกระแสไฟฟ้า (I) ออกมา นั่นแสดงว่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้านี้จ่ายออกมาเท่ากับ P = EI เป็นต้น

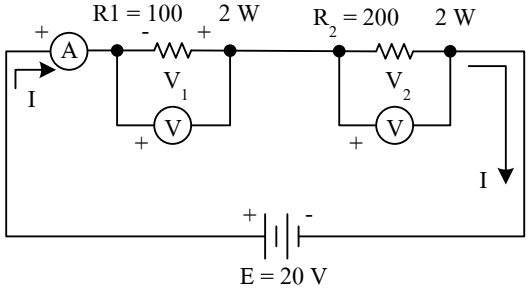
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1.	ตัวต้านทานขนาด 2 w ± 5% ค่า 100 และ 200	2	ตัว
2.	มัลติมิเตอร์	2	ตัว
3.	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 A	1	เครื่อง
4.	สายต่อวงจรทดลอง	1	ชุด
5.	เอกสารประกอบการสอน เรื่องกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		
6.	แผ่นใส		

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 2
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 2
เรื่อง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2.1

การหาค่ากำลังไฟฟ้าจากการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 2.2

ลำดับขั้นการทดลองที่ 2.1

1. ต่อวงจรการทดลองดังรูปที่ 2.2 (ในขณะต่อวงจรการทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า) ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด A_{DC} ที่ 250 mA ต่อเป็นแอมมิเตอร์ และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด V_{DC} ที่ 15 V ต่อเป็นโวลต์มิเตอร์ วัดค่าแรงดัน V_1 และ V_2
2. เปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E ให้เท่ากับ 20 V
3. บันทึกผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า V_1 , V_2 ในวงจรบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 2.1 และหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_1 , R_2 และ E โดยใช้ค่าของ I ,V_1, V_2 ที่วัดได้เป็นข้อมูลในการคำนวณ โดยใช้สมการ $P = VI$, $P = I^2R$ และ $P = \frac{V^2}{R}$ บันทึกผลการหาค่าลงในตารางที่ 2.1
4. ปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
5. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_1 และ R_2 โดยใช้ค่าในวงจรกำหนดคือ E = 20 V R_1 = 100 , R_2 = 200 และการใช้สูตรคำนวณจากสมการ $P = VI$, $P = I^2R$ และ $P = \frac{V^2}{R}$ บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 2.2

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 2
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 2
เรื่อง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 2.1 การทดลองหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน	ผลการทดลอง			คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจากผลการทดลอง			
	E(V)	V(V)	I (mA)	P = VI	P = I^2R	P = $\frac{V^2}{R}$	P_T = EI
R_1=100							
R_2=200							

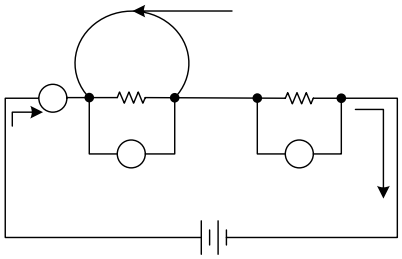
ตารางที่ 2.2 ผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน	ผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจากค่าจริง						
	E(V)	V(V)	I (mA)	P = VI	P = I^2R	P = $\frac{V^2}{R}$	P_T = EI
R_1=100	20						
R_2=200	20						

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 2
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 2
เรื่อง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2.2

การหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานเมื่อเกิดฟอลท์



รูปที่ 2.3

ลำดับขั้นการทดลองที่ 2.2

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 2.3 สมมุติให้เกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ความต้านทาน R_1 (ขณะต่อวงจรทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า) ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด A_{DC} ที่ 250 mA ต่อเป็นแอมมิเตอร์ และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด V_{DC} ที่ 50 V ต่อเป็นโวลต์มิเตอร์ วัดค่าแรงดัน V_1 และ V_2
2. เปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E ให้เท่ากับ 20 V
3. บันทึกผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้า I ,I_1 และ I_2 และแรงดันไฟฟ้า V ,V_1 และ V_2 ในวงจรลงในตารางที่ 2.3 และหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R1, R_2 และ E
4. ปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 การหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน เมื่อเกิดฟอล์ทลัดวงจรที่ R_1

ตัวต้านทาน	ผลการทดลอง			คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจากผลการทดลอง			
	E(V)	V(V)	I (mA)	P = VI	$P= I^2R$	$P = \frac{V^2}{R}$	$P_T = EI$
R_1=100 ลัดวงจร							
R_2=200							

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 2
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 2
เรื่อง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากผลการทดลอง กำลังไฟฟ้ารวม (P_T) ที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายออกมาเท่ากับผลรวมของกำลังไฟฟ้าที่เกิดกับ R_1 และ R_2 หรือไม่ หากมีความแตกต่างกันจงยกสาเหตุที่เหมาะสมมาประกอบคำอธิบาย

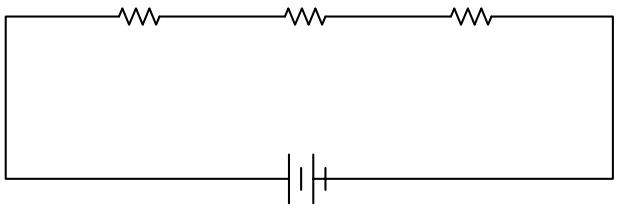
2. กำลังไฟฟ้า P_{R1} และ P_{R2} ที่ทดลองได้จากตารางที่ 2.1 และคำนวณได้จากตารางที่ 2.2 มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงให้เหตุผลพร้อมคำอธิบาย

3. ท่านคิดว่าความต้านทาน R_1 = 100 1 W และ R_2 = 200 1W ที่ใช้ในการทดลองมีขนาดกำลังไฟฟ้าเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

4. จากผลการทดลองและผลการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า ในวงจรตัวต้านทานต้าน มีความเห็นว่าสมการ $P = VI$, $P= I^2R$ และ $P = \frac{V^2}{R}$ สมการใดมีความถูกต้องเที่ยงตรงในการคำนวณมากที่สุด และด้วยเหตุผลใด

5. จากผลการทดลองที่ 2 เมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ R_1 สมการ $P_1 = P_{R1} + P_{R2}$ ยังคงเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

6. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2.4 จงหาค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่แหล่งจ่าย E จ่ายออกมา



รูปที่ 2.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 2
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 2
เรื่อง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องกำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองการต่อเซลล์ไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. วัดแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าได้ 2. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ 3. วัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ 4. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ 5. วัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ 6. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมได้ 7. วัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมได้ 8. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีการต่อเซลล์ไฟฟ้าได้	**การทดลองการต่อเซลล์ไฟฟ้า** 1. การวัดแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า 2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 3. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 4. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 5. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน 6. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม 7. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม 8. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีการต่อเซลล์ไฟฟ้า

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

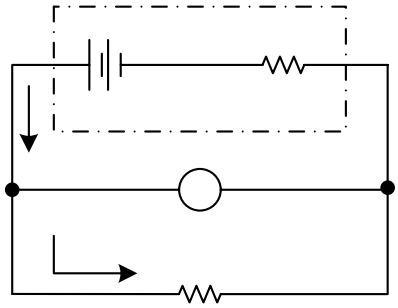
การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ถ้ามีตัวต้านทานมากกว่า 1 ตัวต่อเรียงลำดับกัน เรียกว่าการต่อตัวต้านทานอนุกรม ดังแสดงในรูปที่ 3.1 (ก) มี R_1 อนุกรมกับ R_2 และมีกระแสเพียงจำนวนเดียวคือ I ไหลผ่านความต้านทานทุกตัวในวงจร

สำหรับวงจรอนุกรมการหาค่าความต้านทานรวมในวงจร (R_T) จะมีค่าความต้านทานทุกตัวที่ต่ออนุกรมกันในวงจรนั้น ดังสมการ (3.1)

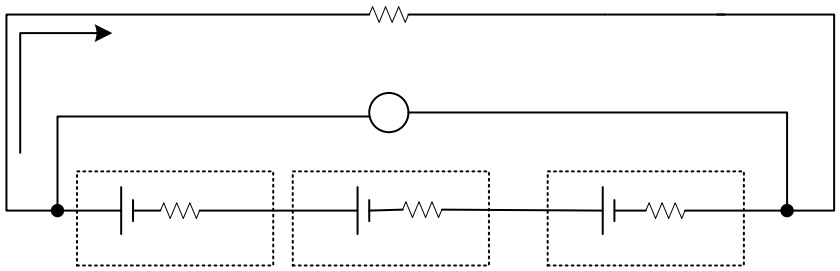
$$RT = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_N \text{ (โอห์ม)} \qquad \ldots (3.1)$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง



รูปที่ 3.1 แสดการต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม

จากรูปที่ 3.1 ถ้าในวงจรอนุกรมมี R_1 อนุกรมกับ R_2 ดังนั้น $R_T = R_1 + R_2$ ตามสมการ (3.1) วงจรในรูปที่ 3.1 เขียนใหม่ได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรอนุกรม $R_1 + R_2 = R_T$

ดังนั้นคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในวงจรอนุกรมได้ดังสมการ (3.2) คือ

$$I \quad \frac{E}{R_T} \text{ (แอมป์)} \qquad \text{... (3.2)}$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง

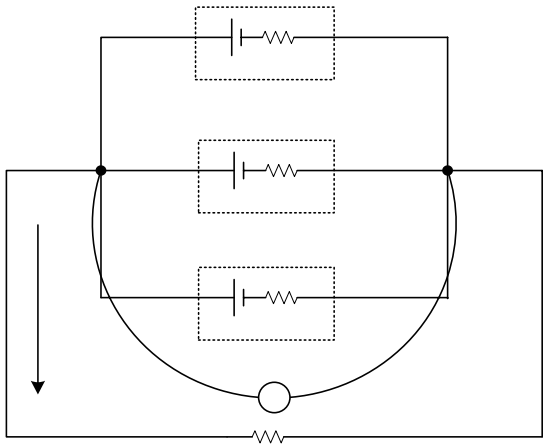
การต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาน

การต่อเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์ขนานกัน ต้องต่อให้ขั้วตรงกันและแรงดันของแต่ละเซลล์ของแต่ละเซลล์ต้องเท่ากัน ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งความต้านทานภายในวงจรรวมทุกเซลล์ คือ

$$R_T = \frac{R}{N}$$

และความต้านทานรวมของทั้งวงจรคือ

$$\frac{R}{N} + R$$



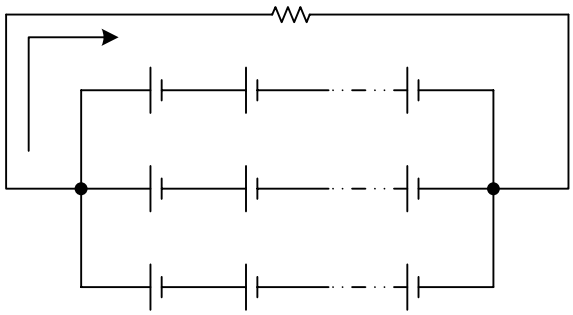
รูปที่ 3.3 แสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาน

จุดประสงค์ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานคือ เพื่อเพิ่มความสามารถในการจ่ายไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า เช่น เซลล์แห้งขนาด 9 V 200 mA / h

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง

การต่อเซลล์ไฟฟ้าผสม

การต่อเซลล์ไฟฟ้าผสม คือการต่อเซลล์ไฟฟ้าที่มีค่า e เท่ากันทุกเซลล์รวมกันทั้งส่วนขนานและส่วนอนุกรม เพื่อเพิ่มปริมาณการจ่ายกระแสไฟฟ้า และเพื่อเพิ่มขนาดของแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้านั้น ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4

กำหนดให้

N = จำนวนเซลล์ไฟฟ้าที่ต่ออนุกรม

M = จำนวนแถวที่ต่อขนาน

E = e.m.f ต่อเซลล์

แรงดันแต่ละแถว คือ ne (V)

ความต้านทานภายในแต่ละแถว คือ nr ( )

ความต้านทานรวมทุกแถว คือ $\frac{nr}{m}$ ( )

กระแสที่ผ่านโหลดคือ $I = \frac{ne}{\frac{nr}{m} R}$ ..... (3.4)

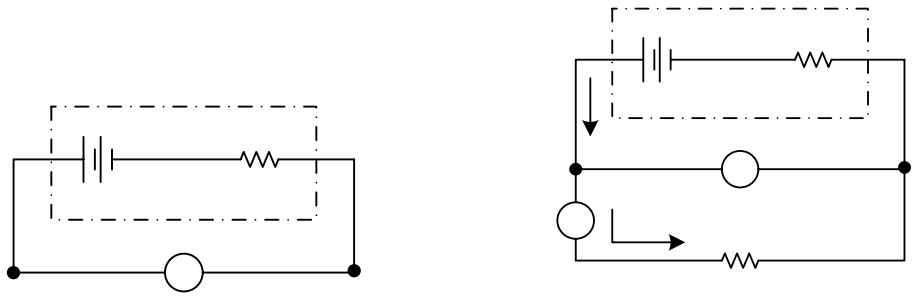
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. เซลล์ไฟฟ้าขนาด 9 V 3 เซลล์
2. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
3. ตัวต้านทาน 1 W 5 % ค่า 200 1,200 อย่างละ 1 ตัว
4. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
5. เอกสารประกอบการสอน เรื่องเซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า
6. แผ่นใส

การทดลองที่ 3.1

การหาค่าความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้า



(ก) (ข)

รูปที่ 3.5

ลำดับขั้นการทดลองที่ 1

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 3.5 (ก) โดยใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่าน วัด V_{DC} เท่ากับ 10 V วัดค่าแรงดันที่ขั้วของเซลล์ไฟฟ้า 9 V ตัวที่ 1 เมื่อไม่มีโหลด บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 3.1

2. ต่อวงจรทดลองใหม่ดังรูปที่ 3.5 (ข) โดยใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด A_{DC} เท่ากับ 100 mA วัดค่ากระแสที่เซลล์ไฟฟ้าจ่ายออกมา และใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงที่ขั้วของเซลล์ไฟฟ้าขณะมีโหลด บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 3.1

3. ทำการทดลงซ้ำในข้อ 1 และ 2 โดยใช้เซลล์ไฟฟ้า 9 V ตัวที่ 2 และ ตัวที่ 3 แล้วบันทึกผลการทดลองเซลล์ฟ้าทั้งสามตัวลงในตารางที่ 3.1

หน่วยการเรียนรู้	
วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า	จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1

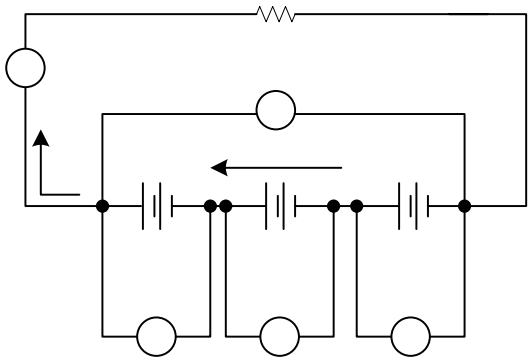
	เซลล์ที่ 1		เซลล์ที่ 2		เซลล์ที่ 3	
	e (v)	I (mA)	e (v)	I (mA)	e (v)	I (mA)
ไม่มีโหลด						
มีโหลด R = 200						
ความต้านทานภายใน ( )						
ความต้านทานภายในเฉลี่ย( )						

4. สูตรการหาค่าความต้านทานภายในคือ

$$r = \left(\frac{E}{I} \right) - R \ ( )$$

การทดลองที่ 3.2

การต่อเซลล์อนุกรม



รูปที่ 3.6

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 3.2

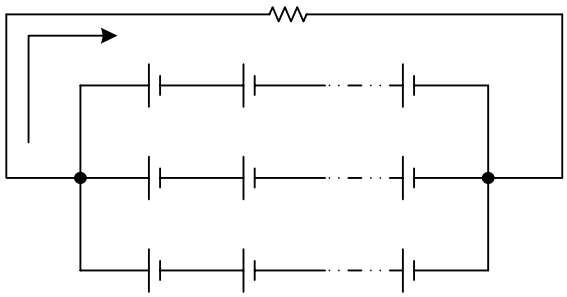
1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 3.6
2. ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด A_{DC} เท่ากับ 25 mA ต่อเป็นแอมมิเตอร์ และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด V_{DC} ที่ 25 V ต่อเป็นโวลต์มิเตอร์
3. ทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้า e_1 , e_2 , e_3 และ V และทดลองวัดค่ากระแส I ในวงจรรูปที่ 3.6 บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 3.2
4. คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า เทียบกับผลการทดลอง บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

	e_1 (v)	I (mA)	e_2 (v)	I (mA)	e_3 (v)	I (mA)
ผลการทดลอง						
ผลการคำนวณ						

การทดลองที่ 3.3

การต่อเซลล์ขนาน



รูปที่ 3.7

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 3.3

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 3.7
2. ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด A_{DC} เท่ากับ 100 mA วัดกระแสไฟฟ้า และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด V_{DC} ที่ 10 V วัดแรงดันของเซลล์ไฟฟ้า
3. ทดลองวัดค่ากระแส I_1 , I_2 ,I_3 และ I และแรงดันไฟฟ้า V ที่ส่วนขนาน ของเซลล์ทั้งสาม บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 3.3
4. คำนวณค่ากระแส I_1 , I_2 ,I_3 และ I และแรงดันไฟฟ้า V บันทึกผลการคำนวณ เปรียบเทียบกับผลการทดลองลงในตารางที่ 3.3
5. ค่าความต้านทานภายในของแต่ละเซลล์ที่มาใช้ในการคำนวณ ใช้ค่า r จากการทดลองที่ 1
6. สมการคำนวณคือ

$$I = \frac{ne}{r \quad nR} \text{ (A)}$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3}$$

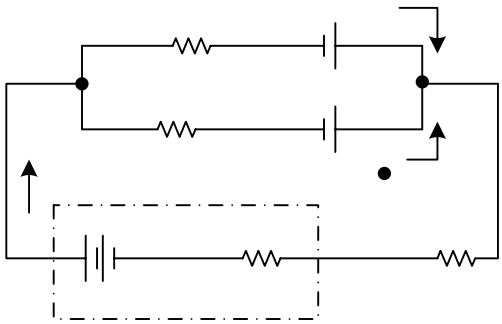
ตารางที่ 3.3

	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (v)	I (mA)	V (V)
ผลการทดลอง					
ผลการคำนวณ					

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 3
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 3
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า		จำนวน 5 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

1. ความต้านทานภายในของเซลล์ไฟฟ้าจะมีค่า *คงที่* หรือ *เปลี่ยนแปลง* ไปตามกระแสที่เซลล์ไฟฟ้าจ่ายออกมา จงอธิบายพร้อมเหตุผลประกอบ
2. จากวงจรเซลล์ไฟฟ้าในรูปที่ 3.8 จงคำนวณหาค่าแรงดัน V และกระแส I_1, I_2 และ I_3



รูปที่ 3.8

สรุปและวิจารณ์ทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องเซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

แบบประเมินผลการเรียนรู้ ครั้งที่ 1

เรื่อง กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง กำลังไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทาน เซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า

วิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104 – 2102 **คะแนนเต็ม 10 คะแนน**

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย (**X**) ลงในตัวเลือกที่ต้องการ

1. แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 6 จะมีค่าเท่าไร ถ้ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 2.5 A
   1. 12 V
   2. 15 V
   3. 15.5 V
   4. 17.5 V

2. กระแสไฟฟ้าผ่าน R = 27 เกิดแรงดันตกคร่อม 12 V คือข้อใด
   1. 0.166 mA
   2. 0.66 A
   3. 0.166 A
   4. 0.166 mA

3. จงหาค่าความต้านทานที่จำกัดกระแสให้ไหลได้ 1.5 mA ถ้าแรงดันในวงจร 16 V
   1. 100 k
   2. 15 k
   3. 10.66 k
   4. 1.5 k

4. แบตเตอร์รี่ในรถยนต์มีแรงดัน 12 V จ่ายกระแสให้กับมอเตอร์เท่าไร ถ้าความต้านทานของขดลวดในมอเตอร์เท่ากับ 0.05
   1. 240 A
   2. 120 A
   3. 24 A
   4 0.6 A

5. จงหาค่าความต้านทานของหลอดไฟฟ้าขนาด 60 W มีกระแสผ่านหลอด 500 mA เมื่อต่อกับเมื่อต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 120 V
   1. 100
   2. 140
   3. 200
   4. 240

6. โวลต์มิเตอร์ มีความต้านทานภายใน 15 k จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านโวลต์มิเตอร์ เมื่อเข็มของโวลต์มิเตอร์ชี้ที่ค่า 58 V
   1. 0.036 A
   2. 0.38 mA
   3. 2.66 A
   4. 3.86 mA

7. ข้อใดไม่ถูกต้องตามกฎของโอห์ม

1. กระแสแปรผันตรงกับแรงดัน
2. แรงดันแปรผกผันกับแรงดัน
3. กระแสแปรผันตรงกับความต้านทาน
4. ความต้านทานแปรผกผันกับกระแส

8. เตาไฟฟ้ากินกระแส 9.5 A เมื่อต่อกับแหล่งจ่าย 120 V จงหาค่าความต้านทานของเตาไฟฟ้า

1. 12.63
2. 126.3
3. 1.263
4. 126.3

9. จากข้อ 7 กำลังของเตาไฟฟ้าที่เตาไฟฟ้ามีค่าเท่าไร

1. 0.114 kW
2. 1.14 kW
3. 11.4 kW
4. 114 kW

10. กำลังไฟฟ้า 64 W เกิดที่ตัวต้านทาน 4 แสดงว่ามีกระแสไหลผ่านตัวต้านทานนี้เท่าไร

1. 2 A
2. 4 A
3. 6 A
4. 8 A

11. ตัวต้านทาน $\frac{1}{2}$ W ค่า 1,000 จะมีกระแสไหลผ่านได้เท่าไร

1. 220 mA
2. 0.025 A
3. 200 mA
4. 0.022 A

12. ตัวต้านทาน 2.2 k มีกำลังไฟฟ้าเกิดขึ้น 42 mW จงหาค่าแรงดันตกคร่อม ตัวต้านทานนี้

1. 9.16 V
2. 9.6 V
3. 19.6 V
4. 99.6 V

13. แบตเตอร์รี่ขนาด 400 mA ที่ 9 V จะต่อกำลังไฟฟ้าได้เท่าไหร่

1. 3.6 kW
2. 36 W
3. 3.6 W
4. 360 mW

14. เซลล์แบตเตอร์รี่ 1 เซลล์มีแรงดันเท่าไร

1. 12 V
2. 2 V
3. 1.5 V
4. 1.2 V

15. เซลล์ไฟฟ้าเสื่อมจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่าใด

1. เท่ากับ 1.5 V
2. เท่ากับ 0 V
3. น้อยกว่า 1.5 V
4. มากกว่า 1.5 V

16. ถ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าขนาด 1.5 V 3 A ต่ออนุกรมกับเซลล์ไฟฟ้าขนาด 1.5 V 5 A ผลเป็นอย่างไร

1. ได้แรงดัน 3 V
2. ได้แรงดัน 1.5 V
3. ได้กระแส 3 A
4. ได้กระแส 8 A

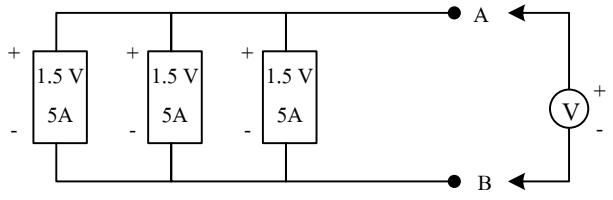
17. จากข้อ 15 ถ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมผลจะเป็นอย่างไร

1. ได้แรงดัน 3 V
2. ได้แรงดัน 1.5 V
3. ได้กระแส 3 A
4. ได้กระแส 8 A

18. จากข้อ 15 ถ้าต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานผลจะเป็นอย่างไร

1. ได้แรงดัน 3 V
2. ได้แรงดัน 1.5 V
3. ได้กระแส 3 A
4. ได้กระแส 8 A

จากรูป 1.1 จงตอบคำถามข้อ 19 – 20



รูปที่ 1.1

19. จากรูปที่ 1.1 กระแสรวมที่ใช้กับโหลดได้ขนาดเท่าไร

1. 1.5 A
2. 3 A
3. 5 A
4. 15 A

20. จากรูปที่ 1.1 แรงดันไฟฟ้ารอบที่วัดได้จากโวลต์มิเตอร์ได้ขนาดเท่าไร

1. 0 V
2. 1.5 V
3. 3 V
4. 4.5 V

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ 2. วัดกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ 3. วัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ 4. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ 5. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมได้	**การทดลองวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม** 1. การต่อวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม 2. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม 3. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม 4. การวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม 5. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรม

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

คุณลักษณะหรือคุณสมบัติของตัวต้านทาน เมื่อนำไปต่ออนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงจะมีคุณลักษณะเฉพาะที่น่าสังเกตคือ

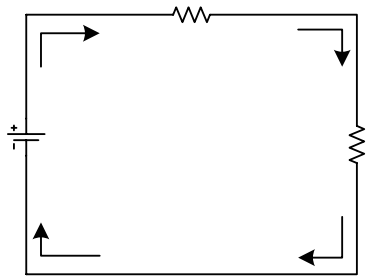
1. ความต้านทานรวม (R_T) ของวงจรตัวต้านทานอนุกรมเท่ากับผลบวกของความต้านทานแต่ละตัวในวงจรรวมกัน

2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานทุกตัว ในวงจรตัวต้านทานอนุกรมมีค่าเท่ากันและเท่ากับกระแสที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายออกมา

3. ผลบวกของแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัว ในวงจรอนุกรมรวมกัน เท่ากับค่า แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจรนั้น

4. ผลบวกของกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายเกิดขึ้นกับตัวต้านทานแต่ละตัวต่ออนุกรมกันรวมกันเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

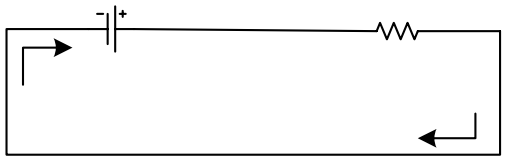


รูปที่ 4.1 แสดงวงจรอนุกรมตัวต้านทาน

สำหรับวงจรอนุกรมการหาค่าความต้านทานรวมในวงจร (R_T) จะมีค่าความต้านทานทุกตัวที่ต่ออนุกรมกันในวงจรนั้น ดังสมการ (4.1)

$$RT = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_N \text{ (โอห์ม)} \quad \ldots (4.1)$$

จากรูปที่ 4.1 ถ้าในวงจรอนุกรมมี R_1 อนุกรมกับ R_2 ดังนั้น $R_T = R_1 + R_2$ ตามสมการ (4.1) วงจรในรูปที่ 4.1 เขียนใหม่ได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 วงจรอนุกรม $R_1 + R_2 = R_T$

ดังนั้นคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในวงจรอนุกรมได้ดังสมการ (4.2) คือ

$$I = \frac{E}{R_T} \text{ (แอมป์)} \quad \ldots (4.2)$$

เมื่อกระแส I ไหลผ่านความต้านทานทุกตัว ในวงจรอนุกรมจะเกิดแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัว ดังสมการต่อไปนี้

$$V_1 = IR_1;\ V_2 = R_2;\ V_3 = IR_3 \ldots ;\ VN = IRN \quad \ldots (4.3)$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

แรงดันตกคร่อมรวมของทั้งวงจรจะเท่ากับแรงดันแหล่งจ่ายของวงจรจากรูปที่ 4.1 จะได้ว่า

$E = V_1 + V_2$ หรือเป็นดังสมการ (4.4)

$$E = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_N \quad \text{(โวลต์)} \qquad \ldots (4.4)$$

การต่อแหล่งจ่ายแรงดันอนุกรม มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มขนาดของแรงดันรวมและลดขนาดของแรงดันรวมในวงจร โดยสามารถต่อแหล่งจ่ายแรงดันเสริมกัน เพื่อเพิ่มขนาดแรงดัน

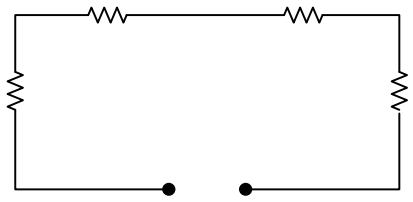
วงจรตัวต้านทานอนุกรมนั้น ถ้าตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งในวงจรขาดหรือเปิดวงจร จะไม่มีกระแสไหลผ่านในวงจร และจะไม่มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทานตัวอื่นๆ ด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1.	ตัวต้านทานขนาด 1 W ± 5% ค่า 100 , 200 อย่างละ	2	ตัว
2.	มัลติมิเตอร์	2	ตัว
3.	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 A	1	เครื่อง
4.	สายต่อวงจรทดลอง	1	ชุด
5.	เอกสารประกอบการสอนเรื่องวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		
6.	แผ่นใส		

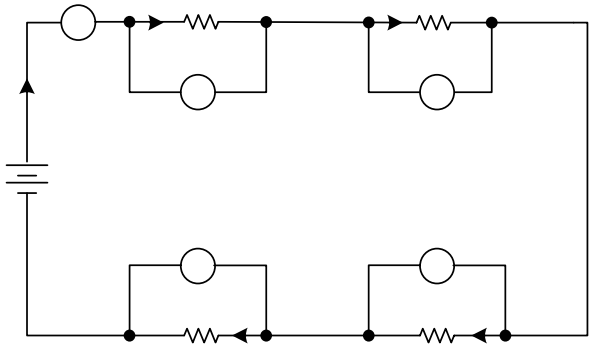
การทดลองที่ 4.1

การหาคุณลักษณะของวงจรตัวต้านทานต่อนุกรม



(ก)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง



(ข)

รูปที่ 4.3

ลำดับขั้นการทดลองที่ 4.1

1. ต่อวงจรทดลองตามรูปที่ 4.3 (ก) ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัด R 10 วัดค่า R_T และวัดค่า R_1 ,R_2 , R_3 และ R_4 บันทึกผลการทดลองวัดลงในตารางที่ 4.1
2. ต่อวงจรทดลองใหม่ดังรูปที่ 4.3 (ข) (ในขณะต่อวงจรทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า) ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด A_{DC} ที่ 100 mA ต่อเป็นแอมมิเตอร์วัดค่ากระแส I, I_1,I_2, I_3 และ I_4 และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด A_{DC} ที่ 10 V ต่อเป็นโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_1, V_2,V_3 และ V_4
3. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E = 30 V
4. ทำการทดลองวัดและบันทึกค่ากระแส I ,I_1 , I_2 ,I_3 และ I_4 และแรงดัน V_1 , V_2 ,V_3 และ V_4
5. ปิดสวิทช์แหล่งจ่าย
6. คำนวณค่าของ R_T, I, V_1, V_2, V_3, V_4 และ I, I_1, I_2, I_3, I_4 โดยการใช้กฎของโอห์มและกฎการแบ่งแรงดัน บันทึกผลการคำนวณเปรียบเทียบกับผลการทดลองในตารางที่ 4.2

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม

ผลการทดลอง											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

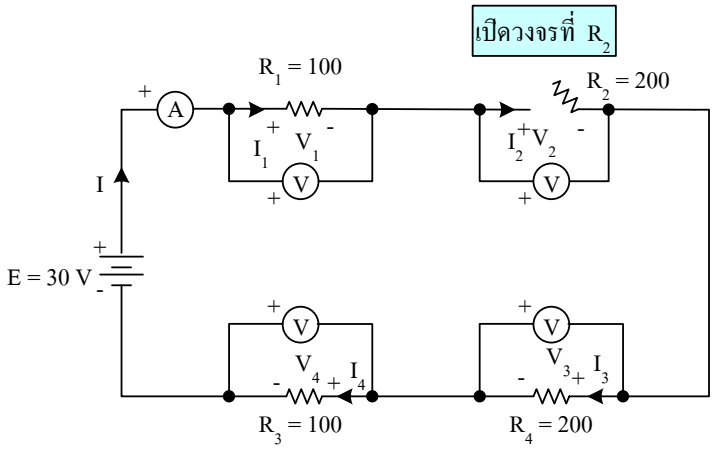
ตารางที่ 4.2 ผลการคำนวณวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม

ผลการคำนวณ											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

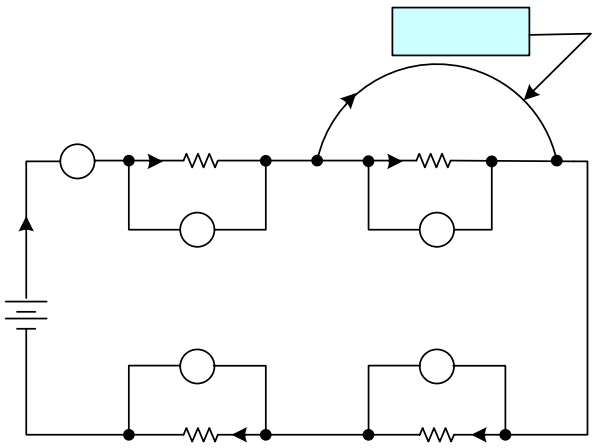
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 4.2

วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรมเมื่อเกิดฟอลท์



(ก) ฟลอท์เปิดวงจร



(ข) ฟลอท์ลัดวงจร

รูปที่ 4.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

7. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 4.4 (ข) เป็นวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรมเมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ R_2 (ในขณะต่อวงจรทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า)

8. ทำการทดลองซ้ำดังข้อที่ 1 – 6 แล้วบันทึกผลการทดลองจากวงจรในรูปที่ 4.5 (ข) ลงในตารางที่ 4.5 และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรมเมื่อฟอลท์เปิดวงจรที่ R_2

ผลการทดลอง											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

ตารางที่ 4.6 ผลการคำนวณวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรมเมื่อฟอลท์เปิดวงจรที่ R_2

ผลการคำนวณ											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 4
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 6
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม		จำนวน 5 ชั่วโมง

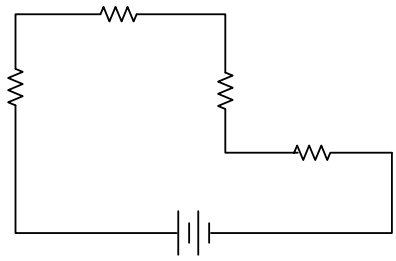
คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรในรูปที่ 4.3 (ข) พิสูจน์ว่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายให้ออกมามีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานในวงจรอนุกรม

2. วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม เมื่อเกิดฟอล์ทเปิดวงจรที่ตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งในวงจร แรงดันตกคร่อมจุดฟอล์ทที่เปิดวงจรมีค่าเท่าใด จงยกเหตุผลประกอบคำอธิบาย

3. วงจรตัวต้านทานต่อนุกรมในการทดลองที่ 1 ผลการคำนวณแตกต่างจากผลการทดลองตรงส่วนใดบ้าง จงอธิบายเหตุผลประกอบความแตกต่างนั้น

4. วงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 4.5 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายออกมาและแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวในวงจร



รูปที่ 4.5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

. .....

.....

. .....

แบบการประเมินผลเรื่องวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5
วงจรตัวต้านทานต่อขนาน

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนานได้ 2. วัดกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนานได้ 3. วัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนานได้ 4. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนานได้ 5. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนานได้	**การทดลองวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน** 1. การต่อวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 2. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 3. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 4. การวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน 5. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบขนาน

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

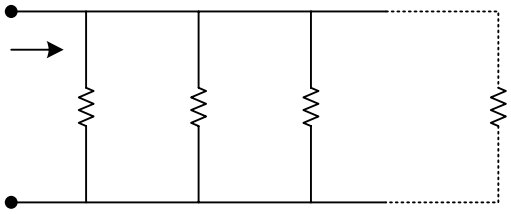
คุณลักษณะของตัวต้านทานเมื่อนำไปต่อขนานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงมีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญคือ

1. ค่าความต้านทานไฟฟ้ารวมหรือคอนดักแตนซ์รวม (Total Conductance, GT) ในวงจรขนานจะมีค่าเท่ากับค่าความนำไฟฟ้าแต่ละตัวที่ขนานรวมกัน ดังรูปที่ 5.1 มีความนำไฟฟ้า $G_1 + G_2 + G_3 + \ldots + G_N$ ผลรวมของความนำไฟฟ้ารวม (GT) คือ

$$GT = G1 + G_2 + G_3 + \ldots + G_N \quad \ldots (5.1)$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

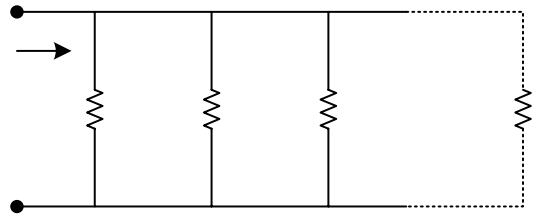
โดยที่ค่าความนำไฟฟ้ามีหน่วยเป็นซีเมนส์ (S)



รูปที่ 5.1 ความนำไฟฟ้าในวงจรขนาน

ในทำนองเดียวกันเมื่อ G = $\frac{1}{R}$ ดังนั้นค่าความต้านทานรวมในวงจรขนาน (R_T) คือ

$$\frac{1}{R_T} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{R_3} \quad \cdots \quad \frac{1}{R_n} \qquad \text{... (5.2)}$$



รูปที่ 5.2 ความต้านทานในวงจรขนาน

ในวงจรไฟฟ้าแบบขนานมักจะพบความต้านทาน 2 ตัว และ 3 ตัว ต่อขนานกันมากกว่ากรณีอื่นๆ ดังนั้น จึงมีสูตรสำหรับใช้กรณีความต้านทานต่อขนาน 2 ตัว ดังนี้

$$\frac{1}{R_T} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2}$$

สูตร $R_T \quad \frac{R_1 R_2}{R_1 \quad R_2}$ ... (5.3)

ในทำนองเดียวกับกรณีตัวต้านทาน 3 ตัวต่อขนานกัน จะได้สูตร RT คือ

$$R_T = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 \quad R_1 R_3 \quad R_2 R_3} \qquad \text{... (5.4)}$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวในวงจรตัวต้านทานต่อขนานรวมกัน จะมีค่าเท่ากับ กระแสที่จ่ายออกมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ดังสมการ

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots I_N$$

3. แรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวในวงจรตัวต้านทานต่อขนานเท่ากัน และเท่ากับแรงดันของแหล่งจ่าย ดังสมการ

สมการแรงดัน คือ

$$V_1 = R_2 = E$$

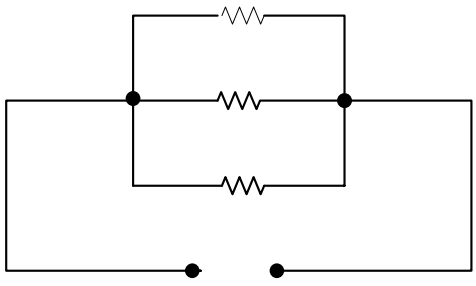
วงจรตัวต้านทานต่อขนานนั้น ถ้าตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งในวงจรขาดหรือเปิดวงจร จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานตัวนั้นแต่ความต้านทานตัวอื่นๆ ยังคงมีกระแสไฟฟ้าไหลตามปกติ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1.	ตัวต้านทาน ½ W ± 5 % ค่า 1.2 k และ 1k	อย่างละ 1	ตัว
2.	มัลติมิเตอร์	2	เครื่อง
3.	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0-30 V 1 A	1	เครื่อง
4.	สายต่อวงจรทดลอง	1	ชุด
5.	เอกสารประกอบการสอน เรื่องวงจรตัวต้านทานต่อขนาน		
6.	แผ่นใส		

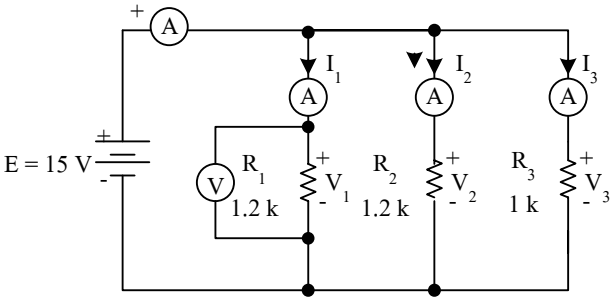
การทดลองที่ 5.1

การหาคุณลักษณะของวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม



(ก)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง



(ข)

รูปที่ 5.3

ลำดับขั้นการทดลองที่ 5.1

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 5.3 (ก) ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัด R x 100 วัดค่า R_T และวัดค่า R_1, R_2 และ R_3 บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 5.1
2. ต่อวงจรใหม่ดังรูปที่ 5.3 (ข) (ในขณะต่อวงจรการทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า) ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด A_{DC} ที่ 50 mA ต่อเป็นแอมมิเตอร์วัดค่ากระแส I, I_1, I_2 และ I_3 และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด V_{DC} ที่ 25 V ต่อเป็นโวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_1 V_2 V_3 และ E
3. เปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E = 15 V
4. ทดลองวัดและบันทึกค่ากระแส I, I_1, I_2, I_3 และแรงดัน V_1, V_2, V_3 และ E ลงในตาราง 5.1
5. ปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณค่า R_T, I, I_1, I_2, I_3 และ V_1, V_2, V_3 และ E โดยใช้กฎของโอห์มและกฎของการแบ่งกระแส บันทึกผลการคำนวณเปรียบเทียบกับผลการทดลองในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองวงจรตัวต้านทานต่อขนาน

ผลการทดลอง											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

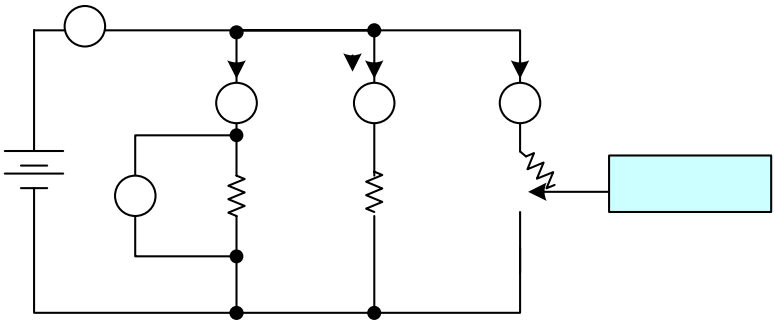
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณวงจรตัวต้านทานต่อขนาน

ผลการคำนวณ											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

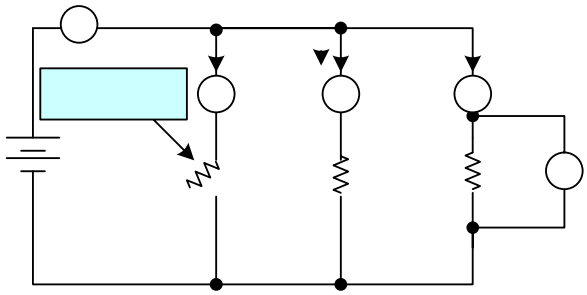
การทดลองที่ 5.2

วงจรตัวต้านทานต่อขนานเมื่อเกิดฟอลท์เปิดวงจร



(ก) ฟลอท์เปิดวงจรที่ R_3

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง



(ข)ฟลอท์ลัดวงจรที่ R_1

รูปที่ 5.4

ลำดับขั้นการทดลองที่ 5.2

1. ต่อวงจรทดลองตามรูปที่ 5.4 (ก) ตั้งย่านมัลติมิเตอร์เหมือนการทดลองที่ 1 (ในขณะต่อวงจรทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า I, I_1, I_2, I_3 และ I_4 และใช้ โวลล์มิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อม V_1 V_2, V_3, V_4 และ E ในสภาวะที่ฟอลท์ เปิดวงจรที่ R_3
3. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E = 15 V
4. ทำการทดลองวัดและบันทึกค่ากระแส I, I_1, I_2, I_3 และ I_4 และแรงดัน V_1 , V_2 ,V_3 และ E ลงในตารางที่ 5.3
5. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณค่า R_T , I, V_1 , V_2, V_3, V_4, E และ I, I_1, I_2, I_3, I_4 บันทึกผลลงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองวงจรตัวต้านทานต่อขนานเมื่อฟอลท์เปิดวงจรที่ R_3

ผลการทดลอง											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

E =

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.4 ผลการคำนวณวงจรตัวต้านทานต่อขนานเมื่อฟอลท์เปิดวงจรที่ R_3

ผลการคำนวณ											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

7. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 5.3 (ข) เป็นวงจรตัวต้านทานต่อขนานเมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ R_1 (ในขณะต่อวงจรทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า)

8. ทำการทดลองซ้ำดังข้อที่ 1 – 6 บันทึกผลการทดลองจากวงจรในรูปที่ 4.3 (ข) ลงในตารางที่ 5.5 และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.5 ผลการทดลองวงจรตัวต้านทานต่อขนานเมื่อฟอลท์เปิดวงจรที่ R_1

ผลการทดลอง											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

ตารางที่ 5.6 ผลการคำนวณวงจรตัวต้านทานต่อขนานเมื่อฟอลท์เปิดวงจรที่ R_1

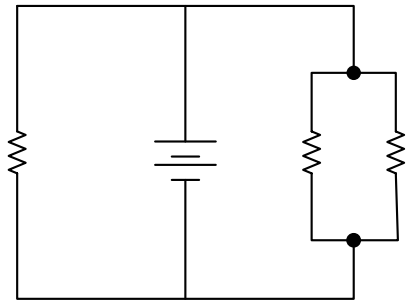
ผลการคำนวณ											
R_1 ( )	R_2 ( )	R_3 ( )	R_T ( )	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I (mA)	V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)	E (V)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

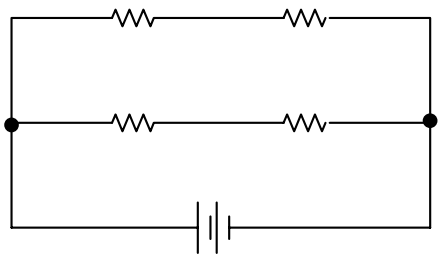
1. จากการทดลองที่ 1 รูปที่ 5.2 (ข) จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายออกมาและกำลังที่เกิดขึ้นกับ R_1, R_2 และ R_3 เพื่อพิสูจน์ว่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่ากับผลรวมของกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับความต้านทานทุกตัวรวมกัน

2. วงจรตัวต้านทานต่อขนาน ดังรูปที่ 5.4 หากเกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ R_1 ระหว่างจุด A – B จะเกิดผลเสียหายอย่างไรต่อวงจร และควรมีวิธีป้องกันอย่างไร จงอธิบาย



รูปที่ 5.5

3. จากวงจรตัวต้านทานต่อขนาน ดังรูปที่ 5.6 จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_3 และแรงดันตกคร่อม R_1



รูปที่ 5.6

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 5
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 7
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่อขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องวงจรตัวต้านทานต่อขนาน

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6
วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสมได้ 2. วัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสมได้ 3. วัดกระแสไฟฟ้าตกของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสมได้ 4. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสมได้	**การทดลองวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม** 1. การต่อวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม 2. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม 3. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม 4. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรตัวต้านทานไฟฟ้าแบบผสม

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

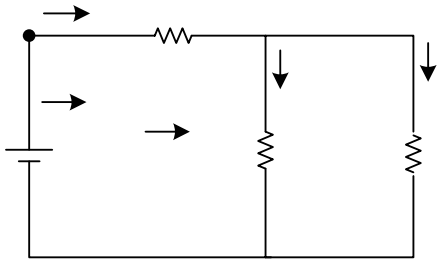
โครงข่ายอนุกรม – ขนาน

วงจรโครงข่ายที่มีทั้งส่วนขนานและอนุกรมต่อรวมภายในวงจรเดียวกัน เรียกว่า วงจรผสม หรือ โครงข่ายอนุกรม – ขนาน (Series Parallel Circuit) ซึ่งจะพบได้ในวงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อนมากขึ้น ดังตัวอย่างวงจรโครงข่ายอนุกรม – ขนาน ดังรูปที่ 6.1 มีอุปกรณ์ A ต่ออนุกรมกับส่วนขนานของอุปกรณ์ B และ C ดังนั้นความต้านทานรวมของวงจรคือ R_A อนุกรม กับ R_B/R_C เป็นต้น

วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน ดังรูปที่ 6.1 ในส่วนของ A จะอนุกรม กับ B และ C แต่ในส่วนของ B จะขนานกับ ดังนั้นสมการ ในวงจรที่ 6.1 จะได้ว่า

สมการของ $R_T = R_A + \frac{R_B R_C}{R_B \quad R_C}$

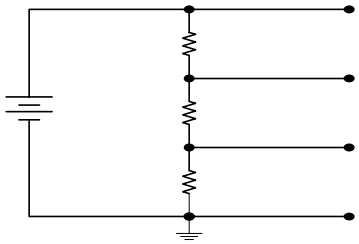
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง



รูปที่ 6.1 โครงข่ายวงจรอนุกรม – ขนาน

วงจรแบ่งแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า

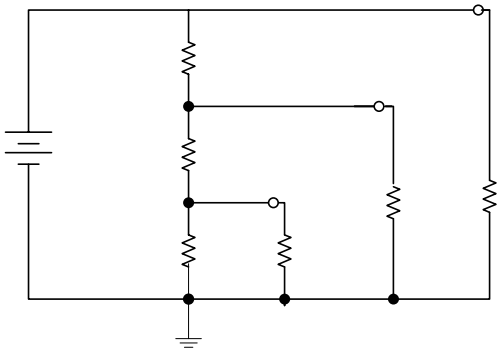
วงจรแบ่งแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ใช้หลักการของวงจรแบ่งแรงดัน โดยใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน ดังรูปที่ 6.2 ตัวต้านทานที่ใช้ต่ออนุกรมนั้นต้องกินกระแสจำนวนน้อยจากแหล่งจ่าย จึงจะเป็นผลดี เนื่องจากขณะที่มีโหลดต่อกับวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะถูกโหลดออกมามากยิ่งขึ้น ผลคือแรงดันที่ขั้วของวงจรแบ่งแรงดันจะลดลง จากเมื่อไม่มีโหลดอย่างมาก ดังนั้นตัวต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันจากรูปที่ 6.2 จึงมีความสำคัญมาก ต้องเลือกให้เหมาะสม



รูปที่ 6.2 วงจรแบ่งแรงดันไม่มีโหลด

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

จากรูปที่ 6.2 เมื่อวัดค่าแรงดัน V_a เท่ากับ 120 V, V_b = 100 V และ V_C = 60V เมื่อไม่มีโหลด ถ้าใส่โหลดเข้าไปที่จุด a, b และ c ของวงจรในรูปที่ 6.2 ดังรูปที่ 6.3 คือที่จุด a ต่อ R_{L1} = 20 ที่จุด b ต่อ R_{L2} = 20 และที่จุด c ต่อ R_{L3} = 20 ที่จุด a เมื่อไม่มีโหลด V_a = 120 V



รูปที่ 6.3 วงจรแบ่งแรงดันเมื่อมีโหลด

และเมื่อมีโหลด V_a = 120 V เช่นเดิม เนื่องจาก R_{L1} ต่อขนานกับแบตเตอรี่

E = 120 V

ที่จุด b เมื่อไม่มีโหลด V_b = 100 V

เมื่อมีโหลด R_{L2} = 20 ต่อที่จุด b

ค่าแรงดัน V_b เมื่อมีโหลด คือ

$$V_b = \frac{12.31 \quad 120V}{12.31 \quad 10} \quad 66.21V$$

ที่จุด c เมื่อไม่มีโหลด V_c = 60 V

เมื่อมีโหลด R_{L3} = 20 ต่อที่จุด c

ค่าแรงดัน V_c เมื่อมีโหลด คือ

$$V_c = \frac{12 \quad 66.21V}{12 \quad 20} \quad 24.83V$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

จะเห็นว่าผลของโหลดที่มีค่าความต้านทานต่ำๆ จะทำให้แรงดันที่ขั้วลดลงมาก ในทำนองเดียวกัน ถ้าเปลี่ยนค่าความต้านทานโหลดใหม่ให้มีค่าสูง ๆ ขึ้น แรงดันที่ขั้วจะไม่ลดลงมากนัก แต่ในขณะเดียวกันกระแสโหลดจะลดลงเป็นสัดส่วนกลับกัน

การคำนวณค่ากระแสและแรงดันในวงจรรวมอนุกรม - ขนาน ดังที่ยกตัวอย่างมานี้ จะต้องใช้กฎของโอห์มร่วมกับกฎการแบ่งแรงดันและกฎการแบ่งกระแสช่วยในการคำนวณค่า และผู้เรียนต้องมีความชำนาญในการแปลงรูปวงจรความต้านทานขนานและอนุกรม เพื่อหาค่า R_T

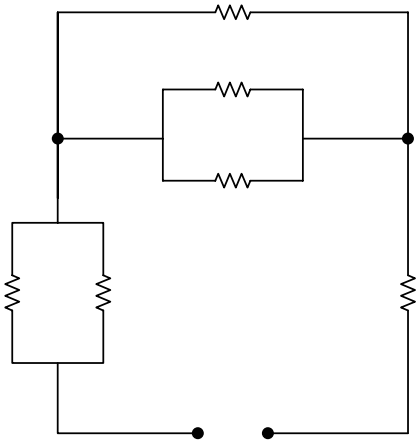
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ตัวต้านทาน $\frac{1}{2}$ W 5% ค่า 1k 3 ตัว 200 2 ตัว 500 1 ตัว
2. มิลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 A 1 เครื่อง
4. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
5. เอกสารประกอบการสอนเรื่องวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน
6. แผ่นใส

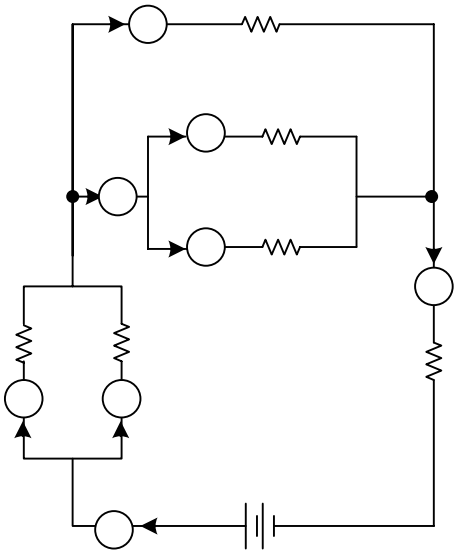
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 6.1

วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน



(ก)



(ข)

รูปที่ 6.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 6.1

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 6.4 (ก) ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัด R x 100 วัดค่า R_1 และวัดค่า R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 และ R_6 บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 6.1
2. ต่อวงจรทดลองใหม่ดังรูปที่ 6.4 (ข) (ในขณะต่อวงจรทดลองต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า) ใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสที่ย่านวัด A_{DC} ที่ 50 mA เพื่อวัดกระแส I, I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 และ I_6 และวัดแรงดันที่ย่านวัด V_{DC} ที่ 50 V
3. เปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับแรงดัน E = 30 V
4. ทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้า I, I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6 และวัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน V_1, V_2, V3, V_4, V_5, V_6 และ E บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 6.1
5. ปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณค่า R_T, I, I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6 และแรงดัน V_1, V_2, V3, V_4, V_5, V_6 และ E โดยใช้กฎของโอห์ม กฎของการแบ่งแรงดันและกฎการแบ่งกระแส บันทึกผลการคำนวณเปรียบเทียบกับผลการทดลองลงในตารางที่ 6.1 และ 6.2

ตารางที่ 6.1 ผลการทดลอง

ความต้านทาน ( )							กระแส(mA)							แรงดัน(V)						
R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_T	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	E

ตารางที่ 6.2 ผลการคำนวณ

ความต้านทาน ( )							กระแส(mA)							แรงดัน(V)						
R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_T	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	E

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

5. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

6. คำนวณค่า E , V_1 , V_2 ,V_3 ,V_4 ,V_5, V_6 และ I, I_1, I_2, I_3, I_4 , I_5 และ I_6 บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.4 ผลการทดลองเมื่อเกิดฟลอท์

ความต้านทาน ( )	กระแส(mA)							แรงดัน(V)						
R_T	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	E

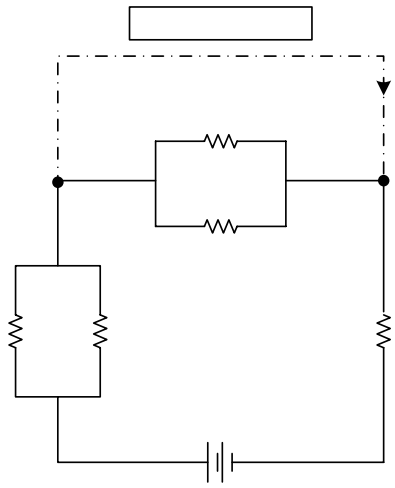
ตารางที่ 6.5 ผลการคำนวณเมื่อเกิดฟลอท์

ความต้านทาน ( )	กระแส(mA)							แรงดัน(V)						
R_T	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	E

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน ดังรูปที่ 6.6 หากมีฟอลท์ลัดวงจรที่ จุด A-C จงคำนวณหาค่ากระแสลัดวงจร (I_{AC})

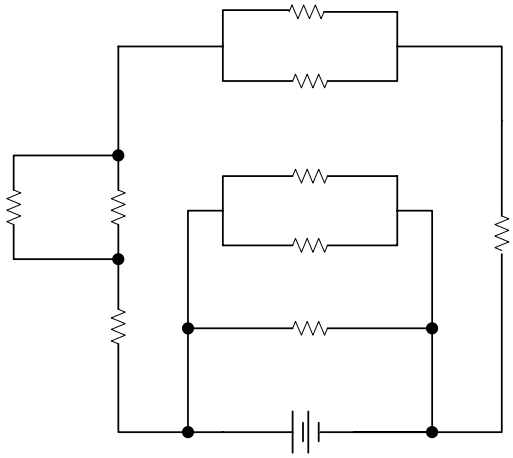


รูปที่ 6.6

2. จากวงจรทดลองรูปที่ 6.3 (ข) ในการทดลองที่ 6.1 จงคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายจ่ายออกมา และพิสูจน์ว่ามีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับความต้านทานแต่ละตัวในวงจรรวมกัน

3. จากวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน ดังรูปที่ 6.7 จงหาค่าของแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวในวงจรนี้

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 6
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 8
เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน		จำนวน 5 ชั่วโมง



รูปที่ 6.7

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องวงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม - ขนาน

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

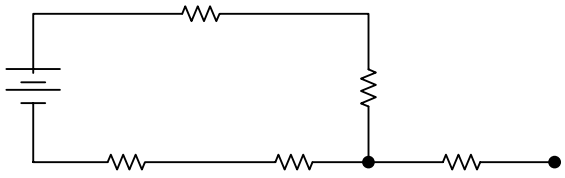
แบบประเมินผลการเรียนรู้ ครั้งที่ 2

เรื่อง วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม วงจรตัวต้านทานต่อขนานและ วงจรตัวต้านทานต่ออนุกรม – ขนาน

วิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104 - 2102 **คะแนนเต็ม 10 คะแนน**

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย (**X**) ลงในตัวเลือกที่ต้องการ

1. จงหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมในวงจรรูปที่ 2.1



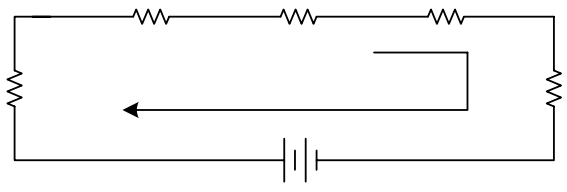
รูปที่ 2.1

1. 12 mA
2. 120 mA
3. 0.012 A
4. 12 A

2. จากรูปที่ 2.1 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานที่ 5 k
   1. 0.13 V
   2. 0.52 V
   3. 0.23 V
   4. 0 V

3. จากรูปที่ 2.1 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดกับตัวต้านทาน 1.2 k
   1. 17.28 mW
   2. 0.17 W
   3. 1.728 W
   4. 17.28 W

4. จากวงจรรูปที่ 2.2 จงหาค่าของ I มีค่าเท่ากับเท่าไร



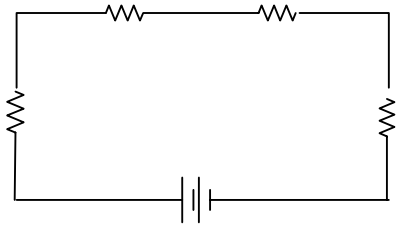
รูปที่ 2.2

1. 0.133 A
2. 0.75 A

3. 1.33 A
4. 7.5 A

5. จากรูปที่ 2.2 จงหาค่ากำลังไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่าเท่ากับเท่าไร
   1. 0.13 W
   2. 1.326 W
   3. 13.26 W
   4. 99.75 W

6. จากวงจรรูปที่ 2.3 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R เมื่อค่าความต้านทานในวงจรเป็น 1.6 M

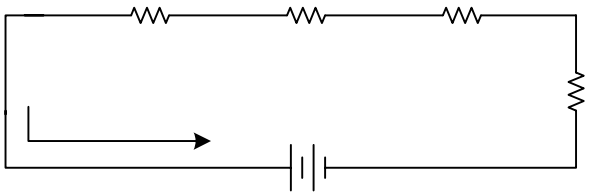


รูปที่ 2.3

   1. 12.125 V
   2. 15.215 V
   3. 17.5 V
   4. 23.125 V

7. จากรูปที่ 2.4 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย E
   1. 1560 V
   2. 15.6 V
   3. 1.56 V
   4. 156 V

8. กำลังไฟฟ้ารวมของวงจรรูปที่ 2.4 มีค่าเท่าไร

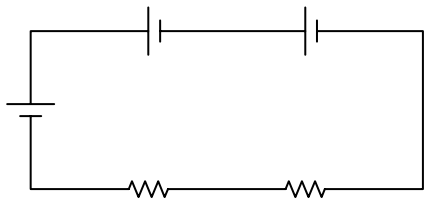


รูปที่ 2.4

   1. 0.37 W
   2. 10.56 W
   3. 3.7 W
   4. 15.6 W

9. จากวงจรรูปที่ 2.5 จงหาค่าของกระแส I
   1. 3.88 A
   2. 2.718 A
   3. 1.553 A
   4. 0.388 A

10. จากวงจรรูปที่ 2.5 ผลรวมของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจรมีค่าเท่าไร



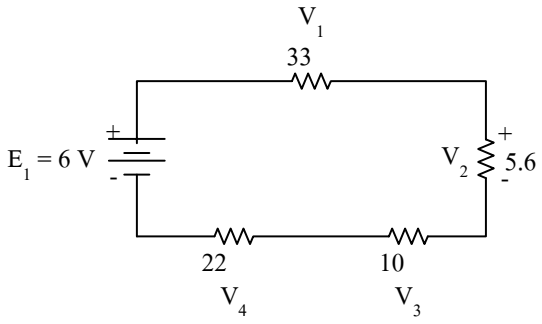
รูปที่ 2.5

1. 4 V
2. 8 V
3. 16 V
4. 28 V

11. จากวงจรรูปที่ 2.5 จงหาค่า V_1 และ V_4

1. 2.8 V, 1.869 V
2. 1.869 V, 0.85 V
3. 0.85 V, 1.869 V
4. 0.476 V, 2.8 V

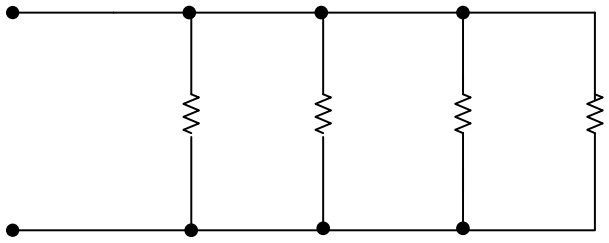
12. จากรูปวงจรที่ 2.6 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ค่าความต้านทาน 10



รูปที่ 2.6

1. 70.56 W
2. 7.05 W
3. 70.56 mW
4. 7.05 mW

13. จากวงจรรูปที่ 2.7 จงหาค่า R_T



รูปที่ 2.7

1. 6.66
2. 4.79
3. 45
4. 90

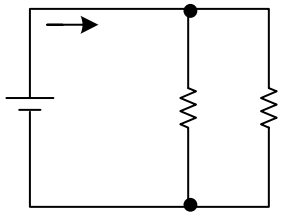
14. จากสมการ 10 V + (5.6 k) I + (1.2 k) I = 0 จงหาค่าของกระแส (I)

1. -1.47 A
2. 1.47 A
3. -1.65 A
4. 1.65 A

15. จากวงจรที่ 2.7 ถ้าป้อนแรงไฟฟ้าที่จุด AB 12 V จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน 20

1. 10 V
2. 12 V
3. 120 V
4. 240 V

16. จากวงจรรูปที่ 2.8 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านค่าความต้านทาน 8



รูปที่ 2.8

1. 0.16 A
2. 0.26 A
3. 2.01 A
4. 2.41 A

17. จากรูปวงจรที่ 2.8 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดกับค่าความต้านทาน 8

1. 102.2 W
2. 81 W
3. 42.75 W
4. 40.5 W

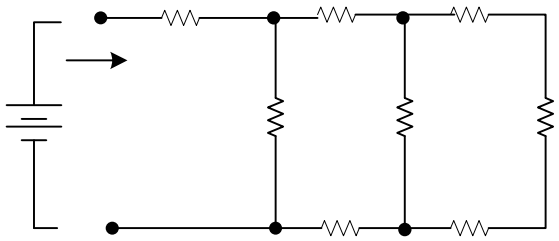
18. จากรูปที่ 2.8 ถ้า R 112 เปิดวงจร จงหาค่าของกำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายจ่ายออกมา

1. 288 W
2. 272 W
3. 180 W
4. 162 W

19. จากรูปวงจรที่ 2.9 จงหาค่าความต้านทานรวมของวงจรที่จุด AB

1. 5.133
2. 5.522
3. 6.116
4. 6.233

20. จากวงจรรูปที่ 2.9 จงหาค่ากระแส I



รูปที่ 2.9

1. 3.73 A
2. 6.373 A
3. 35.7 A
4. 37.3 A

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7
วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	**หน่วยที่ 7**
	รหัส 2104 - 2102	**ครั้งที่ 10 - 11**
เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์		**จำนวน 10 ชั่วโมง**

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลดได้ 2. วัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลดได้ 3. วัดความต้านทานไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลดได้ 4. ต่อวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลดได้ 5. วัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลดได้ 6. วัดกระแสไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลดได้ 7. วัดความต้านทานไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลดได้ 8. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าได้	**การทดลองวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า** 1. การต่อวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลด 2. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลด 3. การวัดความต้านทานไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดไม่มีโหลด 4. การต่อวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลด 5. การวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลด 6. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลด 7. การวัดความต้านทานไฟฟ้าของวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าชนิดมีโหลด 8. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

	หน่วยการเรียนรู้	
สอศ.	**วิชา วงจรไฟฟ้า**	**หน่วยที่ 7**
	รหัส 2104 - 2102	**ครั้งที่ 10 - 11**
เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์		**จำนวน 10 ชั่วโมง**

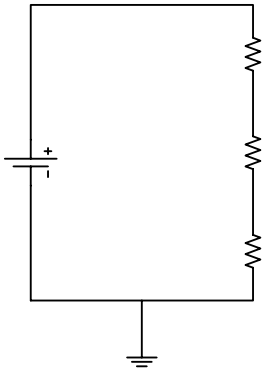
สาระการเรียนรู้

วงจรแบ่งแรงดัน

วงจรแบ่งแรงดันหรือ Voltage Divider Circuits คือ วงจรที่ทำหน้าที่แบ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้มีขนาดแรงดันที่ต้องการ เนื่องจากในวงจรไฟฟ้า เช่น เครื่องรับวิทยุ และโทรทัศน์ มีแหล่งจ่ายชุดเดียว หากต้องการจ่ายแรงดันไฟตรงให้กับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการขนาดของแรงดัน ไฟฟ้าที่แตกต่างกันวงจรจะใช้แก้ปัญหาเหล่านี้ได้

แรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวแปรผันตรงกับค่าความต้านทานนั้น และผลรวมของแรงดันตกคร่อมเท่ากับแรงดันของแหล่งจ่ายเสมอ

วงจรแบ่งแรงดันในรูปที่ 7.1 มีแหล่งจ่ายเท่ากับ 20 V และแรงดันตกคร่อม R_1 = 12 V แรงดันตกคร่อม R_2 = 6 V และแรงดันตกคร่อม R_3 = 2 V



รูปที่ 7.1 วงจรแบ่งแรงดันที่ $R_1 = R_2$ และ $R_2 = R_3$

จากรูปที่ 7.1 เขียนสมการเคอร์ชอฟฟ์ได้ว่า

$$ET = V_1 + V_2 + V_3$$

$$20\ V = 12\ V + 6\ V + 2\ V$$

$$20\ V = 20\ V$$

สอศ.	**หน่วยการเรียนรู้**	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	**หน่วยที่ 7**
	รหัส 2104 - 2102	**ครั้งที่ 10 - 11**
เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์		**จำนวน 10 ชั่วโมง**

จะเห็นว่าค่า R_1 เป็น 2 เท่าของ R_2 และค่า R_2 เป็น 2 เท่าของ R_3 เป็นผลให้แรงดัน V_1 เป็น 2 เท่าของ VE_2 และแรงดัน VE_2 เป็น 2 เท่าของ V_3 ถ้าเปลี่ยนค่าความต้านทานใหม่ให้ R_1 เป็น 10 เท่าของ R_2 และ R_3 เป็น 10 เท่าของ R_3 ดังรูปที่ 7.2 จะได้ว่ากระแส คือ

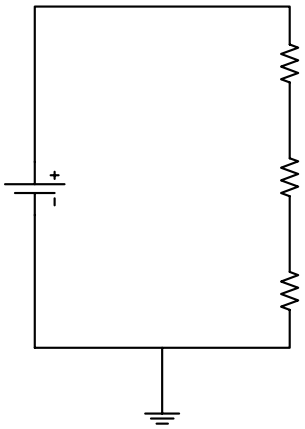
$$I = \frac{E}{R_T} \quad \frac{1000v.}{1,001,100} = 99.89\ \mu A$$

และ $R_1 = I R_1 = (99.89\ \mu A) (1\ M) = 99.89\ V$

$V_2 = I R_2 = (99.89\ \mu A) (1\ M) = 99.89\ mV = 0.0998\ V$

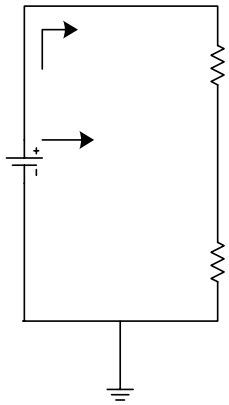
$V_3 = I R_3 = (99.89\ \mu A) (100) = 99.89\ mV = 0.009989\ V$

จะเห็นว่าแรงดัน V_1 เป็น 10 เท่าของ V_2 และแรงดัน V_2 เป็น 10 เท่าของ V_3 เช่นกัน



รูปที่ 7.2 วงจรแบ่งแรงดันที่ $R_1 = 10$ $R_2 = R_3$

สำหรับวงจรแบ่งแรงดันที่มีความต้านทาน 2 ตัว แสดงในรูปที่ 7.3 สามารถคำนวณค่าแรงดัน V_1 และ V_2 ที่ถูกแบ่งโดยความต้านทาน R_1 และ R_2 ได้ดังนี้



รูปที่ 7.3

ความต้านทานรวม คือ

$$RT = R1 + R_2$$

ดังนั้น $V_1 = IR_1 = \frac{E}{R_T} \quad R_1 = \frac{R_1 E}{R_T}$

และ $V_2 = IR_2 = \frac{E}{R_T} \quad R_2 = \frac{R_2 E}{R_T}$

เมื่อเขียนสมการที่ V_x จะได้ว่า

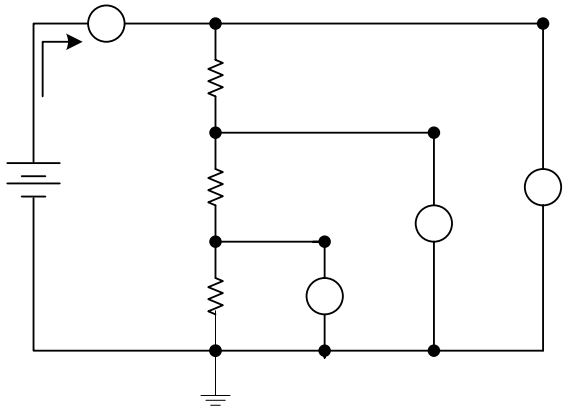
$$V_X = \frac{R \quad E}{R_T} \qquad \text{... (7.1)}$$

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ตัวต้านทานขนาด $\frac{1}{2}$ W 5% ค่า 2 k , 3 k , 4.7 k , 5.6 k , 6.8 k , 10 k , 15 k , 22 k , 27 k , 33 k , 39 k , 47 k , 56 k , 68 k , 100 k , 150 k อย่างละ 1 ตัว
2. โพเทนชิออมิเตอร์ 20 k 2 W 1 ตัว
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 A 1 เครื่อง
4. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
5. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
6. เอกสารประกอบการสอนเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์
7. แผ่นใส

การทดลองที่ 7.1

วงรแบ่งแรงดัน (ไม่มีโหลด)



รูปที่ 7.4

ลำดับขั้นการทดลองที่ 7.1

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 7.4 (ขณะต่อวงจรต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัดกระแสที่ A_{DC} = 10 mA และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัดที่ V_{DC} = 15 V เพื่อวัดแรงดัน V_1, V_2, V_3, VR_1, V_{R2} และ V_{R3}
3. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E = 15 V
4. ทดลองวัดค่ากระแส I แรงดันไฟฟ้า V_1 , V_2 ,V_3 ,V_{R1} , V_{R2} และ V_{R3} บันทึกผลการทดลอง ลงในตารางที่ 7.1
5. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณค่ากระแส I แรงดันไฟฟ้า V1, V_2, V_3, VR_1, V_{R2} และ V_{R3} โดยใช้กฎของโอห์มและกฎการแบ่งแรงดัน บันทึกผลการคำนวณเปรียบเทียบลงในตารางที่ 7.2

E =

ตารางที่ 7.1 ผลการทดลอง

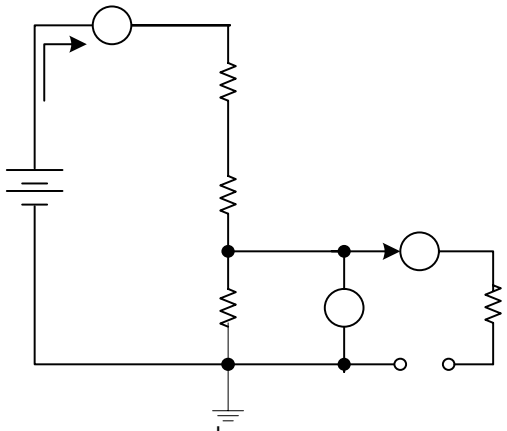
กระแส (mA)	แรงดัน (V)					
I	V_1	V_2	V_3	VR_1	VR_2	VR_3

ตารางที่ 7.2 ผลการคำนวณ

กระแส (mA)	แรงดัน (V)					
I	V_1	V_2	V_3	VR_1	VR_2	VR_3

การทดลองที่ 7.2

วงจรแบ่งแรงดัน (มีโหลด)



รูปที่ 7.5

เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์	จำนวน 10 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 7.2

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 7.5 โดยยังไม่ต้องต่อ RL (ขณะต่อวงจรต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
3. ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดัน V_L กระแส I และ I_L เมื่อไม่มีโหลด บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 7.3
4. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ต่อ RL ค่า 4.7 k เข้าไปในวงจร
5. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า วัดค่าแรงดัน V_L กระแส I และ I_L เมื่อมีโหลด บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 7.3
6. ทำการทดลองซ้ำอีกตามข้อ 4และ 5 โดยเปลี่ยนค่า RL เป็น 5.6 k , 6.8 k , 10 k ,15 k , 22 k , 27 k , 33 k , 39 k , 47 k , 56 k และ 68 k ตามลำดับ
7. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า เมื่อเปลี่ยนค่า RL ครบทุกตัว คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้า VL กระแส I และ I_L เมื่อโหลดมีค่าตามลำดับการทดลองข้อ 4, 5 และ บันทึกผลการคำนวณลงใน ตารางที่ 7.4

	หน่วยการเรียนรู้	
สอศ.	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 7
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 10 - 11
เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์		จำนวน 10 ชั่วโมง

ตารางที่ 7.3 ผลการทดลอง

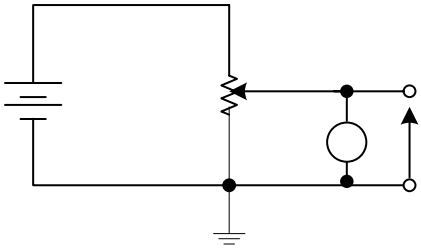
R_L (k)	V_L (V)	I_L (mA)	I (mA)
เปิดวงจร			
4.7			
5.6			
6.8			
10			
15			
22			
27			
33			
39			
47			
56			
68			

ตารางที่ 7.4 ผลการคำนวณ

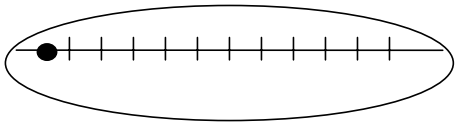
R_L (k)	V_L (V)	I_L (mA)	I (mA)
เปิดวงจร			
4.7			
5.6			
6.8			
10			
15			
22			
27			
33			
39			
47			
56			
68			

การทดลองที่ 7.3

คุณลักษณะของโพเทนชิออมิเตอร์



(ก)



(ข)

รูปที่ 7.6

ลำดับขั้นการทดลองที่ 7.3

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 7.6 (ก) โดยใช้โพเทนชิออมิเตอร์ ค่า 20 k ชนิด A (Type A) (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)

2. ทำการแบ่งสเกลการหมุนของโพเทนชิออมิเตอร์เป็น 10 ส่วน ดังรูปที่ 7.6 (ข) เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

3 เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

4. ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัด V_{DC} = 10 V วัดแรงดัน V_0 ค่อยๆปรับ โพเทนชิออมิเตอร์ทีละ 1 ขั้นตามสเกลที่แบ่งไว้จากเลข 0 – 10 บันทึกค่าแรงดัน V_0 ลงในตารางที่ 7.5

1. ทำการทดลองใหม่อีกครั้งตามลำดับข้อ 1 – 4 โดยเปลี่ยนโพเทนชิออมิเตอร์เป็นชนิด B (Type B) ค่า 20 k เช่นเดิม และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 7.6

2. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

3. นำข้อมูลในตารางที่ 7.5 และ 7.6 มาพล็อตกราฟคุณลักษณะของโพเทนชิออมิเตอร์ ชนิด A และ ชนิด B ลงในกราฟที่ 7.1

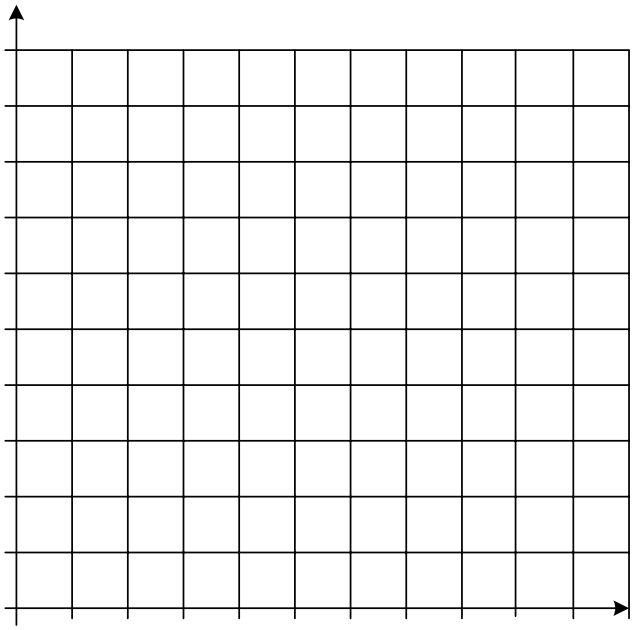
ตารางที่ 7.5 ผลการทดลองโพเทนชิออมิเตอร์ ชนิด A

สเกลของโพเทนชิออมิเตอร์ ชนิด A	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
แรงดัน V_0 (V)											

ตารางที่ 7.6 ผลการทดลองโพเทนชิออมิเตอร์ ชนิด B

สเกลของโพเทนชิออมิเตอร์ ชนิด A	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
แรงดัน V_0 (V)											

เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์	จำนวน 10 ชั่วโมง



กราฟรูปที่ 7.1 คุณลักษณะของโพเทนชิออมิเตอร์ ชนิด A และ B

แรงดัน (V

10

9

	หน่วยการเรียนรู้	
สอศ.	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 7
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 10 - 11
เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์		จำนวน 10 ชั่วโมง

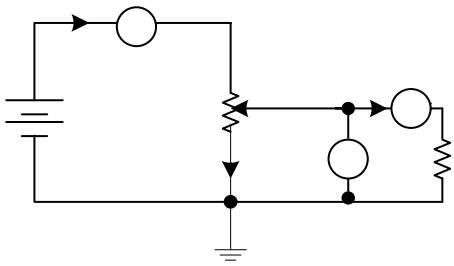
8

7

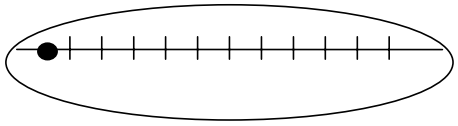
6

การทดลองที่ 7.4

โพเทนชิออมิเตอร์ (มีโหลด)



(ก)



(ข)

รูปที่ 7.7

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 7.7 (ก)โดยใช้ R_L ค่า 56 k (ขณะต่อวงจรปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัด V_{DC} = 10 V วัดแรงดัน V_L และตัวที่ 2 ตั้งย่านวัด A_{DC} = 25 mA
3. ปรับแกนหมุนของโพเทนชิออมิเตอร์มาที่ตำแหน่ง 0 ดังรูปที่ 7.7 (ข)
4. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
5. ค่อยๆ ปรับ โพเทนชิออมิเตอร์ทีละ1 ขั้น ตามสเกลที่แบ่งไว้จากเลข 0 – 10 บันทึกค่ากระแส I, I_L และ แรงดัน V_L ลงในตารางที่ 7.7

6. ทำการทดลองใหม่อีกครั้งตามลำดับข้อ 1 – 5 โดยเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_L เป็น 100 k และ 150 k บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 7.7

7. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

8. คำนวณค่ากระแส I, I_L และ แรงดัน V_L เปรียบเทียบกับผลการทดลองเมื่อโหลดมีค่าเท่ากับ 56 k ,100 k และ 150 k บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 7.8

9. นำข้อมูลการทดลองโพเทนชิออมิเตอร์ในตารางที่ 7.7 มาเขียนกราฟ ลงในกราฟที่ 7.2

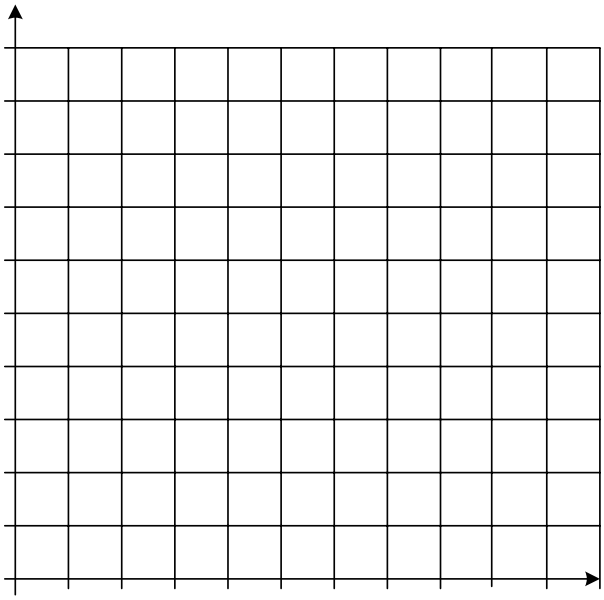
ตารางที่ 7.7 ผลการทดลอง

	สเกลของโพเทนชิออมิเตอร์	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
RL 56 k	V_L **(V)**											
	I_L **(mA)**											
	I **(mA)**											
	I_1 **(mA)**											
RL 100 k	V_L **(V)**											
	I_L **(mA)**											
	I **(mA)**											
	I_1 **(mA)**											
RL 150 k	V_L **(V)**											
	I_L **(mA)**											
	I **(mA)**											
	I_1 **(mA)**											

หมายเหตุ $I_1 = I - I_L$

ตารางที่ 7.8 ผลการคำนวณ

	สเกลของโพเทนชิออมิเตอร์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RL 56 k	V_L (V)											
	I_L (mA)											
	I (mA)											
	I_1 (mA)											
RL 100 k	V_L (V)											
	I_L (mA)											
	I (mA)											
	I_1 (mA)											
RL 150 k	V_L (V)											
	I_L (mA)											
	I (mA)											
	I_1 (mA)											



กราฟรูปที่ 7.2 คุณลักษณะของโพเทนชิออมิเตอร์ (มีโหลด)

แรงดัน (V

10

9

8

7

6

5

สอศ.	**หน่วยการเรียนรู้**	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	**หน่วยที่ 7**
	รหัส 2104 - 2102	**ครั้งที่ 10 - 11**
เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์		**จำนวน 10 ชั่วโมง**

ตารางที่ 7.1 ผลการทดลอง

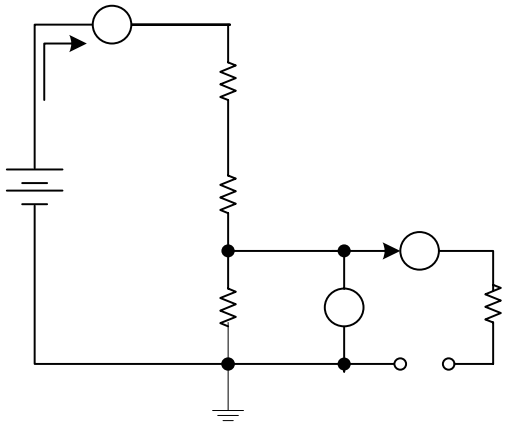
กระแส (mA)	แรงดัน (V)					
I	V_1	V_2	V_3	VR_1	VR_2	VR_3

ตารางที่ 7.2 ผลการคำนวณ

กระแส (mA)	แรงดัน (V)					
I	V_1	V_2	V_3	VR_1	VR_2	VR_3

การทดลองที่ 7.2

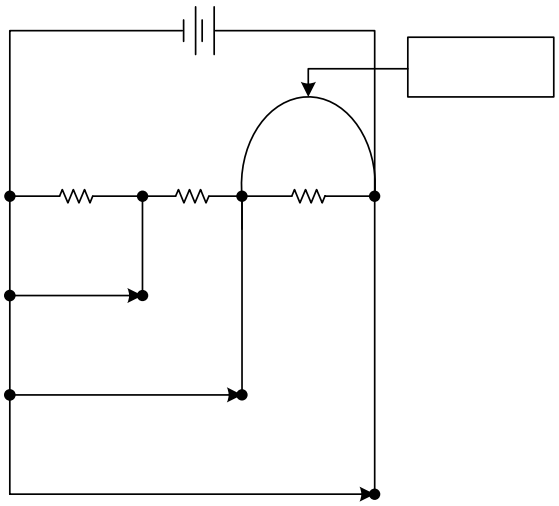
วงจรแบ่งแรงดัน (มีโหลด)



รูปที่ 7.5

คำถามท้ายการทดลอง

1. วงจรแบ่งแรงดันในรูปที่ 7.8 หากเกิดฟอล์ทลัดวงจรที่ R_1 จงคำนวณหาค่าแรงดัน V_1 V_2 และ V_3



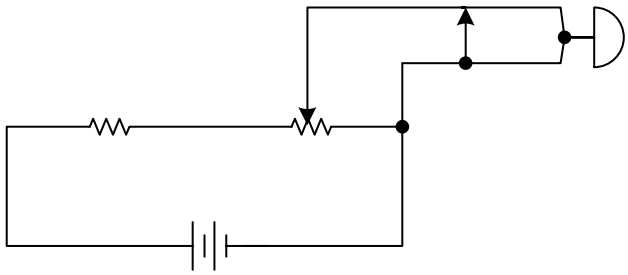
รูปที่ 7.8

2. จากผลการทดลอง เรื่องคุณลักษณะของโพเทนชิออมิเตอร์ชนิด A และชนิด B มีความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย

3. การใช้โพเทนชิออมิตเตอร์สร้างเป็นวงจรแบ่งแรงดันควรเลือกชนิดใด จงให้เหตุผลประกอบ

สอศ.	**หน่วยการเรียนรู้**	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	**หน่วยที่ 7**
	รหัส 2104 - 2102	**ครั้งที่ 10 - 11**
เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์		**จำนวน 10 ชั่วโมง**

4. จากวงจรในรูปที่ 7.9 จงคำนวณหาค่าแรงดันคร่อมโหลด เมื่อค่าความต้านทานของโพเทนชิออมิเตอร์ปรับได้ขั้นละ 10 % จาก 0 % ถึง 100 %



รูปที่ 7.9

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์

ชื่อ – สกุล.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8
วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท

	หน่วยการเรียนรู้	
สอศ.	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13

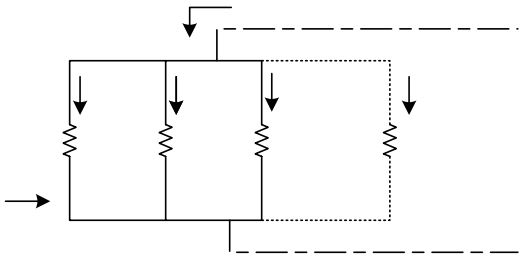
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท	จำนวน 10 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าได้ 2. วัดกระแสไฟฟ้าของวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าได้ 3. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าได้	**การทดลองวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า** 1. การต่อวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 2. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 3. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

สาระการเรียนรู้

วงจรแบ่งกระแส

วงจรแบ่งกระแส (Current Divider Circuits) คือวงจรไฟฟ้าที่ใช้ตัวต้านทานต่อขนานโหลด เพื่อแบ่งกระแสให้ไหลผ่านโหลดได้ในปริมาณที่กำหนด ที่นิยมใช้วงจรแบ่งกระแสคือ วงจรขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ เนื่องจากขดลวดเคลื่อนที่ของแอมมิเตอร์มีกระแสไหลผ่านได้น้อย หากต้องการให้แอมมิเตอร์นี้วัดกระแสได้จำนวนมากต้องต่อตัวต้านทานค่าน้อยๆ ต่อขนานกับมิเตอร์ เพื่อแบ่งกระแสจำนวนมากให้ไหลผ่านตัวต้านทานแบ่งกระแสนี้ โดยยังคงให้กระแสจำนวนหนึ่งไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ของแอมมิเตอร์เช่นเดิม ตัวต้านทานแบ่งกระแสนี้เรียกว่า ตัวต้านทาน “ ชันท์ ” (Shunt)



รูปที่ 8.1

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

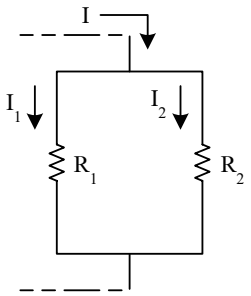
จากรูปที่ 8.1 เมื่อกระแสรวมในวงจรคือ I = $\frac{E}{R_T}$

และ Ix คือ กระแสที่ผ่านความต้านทานสาขาใดๆและความต้านทานแต่ละตัวคือ Rx

ดังนั้น $I = \frac{I_X R_X}{R_T}$

และ $I \quad \frac{R_T \quad I}{R_X}$ ... (8.1)

จากสมการ 8.1 นี้คือรูปแบบทั่วไปของกฎการแบ่งกระแส สำหรับวงจรขนาน 2 สาขา ดังแสดงในรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2

เมื่อหาค่ากระแส I_1 , I_2ได้ว่า

$I_1 \quad \frac{R_T I}{R_1}$

และ $I_2 \quad \frac{R_T I}{R_2}$

สำหรับรูปที่ 8.2 เป็นวงจรขนาน 2 สาขา ดังนั้น

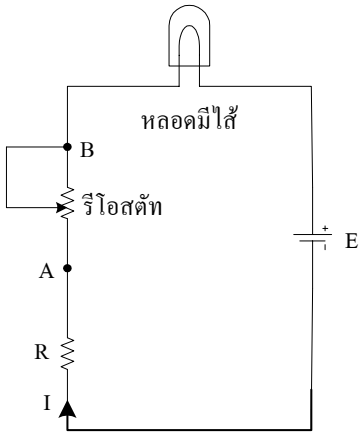
และ $I_1 \quad \frac{R_T I}{R_1}$

นั่นคือ $I_1 = \frac{RI}{R_1 \quad R_2}$ ...(8.2)

และ $I_2 \quad \frac{R_1 I}{R_1 \quad R_2}$ ... (8.3)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

รีโอสตัท (Rheostat) คือ ตัวต้านทานปรับค่าได้ที่นำมาต่ออนุกรมในวงจร อนุกรมเพื่อปรับค่ากระแสในวงจร โดยวงจรการต่อรีโอสตัท แสดงดังรูปที่ 8.3



รูปที่ 8.3 วงจรรีโอสตัทปรับกระแสที่จ่ายให้หลอดมีไส้

จากรูปที่ 8.3 เมื่อปรับแกนหมุนของรีโอสตัทมาตำแหน่ง A กระแสจะผ่านหลอดมีไส้มากที่สุด มีค่าเท่ากับ

$$I = \frac{E}{R_S \quad R_L}$$

แต่ถ้าปรับแกนหมุนของรีโอสตัทมาที่ตำแหน่ง B กระแสที่ไหลผ่านหลอดมีไส้จะลดลง มีค่าเท่ากับ

$$I = \frac{E}{R_S \quad R_L \quad R_{\text{รีโอสตัท}}}$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

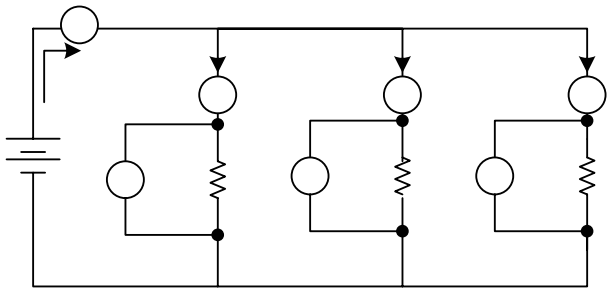
ดังนั้น การปรับค่าความต้านทานของรีโอสตัทจะสามารถควบคุมกระแสที่จ่ายให้กับโหลดได้ รีโอสตัทนิยมใช้ในวงจรควบคุมกระแสสำหรับจ่ายขดลวดสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ แต่ข้อสำคัญคือ กำลังไฟฟ้าของรีโอสตัทจะต้องมากพอที่จะทนกระแสไฟฟ้าที่จ่ายผ่านตัวรีโอสตัทได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ตัวต้านทานขนาด $\frac{1}{2}$ W 5% ค่า 2 k , 3 k , 10 k 100 อย่างละ 1 ตัว
2. รีโอสตัท 20 k 2 W 1 ตัว
3. หลอดไฟฟ้า 24 V 2 W 1 หลอด
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 A 1 เครื่อง
5. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
6. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
7. เอกสารประกอบการสอนเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์
8. แผ่นใส

การทดลองที่ 8.1

วงจรแบ่งกระแส



รูปที่ 8.4

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 8.4 (ขณะต่อวงจรต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 1 ตั้งย่านวัดกระแสที่ A_{DC} = 25 mA เพื่อวัดกระแส I_T ,I_1 , I_2 และ I_3 และใช้มัลติมิเตอร์ตัวที่ 2 ตั้งย่านวัดที่ V_{DC} = 25 V เพื่อวัดแรงดัน E, V_{R1} , V_{R2} และ V_{R3}

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 – 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

3. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E = 22 V

4. ทดลองวัดค่ากระแส I_T ,I_1 , I_2 และ I_3 และวัดค่าแรงดัน E V_{R1} , V_{R2} และ V_{R3} (ทุกครั้งที่เปลี่ยนตำแหน่งแอมมิเตอร์เพื่อวัดกระแสแต่ละตัวต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายก่อนทุกครั้ง) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 8.1

5. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

6. คำนวณค่ากระแส I_T ,I_1 , I_2 และI_3 และแรงดันไฟฟ้า V_{R1} , V_{R2} ,V_{R3} และ E โดยใช้กฎของโอห์มและกฎการแบ่งกระแส บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.1 ผลการทดลอง

กระแส (mA)				แรงดัน (V)			
I_T	I_1	I_2	I_3	E	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}

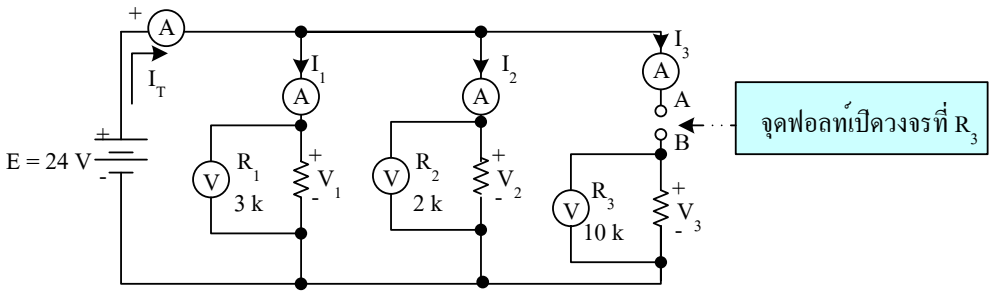
ตารางที่ 8.2 ผลการคำนวณ

กระแส (mA)				แรงดัน (V)			
I_T	I_1	I_2	I_3	E	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

การทดลองที่ 8.2

วงจรแบ่งกระแสเมื่อเกิดฟลอท์เปิดวงจร



รูปที่ 8.5

ลำดับขั้นตอนการทดลองที่ 8.2

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 8.5 (ขณะต่อวงจรต้องปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า) ตั้งย่านมิตเตอร์เหมือนกับการทดลองที่ 1
2. ใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า I_T ,I_1 , I_2 และ I_3 และใช้โวลล์มิเตอร์ วัดแรงดัน V_{R1} , V_{R2} ,V_{R3} และ E
3. เปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ปรับค่าแรงดัน E = 22 V
4. ทดลองวัดค่ากระแส I_T, I_1, I_2 และ I_3 และวัดค่าแรงดัน E, V_{R1}, V_{R2} และ V_{R3} บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 8.1
5. ปิดสวิทช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณค่ากระแส I_T ,I_1 , I_2 และ I_3 และแรงดันไฟฟ้า V_{R1} , V_{R2} ,V_{R3} และ E ในสภาวะที่เกิดฟลอท์ที่จุด AB (R_3) บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 8.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

ตารางที่ 8.3 ผลการทดลองเมื่อเกิดฟลอท์

กระแส (mA)				แรงดัน (V)			
I_T	I_1	I_2	I_3	E	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}

ตารางที่ 8.4 ผลการคำนวณเมื่อเกิดฟลอท์

กระแส (mA)				แรงดัน (V)			
I_T	I_1	I_2	I_3	E	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

ตารางที่ 8.5 ผลการทดลอง

สเกลของรีโอสตัท	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_L (V)											
I_L (mA)											
I_1 (mA)											
I_2 (mA)											

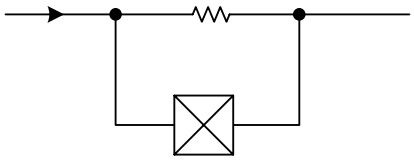
ตารางที่ 8.6 ผลการคำนวณ

สเกลของรีโอสตัท	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_L (V)											
I_L (mA)											
I_1 (mA)											
I_2 (mA)											

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

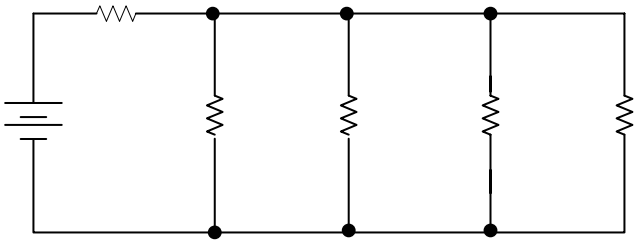
คำถามท้ายการทดลอง

1. จงบอกถึงความแตกต่างระหว่างรีโอสตัทและโพซิออมิเตอร์มาโดยละเอียด
2. จากวงจรแบ่งกระแสเพื่อขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ ดังรูปที่ 8.7 จงคำนวณหาค่าความต้านทาน R_{sh} ที่จะทำให้แอมมิเตอร์ตัวนี้วัดกระแสได้สูงสุด 100 A



รูปที่ 8.7

3. จากวงจรแบ่งกระแสดังรูปที่ 8.8 เมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ R_2 จงคำนวณหาค่ากระแสที่จุดลัดวงจร



รูปที่ 8.8

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 8
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 12 - 13
เรื่อง วงจรแบ่งกระแสและรีโอสตัท		จำนวน 10 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องวงจรแบ่งกระแสและรีโอตัส

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9
การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

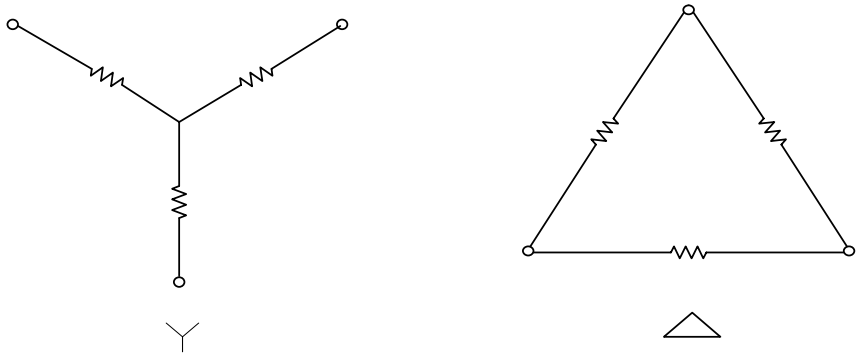
จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองการแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าจากเดลต้าเป็นสตาร์และจากสตาร์เป็นเดลต้า **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรการทดลองแบบเดลต้าได้ 2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบเดลต้าได้ 3. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่โหลดของวงจรทดลองแบบเดลต้าได้ 4. วัดความต้านทานไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบเดลต้าได้ 5. วัดกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบเดลต้าได้ 6. วัดกระแสไฟฟ้าที่โหลดของวงจรทดลองแบบเดลต้าได้ 7. ต่อวงจรการทดลองแบบสตาร์ได้ 8. วัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบสตาร์ได้ 9. วัดกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบสตาร์ได้	ปฏิบัติการทดลองการแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าจากเดลต้าเป็นสตาร์และจากสตาร์เป็นเดลต้า 1. การต่อวงจรการทดลองแบบเดลต้า 2. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบเดลต้า 3. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่โหลดของวงจรทดลองแบบเดลต้า การวัดความ 4. ต้านทานไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบเดลต้า 5. การวัดกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบเดลต้า 6. การวัดกระแสไฟฟ้าที่โหลดของวงจรทดลองแบบเดลต้า 7. การต่อวงจรการทดลองแบบสตาร์ได้ 8. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบสตาร์ 9. การวัดกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรการทดลองแบบสตาร์

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

การแปลงสตาร์-เดลต้าและเดลต้า-สตาร์

ในวงจรโครงข่ายขนาน – อนุกรมที่ซับซ้อน จะพบลักษณะการต่อตัวต้านทานในรูปแบบที่สำคัญ 2 แบบคือ การต่อแบบสตาร์ หรือวาย (Y) และการต่อแบบเดลต้า หรือ ( ) บางครั้งเรียกการต่อแบบ Y ว่าโครงข่ายแบบที (T) และเรียกการต่อแบบ ว่าโครงข่ายแบบพาย ( ) การแปลงรูปโครงข่ายตัวต้านทานระหว่างการต่อแบบเดลต้าและสตาร์นั้น มีความจำเป็นในการคำนวณค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า เนื่องจากการเปลี่ยนรูปโครงข่ายตัวต้านทานจะทำให้การคำนวณค่าต่างๆ ง่ายยิ่งขึ้น รูปลักษณะของโครงข่ายแบบสตาร์-เดลต้า แสดงในรูปที่ 9.1 (ก) เปรียบเทียบกับโครงข่ายที-พาย ดังรูปที่ 9.1 (ข)



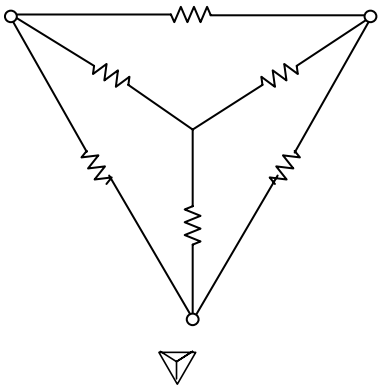
(ก) (ข)

รูปที่ 9.1 แสดงวงจรความต้านทาน สตาร์ - เดลต้า

	หน่วยการเรียนรู้	
สอศ.	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การแปลงวงจรเดลต้าเป็นสตาร์

ความสัมพันธ์ของวงจรการแปลงสตาร์เป็นเดลต้าคือ ความสัมพันธ์ในรูปที่ 9.2 ซึ่งจากรูปของเดลต้าสามารถหาค่าความต้านทานในรูปแบบสตาร์



รูปที่ 9.2

เมื่อพิจารณาความต้านทานที่จุด a-c ของโครงข่ายสตาร์จากรูปที่ 9.2 จะพบว่า R_{a-c} ของ Y เท่ากับ R_{a-c} ของ ดังนั้น

$$R_{a-c} = R_1 + R_3 = \frac{R_B (R_A+R_C)}{R_B + (R_A+R_C)} \quad \text{....(9.1)}$$

ในทำนองเดียวกัน $R_{a-b} = R_1 + R_2 = \dfrac{R_A (R_B+R_C)}{R_A + (R_B+R_C)}$ ....(9.2)

และ $R_{b-c} = R_2 + R_3 = \dfrac{R_C (R_A+R_B)}{R_C + (R_A+R_B)}$ .... (9.3)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การแปลงวงจรสตาร์เป็นเดลต้า

การหาค่าความสัมพันธ์ของการแปลงสตาร์เป็นเดลต้า เพื่อหาค่า R_A , R_B และ R_C ได้ว่า

$$R_A = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1} \quad \ldots(9.4)$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2} \quad \ldots(9.5)$$

$$R_C = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_3} \quad \ldots(9.6)$$

และถ้าความต้านทานในวงจรสตาร์ทุกตัวเท่ากัน $R_A = R_B = R_C$ จะได้ว่า

$$R = 3R_Y$$

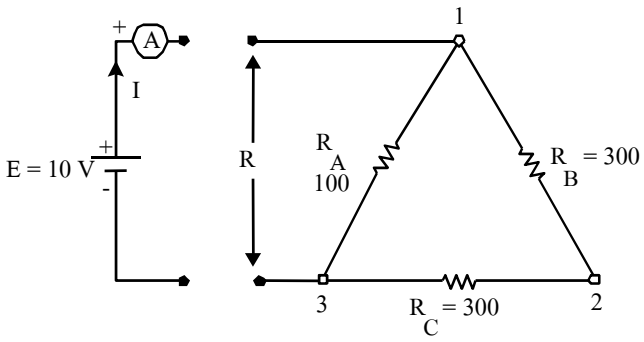
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ตัวต้านทาน $\frac{1}{2}$ W 5% ค่า 300 3 ตัว 470 2 ตัว 100 3 ตัว
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
4. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
5. เอกสารประกอบการสอนเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์
6. แผ่นใส

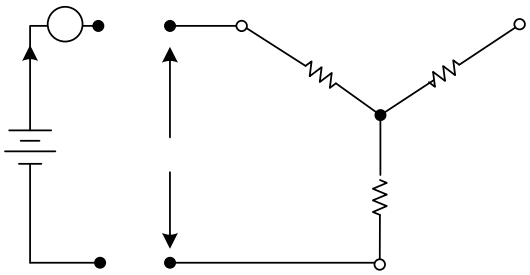
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 9.1

วงจรความต้านทานเดลต้า และวงจรความต้านทานสตาร์



(ก)



(ข)

รูปที่ 9.3

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 9.3 (ก) และ (ข) โดยไม่ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าที่จุด 1 – 3 ของวงจร

2. ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัด R x 10 วัดความต้านทานของวงจรเดลต้า รูปที่ 9.3 (ก) (R) และวัดความต้านทานของวงจรสตาร์รูปที่ 9.3 (ข) (R_Y) บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 9.1

3. ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากับวงจรรูปที่ 9.3 (ก) และ (ข) โดยปรับค่าแหล่งจ่าย E = 10 V ทดลองว่าค่ากระแส (I_Y) ของวงจรสตาร์และเดลต้า (I) บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 9.1

4. ปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

5. คำนวณค่าความต้านทาน R และ R_Y และกระแส I และ I_Y จากวงจรในรูปที่ 9.3 (ก) และ (ข) บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.1 *ผลการทดลอง*

วงจรเดลต้า		วงจรสตาร์	
R ( )	I (mA)	R ( )	I (mA)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 9.2 ผลการคำนวณ

วงจรเดลต้า		วงจรสตาร์	
R ( )	I (mA)	R ( )	I (mA)

1. จงแสดงวิธีการคำนวณการแปลงวงจรความต้านทานเดลต้าจากรูปที่ 9.3 (ก) เป็นวงจรความต้านทานสตาร์ ดังรูปที่ 9.3 (ข) บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 9.3

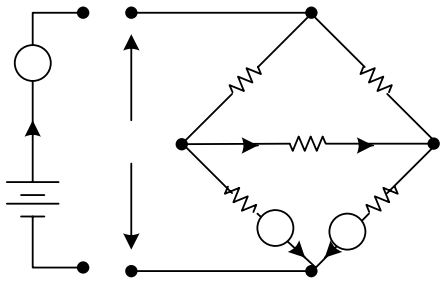
ตารางที่ 9.3 ผลการคำนวณการแปลงวงจรความต้านทานเดลต้าเป็นสตาร์

วงจรเดลต้า			วงจรสตาร์		
R_A ( )	R_B ( )	R_C ( )	R_A ( )	R_B ( )	R_C ( )
300	300	300			

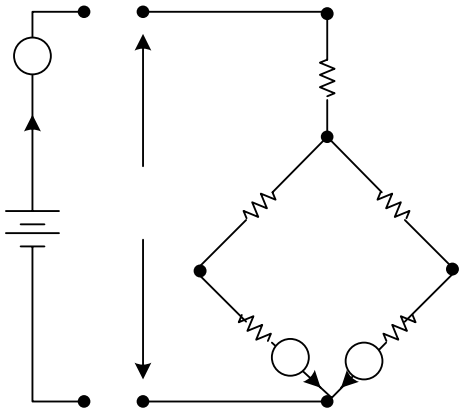
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 9.2

วงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อนในรูปวงจรความต้านทานเดลต้า – สตาร์



(ก)



(ข)

รูปที่ 9.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 9.2

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 9.4 (ก) โดยไม่ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าที่จุด 1 – 4
2. ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัด R x 10 วัดความต้านทาน R_{eq} แล้วบันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 9.1
3. ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าที่จุด 1 – 4 ของวงจรรูปที่ 9.4 (ก) ปรับค่าแรงดัน E = 20 V ทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้า I, I_1 และ I_2 โดยใช้แอมมิเตอร์ย่านวัด 100 mA บันทึกผลการวัดลง ในตารางที่ 9.4
4. ปิดสวิตซ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
5. ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งตามลำดับ 1 – 4 โดยใช้วงจรในรูปที่ 9.4 (ข)
6. คำนวณค่าความต้านทาน R_{eq} และ กระแสไฟฟ้า I, I_1 และ I_2 จากวงจรในรูปที่ 9.4 (ข) บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 9.5

ตารางที่ 9.4 ผลการทดลอง

วงจรทดลอง	R_{eq} ( )	I (mA)	I_1 ( )	I_2 (mA)
9.4 (ก)				
9.4(ข)				

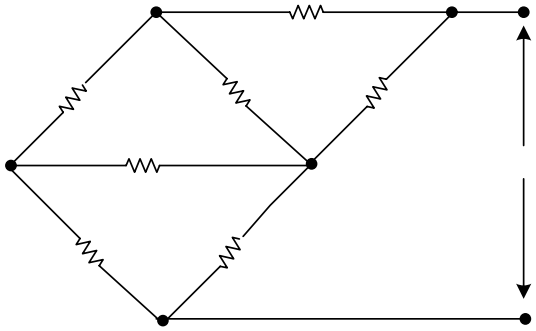
ตารางที่ 9.5 ผลการคำนวณ

วงจรทดลอง	R_{eq} ( )	I (mA)	I_1 ( )	I_2 (mA)
9.4 (ก)				
9.4(ข)				

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

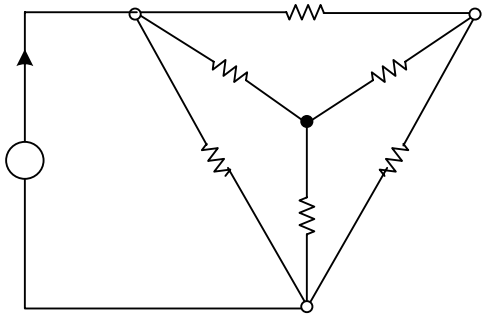
1. จากวงจรในรูปที่ 9.5 จงคำนวณหาค่าความต้านทาน R_{eq} ของวงจร



รูปที่ 9.5

2. จงอธิบายถึงผลการทดลองที่ 2 จากวงจรในรูปที่ 9.4 (ก) และ (ข) ว่าเพราะเหตุใดจึงให้ผลการทดลองที่เท่ากัน

3. จากวงจรในรูปที่ 9.6 จงคำนวณหาค่ากระแสที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายออกมา



รูปที่ 9.6

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 9
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 14
เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า - สตาร์		จำนวน 5 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องการแปลงวงจรความต้านทาน

เดลต้า - สตาร์

ชื่อ – สกุล.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

หมายเหตุ น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 10

กฎของเคอร์ชอฟฟ์

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์ **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ 2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ 3. วัดกระแสไฟฟ้าของวงจรการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้ 4. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีกฎของเคอร์ชอฟฟ์ได้	**เพื่อปฏิบัติการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์** 1. การต่อวงจรการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์ 2. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์ 3. กระแสไฟฟ้าของวงจรการทดลองกฎของเคอร์ชอฟฟ์ 4. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีกฎของเคอร์ชอฟฟ์

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

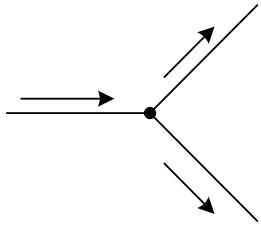
กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวถึงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและออกจุดใดจุดหนึ่งในวงจรไฟฟ้าว่า ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและออกจากจุดโนดใดๆ ในวงจรไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์ ดังสมการ

$$I_{in} = I_{out} \quad \text{... (10.1)}$$

หรือ ผลรวมของกระแสไหลเข้า = ผลรวมของกระแสไหลออก

ความสัมพันธ์นี้แสดงในรูปที่ 10.1



รูปที่ 10.1

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

จากรูปที่ 10.1 มีกระแสไหลเข้าคือ I_1 = 6 A และกระแสไหลออกคือ I_2= 2 A และ I_3 = 4 A นั่นคือ

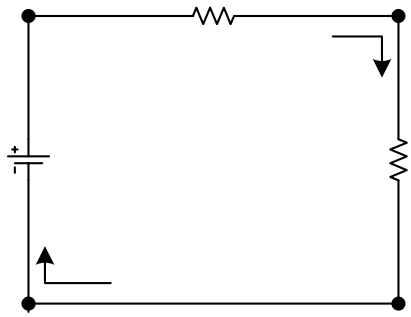
$I_1 = I_2 + 3_2$

6 A = 2 A + 4 A

6 A = 6 A (กระแสไหลเข้าเท่ากับกระแสไหลออก)

กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวว่า ผลรวมของแรงดันตกคร่อมในวงจรปิดใดๆ เท่ากับศูนย์ เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 10.2 วงจรปิดในรูปประกอบด้วยแหล่งจ่าย (E) และตัวต้านทาน R_1 อนุกรมกับ R_2เมื่อไล่ทิศทางการไหลของกระแส (I) ในวงจร จะพบว่ากระแสไหลออกจากขั้วบวกของแหล่งจ่าย E ผ่านจุด a ผ่าน R_1 แรงดัน V_1 ตกคร่อม R_1 โดยมีขั้วบวกอยู่ที่จุด a และขั้วลบอยู่ที่จุด b และกระแสไหลเข้า R_2 ที่จุด b เกิดแรงดัน V_2 ตกคร่อม R_2 มีขั้วบวกที่จุด b และขั้วลบที่จุด c และกระแสไหลเข้าแหล่งจ่าย E ที่ขั้วลบซึ่งต่ออยู่กับจุด d วงจรปิดนี้อาจเรียกว่า วงจรปิด a b c d ตามชื่อจุดที่กำหนดในวงจรปิดที่มีกระแสไหลผ่านดังรูปที่ 10.2



รูปที่ 10.2 วงจรปิด a b c d

เมื่อพิจารณารูปที่ 10.2 จะพบว่าเกิดสมการแรงดันจากจุด a b c d คือ

$+E - V_1 - V_2 = 0$

หรือ $E = V_1 + V_2$

สรุปกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์คือ

$E = 0$ ... (10.2)

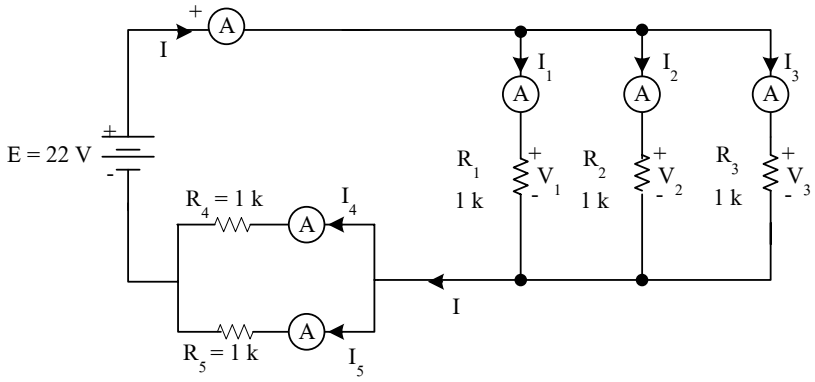
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ตัวต้านทาน $\frac{1}{2}$ W 5% ค่า 1 k 3 ตัว 1.5 k 1 ตัว 2 k 1 ตัว
2. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 เครื่อง
4. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
5. เอกสารประกอบการสอนเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและโพเทนชิออมิเตอร์
6. แผ่นใส

การทดลองที่ 10.1

พิสูจน์กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์



รูปที่ 10.3

ลำดับขั้นการทดลองที่ 10.1

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 10.3 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดแอมมิเตอร์ที่ A_{DC} = 25 mA
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า และทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้า I, I_1 ,I_2 ,I_3, I_4 ,I_5 และ I_6 บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 10.1
4. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

5. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรคือ I, I_1 ,I_2 ,I_3, I_4 ,I_5 และ I_6 โดยใช้กฎของโอห์ม บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 10.2

ตารางที่ 10.1 ผลการทดลอง

โนด A				โนด B				โนด C		
กระแสไหลเข้า	กระแสไหลออก			กระแสไหลเข้า			กระแสไหลออก	กระแสไหลเข้า		กระแสไหลออก
I	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I	I_4	I_5	I_6

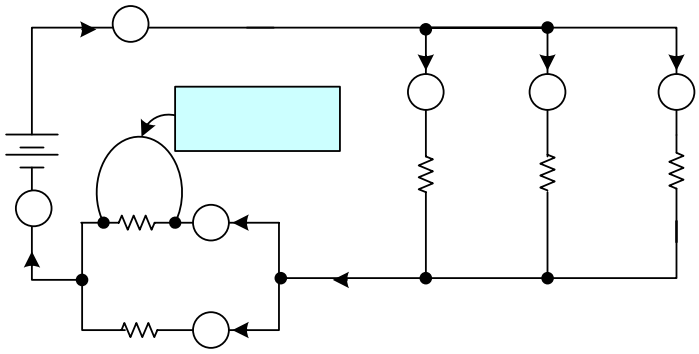
ตารางที่ 10.2 ผลการคำนวณ

โนด A				โนด B				โนด C		
กระแสไหลเข้า	กระแสไหลออก			กระแสไหลเข้า			กระแสไหลออก	กระแสไหลเข้า		กระแสไหลออก
I	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I	I_4	I_5	I_6

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 10.2

กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจร



รูปที่ 10.4

ลำดับขั้นการทดลองที่ 10.2

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 10.4 กำหนดให้ฟอลท์ลัดวงจรที่ R_4 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดแอมมิเตอร์ที่ A_{DC} = 100 mA
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า และทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้า I, I_1 ,I_2 ,I_3, I_4 ,I_5 และ I_6 บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 10.3
4. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
5. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรคือ I, I_1 ,I_2 ,I_3, I_4 ,I_5 และ I_6 โดยใช้กฎของโอห์ม บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 10.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 10.3 ผลการทดลองเมื่อเกิดฟลอท์ลัดวงจรที่ R_4

โนด A				โนด B				โนด C		
กระแสไหลเข้า	กระแสไหลออก			กระแสไหลเข้า			กระแสไหลออก	กระแสไหลเข้า		กระแสไหลออก
I	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I	I_4	I_5	I_6

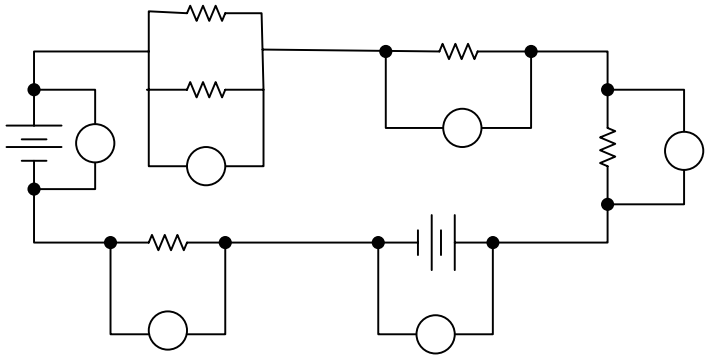
ตารางที่ 10.4 ผลการคำนวณทดลองเมื่อเกิดฟลอท์ลัดวงจรที่ R_4

โนด A				โนด B				โนด C		
กระแสไหลเข้า	กระแสไหลออก			กระแสไหลเข้า			กระแสไหลออก	กระแสไหลเข้า		กระแสไหลออก
I	I_1	I_2	I_3	I_1	I_2	I_3	I	I_4	I_5	I_6

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 10.3

พิสูจน์กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์



รูปที่ 10.5

ลำดับขั้นการทดลองที่ 10.3

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 10.5 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดแอมมิเตอร์ที่ V_{DC} = 10 V
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า และทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้า V, V_1,V_2,V_3,V_4,V_5 และ V_6 โดยให้ขั้วของมิเตอร์เป็นไปตามที่วงจรรูปที่ 10.6 กำหนดหากแรงดันไฟฟ้าใดเข็มมิเตอร์กลับขั้วให้กำหนดเครื่องหมายของแรงดันนั้นเป็นลบ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 10.5
5. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรคือ V, V_1,V_2,V_3,V_4,V_5 และ V_6 โดยใช้กฎของโอห์ม บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 10.6

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 10.5 ผลการทดลอง

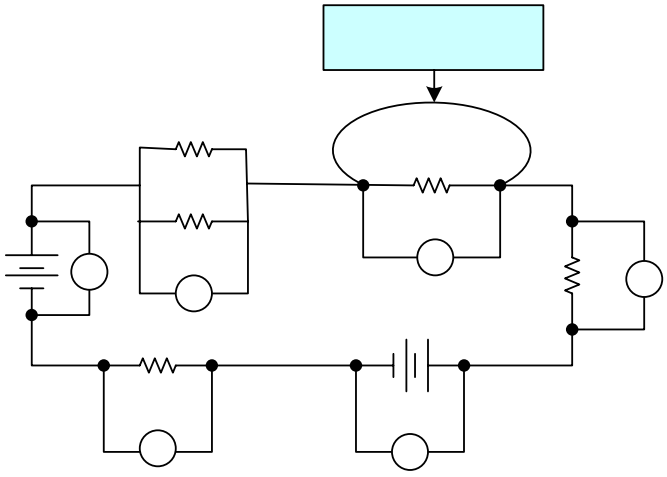
แรงดันไฟฟ้า (V)	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
ผลการวัด						

ตารางที่ 10.6 ผลการคำนวณ

แรงดันไฟฟ้า (V)	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
ผลการวัด						

การทดลองที่ 10.4

กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจร



รูปที่ 10.6

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 10.4

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 10.6 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดแอมมิเตอร์ที่ V_{DC} = 10 V
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า และทดลองวัดค่าแรงดันไฟฟ้า V, V_1,V_2,V_3,V_4,V_5 และ V_6 โดยให้ขั้วของมิเตอร์เป็นไปตามที่วงจรรูปที่ 10.6 หากแรงดันไฟฟ้าใดเข็มมิเตอร์กลับขั้ว ให้กำหนดเครื่องหมายของแรงดันนั้นเป็นลบ
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 10.7
5. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรคือ V, V_1,V_2,V_3,V_4,V_5 และ V_6 โดยใช้กฎของโอห์ม บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 10.8

ตารางที่ 10.7 ผลการทดลองเมื่อเกิดฟลอท์ลัดวงจรที่ R_3

แรงดันไฟฟ้า (V)	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
ผลการวัด						

ตารางที่ 10.8 ผลการคำนวณเมื่อเกิดฟลอท์ลัดวงจรที่ R_3

แรงดันไฟฟ้า (V)	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
ผลการวัด						

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 10
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 15
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลองที่ 1 เรื่องกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จงเขียนสมการ KLC จากการที่ทดลองที่โนด A โนด B และโนด C และพิสูจน์ได้ว่ากฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์นั้นเป็นจริง โดยใช้ผลการทดลองยืนยัน

2. จากการทดลองที่ 3 เรื่องกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จงเขียนสมการ KVL จากวงจรทดลอง และพิสูจน์ว่ากฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์นั้นเป็นจริง โดยใช้ผลการทดลองยืนยัน

3. จากการทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 4 เมื่อเกิดฟอลท์ขึ้นในวงจรที่ทดลอง กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ยังเป็นความจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์

ชื่อ – สกุล.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 11
วงจรบริดจ์

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

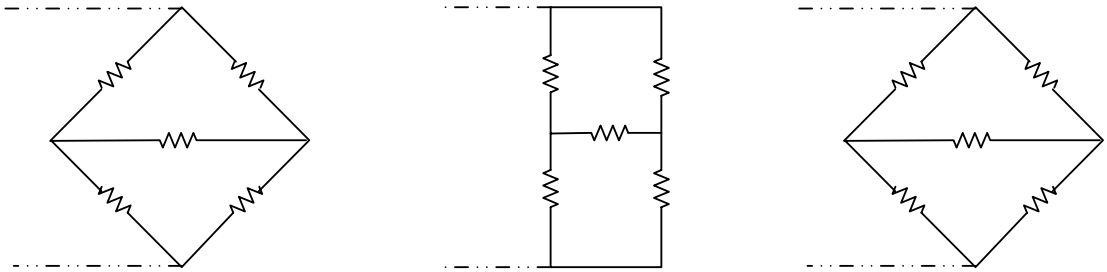
จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุล **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 5. ต่อวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุลได้ 6. วัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุลได้ 7. วัดกระแสไฟฟ้าของวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุลได้ 8. วัดค่าความต้านทานของวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุลได้ 9. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุลได้	**เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุล** 5. การต่อวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุล 6. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ารวมของวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุล 7. การวัดกระแสไฟฟ้าของวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุล 8. การวัดค่าความต้านทานของวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุล 9. การสรุปผลปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุล

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

การวิเคราะห์วงจรบริดจ์

วงจรบริดจ์หรือโครงข่ายแบบบริดจ์เป็นวงจรไฟฟ้าที่มีคุณลักษณะเฉพาะ แตกต่างจากวงจรลักษณะอื่นๆ กล่าวคือ การต่อวงจรบริดจ์ต่อด้วยตัวต้านทาน 5 ตัว ลักษณะดังรูปที่ 11.1 (ก) (ข) และ (ค) ซึ่งทั้ง 3 ลักษณะนี้คือ วงจรบริดจ์เหมือนกันแต่วางรูปให้มองเห็นความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์ให้ทราบว่าลักษณะการต่อวงจรบริดจ์เป็นอย่างไร ดังรูป 11.1

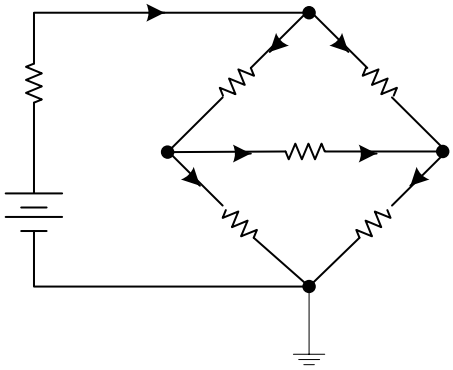
	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 11.1 ลักษณะของวงจรบริดจ์

เมื่อนำวงจรบริดจ์มาต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าดังรูปที่ 11.2 และกำหนดให้ค่าความต้านทานภายในวงจรบริดจ์ คือ $R_1 = 4$, $R_2 = 2$, $R_3 = 2$, $R_4 = 1$ และ $R_5 = 5$ และนำมาหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 ,I_2 และ I_3 ด้วยวิธีการวิเคราะห์กระแสในแต่ละสาขา และใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์



รูปที่ 11.2 วงจรบริดจ์

จากวงจรบริดจ์ในรูป จะเขียนสมการเคอร์ชอฟฟ์ได้ 3 สมการ คือ

$$9I_1 - 4I_2 - 2I_3 = 20 \quad \text{.....(1)}$$

$$-4I_1 + 11I_2 - 5I_3 = 0 \quad \text{.....(2)}$$

$$-2I_1 - 5I_2 + 8I_3 = 0 \quad \text{.....(3)}$$

R1

R5

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ลักษณะวงจรบริดจ์ที่แสดงดังในรูปที่ 11.2 เรียกว่าบริดจ์สมดุล (Balance Bridge) หมายความว่า แขนทั้งสองข้างของวงจรบริดจ์มีศักดาไฟฟ้าเท่ากัน นั่นคือ ศักดา $V_A = V_B$ ผลคือ กระแสไหลผ่าน R5 เท่ากับศูนย์ วิธีสังเกตว่าวงจรบริดจ์สมดุลหรือไม่นั้นให้สังเกตจากอัตราส่วนของความต้านทานระหว่างแขนทั้งสองข้าง ในรูปที่ 11.2 ให้สังเกตว่าอัตราส่วนระหว่างความต้านทาน R_1 และ R_3 ที่แขนข้างที่หนึ่งเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความต้านทาน R_2 กับ R_4 ที่แขนข้างที่สอง หากเป็นเช่นที่กล่าวมานี้แสดงว่าบริดจ์สมดุล ดังที่ได้คำนวณค่ากระแส I_1, I_2 และ I_3

ในสภาวะที่บริดจ์ไม่สมดุล (Unbalance Bridge) เมื่อกระแส I_1 ไหลผ่าน R และ R_S และกระแส I_2 ไหลผ่าน R_1 และ R_2 อัตราส่วนระหว่างแรงดันตกคร่อมแขนทั้งสองข้างของบริดจ์คือ

$$R_X = \frac{R_1}{R_2} \quad (R_X) \qquad \text{..... (11.1)}$$

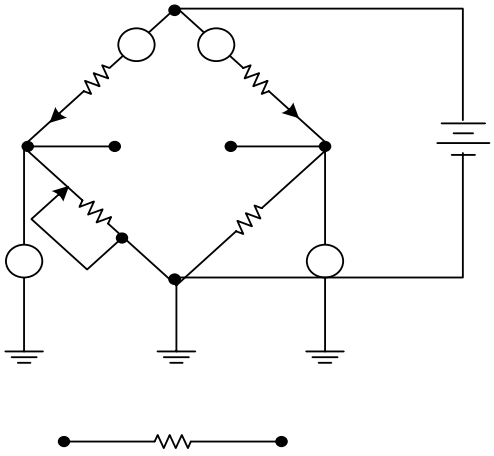
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ตัวต้านทาน $\frac{1}{2}$ W 5% ค่า 470 1 k 1.2 k 2.2 k อย่างละ 1 ตัว
2. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 1 W ค่า 10 k 1 ตัว
3. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 1 เครื่อง
5. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
6. เอกสารประกอบการสอน เรื่องวงจรบริดจ์
7. แผ่นใส

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 11.1

วงจรวีตสโตนบริดจ์ ในสภาวะไม่สมดุล



รูปที่ 11.3

ลำดับขั้นการทดลองที่ 11.1

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 11.3 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ปรับความต้านทาน R_S ให้มีค่าเท่ากับ 5 k
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ
4. ตั้งย่านวัดโวลต์มิเตอร์ที่ V_{DC} = 25 mA ทั้ง 2 เครื่อง ทดลองวัดแรงดัน V_A และ V_B บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 11.1
5. ตั้งแอมมิเตอที่ ร์ย่านวัด V_{DC}= 25 mA วัดกระแส I_1 และ I_2 บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 11.1
6. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
7. คำนวณค่ากระแส I_1, I_2 และแรงดัน V_A , V_B บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 11.2
8. ต่อ R_L = 470 เข้าที่จุด A และ B และทดลองซ้ำตามลำดับข้อ 1 - 7 อีกครั้ง

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 11.1 ผลการทดลอง

	แรงดัน (V)		กระแส (mA)		อัตราส่วนความต้านทาน	
	V_A	V_B	I_1	I_2	$\frac{R_X}{R_S}$	$\frac{R_1}{R_2}$
ไม่มีโหลด						
มีโหลด R_L = 470						

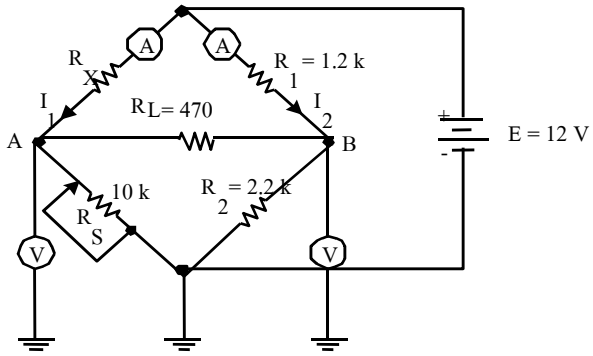
ตารางที่ 11.2 ผลการคำนวณ

	แรงดัน (V)		กระแส (mA)		อัตราส่วนความต้านทาน	
	V_A	V_B	I_1	I_2	$\frac{R_X}{R_S}$	$\frac{R_1}{R_2}$
ไม่มีโหลด						
มีโหลด R_L = 470						

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

การทดลองที่ 10.2

วงจรวีตสโตนบริดจ์ในสภาวะสมดุล



รูปที่ 11.4

ลำดับขั้นการทดลองที่ 10.2

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 11.4 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดโวลต์มิเตอร์ที่ V_{DC} = 25 mA และตั้งย่านวัดโวลต์มิเตอร์ที่ V_{DC} = 10 V
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟ ค่อยๆ ปรับ R_S ช้าๆ จนกระทั่งสังเกตเห็นกระแส I มีค่าเท่ากับ 0 พอดีจึงหยุดปรับ
4. ขณะที่ I = 0 บริดจ์สมดุล ให้วัดและอ่านค่ากระแส I_1 และ I_2 และแรงดัน V_A, V_B บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 11.3
5. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. นำค่า R_X, R_1, R_2 และ R_3 ออกมาวัดค่าและหาค่า $\frac{R_X}{R_S}$ และ $\frac{R_2}{R_1}$ บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 11.3

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

7. คำนวณค่ากระแส I_1, I_2 และแรงดัน V_A ,V_B และอัตราส่วนความต้านทาน $\frac{R_X}{R_S}$ และ $\frac{R_2}{R_1}$ บันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 11.4

ตารางที่ 11.3 ผลการทดลอง

แรงดัน (V)		กระแส (mA)		อัตราส่วนความต้านทาน	
V_A	V_B	I_1	I_2	$\frac{R_X}{R_S}$	$\frac{R_1}{R_2}$

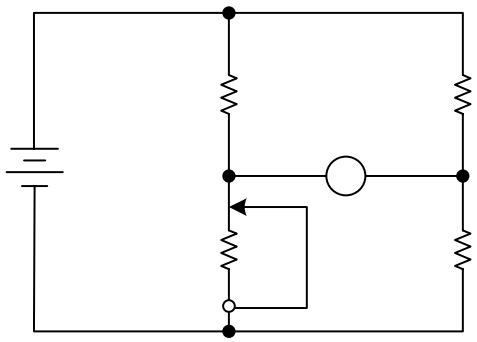
ตารางที่ 11.4 ผลการคำนวณ

แรงดัน (V)		กระแส (mA)		อัตราส่วนความต้านทาน	
V_A	V_B	I_1	I_2	$\frac{R_X}{R_S}$	$\frac{R_1}{R_2}$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

1. วงจรวีตสโตนบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล เมื่อมีโหลดและไม่มีโหลด ค่าอัตราส่วนของ $\frac{R_X}{R_S}$ และ $\frac{R_1}{R_2}$ มีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. วงจรวีตสโตนบริดจ์ในสภาวะสมดุลดังรูปที่ 11.4 ถ้าปรับค่า R_Sได้เท่ากับ 620 จงหาค่า R_X
3. วงจรบริดจ์ในรูปที่ 11.5 จงคำนวณหาค่ากระแสผ่าน R_L และสรุปว่าวงจรบริดจ์นี้สมดุลหรือไม่
4. จากวงจรในรูปที่ 11.5 ถ้าต้องการปรับแต่งวงจรให้กระแสผ่าน R_L เป็นศูนย์ต้องทำอย่างไร



รูปที่ 11.5

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 11
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 16
เรื่อง วงจรบริดจ์		จำนวน 5 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องวงจรบริดจ์แบสมดุลและไม่สมดุล

ชื่อ – สกุล.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12
ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนการสอน	รายการสอน
จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อปฏิบัติการทดลองเมชเคอร์เรนท์ **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. ต่อวงจรการทดลองเมชเคอร์เรนท์ได้ 2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรการทดลองเมชเคอร์เรนท์ได้ 3. วัดกระแสไฟฟ้าของวงจรการทดลองเมชเคอร์เรนท์ได้ 4. สรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์ได้	**เพื่อปฏิบัติการทดลองเมชเคอร์เรนท์** 1. การต่อวงจรการทดลองเมชเคอร์เรนท์ 2. การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรการทดลองเมชเคอร์เรนท์ 3. กระแสไฟฟ้าของวงจรการทดลองเมชเคอร์เรนท์ 4. การสรุปผลการปฏิบัติการทดลองกับทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์

เนื้อหาสาระการเรียนรู้

หลักการของกระแสเมช

หลักการของกระแสเมช (Mesh Current) ประยุกต์มาจากวิธีการวิเคราะห์กระแสแต่ละสาขาในวงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อน ซึ่งจะพบว่ามีปัญหาในการกำหนดชื่อกระแสและทิศทางของกระแส ในวงจรไฟฟ้า แต่หลักการของเมชใช้กระแสสมมติ โดยกำหนดให้กระแสสมมติไหลในวงจรปิดใด ๆ เพียง 1 ตัว และกระแสสมมติแต่ละตัวจะเป็นอิสระต่อกันจะทำให้ตัวแปรในวงจรลดลง และเขียนสมการกระแสของเมชได้สะดวกกว่าการวิเคราะห์กระแสแต่ละสาขา สมการกระแสของเมชเขียนมาจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์เช่นกัน เมื่อได้สมการของเมชแล้วจึงใช้วิธีดีเทอร์มิแนนท์แก้สมการเพื่อหาค่าตัวแปรของกระแสไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่าในวงจรไฟฟ้าได้ ข้อกำหนดของการใช้ทฤษฎีกระแสเมชให้ถูกต้องมีดังนี้

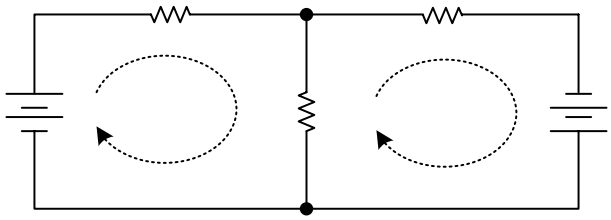
1. แรงดันตกคร่อมความต้านทานที่อยู่ในวงจรปิดใด ๆ ที่กำหนดกระแสสมมติในวงจรปิดนั้นมีเครื่องหมายเป็นบวกเสมอการกำหนดทิศทางกระแสสมมติในวงจรปิดใดๆ นิยมกำหนดตามเข็มนาฬิกา

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

2. แรงดันตกคร่อมความต้านทางที่เกิดจากกระแสและจากวงจรปิดข้างเคียงไหลผ่าน ถ้าทิศทางของกระแสในวงจรปิดทั้งสองที่สัมผัสกันสวนทางกันให้มีเครื่องหมายลบ และถ้าทิศทางกระแสตามกันให้มีเครื่องหมายบวก

3. แหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจรปิดใดๆ ถ้าทิศทางของกระแสสมมติในวงจรปิดนั้นพุ่งเข้าทางขั้วบวกให้มีเครื่องหมายบวก พุ่งเข้าทางขั้วลบให้เครื่องหมายลบ

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 12.1 จงหาค่ากระแสที่ผ่านความต้านทานแต่ละตัวในวงจร



รูปที่ 12.1

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 สมมติกระแส I_1 และI_2 ในวงจรปิดที่ 1 และ 2 โดยให้มีทิศทางตามเข็มนาฬิกาและกำหนดขั้วของแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวในวงจรดังรูปที่ 8.1

ขั้นที่ 2 เขียนสมการแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ในวงจรปิดที่ 1 และวงจรปิดที่ 2 ได้ว่า

วงจรปิดที่ 1 $3I_1 \ 1I_1 = 5$ ....(1)

วงจรปิดที่ 2 $1I_1 \ 2I_2 = 10$ ....(2)

ขั้นที่ 3 แก้สมการหาค่า 1_1 และ1_2 ด้วยวิธีเทอร์มิแนนท์

$$= \frac{10 \quad 10}{6 \quad 1}$$

$$= \begin{matrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \end{matrix}$$

$$= \frac{20}{5} \quad 4A$$

$$= \frac{\begin{vmatrix} 3 & 5 \\ -1 & 10 \end{vmatrix}}{5} = \frac{30 \quad 5}{5} \quad \frac{35}{5} \quad 7A$$

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

หาค่ากระแสที่ผ่าน R_1 คือ I_1 = 4A

หาค่ากระแสที่ผ่าน R_2 คือ I_2 = 7A

หาค่ากระแสที่ผ่าน R_1 คือ $I_2 - I_1$ = 7A - 4A = 3A

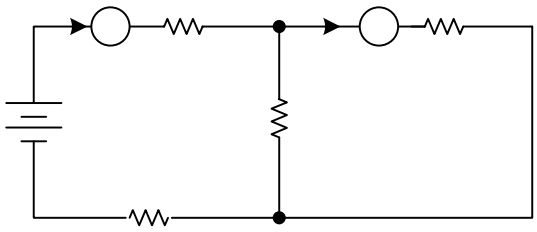
จะเห็นว่ากระแส I_2 I_1 ดังนั้นแรงดันตกคร่อม R3 จึงมีขั้วบวกอยู่ด้านล่างและขั้วลบอยู่ด้านบนตามผลของกระแส I_2

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. ความต้านทาน $\frac{1}{2}$ W 5% ค่า 330 470 560 1 k อย่างละ 1 ตัว
2. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V 2 เครื่อง
4. สายต่อวงจรทดลอง 1 ชุด
5. เอกสารประกอบการสอนเรื่องทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์
6. แผ่นใส

การทดลองที่ 12.1

วงจรไฟฟ้าที่มี 2 วงจรปิด



รูปที่ 12.2

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 12.1

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 12.2 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดแอมมิเตอร์ที่ $A_{DC} = 25_{mA}$
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ทดลองวัดค่ากระแส I_1, I_2 และ I_3 บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 12.1
4. เขียนสมการทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์ของวงจรปิดที่ 1 และวงจรปิดที่ 2 ได้ว่า

   วงจรปิดที่ 1.....

   .....

   วงจรปิดที่ 2.....

   .....
5. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
6. คำนวณหาค่ากระแส I_1 I_2 และ I_3 จากสมการเมชเคอร์เรนท์ที่เขียนได้และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 12.2

ตารางที่ 12.1 ผลการทดลอง

กระแส		
I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)

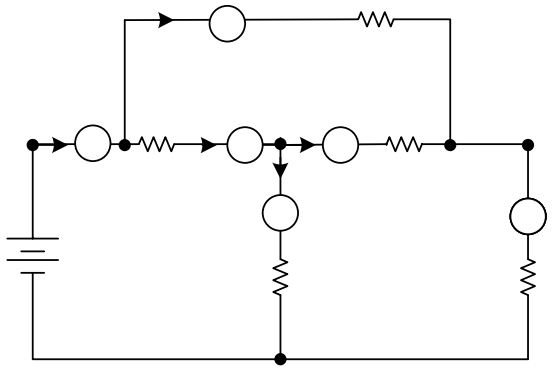
ตารางที่ 12.2 ผลการคำนวณ

กระแส		
I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

การทดลองที่ 12.1

วงจรไฟฟ้าที่มี 3 วงจรปิด



รูปที่ 12.3

ลำดับขั้นการทดลองที่ 12.2

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 12.3 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดแอมมิเตอร์ที่ A_{DC} = 25mA
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ทดลองวัดค่ากระแส I_1 , I_2 , I_3, I_4 และ I_5 บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 12.3
4. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
5. คำนวณหาค่ากระแส I_1 , I_2 , I_3, I_4 และ I_5 จากสมการเมชเคอร์เรนท์และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 12.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

ตารางที่ 12.3 ผลการทดลอง

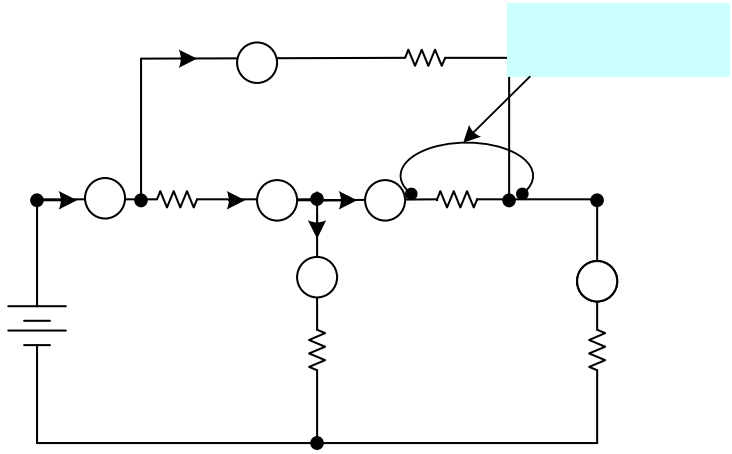
กระแส					
I (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I_4 (mA)	I_5 (mA)

ตารางที่ 12.4 ผลการคำนวณ

กระแส					
I (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I_4 (mA)	I_5 (mA)

การทดลองที่ 12.3

วงจรไฟฟ้าที่มี 3 วงจรปิด เกิดฟอลท์ลัดวงจร



รูปที่ 12.4

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

ลำดับขั้นการทดลองที่ 12.3

1. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 12.4 (ขณะต่อวงจรต้องปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า)
2. ตั้งย่านวัดแอมมิเตอร์ที่ A_{DC} = 25_{mA}
3. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า ทดลองวัดค่ากระแส I_1,I_2,I_3,I_4 และ I_5 ในสภาวะเกิดฟลอท์ลัด วงจรที่ R_2บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 12.5
4. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้า
4. คำนวณหาค่ากระแส I_1 , I_2 , I_3, I_4 และ I_5 ด้วยสมการเมชเคอร์เรนท์และบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 12.6

ตารางที่ 12.5 ผลการทดลองเมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ R_2

กระแส					
I (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I_4 (mA)	I_5 (mA)

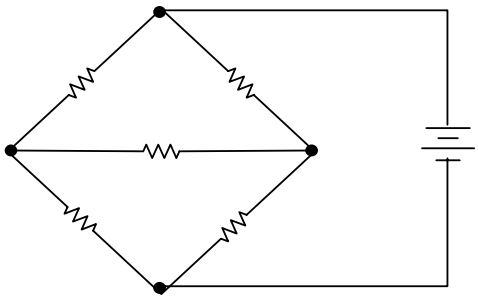
ตารางที่ 12.6 ผลการคำนวณเมื่อเกิดฟอลท์ลัดวงจรที่ R_2

กระแส					
I (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	I_4 (mA)	I_5 (mA)

	หน่วยการเรียนรู้	
สอศ.	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากวงจรในรูปที่ 12.3 การทดลองที่ 2 จงเขียนสมการเมชเคอร์เรนที่ของวงจรปิดที่ 1,2 และ 3
2. จากวงจรในรูปที่ 12.4 การทดลองที่ 3 จงเขียนสมการเมชเคอร์เรนท์ของวงจรปิดที่ 1,2 และ3 เปรียบเทียบกับคำตอบในข้อ 1
3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 12.5 จงใช้วิธีของเมชเคอร์เรนท์คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อม ความต้านทานแต่ละตัวในวงจร และกำหนดขั้วของแรงดันตกคร่อมให้ถูกต้อง



รูปที่ 12. 5

	หน่วยการเรียนรู้	
	วิชา วงจรไฟฟ้า	หน่วยที่ 12
	รหัส 2104 - 2102	ครั้งที่ 17 – 18
เรื่อง ทฤษฎีเมชเคอร์เรนท์		จำนวน 10 ชั่วโมง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบการประเมินผลเรื่องเซลล์ไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า

ชื่อ – สกุล.....ระดับชัน.....กลุ่ม.....

ผู้ประเมินผล.....วัน/เดือน/ปี.....

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 5

จุดที่ประเมินผล	รายละเอียดที่พิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. ตรงต่อเวลา	มาทันเวลา ครูเช็กชื่อ	5		ตรวจ
2. เครื่องมือวัดประจำตัว	มีมิลติมิเตอร์, เครื่องมืออื่นๆ	5		ตรวจ
3. การแต่งกาย	ถูกต้องตามระเบียบ	5		ตรวจ
4. ขั้นปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
5. ผลการปฏิบัติการทดลอง				
- ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณ	ถูกต้อง	10		ตรวจ
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า	ถูกต้อง	10		ตรวจ
6. มีความปลอดภัย	ทำตามขั้นตอนการปฏิบัติและทำตามข้อควรระวัง	10		สังเกต
7. มีความตั้งใจในการปฏิบัติการทดลอง	กระตือรือร้น ขยัน พยายาม	5		สังเกต
8. มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ช่วยกันทำงานเป็นกลุ่ม	5		สังเกต
9. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	ความรู้ความเข้าใจ	5		ตรวจ
10. สรุปผลการปฏิบัติการทดลอง	ถูกต้อง	10		ตรวจ
คะแนนเต็มทั้งหมด		100		
คิดเป็นร้อยละ 5 ได้คะแนน				

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักการให้คะแนนเป็นไปตามความสำคัญการเรียนรู้ของหน่วยการเรียน

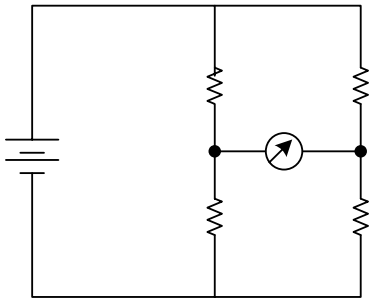
แบบประเมินผลการเรียนรู้ ครั้งที่ 3

เรื่อง การแปลงวงจรความต้านทานเดลต้า – สตาร์ กฎของเคอร์ชอฟฟ์ วงจรบริดจ์ และทฤษฎีของเมชเคอร์เรนท์

รายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104 – 2102 **คะแนนเต็ม 10 คะแนน**

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย (**X**) ลงในตัวเลือกที่ต้องการ

1. จากรูปวงจรที่ 3.1 จงหาค่า RT ของวงจรเมื่อกัลวานอมิเตอร์ ต่ออยู่ที่จุด AB มีความต้านทานภายใน 50



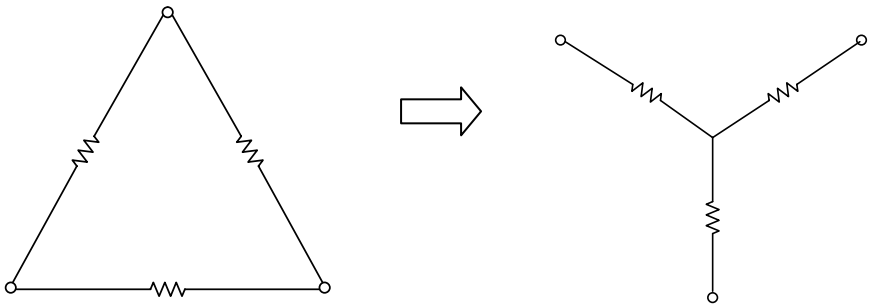
รูปที่ 3.1

1. 16
2. 15
3. 14
4. 12

2. จากรูปวงจรที่ 3.1 จงหาค่าของ V_{AB}

1. 1.1 V
2. 1.5 V
3. 1.6 V
4. 1.8 V

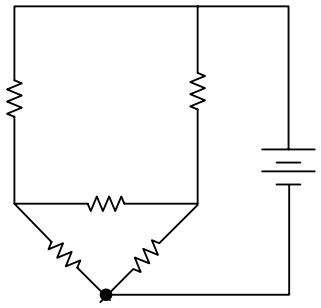
3. จากโครงข่าย สตาร์ – เดลต้า วงจรรูปที่ 3.2 จงหาค่าของ R_1



รูปที่ 3.2

1. 0.25, 0.45, 0.3
2. 2.25, 2.7, 1.5
3. 4, 2.2, 33
4. 0.55, 1.5, 1.2

4. จากวงจรรูปที่ 3.3 จงหาค่ากระแส I_S



รูปที่ 3.3

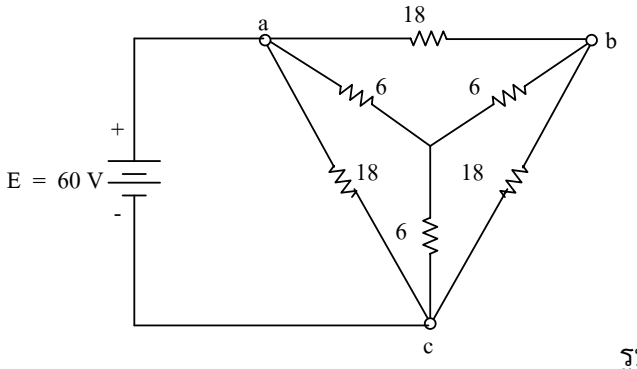
1. 5.05 mA
2. 6.05 mA
3. 14 mA
4. 18 mA

5

5. จากวงจรรูปที่ 3.3 จงหาค่ากระแส I_1
   1. 2.46mA
   2. 2.85 mA
   3. 3.12 mA
   4. 3.35 mA

6. จากวงจรรูปที่ 3.4 จงหาค่ากระแส I_s

9



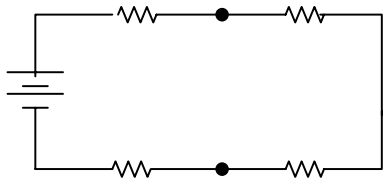
รูปที่ 3.4

1. 8.33 A
2. 9.26 A
3. 10 A
4. 10.66 A

7. จากวงจรรูปที่ 3.4 ถ้าความต้านทานทุกตัวในวงจรมีค่าเท่ากับ 6 จงหาค่าความต้านทานรวมของวงจร

1. 2
2. 3
3. 6
4. 9

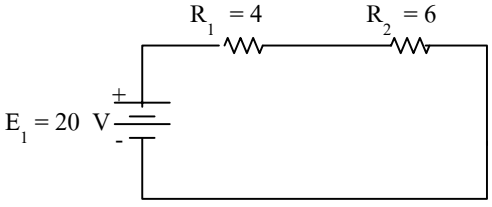
8. จากวงจรรูปที่ 3.5 จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด AB



รูปที่ 3.5

1. 6 V
2. 8 V
3. 10 V
4. 12 V

9. จากรูปวงจรที่ 3.6 จงหาค่า V_2



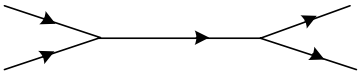
รูปที่ 3.6

1. 8 V
2. 12 V
3. 16 V
4. 18 V

10. จากรูปที่ 3.6 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า

1. 20 W
2. 30 W
3. 40 W
4. 50 W

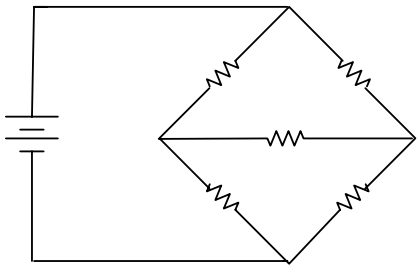
11. จากรูปที่ 3.7 จงหาค่ากระแสไฟฟ้า I_3 และ I_4 โดยใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์



รูปที่ 3.7

1. 1, 0 A
2. 3, 1 A
3. 5, 6 A
4. 3, 5 A

12. จากรูปวงจรที่ 3.8 เป็นวงจรบริดจ์สมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด



รูปที่ 3.8

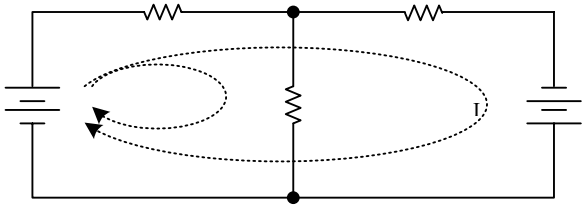
1. สมดุล เพราะ $R_1 = R_2$
2. ไม่สมดุล เพราะ $\frac{R_3}{R_2} \quad \frac{R_1}{R_4}$
3. สมดุลเพราะ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$
4. ไม่สมดุล เพราะ $\frac{R_1}{R_2} \quad \frac{R_3}{R_4}$

13. จากรูปที่ 3.6 จงหาค่ากระแสไหลผ่าน R 2

1. 2.66 A
2. 2.25 A

3. 1.75 A 4. 1.25 A

จากรูปวงจรที่ 3.7 จงตอบคำถามข้อที่ 14 – 16



รูปที่ 3.7

14. จากรูป สมการในวงที่ 2 คือข้อใด

1. $8I_1 + (8+2)\, I_2 = 2 - 0.5$ 2. $8I_1 + (8+2)\, I_2 = 0.5$
3. $(8+4)\, I_1 + 8I_2 = 2 - 0.5$ 4. $(8+4)\, I_1 + 8I_2 = 0.5$

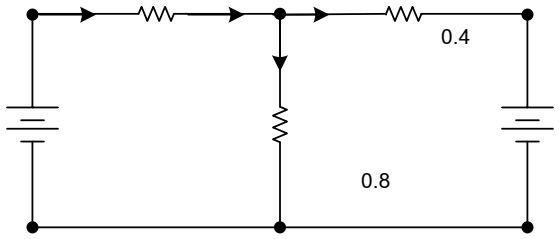
15. จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_3 มีค่าเท่าไร

1. 12 mA 2. 2.72 mA
3. 1.81 mA 4. 14.2 mA

16. จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 มีค่าเท่าไร

1. 14 mA 2. 2.72 mA
3. 3.65 mA 4. 4.51 mA

จากรูปวงจรที่ 3.8 จงตอบคำถามข้อที่ 17 – 19



รูปที่ 3.8

17. จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 มีค่าเท่าไร

1. 0.5 A 2. 10 A
3. 15 A 4. 25 A

18. จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_2 มีค่าเท่าไร

1. 0.5 A
2. 10 A
3. 15 A
4. 25 A

19. กระแสไฟฟ้า I_3 สามารถคำนวณหาได้จากสมการใด

1. $I_1 + I_2$
2. I_1 / I_2
3. $I_1 = I_2$
4. ไม่มีข้อถูก

20. ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ได้มีค่าเป็นลบเพราะสาเหตุในข้อใด

1. แรงดันไฟฟ้าไหลตรงกันข้าม
2. กระแสไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่าตัวต้านทาน
3. แรงดันไฟฟ้าไหลตรงกันข้ามที่สมมติขึ้น
4. กระแสไฟฟ้าไหลตรงกันข้ามที่สมมติขึ้น

ทดสอบหลังการเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชาวงจรไฟฟ้า รหัส 2104 – 2102 ระดับ ปวช. เวลา 10 ชั่วโมง

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง หรือใกล้เคียงที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกาเครื่องหมาย (**X**) ลงในตัวเลือกที่ต้องการ พร้อมเลือกดำเนินการทดลองจากโจทย์ที่กำหนดให้อย่างน้อย 2 การทดลอง และสรุปผลการทดลอง

1. ข้อใดไม่ถูกต้องตามกฎของโอห์ม
   1. กระแสแปรผันตรงกับแรงดัน
   2. แรงดันแปรผันตรงกับกระแส
   3. กระแสแปรผันตรงกับความต้านทาน
   4. ความต้านทานแปรผกผันกับกระแส

2. ความต้านทานในวงจรไฟฟ้าหาได้จากข้อใด
   1. $I \quad \frac{E}{R}$
   2. $R \quad \frac{E}{I}$
   3. E = IR
   4. R = IE

3. กระแสไฟฟ้าที่ไหลจริงจะไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวกเรียกว่า
   1. กระแสอิเล็กตรอน
   2. กระแสนิยม
   3. กระแสตรง
   4. กระแสสลับ

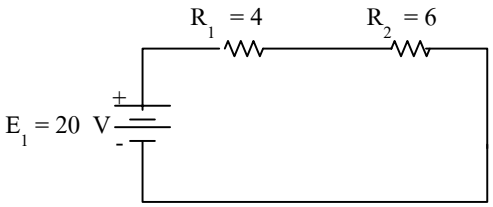
4. ข้อใดคือคุณสมบัติของเซลล์ปฐมภูมิ
   1. ต้องประจุไฟฟ้าก่อนใช้งาน
   2. ไม่ต้องประจุไฟฟ้าก่อนใช้งาน
   3. สภาพไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก
   4. สภาพสามารถนำมาใช้ได้อีก

5. จงหาค่าความต้านทานของหลอดไฟฟ้าขนาด 60 W มีกระแสผ่านหลอด 500 mA เมื่อต่อกับเมื่อต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 120 V
   1. 100
   2. 140
   3. 200
   4. 240

6. โวลต์มิเตอร์ มีความต้านทานภายใน 15 k จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่านโวลต์มิเตอร์ เมื่อเข็มของโวลต์มิเตอร์ชี้ที่ค่า 58 V

1. 0.036 A
2. 0.38 mA
3. 2.66 A
4. 3.86 mA

7. จากรูป จงหาค่า V_2



1. 8 V
2. 12 V
3. 16 V
4. 18 V

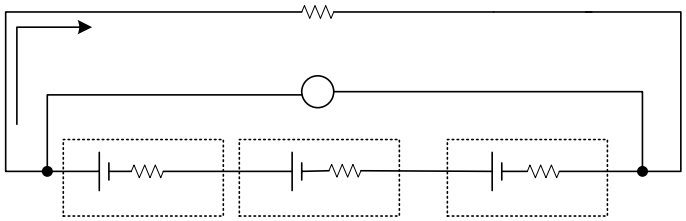
8. จากรูปข้อที่ 5 ที่จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า
   1. 20 W
   2. 30 W
   3. 40 W
   4. 50 W

9. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องตามคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
   1. ค่าความต้านทานรวมเท่ากับค่าความต้านทานทุกตัวรวมกัน
   2. ค่าความต้านทานรวมจะมีค่าน้อยกว่าตัวต้านทานค่าที่น้อยที่สุด
   3. แรงดันตกคร่อมขึ้นอยู่กับตัวต้านทานแต่ละตัว
   4. กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่ากัน

10. กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรไฟฟ้าแบบขนานหาได้จากข้อใด
    1. $I_T = I_1 + I_2 = I_3 = \ldots\ldots\ldots I_n$
    2. $I_T = I_1 + I_2 = I_3 + \ldots\ldots\ldots I_n$
    3. $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots\ldots\ldots I_n$
    4. $V_T = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots\ldots I_n$

11. ข้อใดคือคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบผสม
    1. แรงดันตกคร่อมทุกตัวรวมกันเท่ากับแหล่งจ่าย
    2. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเท่ากัน
    3. วงจรไฟฟ้าที่มีวงจรอนุกรมและวงจรขนานรวมอยู่ในวงจนเดียวกัน
    4. ความต้านทานทั้งหมดของวงจรเท่ากับความต้านทานทุกตัวรวมกัน

12. จากรูปการต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม จงหาสมการในการหาค่ากระแส (I)



1. $R_T = \frac{R}{N}$ 2. $I \quad \frac{E}{R_T}$ (A)

3. $r = I - R$ ( ) 4. $I = \frac{ne}{\frac{nr}{m}} R$

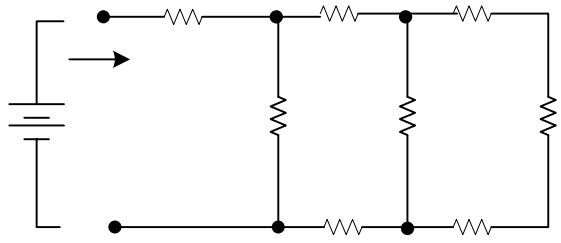
13. วงจรไฟฟ้าแบบผสม แบ่งตามลักษณะใหญ่ๆ ได้กี่แบบ

1. 1 แบบ 2. 2 แบบ
3. 3 แบบ 4. 4 แบบ

14. เซลล์ไฟฟ้าใดที่สามารถชาร์จประจุใหม่ได้

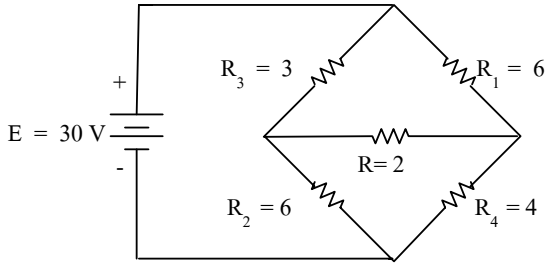
1. อัลคาไลน์เซลล์ 1.5 โวลล์ 2. นิเกิล – แคดเมี่ยม 1.25 V
3. เซลล์แบตเตอร์รี่ 4. เซลล์ถ่านไฟฉาย

15. จากวงจร จงหาค่ากระแส I



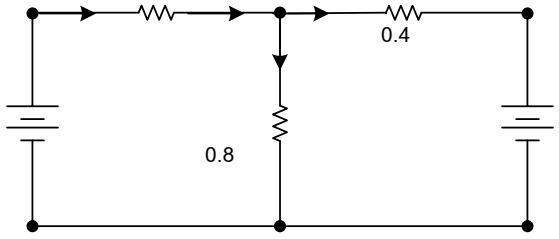
1. 3.73 A 2. 6.373 A
3. 35.7 A 4. 37.3 A

16. จากรูปวงจร เป็นวงจรบริดจ์สมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด



1. สมดุล เพราะ $R_1 = R_2$
2. ไม่สมดุล เพราะ $\frac{R_3}{R_2}$ $\frac{R_1}{R_4}$
3. สมดุลเพราะ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$
4. ไม่สมดุล เพราะ $\frac{R_1}{R_2}$ $\frac{R_3}{R_4}$

จากรูปวงจร จงตอบคำถามข้อที่ 17 – 19



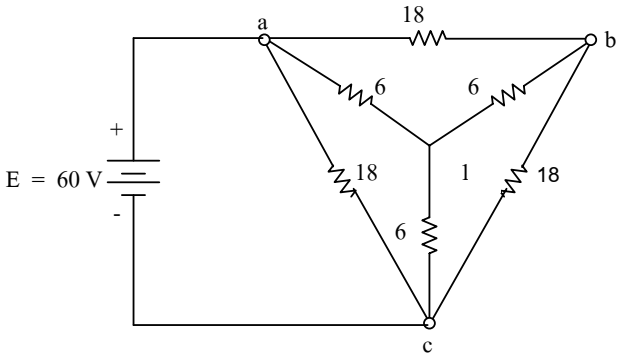
รูปที่ 3.8

17. จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 มีค่าเท่าไร
    1. 0.5 A
    2. 10 A
    3. 15 A
    4. 25 A

18. จากรูปจงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_2 มีค่าเท่าไร
    1. 0.5 A
    2. 10 A
    3. 15 A
    4. 25 A

19. กระแสไฟฟ้า I_3 สามารถคำนวณหาได้จากสมการใด
    1. $I_1 + I_2$
    2. I_1 / I_2
    3. $I_1 = I_2$
    4. ไม่มีข้อถูก

20. จากวงจรเดลต้า – สตาร์รูป จงหาค่ากระแส I_s



รูปที่ 3.4

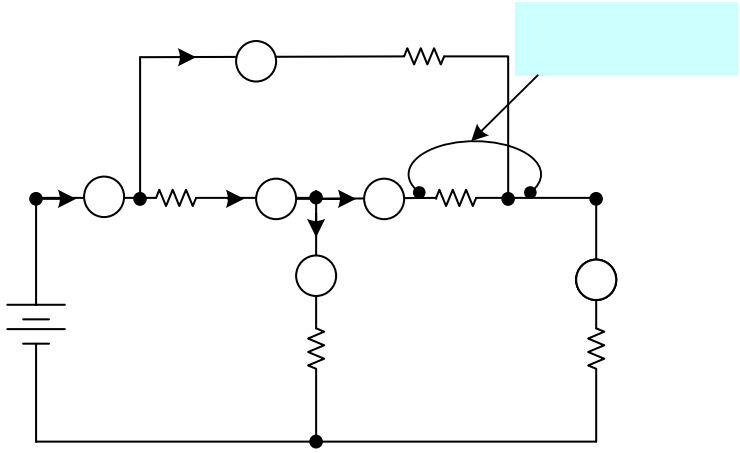
1. 8.33 A
2. 9.26 A
3. 10 A
4. 10.66 A

21. จากวงจรรูปที่ 3.4 ถ้าความต้านทานทุกตัวในวงจรมีค่าเท่ากับ 6 จงหาค่าความต้านทานรวมของวงจร

1. 2
2. 3
3. 6
4. 9

จากวงจรไฟฟ้าที่มี 3 วงจรปิดจงตอบคำถามข้อที่ 22 – 26

22. จากรูปจงหาค่าแหล่งจ่ายแรงดันที่จ่ายให้แก่วงจร



1. 8 V
2. 12 V
3. 16 V
4. 18 V

23. ข้อใดคือสมการเคอร์ชอฟฟ์ของวงจรปิดที่ 1

    1. (470 + 560)I_1 – (560) I_3 – (1 k) I_2
    2. I_3 (330 + I_2 (470) I_3 – (1 k)
    3. (1 k) I_2I_1 (1 k) I_3 – (1k) I_2 – (470) I_2
    4. (1 k + 1 k)I_1 – (1 k) I_3 – (1k) I_2

24. ข้อใดคือสมการเคอร์ชอฟฟ์ของวงจรปิดที่ 1

    1. (8 k + 330 + 470)I_3 – (1 k) I_1 – (1470) I_2
    2. I_3 (330 + $I_2$8 k + 330 (470) I_3 – (1 k)
    3. 8 k + 330 – (1k) I_2 – (470) I_2+ $I_2$8 k
    4. (1 k + 1 k)I_1 – (1 k) I_3 – (1k) I_2

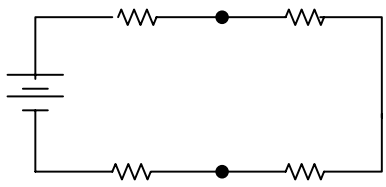
25. จงค่าหาของ I_4 โดยเปลี่ยนค่า R_4 เป็น 10

    1. 0.23 A
    2. 1.66 A
    3. 1.22 A
    4. 10.62 A

26. จงหาค่าของกระแสที่ไหลผ่าน R_2 เมื่อเปลี่ยนค่าของ R_2 เท่ากับ 1 k

    1. 3 A
    2. 5 A
    3. 7 A
    4. 9 A

27. จากรูป จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด AB

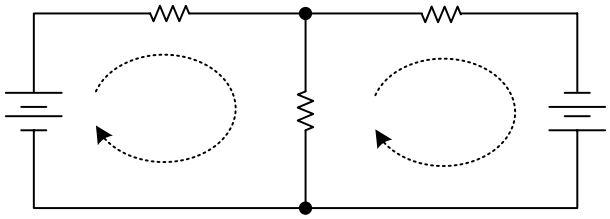


    1. 6 V
    2. 8 V
    3. 10 V
    4. 12 V

28. จากรูปในข้อที่ 23 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าที่แรงดัน เท่ากับ 20 V

    1. 8.33 A
    2. 9.26 A
    3. 10 A
    4. 10.66 A

29. จากรูปจงหาค่ากระแส I_1

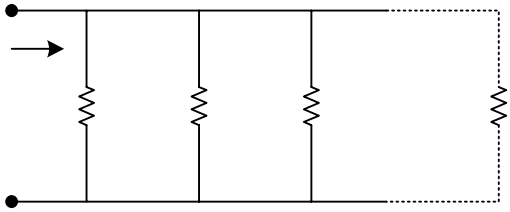


1. 2 A
2. 4 A
3. 10 A
4. 14 A

30. จากรูปวงจรไฟฟ้าในข้อที่ 25 จงหา กระแสไฟฟ้า I_2

1. 3 A
2. 7 A
3. 11 A
4. 13 A

31. จากวงจรจงเขียนสมการหาค่า G_T โดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์



1. $G_1 + G_2 + G_3 + \ldots + G_N$
2. $G_1 - G_2 - G_3 - \ldots G_N$
3. $G_1 + G_2 - G_3 + \ldots - G_N$
4. $G_1 = G_2 = G_3 = \ldots = G_1$

32. เมื่อเปลี่ยน $G \quad \frac{1}{R}$ ดังนั้นค่าความต้านทานในวงจรขนาน R_T คือข้อใด

1. $\frac{1}{R_T} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{R_3} \quad \ldots\ldots \quad \frac{1}{R_N}$
2. $\frac{1}{R_T} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{R_3} \quad \ldots\ldots \quad \frac{1}{R_N}$
3. $\frac{1}{R_T} \quad \frac{1}{R_1} \quad \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{R_3} \quad \ldots\ldots \frac{1}{R_N}$
4. $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots R_N$

+

5 V

-

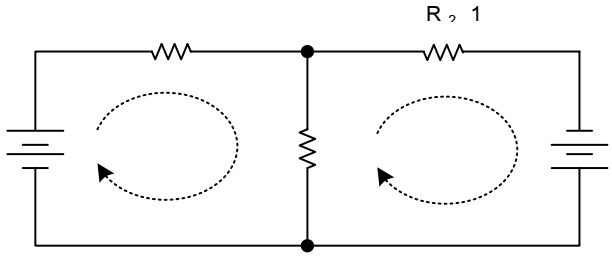
33. จากรูปวงจรไฟฟ้าในข้อที่ 27 จงหา G_T เมื่อ แทนค่า G เท่ากับ 2 , 4 , 5 ตามลำดับ

1. 0.536
2. 1.053
3. 2.03
4. 2.035

34. วงจรบริดจ์สภาวะสมดุล หมายถึงข้อใด

1. อัตราส่วนความต้านทานแต่ละสาขาเท่ากัน
2. อัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าแต่ละสาขาเท่ากัน
3. อัตราส่วนกระแสไฟฟ้าแต่ละสาขาเท่ากัน
4. วัดแรงดันไฟฟ้าตรงจุดระหว่างจุด A – B เท่ากับศูนย์

จากรูปวงจรต่อไปนี้จงตอบคำถามข้อ 34 – 37



35. จงหาค่ากระแสของ I_1

1. 4 A
2. 44 A
3. 17 A
4. 17.66 A

36. จงหาค่ากระแสที่ไหลผ่าน R_2

1. 0.77 A
2. 7 A
3. 10 A
4. 10.66 A

37. สมการแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ในวงจรปิดที่ 1 คือข้อใด

1. 1 (I_1)
2. 1 (I_1) 2 (I_3)
3. 3 (I_1) 1 (I_1)
4. $I_3 - I_1$

38. ข้อใดเป็นผลสรุปที่ถูกต้องที่สุดของวงจร

1. I_2 มากกว่า I_1

2. I_2 มากกว่า I_1 ดังนั้นแรงดันตกคร่อม R_3 จึงมีขั้วบวกอยู่ด้านล่างและขั้วลบอยู่ด้านบนตามผลของกระแส I_2
3. I_2 มากกว่า I_1 ดังนั้นแรงดันตกคร่อม R_3 จึงมีขั้วบวกอยู่ด้านล่างและขั้วลบอยู่ด้านบนตามผลของกระแส I_2
4. ไม่สามารถสรุปได้

39. ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ได้มีค่าเป็นลบเพราะสาเหตุในข้อใด
    1. แรงดันไฟฟ้าไหลตรงกันข้าม
    2. กระแสไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่าตัวต้านทาน
    3. แรงดันไฟฟ้าไหลตรงกันข้ามกับที่สมมติขึ้น
    4. กระแสไฟฟ้าไหลตรงกันข้ามกับที่สมมติขึ้น

40. การกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้าไหลวน จะใช้หลักการในข้อใด
    1. ไหลไปตามเข็มนาฬิกา
    2. ไหลทวนเข็มนาฬิกา
    3. ไหลวนซ้าย
    4. ไหลไปทางไหนก็ได้ที่ง่ายการแก้ปัญหา

แบบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

ข้อที่ 1- ตอบ 3	ข้อที่ 11- ตอบ 3	ข้อที่ 21- ตอบ 4
ข้อที่ 2- ตอบ 3	ข้อที่ 12- ตอบ 1	ข้อที่ 22- ตอบ 2
ข้อที่ 3- ตอบ 4	ข้อที่ 13- ตอบ 2	ข้อที่ 23- ตอบ 2
ข้อที่ 4- ตอบ 3	ข้อที่ 14- ตอบ 4	ข้อที่ 24- ตอบ 3
ข้อที่ 5- ตอบ 4	ข้อที่ 15- ตอบ 2	ข้อที่ 25- ตอบ 2
ข้อที่ 6- ตอบ 3	ข้อที่ 16- ตอบ 1	ข้อที่ 26- ตอบ 1
ข้อที่ 7- ตอบ 1	ข้อที่ 17- ตอบ 4	ข้อที่ 273 ตอบ 1
ข้อที่ 8- ตอบ 3	ข้อที่ 18- ตอบ 4	ข้อที่ 28- ตอบ 3
ข้อที่ 9- ตอบ 2	ข้อที่ 19- ตอบ 1	ข้อที่ 29- ตอบ 1
ข้อที่ 10- ตอบ 4	ข้อที่ 20- ตอบ 4	ข้อที่ 30- ตอบ 1

แบบเฉลยประเมินผลการเรียนรู้ครั้งที่ 1

ข้อที่ 1- ตอบ 2	ข้อที่ 11- ตอบ 4
ข้อที่ 2- ตอบ 3	ข้อที่ 12- ตอบ 2
ข้อที่ 3- ตอบ 1	ข้อที่ 13- ตอบ 3
ข้อที่ 4- ตอบ 1	ข้อที่ 14- ตอบ 3
ข้อที่ 5- ตอบ 4	ข้อที่ 15- ตอบ 3
ข้อที่ 6- ตอบ 4	ข้อที่ 16- ตอบ 4
ข้อที่ 7- ตอบ 1	ข้อที่ 17- ตอบ 3
ข้อที่ 8- ตอบ 2	ข้อที่ 18- ตอบ 1
ข้อที่ 9- ตอบ 2	ข้อที่ 19- ตอบ 4
ข้อที่ 10- ตอบ 2	ข้อที่ 20- ตอบ 2

แบบเฉลยประเมินผลการเรียนรู้ครั้งที่ 2

ข้อที่ 1- ตอบ 4
ข้อที่ 2- ตอบ 4
ข้อที่ 3- ตอบ 4
ข้อที่ 4- ตอบ 1
ข้อที่ 5- ตอบ 2
ข้อที่ 6- ตอบ 4
ข้อที่ 7- ตอบ 4
ข้อที่ 8- ตอบ 1
ข้อที่ 9- ตอบ 2
ข้อที่ 10- ตอบ 4
ข้อที่ 11- ตอบ 2
ข้อที่ 12- ตอบ 3
ข้อที่ 13- ตอบ 1
ข้อที่ 14- ตอบ 2
ข้อที่ 15- ตอบ 2
ข้อที่ 16- ตอบ 1
ข้อที่ 17- ตอบ 2
ข้อที่ 18- ตอบ 3
ข้อที่ 19- ตอบ 1
ข้อที่ 20- ตอบ 3

แบบเฉลยประเมินผลการเรียนรู้ครั้งที่ 3

ข้อที่ 1- ตอบ 2
ข้อที่ 2- ตอบ 4
ข้อที่ 3- ตอบ 2
ข้อที่ 4- ตอบ 3
ข้อที่ 5- ตอบ 1
ข้อที่ 6- ตอบ 1
ข้อที่ 7- ตอบ 4
ข้อที่ 8- ตอบ 3
ข้อที่ 9- ตอบ 2
ข้อที่ 10- ตอบ 3
ข้อที่ 11- ตอบ 3
ข้อที่ 12- ตอบ 2
ข้อที่ 13- ตอบ 4
ข้อที่ 14- ตอบ 4
ข้อที่ 15- ตอบ 2
ข้อที่ 16- ตอบ 3
ข้อที่ 17- ตอบ 2
ข้อที่ 18- ตอบ 3
ข้อที่ 19- ตอบ 1
ข้อที่ 20- ตอบ 4

แบบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

ข้อที่ 1- ตอบ 4
ข้อที่ 2- ตอบ 1
ข้อที่ 3- ตอบ 1
ข้อที่ 4- ตอบ 4
ข้อที่ 5- ตอบ 3
ข้อที่ 6- ตอบ 4
ข้อที่ 7- ตอบ 2
ข้อที่ 8- ตอบ 2
ข้อที่ 9- ตอบ 4
ข้อที่ 10- ตอบ 2
ข้อที่ 11- ตอบ 2
ข้อที่ 12- ตอบ 2
ข้อที่ 13- ตอบ 2
ข้อที่ 14- ตอบ 3
ข้อที่ 15- ตอบ 2
ข้อที่ 16- ตอบ 4
ข้อที่ 17- ตอบ 2
ข้อที่ 18- ตอบ 3
ข้อที่ 19- ตอบ 1
ข้อที่ 20- ตอบ 1
ข้อที่ 21- ตอบ 4
ข้อที่ 22- ตอบ 2
ข้อที่ 23- ตอบ 4
ข้อที่ 24- ตอบ 1
ข้อที่ 25- ตอบ 3
ข้อที่ 26- ตอบ 3
ข้อที่ 27- ตอบ 1
ข้อที่ 28- ตอบ 2
ข้อที่ 29- ตอบ 2
ข้อที่ 30- ตอบ 3
ข้อที่ 31- ตอบ 1
ข้อที่ 32- ตอบ 2
ข้อที่ 33- ตอบ 2
ข้อที่ 34- ตอบ 2
ข้อที่ 35- ตอบ 1
ข้อที่ 36- ตอบ 2
ข้อที่ 37- ตอบ 3
ข้อที่ 38- ตอบ 3
ข้อที่ 39- ตอบ 4
ข้อที่ 40- ตอบ 1

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2540). ***คู่มือการจัดการศึกษา.*** กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2542). ***พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.*** กรุงเทพฯ : บริษัทพริกหวานกราฟฟิกจำกัด.

กรมวิชาการ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษา. (2540). ***แนวการปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2540-2550.*** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

_____ . (2540). ***ผู้บริหารผู้นำการพัฒนาการเรียนการสอน.*** กรุงเทพฯ : โรงเรียนการศาสนา.

กฤษณีย์ อุทุมพร. (2544). ***เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการนิเทศการสอนและปรับปรุงห้องปฏิบัติการมาตรฐาน.*** ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา : เอกสารอัดสำเนา.

กันทิมา เอมประเสริฐ. (2542). ***การพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนการรู้โดยใช้โครงงานในระดับ ประถมศึกษา.*** วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (หลักสูตรและการนิเทศ). นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร

คีรีบูน จงวุฒิเวศย์ และ มาเรียม นิลพันธ์. (2542). ***รายงานการวิจัยการศึกษาและจัดทำคู่มือปฏิบัติงานอาสาสมัครท้องถิ่นในการดูแลรักษามรดกทางศิลปวัฒนธรรม.*** (อส.มส). นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2545). ***คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.*** กรุงเทพฯ : จุนพับลิชชิ่งจำกัด.

เชื้อ ชูขำ. (2544). ***ทฤษฎีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น***. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น

ธนู ฤทธิกุล. (2542 มิถุนายน). ***"การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง "*** กรุงเทพฯ : วารสารวิชาการ

ทัศนา แขมมณี. (2542). ***การจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.*** กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการปฏิรูปการศึกษาแห่งชาติ.

นวลจันทร์ เชาวกีรติพงศ์. (2542,เมษายน). การสอนโดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแบบ CIPPA., : ***วารสารวิชาการ*** 2(4).

นภัทร วัจนเทนันพร. (2545).***วงจรไฟฟ้า***. กรุงเทพฯ : บริษัท สกาบุ๊ค จำกัด.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543). ***นวัตกรรมการศึกษา.*** กรุงเทพฯ : หจก.เอส.อาร์.พริ้นติ้ง.

บูรชัย ศิริมหาสาคร. (2545). ***แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.*** กรุงเทพฯ : บริษัทบุ๊คพอยท์จำกัด.

ประดับ เรืองมาลัย. (2524). ***หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ.*** กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

ประเวศ วะสี.(2543). ***ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด.***กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ปรีชา ข้างขวัญยืน และ คณะ. (2539). ***เทคนิคการเขียนและผลิตตำรา.*** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยพันธ์ แสนทวีสุข. (2542). ***การสร้างคู่มือการสอนปฏิบัติดนตรีสากลระดับอุดมศึกษา.*** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การอุดมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

ปองจิต ศรีสัมพันธ์. (2540). ***ผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.*** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร

พระธรรมปิฎก (ปอ.ปยุตโต) และ คณะ. (2539). ***ปฏิรูปการศึกษา : การสร้างสรรค์ภูมิปัญญา.*** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อมรินทร์วิชาการ.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2524). ***ปรัชญาการศึกษาเบื้องต้น.*** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มงคล ธุระ. (2541).***วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น.*** กรุงเทพมหานคร : บริษัทแซกโฟร์ พริ้นติ้ง จำกัด

ยุพเรศ วังยายฉิม. (2540). ***การพัฒนาคู่มือศึกษาธรรมชาติประจำเส้นทางเดินป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.*** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2538). ***พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525.*** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

วิชัย วงค์ใหญ่. (2540). ***กระบวนการพัฒนาหลักสูตร และกระบวนการเรียนการสอน.*** กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีระศักดิ์ พลาดีวัฒน. (2544) ***ทฤษฎีเครื่องมือวัดเบื้องต้น.*** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). ***แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.*** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิชจำกัด.

ศักดิ์รินทร์ สุวรรณโรจน์ และ คณะ. (2544). ***เส้นทางก้าวหน้าของข้าราชการครู : คู่มือการจัด ทำผลงานทางวิชาการ.*** กรุงเทพฯ : ประดิพัทธ์การพิมพ์.

สกุณา ยวงทอง. (2542). ***การพัฒนาคู่มือศึกษาธรรมชาติประจำเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติในหมู่บ้านแสลงพันธ์.*** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

สมาน อัศวภูมิ และ คณะ. (2539). ***เอกสารประกอบการนิเทศการศึกษา แนวคิดและแนวปฏิบัติของโรงเรียนในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.*** อุบลราชธานี : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 10

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2545,กุมภาพันธ์). การพัฒนารูปแบบการสอนแบบมีส่วนร่วม. 3(2) : หน้า 1 ***วารสารวิชาการ.***

สุพจน์ กนกการ. (2541). ***วงจรไฟฟ้า.*** กรุงเทพฯ: ส.เชียเพรสศูนย์ฝึกอบรม หน่วยศึกษานิเทศน์. (2540). เอกสารประกอบการเรียนชุดวิชาวงจรไฟฟ้า

สุรางค์ โควัตระกูล. (2536). ***จิตวิทยาการศึกษา.*** กรุงเทพฯ : เอราวัณการพิมพ์.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. (2541). ***พื้นฐานปรัชญาการศึกษาเล่ม1.*** กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สำลี รักสุทธิ และ คณะ. (2544). ***วิธีการจัดการเรียนการสอนการเขียนแผนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ.*** กรุงเทพฯ : บริษัทเอ็น.ที.พี.เพรสจำกัด

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2545). ***หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 2545. (ปรับปรุง พ.ศ. 2546).*** กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). ***ปฏิรูปการเรียนรู้.*** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์. (2536). ***เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่องยุทธศาสตร์ในการพัฒนาเอกสารผลงานทางวิชาการ.*** มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. เอกสารอัดสำเนา.

ไสว ฟักขาว. (2544). ***การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง, การจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ.*** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์จำกัด.

อดุลย์ กัลยาแก้ว พร้อมคณะ (2545).***วงจรไฟฟ้ากระแสตรง.*** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมอาชีวศึกษา

อมรวิชช์ นาครทรรพ. (2539). ***ความฝันของแผ่นพับ.*** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ตะวันออกจำกัด.

อาทิตยา โล่ห์พัฒนานนท์. (2535). ***การสร้างคู่มือการให้คำปรึกษาทางโภชนาการสำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในชุมชนเขตเมือง.*** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาธารณสุขศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล : ถ่ายเอกสาร.

อำนวย เถาตระกูล. (2541). ***คู่มือการเขียนแผนการสอนเพื่อนำไปสู่การประกันคุณภาพอาชีวศึกษา.*** เชียงใหม่ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์จำกัด.

เอกวุฒิ ไกรมาก. (2541). ***การสร้างคู่มือในการจัดหาและใช้ประโยชน์วิทยากรท้องถิ่น สอนวิชาช่างอุตสาหกรรมในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา.*** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

Brandes,donna and Ginnis, Paul. (1994). ***A Guide to Student – Centred Learning.*** London : Blackwell Ltd.

Dale, Edgar. (1969). ***Audio Visual Method in Teaching.*** New York : Holt Rinehart and Winston.

Daring John. (1994). ***Child - Centred Education and its Cirties.*** London : Paul Chapman Publishing Ltd.

Driacoll,Marcy P.(1994). ***Psychology of Learning for Instruetion,*** Needham Heights, MA:Alyn & Bacon.

Johnson, D.W. Johnson, R.T. (1991). ***Leaming Together and Alone.*** Needham Heights, Massachusetts : Allgn and bacon.

Lang, Hellmut R.Mcbath, Authur and Hebert, Jo. (1995). ***Teaching:Strategies andv Method for student Centered Instruetion.*** New York:Hareourt Brace.

James t. Haumphries and Leslie. (1993) ***P,Sheets*****. Indudtrial Electronic 4th ed**., USA : Delmar Publishers Inc

ภาคผนวก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นของครู – อาจารย์ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และตรวจสอบรายละเอียดเนื้อหารายวิชา

จากการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความคิดเห็นความเป็นไปได้ขอคู่มือและตรวจสอบรายละเอียดเนื้อหารายวิชาวงจรไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) ประเภทอุตสาหกรรมสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังรายนามต่อไปนี้

1. นายน่วม ห่วงทอง ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 9 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี
2. นายสุชาติ กิจพิทักษ์ ตำแหน่งศึกษานิเทศก์ 9 ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา กรุงเทพฯ
3. นายสมศักดิ์ ตันติวิวัทน์ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี
4. นายพิษณุ ทองเลิศ ตำแหน่งศึกษานิเทศก์ 8 สำนักงานการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 จังหวัดราชบุรี
5. ดร.วัลลภา จันทร์เพ็ญ ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคโพธาราม จังหวัดราชบุรี
6. นายธีรพจน์ พุทธกีฏกวีวงค์ ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
7. นายอำพร ทองนุช ตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพอัมพวา วิทยาลัยการอาชีพอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม
8. ดร.ปัญญา ยอดโอวาท (วิศวกรรมไฟฟ้า) ตำแหน่งหัวหน้าภาควิชาคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี
9. นายเจตน์ คงด้วง (วิศวกรรมไฟฟ้า) ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี
10. นายพิพัฒน์ ธำรงเวียงผึ้ง (วิศวกรรมไฟฟ้า) ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี

รายชื่อครู – อาจารย์ ที่แสดงความคิดเห็นความเป็นไปได้ของคู่มือการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวงจรไฟฟ้า โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

ชื่อครู – อาจารย์ วิชาวงจรไฟฟ้า ในสถานศึกษาอาชีวศึกษา จังหวัดราชบุรี สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 6 สถานศึกษา ประกอบด้วย วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี วิทยาลัยเทคนิคโพธาราม วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2 วิทยาลัยการอาชีพบ้านโป่ง วิทยาลัยการอาชีพปากท่อ วิทยาลัยสารพัดช่างราชบุรี จังหวัดราชบุรี จำนวน 18 คน ดังรายนามต่อไปนี้

1. นายสุเทพ มีบุญ	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
2. นายพนม แสงทอง	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
3. นายชนะ วุฒิอำพล	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
4. นายปัญญา ฉัยยะ	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
5. นายธีระศักดิ์ กิจฉวี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
6. นายสัตย์ทิตย์ จงเจริญ	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยเทคนิคโพธาราม
7. นายชาญฤทธิ์ วิวัฒนาคม	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยเทคนิคโพธาราม
8. นายชูเกียรติ ยิ้มประเสริฐ	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2
9. นายเดชา ภัทรมูล	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2
10.นายดำรง ทองเชื้อ	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2
11.นายศิริโรนจ์ ศิริจงพันธ์	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี 2
12.นายบรรเจิด คุ้มมณี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยการอาชีพบ้านโป่ง
13.นายขุนทอง จริตพันธ์	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยการอาชีพบ้านโป่ง
14.นายกำพล กัณฐาภาร์	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยการอาชีพบ้านโป่ง
15.นายณัฐพงศ์ แสงมีสี	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยการอาชีพปากท่อ
16.นายอานัด ทองมั่น	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยการอาชีพปากท่อ
17.นายอติชาติ อรุณรัศมี	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยสารพัดราชบุรี
18.นายนที แสงทอง	สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง	วิทยาลัยสารพัดราชบุรี

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ	นายศรัณย์ ไวยานิกรณ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2501
สถานที่เกิด	อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	2 หมู่ 3 ตำบลสี่หมื่น อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี 70130
ตำแหน่ง	อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี รักษาการในตำแหน่งผู้ช่วยผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคโพธาราม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2521	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ช่างวิทยุโทรคมนาคม จากวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก
พ.ศ. 2523	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ช่างอิเล็กทรอนิกส์ จากวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคตาก จังหวัดตาก
พ.ศ. 2527	ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (คอ.บ.) จากวิทยาลัย เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทเวศร์ กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2546	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) การบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ