

621-3192048

ส. 4440

3.3

การพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์ (PSpice)
สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

20 ส.ย. 2543

ปริญญานิพนธ์
ของ
สุศุทธิรา คงสมนาม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

เมษายน 2543

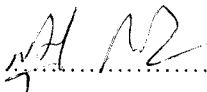
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

B7051

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
อุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

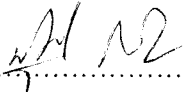
คณะกรรมการควบคุม


.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

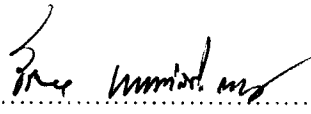

.....กรรมการ
(อาจารย์สุตใจ เหง้าสีไพร)

คณะกรรมการสอบ

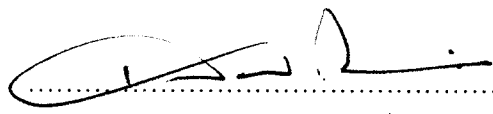

.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)


.....กรรมการ
(อาจารย์สุตใจ เหง้าสีไพร)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุตคันทรกุล)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ 19 เดือน 12 พ.ศ. 2543

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์สุกิจ เห่งสำโพร กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวความคิดต่าง ๆ ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า และอาจารย์สุจิตต์ รักษ์เผ่า ได้กรุณานำเสนอเกี่ยวกับสถิติวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.อุปวิทย์ สุวคันทรกุล รศ.ธาดาศักดิ์ วชิรปรีชาพงษ์ รศ.ดร. อรพันธุ์ ประดิษฐ์รัตน์ อาจารย์วิโรจน์ เอ็งสุโสภณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยาที่เสียสละเวลาร่วมเป็นคณะกรรมการสอบและให้คำแนะนำต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผอ.วัชร อนุศาสนกุล ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ผอ.สิทธิพงษ์ ยุวจิตติ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีพศึกษา 1 อาจารย์มนตรี พรหมเพชร หัวหน้าฝ่ายวิจัยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีพศึกษา 1 อาจารย์สายันต์ เสาวฤทธิ์ หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย และได้ให้ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์ขวัญชัย พงษ์พิริ อาจารย์แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ช่วยเหลือและเป็นที่ปรึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมพีดีพีซี ขอขอบพระคุณ อาจารย์โอภาส อยู่วัฒนา หัวหน้าแผนกคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ได้กรุณาแนะนำให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 เครื่อง พร้อมอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จนเสร็จสิ้นการทดลอง ขอขอบคุณอาจารย์ดวงพร ช่วยมันคง ที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับภาษาอังกฤษ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ อาจารย์ทุกๆ ท่านที่มีได้กล่าวในที่นี้ ที่มีส่วนร่วมช่วยสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้ และที่จะขาดมิได้เลยก็คือ นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้ง 27 คน จากวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา แผนกช่างไฟฟ้า ที่สละเวลาและให้ความร่วมมือด้วยดีมาตลอด จนเสร็จสิ้นการทดลอง ขอขอบคุณอย่างมาก

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ ขอขอบคุณสามี พี่ ๆ น้อง ๆ หลาน ๆ ที่เป็นกำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบคุณน้องสมจิต คงสมนาม ที่ช่วยในด้านเอกสาร จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี หากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณค่าและมีประโยชน์กับนักศึกษาทั้งหลาย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณของคุณแม่และครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

ศุทธิรา คงสมนาม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานในการวิจัย.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.....	6
วิธีการสอนแบบประลอง.....	7
การสร้างใบประลอง.....	12
การพัฒนาชุดประลองและการจัดทำคู่มือการเรียนรู้.....	14
การหาประสิทธิภาพชุดประลอง.....	16
การวัดและการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์.....	18
การสร้างแบบทดสอบ.....	21
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	26
โปรแกรมคอมพิวเตอร์และโปรแกรมพีสไปซ์.....	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	39
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	39
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	40
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	46
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52

บทที่	หน้า
5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	55
จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	55
กลุ่มตัวอย่าง.....	55
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	55
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	55
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
อภิปรายผลการวิจัย.....	56
ข้อเสนอแนะ.....	57
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	66
ภาคผนวก ข.....	89
ภาคผนวก ค.....	153
ภาคผนวก ง.....	159
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	164

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแผนการสอน (ภาคทฤษฎี).....	69
2 แสดงแผนการสอน (ภาคปฏิบัติ).....	72
3 แสดงบันทึกการสอน.....	75
4 แสดงแบบสำรวจความเหมาะสมในการใช้โปรแกรม PSpice กับบทเรียนการสอน ภาคปฏิบัติ วิชาวงจรไฟฟ้า 1.....	80
5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ลำดับความเหมาะสมในการใช้โปรแกรม ฟีสไปซ์ กับการสอนภาคปฏิบัติในวิชาวงจรไฟฟ้า 1.....	81
6 แสดงลักษณะพฤติกรรมที่ระบุในจุดประสงค์.....	86
7 แสดงแบบสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา กับพฤติกรรมจากจุดประสงค์รายวิชา.....	87
8 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างเนื้อหา กับพฤติกรรมจากจุดประสงค์ รายวิชา.....	88
9 แสดงประสิทธิภาพของชุดประลองจากการทำแบบฝึกหัด.....	53
10 แสดงการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง.....	54
11 แสดงค่าความยากง่าย (D-Index) ค่าอำนาจจำแนก (V-Index) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบ	153
12 แสดงคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างประลอง และคะแนนจากการทำแบบทดสอบ หลังประลอง	156
13 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนประลองและคะแนน จากการทำแบบทดสอบหลังประลอง	157

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกรอบแนวคิด.....	5
2 แสดงขั้นตอนวิธีการสอนแบบประลอง.....	10
3 ตัวอย่างแผนผังการดำเนินงาน.....	30
4 เปรียบเทียบการออกแบบวงจรแบบเก่าในภาพ (ก) กับการใช้พีสไปซ์ในภาพ (ข).....	33
5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ.....	41
6 แสดงขั้นตอนในการสร้างใบประลอง.....	43
7 แสดงขั้นตอนการสร้างคู่มือการใช้โปรแกรมพีสไปซ์.....	45
8 แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการทดลอง.....	48
9 แสดงไฟล์ต่าง ๆ ของ Design LabEval 8.....	89
10 แสดงหน้าจอ SCHEMATIC เมื่อทำการวางอุปกรณ์แล้ว.....	89
11 แสดงชุดเมนูคำสั่งทั้ง 11 ของ SCHEMATIC	90
12 แสดงการเรียกอุปกรณ์ออกมาใช้งานด้วยคำสั่ง CTRL+G	91
13 แสดงหน้าจอของ SPICE ก่อนที่ทำการ RUN	93
14 แสดงชุดเมนูคำสั่ง FILE ของ SPICE	93
15 แสดงชุดเมนูคำสั่ง DISPLAY ของ SPICE	94
16 แสดงชุดเมนูคำสั่ง HELP ของ SPICE	95
17 แสดงรูปวงจรการทดลองที่ 1 พร้อมแสดงค่าที่โหนดต่าง ๆ	96
18 แสดงวงจรการทดลองที่ 1 พร้อมแสดงค่ากระแสที่ไหลเข้าโหนดต่าง ๆ.....	98
19 แสดงวงจรการทดลองที่ 2 พร้อมแสดงค่าแรงดันที่โหนดต่าง ๆ	99
20 แสดงหน้าจอรูปแบบการวิเคราะห์ของ SPICE ได้จากเมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP.....	100
21 แสดงการเรียก VIEWPOINT	101
22 แสดงการเรียกใช้ IPROBE	102
23 แสดงการเรียกใช้ VPRINT 1	102
24 แสดงการเรียกใช้ VPRINT 2	103
25 แสดงการเรียกใช้ แหล่งจ่ายแรงดัน	103
26 แสดงรูปของตัวแหล่งจ่ายแรงดัน.....	104
27 แสดงการตั้งค่าแรงดันที่แหล่งจ่ายแรงดัน.....	104

ภาพประกอบ	หน้า
28 แสดงค่าแหล่งจ่ายกระแส.....	105
29 แสดงการตั้งแหล่งจ่ายกระแส.....	105
30 แสดงรูปที่จะใช้ในการวิเคราะห์แบบ BIAS POINT DETAIL.....	106
31 แสดงการกำหนดโหนด.....	106
32 แสดงการกำหนดโหนดที่ตัวของวงจร.....	107
33 แสดงการเรียกอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า.....	107
34 แสดงการเรียกอุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้า.....	107
35 แสดงการวางตัวอุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแสและวัดแรงดันไฟฟ้า.....	108
36 แสดงผลการวิเคราะห์	108
37 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์	109
38 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ดูได้จากรูป.....	109
39 แสดงวงจรการวิเคราะห์ KCL.....	111

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต้องอาศัยเทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยเฉพาะการเรียนทางวิชาชีพพระคัมภีร์ ปวช. ปวท. และ ปวส. ผู้สอนจะต้องมีกระบวนการที่ทำให้นักศึกษามีความรู้ และเกิดทักษะในวิชาชีพที่เรียนจนสามารถออกไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างแท้จริง การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนต้องพิจารณาอย่างรอบคอบถึงความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา (สมพงษ์ บุญญา. 2538 : 43) กระบวนการเรียนการสอนด้านอุตสาหกรรม ต้องการการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลายและเกิดได้ทุกเรื่อง ทุกสถานที่ โดยใช้เทคโนโลยีและสื่อสารสนเทศต่าง ๆ ให้เป็นประโยชน์ (กฤษมันต์ วัฒนารงค์. 2538 : 113) กิจกรรมการเรียนการสอนทางด้านวิชาชีพต้องเป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเน้นบูรณาการทางด้านความรู้ ทักษะและการจัดการ เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการคิด การทำการแก้ปัญหาและเสริมสร้างค่านิยม เจตคติที่ดีต่ออาชีพ โดยอาศัยเทคโนโลยีใหม่ที่เหมาะสม ในแขนงต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาอาชีพและพัฒนาสถานศึกษา (นพคุณ ชูทัน. 2536 : 59) การจัดการเรียนการสอนในสายอาชีพ ผู้สอนส่วนใหญ่มักใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ครูปางส่วนยังขาดประสิทธิภาพของความเป็นครูบางด้าน เช่น เทคนิควิธีสอนคุณธรรม เทคนิคการวัดผล ตลอดจนปัญหาเศรษฐกิจของครู ครูมีภาระการสอนมาก มีเวลาให้คำแนะนำปรึกษากับผู้เรียนน้อย ทำให้ผู้เรียนขาดส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน ขาดความตั้งใจในการเรียนและขาดสื่อที่เป็นปัจจัยสำคัญ (ธีรวุฒิ บุญโสภณ. 2536 : 45)

การสอนแบบประลอง เป็นกระบวนการสอน ที่ผู้สอนพยายามสร้างกิจกรรม หรือสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสและได้รับประสบการณ์จากการปฏิบัติการประลอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน ได้พบสิ่งแปลกใหม่เกิดความสนุกสนานกับการเรียน มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาทฤษฎี เกิดการเรียนรู้และพิสูจน์ข้อเท็จจริง มีประสบการณ์โดยตรงกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติและสามารถพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือ สามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องประลองกับงานจริงในภาคปฏิบัติได้และแก้ปัญหาเองได้ ผู้สอนต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของใบประลอง (lab sheet) ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ รายการเครื่องมือ-อุปกรณ์ ลำดับขั้นการประลอง ผลการประลอง รวมทั้งคำถามปัญหาและอื่น ๆ ผู้สอนจะทำการควบคุม จนผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และจะทำการอภิปรายผลการประลองร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน จะเห็นว่าวิธี

การสอนแบบนี้เหมาะสมสำหรับการสอนทางด้านอาชีพ ศึกษาช่างอุตสาหกรรม ดังจะได้พบว่า หลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา จะมีหลักสูตรเกี่ยวกับการปฏิบัติอยู่เสมอ (ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. 2536 : 28)

วิชา วงจรไฟฟ้า 1 เป็นวิชาชีพบังคับเฉพาะสาขาวิชาช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์สาขาหนึ่ง ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่นักศึกษาต้องเรียนรู้เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาและเป็นแนวทางที่จะศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนในวิทยาลัยเทคนิคหลายแห่ง และจากประสบการณ์การสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ที่ผ่านมา ปรากฏว่าวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ในภาคปฏิบัติได้ประสบปัญหาหลายประการ อาทิเช่น จำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์ชุดทดลองมีไม่เพียงพอ ชุดทดลองที่มีอยู่ล้าสมัย ครูผู้สอนไม่มีเวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์ เวลาที่ใช้สอนในภาคปฏิบัติมีไม่เพียงพอ เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองเกิดการชำรุดอยู่เสมอขณะปฏิบัติการทดลอง ทำให้ต้องเสียเวลาในการตรวจสอบและผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน ไม่ถูกต้องตรงตามทฤษฎี นักศึกษาเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนและอีกประการหนึ่งคือ สื่อเหล่านี้เป็นสื่อเฉพาะจึงมีราคาแพงและหายาก งบประมาณในการจัดซื้อจึงจำกัด

จากสภาพปัญหาดังกล่าววิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ได้ประสบปัญหาเช่นเดียวกัน จึงเห็นว่าควรได้รับความสนใจศึกษาและหาแนวทางที่จะพิจารณาแก้ไขปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรแก้ไขและปรับปรุงวิธีการสอน ซึ่งสามารถทำได้โดยการนำนวัตกรรมทางการศึกษา มาใช้ประกอบการเรียนการสอน (วีระ บำรุงรักษ์. 2538 : 33) คอมพิวเตอร์เป็นสื่อชนิดใหม่ที่ได้รับ ความนิยมนับอย่างมา ในปัจจุบันและในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่า มาใช้ประกอบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (อำไพ คชวงษ์. 2536 : 18) โปรแกรม ฟิตไปซ์ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่สามารถใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าบนจอคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งมี เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลเหมือนเครื่องมือและอุปกรณ์จริง การแสดงผลจะบอกค่าเป็น ตัวเลข ตัวอักษรและบอกค่าในลักษณะของกราฟ ผู้เรียนสามารถทราบผลได้ทันที การใช้ โปรแกรมฟิตไปซ์แทนอุปกรณ์ชุดทดลองจริงจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์ ชุดทดลองไม่เพียงพอ ประหยัดเวลาในการเตรียมและตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ ประหยัดเวลาในการทดลองเพราะไม่มีปัญหาในเรื่องของเครื่องมือและอุปกรณ์ชุดทดลองชำรุด หรือเสียหาย ผลการทดลองถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน สะดวกในการบำรุงรักษา สะดวกในการ ควบคุมนักศึกษาเพราะนักศึกษาสามารถทดลองได้ด้วยตนเอง ณ เวลา และสถานที่ใดก็ได้ เป็น ชุดทดลองที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ ทันสมัย คุ้มค่าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นและ ทราบผลได้ทันที ช่วยประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและ

หายากแต่โปรแกรมพีสไปซ์ราคาไม่แพงและหาง่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดที่จะพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์มาประกอบการสอนในภาคปฏิบัติวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 เพื่อให้การดำเนินการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษาอย่างแท้จริง จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาวิธีการใหม่ ๆ ที่เหมาะสมและช่วยลดปัญหาต่าง ๆ ได้และเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้ โปรแกรมพีสไปซ์สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ สามารถใช้แทนชุดประลองเดิมซึ่งใช้กับอุปกรณ์การทดลองได้ ช่วยประหยัดเวลาให้ครูผู้สอนในการเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ และการตรวจสอบ สะดวกในการควบคุมนักศึกษา สะดวกในการบำรุงรักษาชุดประลองช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และประลองได้ด้วยตนเอง ณ เวลาและสถานที่ใดก็ได้ ผู้เรียนสามารถทราบผลการประลองได้ทันที ทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนมากขึ้น สถานศึกษาสามารถประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องมือ อุปกรณ์ ลดความเสียหายของเครื่องมือและอุปกรณ์การประลอง และชุดประลองสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้าระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 160 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้าระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วงจรไฟฟ้า 1 จำนวน 27 คน โดยเลือกวิธีสุ่มตัวอย่าง 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 สุ่มนักศึกษา 1 คน ใช้วิธีการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling)

1.2.2 สุ่มนักศึกษา 6 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling)

1.2.3 สุ่มนักศึกษา 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling)

2. การพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์เวอร์ชัน 8 บน วินโดว์ 95

2.1 ใบประลอง (lab sheet) ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนการประลอง (pretest) วัตถุประสงค์ เครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นตอนการประลอง ผลการประลอง แบบฝึกหัดระหว่าง การประลอง แบบทดสอบหลังการประลอง (posttest) เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาชุดประลอง เป็นเนื้อหา ของหลักสูตรวิชา วงจรไฟฟ้า 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างไฟฟ้า ซึ่ง ประกอบด้วยหัวข้อในใบงาน (lab sheet) ดังต่อไปนี้

2.1.1 วงจรแบ่งกระแสและวงจรแบ่งแรงดัน

2.1.2 กฎแรงดันไฟฟ้าและกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

2.1.3 ทฤษฎีโหนดโวลต์เตจ

2.2 คู่มือการใช้โปรแกรม พีเอสไปซ์ เวอร์ชัน 8 บนวินโดว์ 95

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์ สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลอง วิชาวงจรไฟฟ้า 1

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาชุดประลอง หมายถึง การพัฒนาองค์ประกอบในการประลอง ดังต่อไปนี้
 - 1.1 ใบประลอง หมายถึง เอกสารประกอบชุดประลองซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบ ก่อนการประลอง วัตถุประสงค์ รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นตอนการประลอง ผลการ ประลอง แบบฝึกหัดระหว่างการประลอง และแบบทดสอบหลังการประลอง
 - 1.2 คู่มือ หมายถึง เอกสารแนะนำการใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์ เวอร์ชัน 8 บนวินโดว์ 95
 - 1.3 โปรแกรมพีเอสไปซ์ หมายถึง โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. วิชาวงจรไฟฟ้า 1 หมายถึง วิชาที่ใช้ในการเรียนการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชา ชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2540 หลักสูตร 2 ปี

3. ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ เวอร์ชัน 8 บนวินโดวส์ 95 สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลอง ซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยใช้เกณฑ์กำหนด 80/80 ซึ่ง

เกณฑ์กำหนด 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างการประลองแต่ละใบถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

เกณฑ์กำหนด 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังการประลอง ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

กรอบแนวคิด



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

ชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ เวอร์ชัน 8 บนวินโดวส์ 95 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาบทความ ผลงานวิจัย ข้อมูลต่าง ๆ และรวบรวมเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540
2. การสอนแบบประลอง
3. การสร้างใบประลอง
4. การพัฒนาชุดประลองและการจัดทำคู่มือการเรียนรู้
5. การหาประสิทธิภาพชุดประลอง
6. วัดและประเมินผลแบบอิงเกณฑ์
7. การสร้างแบบทดสอบ
8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
9. โปรแกรมคอมพิวเตอร์และโปรแกรม ฟิตไปซ์
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. โครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ผู้สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า กำลัง ต้องศึกษารายวิชาในหมวดวิชาต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 92 หน่วยกิต ดังโครงสร้างต่อไปนี้

1.1	หมวดวิชาพื้นฐาน	18 หน่วยกิต
1.2	หมวดวิชาชีพ ไม่น้อยกว่า	64 หน่วยกิต
1.2.1	หมวดวิชาชีพพื้นฐาน (15 หน่วยกิต)	
1.2.2	หมวดวิชาชีพเฉพาะ (29 หน่วยกิต)	
1.2.3	วิชาชีพเลือก (ไม่น้อยกว่า 16 หน่วยกิต)	
1.2.4	ฝึกงาน/โครงการ	
	โครงการวิชาชีพ (4 หน่วยกิต)	
1.3	หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า	10 หน่วยกิต
	รวมไม่น้อยกว่า	92 หน่วยกิต

วิชาวงจรไฟฟ้า 1 รหัส 31042001

จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แม่เหล็กไฟฟ้า สามารถวิเคราะห์และคำนวณค่าต่าง ๆ ในวงจร มีทักษะในการต่อวงจร การวัดค่า วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ในวงจร

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีต่าง ๆ การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าที่มีผลต่อการเกิดอินดักแตนซ์และคาปาซิแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แม่เหล็กไฟฟ้า การคำนวณค่าต่าง ๆ

ปฏิบัติการวัดแรงดันและกระแสในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีต่าง ๆ การหาค่าสถานะที่ทำให้เกิดการถ่ายกำลังสูงสุด การหาค่าการเปลี่ยนแปลงของวงจรอินดักแตนซ์และคาปาซิแตนซ์ การหาค่า B-H ในวงจรแม่เหล็กไฟฟ้า

2. วิธีการสอนแบบประลอง

การสอนแบบประลอง (laboratory instruction) หมายถึงกระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงของนักศึกษาทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ จากผลผลิตหรือข้อเท็จจริงจากการสังเกตและการประลองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม (กาญจนา เกียรติประวัติ. 2524 : 86)

การสอนแบบประลอง คือกระบวนการที่ผู้สอนพยายามสร้างกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสและได้รับประสบการณ์จากการปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหา พิสูจน์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่ได้มีการค้นพบแล้วและเกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติ สามารถพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือ รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องประลองกับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้เนื่องจากในการเรียนรู้ผู้เรียนจะทำการประลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมาโดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการประลอง ส่วนผู้สอนจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของใบประลอง ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นการทดลอง ผลการทดลอง รวมทั้งคำถามปัญหาและสิ่งอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในการประลอง จากนั้นผู้สอนจะทำการควบคุมการประลองจนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเองและจะทำการอภิปรายผลการทดลองร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งการสอนแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำการทดลองทั่วถึงกัน นอกจากนี้การสอนปฏิบัติการประลองยังหมายถึงวิธีการสอนที่ทำให้เกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องนำไปปฏิบัติหรือการศึกษาข้อเท็จจริงจากภาคทฤษฎีที่ได้มีผู้ค้นพบมาแล้ว โดยผู้เรียนทำการประลองและ หรือโดย

วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองตามเนื้อหาทฤษฎีที่ได้เรียนมา แล้วสรุปถึงข้อเท็จจริงตามทฤษฎี (ทรงชัย จันทรประเสริฐ. 2536 : 7-8)

การประลองนั้นต้องการให้ผู้เรียนมีความฉลาดในการใช้เครื่องมือทำงาน รู้จักสังเกตหาข้อมูลจากสถานการณ์จริงและสามารถสรุปผลจากการศึกษาค้นพบได้ถูกต้อง (สุทิน บุญชูวงศ์. 2535 : 50)

โดยสรุป การสอนแบบประลอง คือกระบวนการที่ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักสังเกต สามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีการค้นพบมาแล้ว รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องประลองแก้ปัญหากับงานจริงในภาคสนามได้ ทั้งนี้โดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติการประลอง

การสอนมีอยู่มากมายหลายวิธี แต่ละวิธีต่างก็มีข้อดีข้อเสียและข้อกำหนดเฉพาะอย่าง ซึ่งการสอนแต่ละวิธีอาจเหมาะสมสำหรับแต่ละสถานการณ์ จะยึดถือว่าวิธีสอนวิธีหนึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดไม่ได้ ซึ่งในบางครั้งอาจจะต้องผสมผสานวิธีการสอนหลายวิธีเข้าด้วยกัน แต่อย่างไรก็ตามในการสอนจริงแล้วเราจะพบเห็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่งก็คือ วิธีการสอนแบบประลอง

การสอนแบบนี้มีกำเนิดมาจากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีทดลองในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สารเคมีในการตรวจสอบวิเคราะห์ ต่อมากลายเป็นกระบวนการสอนที่อาศัยการทดลอง เครื่องมือ และวัสดุต่าง ๆ ในปัจจุบันการสอนแบบประลองมิได้ใช้เฉพาะวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังใช้ในวิชา คหกรรมศาสตร์ ศิลปปฏิบัติ อาชีวศึกษาและธุรกิจศึกษาด้วย ซึ่งในการสอนแบบนี้ นักศึกษาทุกคนจะมีโอกาสได้ทำการทดลองโดยทั่วถึงกันและสามารถหาข้อเท็จจริงได้ด้วยตนเอง วิธีการสอนที่ทำให้เกิดทักษะปฏิบัติได้คือการสอนปฏิบัติให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดทักษะและความเคยชินในสาขาวิชาชีพที่ตนเรียน วิธีที่สำคัญที่ใช้ในการฝึกทักษะและความชำนาญหรือความเคยชิน ได้แก่ วิธีการสอนโดยให้ทำแบบฝึกหัด หรือทำการประลองในใบประลอง

การฝึกทักษะวิชาชีพจำเป็นต้องทำพร้อมไปกับงานทฤษฎี เพื่อให้เกิดทักษะต้องใช้เวลาในการฝึกฝนคือ ต้องปฏิบัติซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง จนเกิดความชำนาญพร้อมกัน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานปฏิบัตินั้น ๆ ก็มีความสำคัญยิ่งที่จะต้องศึกษาให้ถูกต้องตามหลักวิชา

2.1 ความสำคัญของการสอนแบบประลอง

การเรียนรู้จะจำได้นานเมื่อผู้เรียนมีแรงดึงดูดใจที่จะเรียนและเกิดการกระทำซึ่งเป็นที่ยอมรับในหมู่ผู้บริหารอาชีวศึกษาและวงการอุตสาหกรรม

นักการอาชีวศึกษามองเห็นและยอมรับว่า การฝึกฝนและประลองนอกจากจะทำให้เกิดทักษะแล้ว ยังทำให้เกิดประสบการณ์ของการทำงานจากการเรียนวิชาชีพนั้น ถ้าผู้เรียนได้รับเทคนิคและวิธีการปฏิบัติงานจากผู้สอน

จะเห็นได้ว่าผู้เรียนจะได้รับทฤษฎีและวิธีการจากครูผู้สอน แต่ทักษะในการเรียนหรือเทคนิคต่าง ๆ ในการปฏิบัติที่ผู้เรียนจะได้รับต้องเกิดจากการกระทำจริง ๆ ดังนั้นจุดสำคัญอยู่ที่วิชาประลอง

นักศึกษาทุกคนจะได้มีโอกาสทำการประลองทั่วถึงกันเพื่อที่จะได้ศึกษาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง ซึ่งการสอนแบบให้นักศึกษาเป็นผู้ประลองล่วงหน้าหรือไม่ เท่าที่เท่ากันส่วนใหญ่ ครูมักจะให้กฎเกณฑ์ไว้ก่อนแล้ว นักศึกษาทำการประลองเพื่อพิสูจน์กฎเกณฑ์นั้น ๆ (ไชยชาญ หินเกิด. 2528 : 13)

การประลองเป็นการปฏิบัติอย่างหนึ่งที่มีให้ผู้เรียนได้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริงจากการที่คนอื่น ๆ ได้ค้นพบไว้แล้วเป็นการทบทวนและย้ำว่ามันเป็นไปตามที่ได้มีผู้ศึกษาแล้วไว้อย่างไรบ้าง เป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษาแล้วในชั้นเรียนและส่วนใหญ่จะฝึกปฏิบัติในสิ่งที่คนอื่นฝึกและได้ผลมาแล้ว (สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. 2526 : 32)

2.2 จุดประสงค์ของการสอนแบบประลอง คือส่งเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในหลักการปฏิบัติหรือทฤษฎี ด้วยการปฏิบัติจากของจริงรวมถึงการฝึกฝนเพื่อให้เกิดทักษะในการประลองด้วยตนเองเมื่อจะกล่าวโดยละเอียดตามหลักการของนักศึกษาขอแยกเอาจุดประสงค์ของการประลองซึ่งได้จากการสัมมนาทางวิชาการของวิทยาลัยฝึกหัดครูช่างเทคนิค แห่งโพบา ประเทศอินเดีย ซึ่งได้กล่าวไว้ดังนี้ คือ

- 2.2.1 เพื่อเข้าใจถึงความเป็นมาของหลักการหรือทฤษฎี
- 2.2.2 เพื่อเข้าใจหลักการของทฤษฎี
- 2.2.3 คิดค้นกฎ และความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ
- 2.2.4 แก้ปัญหาที่ต้องการ
- 2.2.5 พัฒนาความสามารถในการสังเกตและประเมินผล
- 2.2.6 หาจุดบกพร่องและแนะนำวิธีแก้ไขจุดบกพร่อง
- 2.2.7 รู้จักเลือกเครื่องจักร อุปกรณ์และวัสดุ
- 2.2.8 พัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ
- 2.2.9 สามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนของการทำงานที่กำหนดไว้
- 2.2.10 เขียนรายงานทั้งแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ
- 2.2.11 รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม

2.2.12 พัฒนานิสัยของการค้นคว้า

2.2.13 สังเกตวิธีปฏิบัติงานที่มีความปลอดภัย

2.2.14 ตีความหมายของผล หรือข้อมูลจากการทดลอง

2.2.15 สามารถบอกตำแหน่งของจุดบกพร่องของอุปกรณ์ และเครื่องจักร

2.2.16 มีทักษะในการประมาณการ

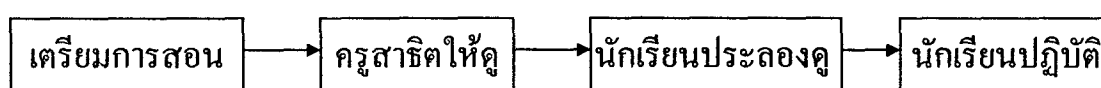
2.3 งานทดลอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.3.1 งานทดลองตามแบบแผน หมายถึงงานทดลองที่ต้องปฏิบัติตามแบบแผนที่กำหนดโดยอาจารย์ผู้สอน นักศึกษามีหน้าที่เพียงแต่ปฏิบัติตามขั้นตอนและสรุปผลตามคำสั่งที่กำหนด งานทดลองตามแบบแผนโดยปกติใช้สำหรับงานที่เป็นพื้นฐาน เช่น เมื่อนักศึกษากำลังเริ่มเข้าเรียนวิชาทดลอง ในการวางแผนการสอนอาจารย์ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมใบทดลอง ใบความรู้ ไว้ให้นักศึกษาเพื่อจะได้ปฏิบัติงานตามนั้น

2.3.2 งานทดลองที่ไม่มีแบบแผน หมายถึงงานทดลองที่ไม่ต้องมีแบบแผนใด ๆ สิ่งที่กำหนดจากอาจารย์ผู้สอนคือจุดประสงค์ของงานปฏิบัตินั้น ๆ เท่านั้นส่วนการกำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้วิธีและลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน นักศึกษาจะมีหน้าที่คัดค้านขึ้นมาโดยคำแนะนำของอาจารย์ผู้สอน การเตรียมงานสำหรับอาจารย์ผู้สอนในเชิงของเอกสารจะมีไม่มาก แต่อาจารย์ผู้สอนจะต้องมีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในงานนั้น ๆ เป็นอย่างดี

2.4 วิธีการสอนแบบทดลอง

วิธีการสอนแบบทดลอง จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ 4 ขั้นตอน ตามวิธีการของ TWI (training within industry) ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนวิธีการสอนแบบทดลอง

เตรียมการสอน หมายถึงผู้สอนจะต้องเตรียมตัวเพื่อสอน เตรียมแบบ เตรียมใบงาน เตรียมอธิบายลักษณะงานที่จะให้นักเรียนทำ เตรียมวิธีการที่จะเร่งเร้าความสนใจให้นักเรียนอยากทำและให้เข้าใจงานนั้นได้ดีเสียก่อน ขั้นตอนนี้เป็นหน้าที่ของผู้สอน นักเรียนเป็นผู้ฟัง

ครูสาธิตให้ดู หมายถึงขั้นตอนของผู้สอนจะต้องสาธิตวิธีการทำงานที่ถูกต้องหรือทักษะใหม่ให้นักเรียนดูพร้อมกับอธิบายด้วยคำพูดที่ชัดเจน ขั้นตอนนี้ นักเรียนเป็นผู้สังเกต

นักเรียนทดลองดู หมายถึงนักเรียนทดลองทำตามวิธีที่ครูสาธิตไว้แล้วครูจะต้องตามคอยสังเกต ช่วยเหลือ แก้ไขและแนะนำวิธีที่ถูกต้องให้

นักเรียนปฏิบัติ หมายถึงเมื่อครูแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจและทำได้ถูกต้องและครูจะอนุญาตให้นักเรียนลงมือปฏิบัติได้ ครูจะเป็นผู้กำหนดใบงานและควบคุมคุณภาพหรือการตรวจให้คะแนนใบงานนั้น ๆ (บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2519 : 147)

2.5 ขั้นตอนของการสอนด้วยวิธีทดลอง มีลำดับต่อไปนี้

2.5.1 กำหนดปัญหาหรือหลักการ

2.5.2 รวบรวมและนำเสนอความจริง

2.5.3 เปรียบเทียบและพิสูจน์

2.5.4 ลงความเห็นหรือสรุปผลการทดลอง

2.5.5 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการสอนแบบทดลอง

2.6 วิธีการสอนแบบทดลองมีข้อดี ดังนี้

2.6.1 ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

2.6.2 วัสดุจริงช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ ทำให้การเรียนการสอนจริงจังและมีชีวิตชีวาเพราะทุกคนมีงานทำ

2.6.3 ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ

2.6.4 เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ

2.6.5 สิ่งประทับใจอันได้จากการสัมผัสหลาย ๆ ทาง ย่อมทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น

2.6.6 การได้มีประสบการณ์จริงย่อมเป็นสิ่งชัดเจนกว่าและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทดลองย่อมอยู่ในความทรงจำนานกว่า

2.7 วิธีการสอนแบบทดลองมีข้อเสีย ดังนี้

2.7.1 เปลืองเวลา

2.7.2 ถ้าไม่รู้จักเลือกประดิษฐ์เครื่องมือจะทำให้สิ้นเปลือง

2.7.3 นักเรียนอาจจะสนุกกับการเล่นเครื่องมือจนลืมหลักการที่ต้องการเรียนรู้

2.8 วิธีการสอนแบบนี้มีข้อจำกัดคือ

2.8.1 มีผู้เรียนไม่มากนักที่มีจินตนาการและความสามารถจากการใช้ความคิดอย่างพินิจพิเคราะห์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นในการเข้าถึงหลักการต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกตหรืองานทดลอง

2.8.2 วิธีการสอนแบบนี้ไม่เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นต่ำและเด็กเล็กมากหรือ

ผู้เรียนที่ยังไม่มีประสบการณ์

2.8.3 นักศึกษาที่ขาดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดอย่างพินิจพิเคราะห์จะสร้างผลการประลองหลอก ๆ ให้เหมือนกับผลลัพธ์ที่ต้องการ

2.8.4 เป็นการสอนที่ไม่เหมาะสำหรับการพัฒนาให้เกิดทักษะเพราะการประลองเป็นงานที่ฝึกหลักจิตวิทยาในการสร้างนิสัย

3. การสร้างใบประลอง

การสร้างใบสั่งงานหรือใบประลอง

3.1 ความหมายของใบประลอง

ใบประลอง หมายถึงเอกสารที่ใช้เป็นคำสั่ง หรือเป็นคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถปฏิบัติงานการประลอง หรือทำงานอื่นตามที่กำหนดให้

3.2 หลักการที่ใช้ในการสร้างใบประลอง

การสร้างใบประลองที่ดีนั้น จะต้องอาศัยหลักการและองค์ประกอบหลายประการ เพื่อให้งานการศึกษาทดลองนั้นมีความหมายต่อผู้เรียนและกิจกรรมต่าง ๆ มีการท้าทายความคิด อันจะนำไปสู่การค้นคว้าที่ซับซ้อนขึ้นได้ ในด้านหลักการนั้นอาศัยหลักการของการสอนใบประลอง ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ

3.2.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการดำเนินงาน และการให้ข้อมูลที่เหมาะสมในด้านวิชาการ

3.2.2 การรวมกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะให้มากที่สุด

3.2.3 การสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมความสามารถทางความคิด

3.3 องค์ประกอบที่ใช้พิจารณาในการสร้างใบประลอง ควรคำนึงลักษณะของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้

3.3.1 ลักษณะของเนื้อหาวิชา (subject matter)

3.3.2 ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (entry behavior)

3.3.3 คุณสมบัติของผู้สอน (teacher characteristics)

3.3.4 คุณสมบัติของผู้เรียน (student characteristics)

3.3.5 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (resources constraint)

3.4 องค์ประกอบของใบประลอง

ใบประกอบอาจมีรูปแบบแตกต่างกันไป ตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่ง โดยทั่วไปแล้ว ควรประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้มากขึ้นน้อยต่างกัน ตามความต้องการ และธรรมชาติของใบประกอบแต่ละประเภท

3.4.1 ข้อมูลทั่วไป (introductory information)

3.4.2 ข้อมูลพื้นฐานในการประกอบ (background information)

3.4.3 ข้อมูลในการดำเนินงาน (procedural information)

3.4.4 ข้อมูลสำหรับการจัดการข้อมูล (evaluating information)

3.5 กรรมวิธีในการสร้างใบประกอบ

การสร้างใบประกอบนั้น เป็นกระบวนการที่ต้องเกี่ยวข้องกับกิจกรรมหลายชนิด อาศัยบุคลากรหลายประเภทและต้องติดต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ เป็นจำนวนมากเท่าที่พอสรุปได้ ควรมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้ คือ

3.5.1 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการสร้างใบประกอบ

สาระสำคัญของใบประกอบ ก็คือการจัดให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่เหมาะสมในการทดลอง เพื่อประโยชน์ในการเสริมสร้างความรู้ความสามารถและทัศนคติให้เกิดขึ้นมากที่สุดที่จะทำได้ กิจกรรมในใบประกอบจะเป็นไปในรูปลักษณะใดนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบเหล่านี้ คือ

3.5.1.1 เนื้อหาวิชาและหลักสูตร (curriculum and content)

3.5.1.2 อุปกรณ์การสอนที่ช่วยพัฒนาความรู้ความสามารถที่จำเป็น (teaching aids)

3.5.1.3 ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับงานประกอบ (learning resource)

3.5.1.4 ความคล่องตัวและความสมบูรณ์ของระบบอุปกรณ์ เครื่องมือ และวัสดุ (storage system)

3.5.1.5 ระบบและแผนการประเมินผล (evaluation scheme) องค์ประกอบดังกล่าวนี้ มีอิทธิพลต่อการจัดกิจกรรมภายในใบประกอบเป็นอย่างมาก

3.6 ชนิดของกิจกรรมภายในใบประกอบ

อาจจะกล่าวโดยทั่วไปได้ว่า การจัดใบประกอบเพื่อการสอนนั้น มีเป้าหมายในการพัฒนาสิ่งต่อไปนี้ คือ

3.6.1 พัฒนาความเข้าใจในหลักการ (principle) และความคิดรวบยอด (concept) ของเรื่องต่าง ๆ ในลักษณะของการทำด้วยตนเอง (learning by doing)

3.6.2 ให้รู้จัก และคุ้นเคยกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

3.6.3 พัฒนาความสามารถเฉพาะอย่าง (develop specific skills)

3.6.4 พัฒนาความสามารถในการค้นหาข้อมูลบางอย่าง (testing skills)

ความสามารถดังกล่าวนี้มีวิธีการพัฒนาได้จากการจัดกิจกรรมหรือการสร้างเหตุการณ์จำลองอย่างเหมาะสมให้เกิดขึ้นในใบทดลอง

4. การพัฒนาชุดทดลองและการจัดทำคู่มือการเรียน

โดยทั่ว ๆ ไปองค์ประกอบของชุดทดลองจะประกอบด้วยใบเนื้อหา ใบทดลอง และชุดทดลอง ซึ่งขั้นตอนของการพัฒนาชุดทดลองมีดังนี้ คือ (สุรัตน์ ไทยตรง. 2529 : 66-71)

4.1 การพัฒนาใบเนื้อหา จะประกอบด้วย วัตถุประสงค์และเนื้อหา ดังนี้ คือ

4.1.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของใบเนื้อหา

วัตถุประสงค์การสอนสามารถจำแนกประเภทตามลำดับและขอบเขตได้เป็น 2 ประเภท (สุพันธ์ ดันศรีวงษ์. 2531 : 91-92) ดังนี้ คือ

ก. วัตถุประสงค์ทั่วไป (general objectives) คือ วัตถุประสงค์ที่ตั้งขึ้นในแนวกว้าง ๆ เมื่อมีการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนจะรู้อะไรบ้าง เข้าใจอะไร นำไปใช้อะไรได้บ้าง วัตถุประสงค์ทั่วไปเป็นแต่เพียงแนวกว้าง ๆ ของหลักสูตร

ข. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (behavioral objectives) คือ วัตถุประสงค์ที่ตั้งขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน หลังจากที่มีการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมที่วัดได้ สังเกตได้ออกมาอย่างไรบ้าง ภายใต้เงื่อนไขอย่างไร ส่วนประกอบของ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจึงจำเป็นต้องมีส่วนประกอบที่เป็นคำกริยาที่ผู้เรียนแสดงออกเป็นการกระทำที่มองเห็นได้สังเกตและวัดได้

สำหรับวัตถุประสงค์ของการทดลอง ควรจะครอบคลุมความสามารถตามพิสัย (domain) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และควรประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะที่สนับสนุนกันและการทดลองแต่ละเรื่องนั้น ไม่ควรให้มีวัตถุประสงค์มากนักอาจจะมีได้ตั้งแต่ 1-3 วัตถุประสงค์

4.1.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนแบบทดลอง มีดังนี้ คือ

- 1) เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับหลักสูตรและคุณสมบัติของอุปกรณ์
- 2) เป็นเรื่องที่สามารถพัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การสอบสวนและการแก้ปัญหา
- 3) เป็นเรื่องที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ
- 4) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญของเครื่องมือ อุปกรณ์

- 5) เป็นเรื่องที่สามารฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน
- 6) ให้รู้จักและคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและอุปกรณ์
- 7) พัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์
- 8) พัฒนาความรอบคอบในการทำงาน
- 9) สร้างเสริมจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

4.2 การพัฒนาใบทดลอง (lab sheet development)

ใบทดลอง เป็นเอกสารที่เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถปฏิบัติการทดลองหรือทำงานอื่นตามที่กำหนดให้ ซึ่งขนาดของใบทดลองจะขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่ใช้ทำการทดลอง พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาและข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับผู้เรียน รวมทั้งรูปแบบของการทดลอง เช่น การทดลองแบบปกติ (conventional type) การทดลองแบบค้นพบ (structured discovery type) การทดลองแบบการสืบค้น (investigational type) การทดลองแบบแก้ปัญหา (problem-solving type) และการทำโครงการ (project type) ส่วนการพัฒนาใบทดลองจะประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้ คือ

4.2.1 ข้อมูลทั่วไปจะประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ความจำเป็นและขอบเขตของงาน รวมทั้งการวางแผนเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนไว้ล่วงหน้า

4.2.2 ข้อมูลพื้นฐานในการทดลอง ประกอบด้วยหลักการทฤษฎีในเชิงวิจารณ์ ซึ่งเป็นการหยิบยกปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดและนำไปวางแผนการทดลองมากกว่าข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

4.2.3 ข้อมูลสำหรับการดำเนินการ เช่น การทดลองที่เป็นแบบปกตินั้น การให้ข้อมูลจะประกอบด้วยขั้นตอนของการดำเนินงานที่เป็นจริงตามที่ได้วิเคราะห์ สิ่งที่เราควรระวังก็คือความชัดเจนของคำสั่ง ในกรณีที่เป็นการทดลองแบบอื่น เช่น แบบค้นพบหรือแบบแก้ปัญหา นั้นการให้ข้อมูลในส่วนนี้ต้องการเทคนิคพิเศษ ซึ่งผู้สอนจะต้องรู้ว่า ขั้นตอนใดควรตั้งให้ผู้เรียนทำ และตอนใดควรให้คิดเอง สิ่งเหล่านี้ผู้สร้างใบทดลองควรจะพิจารณาจากผลการวิเคราะห์งาน

4.2.4 ข้อมูลสำหรับการสรุปผลลัพธ์ จะขึ้นอยู่กับรูปแบบการทดลอง

4.2.5 ข้อมูลสำหรับการประเมินผล ส่วนมากข้อมูลประเภทนี้อยู่ในรูปของคำถามหรือให้เติมข้อความที่ขาดหายไป การสร้างคำถามควรมี 2 ระดับ คือ

1) คำถามในเนื้อหาที่ทำการทดลอง ผู้สร้างจะหาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์งานในส่วนของคุณรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง โดยรวบรวมสาระของคุณรู้และทักษะนำมาสร้างเป็นคำถาม

2) คำถามประเภทนำไปใช้ เป็นคำถามที่วัดความสามารถในการสรุปเรื่องทั้งหมดที่ได้จากการประลองแล้วนำไปใช้ในลักษณะงานอย่างอื่น แนวทางในการสร้างคำถามเหล่านี้อาศัยแนวคิดจากการตั้งคำถามแบบนำไปใช้ตามแนวทางของ บลูม

สรุป สำหรับการพัฒนาใบประลองในการวิจัยครั้งนี้จะเน้นในเรื่องลำดับขั้นการดำเนินงานเท่านั้นและจะต้องมีความสอดคล้องกับการทำงานในโปรแกรม

4.3 การพัฒนาชุดประลอง การออกแบบและพัฒนาชุดประลองมีขั้นตอนดังนี้ คือ

4.3.1 องค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบและสร้างชุดประลอง คือ กิจกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งวัตถุประสงค์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะเป็นแนวทางในการออกแบบใบเนื้อหา ใบประลองและสร้างชุดประลอง

4.3.2 ชุดประลองที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทานและความสะดวกในการลอกเลียนขึ้นมาใหม่

4.3.3 ข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดประลองให้มีคุณภาพ เป็นที่ยอมรับได้

จากการพัฒนาชุดประลอง ซึ่งประกอบด้วยใบประลองและชุดประลองแล้วจำเป็นต้องนำไปหาประสิทธิภาพต่อไป

4.4 การจัดทำคู่มือการเรียน

การจัดทำคู่มือการเรียน ต้องมีคำชี้แจงให้ผู้เรียนมีลำดับขั้นการเรียนรู้เพื่อจะได้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยชี้แจงให้ผู้เรียนได้อ่านและปฏิบัติตาม เพื่อเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งมีหลักการดังนี้

4.4.1 ชี้แจงการเรียน

4.4.2 ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียน

4.4.3 ชี้แจงการใช้สื่อและกิจกรรม

4.4.4 ชี้แจงการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

5. การหาประสิทธิภาพชุดประลอง

เพื่อเป็นการประกันว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น ต้องคำนึงถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์จึงต้องคำนึงถึงกระบวนการและผล

สัมฤทธิ์ โดยกำหนดเป็นตัวเล็ขร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1 / E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2523:171-173)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนแล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80 การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปรกตินี้เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการประกอบกิจกรรมหลังการประลองแต่ละครั้ง

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังการเรียน) คิดเป็นร้อยละของคะแนนการทดสอบหลังการประลอง

การคิดค่า E_1 และ E_2 ของชุดประลองที่สร้างขึ้น คำนวณค่าทางสถิติโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \left\{ \left(\sum X / N \right) / A \right\} \times 100$$

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักศึกษาจากแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมที่มอบหมาย (คะแนนแบบทดสอบหลังบทเรียน)

N = จำนวนนักศึกษา

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \left\{ \left(\sum Y / N \right) / B \right\} \times 100$$

E_2 = ประสิทธิภาพของชุดประลองในการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน

$\sum Y$ = คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักศึกษา

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

การหาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้นต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

5.1 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) นำชุดประลองไปทดลองใช้กับนักศึกษา 1-2 คน โดยทดลองกับเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน การทดลองแต่ละครั้งต้องปรับปรุงชุดประลองให้ดีขึ้น

5.2 แบบกลุ่ม (1:10) นำชุดประลองที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักศึกษา 6-10 คนที่มีความสามารถต่างกันแล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น

5.3 ภาคสนาม (1:100) นำชุดประลองไปทดลองใช้ในห้องเรียนที่มีนักศึกษาดังแต่ 30-100 คน หากการทดลองภาคสนามให้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องปรับปรุงชุดประลองและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ในกรณีที่ประสิทธิภาพของชุดประลองที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน บทบาท และความชำนาญในการใช้ชุดประลองของครู เป็นต้น อาจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ประมาณร้อยละ 2.5 - ร้อยละ 5

ประสิทธิภาพของชุดประลองที่สร้างขึ้นอาจกำหนดได้ถึง 3 ระดับ คือ

1. “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5
2. “เท่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้
3. “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

6. การวัดและประเมินผลแบบอิงเกณฑ์

การวัดตรงกับภาษาอังกฤษว่า measurement ซึ่งหมายถึง การกำหนดตัวเลข หรือสัญลักษณ์ลงบนวัตถุ สิ่งของ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เป็นไปตามกฎ เช่น เด็กชายแดงทำข้อสอบเลขคณิตได้ 65 คะแนน เป็นการวัด เพราะเป็นการพิจารณาสถานภาพความสามารถของเด็กชายแดงว่าอยู่ในระดับใด ถ้าฟังคะแนน 65 คะแนนยังตีความหมายไม่ได้ว่าเด็กชายแดงเก่งหรืออ่อน

การประเมินแบบอิงเกณฑ์ (evaluation) คือกระบวนการตัดสินหรือการพิจารณาตีคุณค่าเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยการวางแผน การเก็บรวบรวมข้อมูล และการใช้ข้อมูลผ่านการวิเคราะห์แล้วเพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ การพิจารณาคูณค่าของสิ่งที่ประเมินนั้น จะทำโดยนำไปเทียบกับเกณฑ์ (criterion) เช่น การที่เด็กชายแดงสอบได้ 65 คะแนน เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเท่ากับ 50 คะแนนแล้ว เราอาจกล่าวได้ว่าเด็กชายแดงมีความสามารถในวิชาเลขคณิตสูงกว่าความสามารถเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด กรณีนี้จัดว่าเป็นการประเมิน

การวัดและประเมินผลแบ่งได้เป็น 2 ส่วน การวัดและประเมินผลงานปฏิบัติ และการวัดและประเมินผลทฤษฎี

6.1 การวัดและประเมินผลงานปฏิบัติ

ในการเรียนทักษะปฏิบัตินั้นอาจทำการวัดผลได้ 3 ประการ (ภัทรา นิคมานนท์. 2529 : 3-4) คือ

6.1.1 ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจทางทฤษฎีกระทำได้ทั้งระหว่างการเรียนการสอนและหลังบทเรียนแล้ว ซึ่งอาจกระทำได้โดยการใช้แบบทดสอบข้อเขียน การสัมภาษณ์ การใช้คำถามปากเปล่า การสังเกตการทำงานหรือการอภิปรายกลุ่มของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น

ก. ความสามารถในการอ่านแบบ แผนภูมิสัญลักษณ์หรือการใช้หนังสือตำรา และคู่มือต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน

ข. เนื้อหาความรู้ทฤษฎีที่สัมพันธ์กันและความคิดในเหตุผลต่าง ๆ

ค. ความสามารถในการวิเคราะห์งานและวางแผนขั้นตอนการทำงาน

ง. กฎเกณฑ์และหลักความปลอดภัยในการทำงาน

6.1.2 การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงานรวมถึงความสามารถทางกล้ามเนื้อ (motor skill) และทัศนคติที่ดีต่อการทำงาน ซึ่งสามารถกระทำได้ในระหว่างการปฏิบัติงานของผู้เรียน ด้วยการสังเกตการทำงาน การสัมภาษณ์หรือการอภิปรายกลุ่มของผู้เรียน ตัวอย่างเช่น

ก. ทักษะทางด้านความถูกต้องและความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งรวมไปถึงการบำรุงรักษาและการเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ

ข. ความสามารถในการเตรียมงานและลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ

ค. ระยะเวลาในการทำงานจนกระทั่งสำเร็จ

ง. นิสัย ทัศนคติและความขยันในการทำงาน

6.1.3 การตรวจสอบคุณภาพผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จกระทำได้หลังบทเรียน เมื่อผู้เรียนปฏิบัติงานเสร็จ และนำผลงานนั้นมาส่ง การตรวจสอบคุณภาพผลงานนี้ เป็นการประเมินคุณภาพของชิ้นงานที่สำเร็จรูป ซึ่งวัดในรูปของความละเอียดความประณีตของชิ้นงาน ความถูกต้องและความเที่ยงตรงต่อขนาดตามแบบงานทั้งในจุดที่มองเห็นได้และจุดที่มองไม่เห็น ซึ่งอาจใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบด้วย การตรวจสอบคุณภาพผลงานสำเร็จนี้ ควรคำนึงถึงความเที่ยงตรงในการตรวจสอบเสมอ การตรวจคุณภาพโดยใช้เครื่องมือตรวจสอบ เช่น พิจารณาความเป็นปรนัย (objective valuation) และแม้การตรวจสอบโดยใช้ความเป็นอัตนัย (subjective valuation) ซึ่งผู้ตรวจต้องตรวจด้วยใจที่เป็นธรรมและอาจให้ผู้ตรวจหลายคน ซึ่งต้องใช้แบบประเมินผลในการตรวจสอบผลงานนั้น

โดยสรุป การวัดและประเมินผลงานปฏิบัติ ประกอบด้วยการตรวจสอบความรู้ความ

เข้าใจทางทฤษฎี การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงานและการตรวจสอบคุณภาพผลงาน หรือชิ้นงานสำเร็จ

6.2 การวัดประเมินผลทฤษฎีและปฏิบัติ

วิธีการวัดประเมินผลการเรียนทฤษฎีและปฏิบัติมี 3 ลักษณะ (พิสิฐ เมธาภัทร และ ธีรพล เมธิกุล. 2526 : 211-213) ดังนี้ คือ

6.2.1 การประเมินผลก่อนเรียน ผู้เรียนในกลุ่มเดียวกันอาจมีความสามารถแตกต่างกัน การประเมินผลก่อนการเรียนจะกระทำเพื่อให้ทราบความรู้และพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด อันจะใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป หากผลการตรวจสอบพบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานไม่ดีพอ ผู้สอนก็จะได้สอนเพิ่มเติมให้ เพื่อช่วยปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนให้มีพื้นฐานที่ดีตั้งแต่เริ่มต้น การประเมินผลก่อนเรียนอาจใช้ข้อสอบพื้นฐานวัดความสามารถทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ ใช้การสัมภาษณ์สอบถามหรือให้คำถามให้ผู้เรียนตอบ ในช่วงชั้นการกล่าวนำในตอนต้นบทเรียนก็ได้ สำหรับบทเรียนปฏิบัตินั้นอาจถือเอาผลการเรียนในวัตถุประสงค์ก่อนเป็นพื้นฐานสำหรับวัตถุประสงค์เรื่องใหม่ต่อไปได้

6.2.2 การประเมินผลระหว่างเรียน การประเมินผลระหว่างเรียนนี้จะกระทำได้ง่าย หากผู้สอนได้ใช้วิธีการสอนแบบสอบถามในระหว่างการใช้เนื้อหา และดำเนินการสอนตามลำดับขั้นตอนที่ดี ซึ่งจะประเมินผลได้ง่ายจากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในชั้นการสาธิต ควรพยายามให้ผู้เรียนได้ตอบคำถามหรือแสดงพฤติกรรม ผู้สอนก็จะสามารถตรวจสอบพฤติกรรมนั้นได้ แล้วใช้เป็นข้อมูลในการทำการตรวจปรับพฤติกรรมผู้เรียนได้ถูกต้อง ส่วนการประเมินผลระหว่างเรียนสำหรับบทเรียนทักษะปฏิบัติ กิจกรรมที่จะทำอาจได้แก่ การสอบความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎี การควบคุมและการตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียน

6.2.3 การประเมินผลหลังเรียน การประเมินผลหลังเรียนเป็นการประเมินผลรวมครอบคลุมวัตถุประสงค์ต่าง ๆ หลายวัตถุประสงค์ เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินความสามารถของผู้เรียน เพื่อคว่ำดั่งแต่ต้นจนถึงปัจจุบันนี้ ผู้เรียนได้มีความสามารถตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต่าง ๆ มากน้อยเพียงไร การประเมินผลหลังเรียนสำหรับบทเรียนทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การตรวจสอบคุณภาพผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จของผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นการประเมินผลย่อยชิ้นงานฝึกแต่ละชิ้นที่ฝึกเป็นประจำวันหรือประจำสัปดาห์ และอาจประเมินผลปลายภาคเรียนด้วยการสอบภาคปฏิบัติที่จัดขึ้นเป็นการเฉพาะก็ได้

โดยสรุป การวัดผลประเมินผลทฤษฎีและหรือปฏิบัติประกอบด้วยวิธีการประเมินผลดังนี้ คือ การประเมินผลก่อนเรียน การประเมินผลระหว่างเรียน และการประเมินผลหลังเรียน

7. การสร้างแบบทดสอบ

การวัดผลเป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเรียนการสอน แต่การทำงานก็จำเป็นต้องวัดผลงานจึงจะทราบถึงการเปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าและความสำเร็จในสิ่งที่ได้กระทำไปแล้วมีผลเป็นอย่างไร เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลอย่างหนึ่งที่เป็นที่นิยมก็คือ แบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลการศึกษาที่สำคัญและใช้มากที่สุด ในด้านการศึกษา แบบทดสอบหมายถึง ชุดคำถามหรือกลุ่มใด ๆ เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วนำไปทำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการออกมา โดยผู้สอนสามารถสังเกตและวัดได้หลังจากการสอนสิ้นสุดลงแล้ว จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลดูว่า ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่วางไว้หรือไม่ เพียงใด (ภัทรา นิคมานนท์, 2522 : 3-4)

แบบทดสอบสำหรับการหาประสิทธิภาพชุดประลองมีหลายแบบด้วยกัน แบบที่นิยมใช้เพื่อเป็นแนวทางในการทดสอบประสิทธิภาพชุดประลองมีอยู่ 4 แบบด้วยกันคือ

- ก. แบบถูกผิด (true-false)
- ข. แบบเติมคำ (completion)
- ค. แบบตรวจสอบรายการ (checklists)
- ง. แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scales)

สุราษฎร์ พรหมจันทร์ จำแนกประเภทของแบบทดสอบที่ใช้วัดประเมินผลการเรียนการสอนในลักษณะที่สอดคล้องกับ การจำแนกวัตถุประสงค์ตามวิธีของ บลูม เป็น 2 ประเภท คือ

ก. แบบทดสอบและประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียน (progressive test) มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ ต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถตามวัตถุประสงค์ครบถ้วนสมบูรณ์แค่ไหน เพียงใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงการสอนหรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียน

ข. แบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียน (achievement test) มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ ต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่สำคัญของรายวิชามากน้อยแค่ไหนเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปจัดแบ่งผู้เรียนหรือเพื่อพิจารณาว่าใครควรผ่านหรือไม่ผ่านรายวิชานั้นต่อไป

7.1 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้ คือ

7.1.1 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับบทเรียนหนึ่ง ๆ ที่ผู้สอนได้สร้างขึ้นมาจะประกอบไปด้วยพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาหลาย ๆ รูปแบบ เช่น ทางด้านปัญญา ทางด้านทักษะปฏิบัติหรือทางด้านจิตใจ ซึ่งแต่ละพิสัยนี้ก็ยิ่งแบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ กัน

ครูจะต้องทำการวิเคราะห์พฤติกรรมนั้นเพื่อสรุปพฤติกรรมที่ต้องการทั้งหมด แล้วจึงทำการเลือกพฤติกรรมที่จำเป็นและเหมาะสมนำไปออกข้อทดสอบต่อไป

7.1.2 การกำหนดรูปแบบของข้อสอบพฤติกรรมที่เราวิเคราะห์ได้ในขั้นที่ 1 จะทำให้ทราบว่าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเน้นทางด้านใด พุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย รูปแบบของข้อสอบในแต่ละพิสัยย่อมแตกต่างกัน เช่น พุทธิพิสัยอาจทดสอบทางด้านข้อเขียน ทักษะพิสัยอาจทดสอบทางด้านข้อเขียนและทักษะปฏิบัติ นอกจากนี้ในแต่ละพิสัยยังแบ่งระดับความยาก-ง่าย ดังนั้นรูปแบบของข้อสอบต้องกำหนดหลายรูปแบบ เช่น ให้อธิบาย ให้เติมคำ แบบเลือกตอบ แบบถูก-ผิด เป็นต้น เพื่อให้ผู้เข้าสอบได้แสดงพฤติกรรมตามสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

7.1.3 การเตรียมงานและลงมือเขียนข้อสอบฉบับร่าง เมื่อได้รูปแบบของข้อสอบแล้วก็ถึงขั้นเตรียมข้อสอบ โดยเขียนฉบับร่างก่อนและจะต้องเขียนจำนวนข้อสอบมากกว่าที่ต้องการจริง จากนั้นจึงคัดเลือกข้อที่คาดว่าถูกต้องและเหมาะสมไปใช้สอบจริง แล้วจะต้องวิเคราะห์ผลอีกครั้งหนึ่งหลังจากสอบเสร็จแล้ว

7.1.4 การวิเคราะห์ข้อสอบก่อนนำไปใช้ เมื่อสร้างข้อสอบเสร็จแล้ว ควรมีการทบทวน ตรวจสอบในด้านความยาก-ง่ายของข้อคำถามเบื้องต้น ตรวจสอบรูปแบบของภาษา เนื้อหาในข้อสอบ คำสั่งถูกต้องเข้าใจง่ายหรือไม่ เฉลยถูกต้องหรือไม่ ครูจะต้องทำการแก้ไขปรับปรุงข้อสอบก่อนนำไปใช้

7.2 การกำหนดวัตถุประสงค์

ในการสร้างแบบทดสอบนั้นจะต้องกำหนดหรือวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของเรื่องที่จะสอบเสียก่อน (สมเด็จ น้อยสว. 2536 : 14) และการกำหนดวัตถุประสงค์จะต้องมีความชัดเจนไม่คลุมเครือ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางวัดผลการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้ ธอร์นไคด์ และเฮเก้น (Thorndike, R. and Hagen, E., 1960 : 35-37 , 45-46) ได้ให้แนวทางในการกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้ คือ

7.2.1 เพื่อวัดพฤติกรรมของผู้เรียน ไม่ใช่วัดที่กิจกรรมการเรียนรู้

7.2.2 ควรขึ้นต้นด้วยคำกริยา (active verb) ที่แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกเมื่อเรียนรู้แล้ว

7.2.3 ควรเขียนในลักษณะที่แสดงถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนแปลงและสังเกตได้

7.2.4 ควรจะกำหนดในระดับที่พอเหมาะ ไม่ควรเขียนกว้างจนเกินไปจนไม่มีความหมายหรือวัตถุประสงค์นั้นแคบหรือเฉพาะเจาะจงจนกระทั่งราวกับว่ากระบวนการศึกษานั้นแยกย่อยเป็นชิ้น ๆ ซึ่งจะทำให้วัตถุประสงค์นั้นยาวเกินไปและไม่มีประสิทธิภาพได้เต็มที่

7.2.5 ควรจะเป็นจริง สอดคล้องตามระยะเวลาที่สอนผู้เรียนและคุณลักษณะ (characteristic) ของผู้เรียน

7.2.6 ควรแสดงผลที่ตามมาโดยตรง จากการเรียนรู้ประสบการณ์

7.2.7 ควรเขียนโดยใช้คำที่มีความหมายอย่างเดียวกันเช่น คำว่าเข้าใจ (understand) หมายถึง คนเราอาจมีความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ กัน ไปจึงเข้าใจเรื่องราวกันไปคนละทางได้

7.3 การกำหนดจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

ธอร์นไคด์ และเฮเก็น ได้กล่าวว่า ผู้สอนหรือผู้ออกข้อสอบจะต้องกำหนดจำนวนข้อสอบให้เหมาะสมโดยพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งนี้จำนวนข้อสอบจะต้องมากพอที่จะครอบคลุมทั้งเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ถ้าเนื้อหาและวัตถุประสงค์มีมากเท่าไร ความยาวของข้อสอบมีมากขึ้นเท่านั้น นอกจากนี้ระยะเวลาในการสอบก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่จะเป็นตัวกำหนดจำนวนข้อสอบได้และเพื่อการวัดผลที่มีประสิทธิภาพ ควรใช้เวลาพอสำหรับร้อยละ 80% ของผู้เรียนที่สามารถทำข้อสอบได้ทันทุกข้อเพราะการวัดผลคือ การวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนไม่ใช่การวัดความเร็วในการทำข้อสอบของผู้เรียน การสร้างและกำหนดจำนวนข้อสอบนั้น สามารถพิจารณาจากปัจจัยหลายอย่างประกอบกันได้ ซึ่งจำนวนข้อสอบควรขึ้นอยู่กับปัจจัยเหล่านี้ คือ

7.3.1 ประเภทของข้อสอบ เช่น ข้อสอบแบบตอบคำถามสั้น ๆ ต้องใช้เวลามากกว่าข้อสอบแบบเลือกข้อถูก-ผิดหรือแบบเลือกตอบ

7.3.2 อายุและระดับการศึกษาของผู้เรียน ผู้เรียนระดับประถมศึกษา ต้องใช้เวลาทำข้อสอบแต่ละข้อมากกว่าผู้เรียนที่โตกว่าแต่จะไม่สามารถทำข้อสอบนาน ๆ ได้ ฉะนั้นเวลาในการสอบควรน้อยกว่าและจำนวนข้อสอบก็ควรน้อยกว่าด้วย

7.3.3 ระดับความสามารถของผู้เรียน ผู้เรียนที่เก่งไม่เพียงแต่มีทักษะการอ่านและเขียนดีกว่า แต่ยังมีความรู้และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าผู้เรียนอ่อน ฉะนั้น ผู้เรียนเก่งสามารถตอบคำถามในข้อสอบชุดเดียวกันเวลาเดียวกัน มากกว่าผู้เรียนอ่อนกว่าที่มีอายุและระดับชั้นเดียวกัน

7.3.4 ความยาวและความซับซ้อนของข้อสอบ ถ้าข้อสอบนั้นต้องอ่านข้อความตาราง แผนที่ กราฟ ฯลฯ ควรใช้เวลาในการอ่านหรือตรวจข้อมูลนั้น ซึ่งถ้าข้อมูลในตารางมีมากก็ควรลดจำนวนข้อสอบให้น้อยลง

7.3.5 ประเภทของวัตถุประสงค์ที่ต้องการทดสอบข้อเขียนที่วัดเพียงแค่การดึงความรู้ในสมองมาตอบ จะต้องใช้นเวลาน้อยกว่าข้อสอบที่ต้องนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นข้อสอบคำนวณหรือข้อสอบที่ใช้ความคิดพิจารณา จะต้องใช้เวลามากกว่าข้อสอบที่เป็นบรรยาย

7.4 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

เครื่องมือวัดผลที่ดีจะทำให้ได้ข้อมูลที่ดี ซึ่งนำไปสู่การประเมินผลที่ดีด้วยแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพ (อนันต์ ศรีโสภณ. 2527 :97-98) ควรมีลักษณะดังนี้ คือ

7.4.1 ความเที่ยงตรง (validity) ใช้วัดได้ตรงจุดประสงค์ที่ต้องการ ความเที่ยงตรงนับว่าเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือจำแนกได้ 3 แบบตามเกณฑ์ที่ใช้เทียบดังนี้ คือ

- 1) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity)
- 2) ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (construct validity)
- 3) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (criterion related validity)

7.4.2 ความเป็นปรนัย (objectivity) คือแบบทดสอบที่ทุกคนอ่านข้อสอบนั้น ๆ จะเข้าใจตรงกันทั้งวิธีการสอบ เนื้อหา โจทย์และต้องมีคำตอบที่แน่นอน ชัดเจน ผู้เรียนที่มีความรู้ความเข้าใจดี เมื่ออ่านแล้วต้องเห็นพ้องกันว่าถูกหรือผิดหรือเลือกข้อที่ถูกต้องตรงกันไม่ให้เกิดการใช้ความคิดที่เสรี และผู้ตรวจก็สามารถตรวจได้ง่าย คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ถูกต้อง ดังนั้นแบบทดสอบที่มีความเป็นปรนัยที่ดีจึงมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

- 1) คำถามต้องชัดเจนอย่าใช้ภาษาที่กำกวมเพื่อผู้สอนจะได้เข้าใจตรงกันกับความต้องการของผู้สร้างข้อสอบ
- 2) มีคำตอบแน่นอน ผู้เรียนจะตอบในขอบเขตเนื้อหาเดียวกัน
- 3) เกณฑ์การให้คะแนนต้องชัดเจนไม่ว่าใครจะเป็นคนตรวจและตรวจเมื่อใดก็ได้จะได้คะแนนเท่ากันเสมอ การให้คะแนนจะต้องไม่อาศัยความคิดส่วนตัวมาเป็นเกณฑ์ การกำหนดคะแนนผิดได้ 0 ถูกได้ 1 เป็นการให้คะแนนที่เป็นปรนัยมากที่สุด

7.4.3 ความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (reliability) คือ ลักษณะความคงเส้นคงวาของแบบทดสอบไม่ว่าจะสอบกี่ครั้ง สอบที่ใด ผลที่วัดได้จะเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน เช่น ใช้ข้อสอบชุดหนึ่งสอบผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง โดยทิ้งระยะเวลาในการสอบแต่ละครั้งห่างกันพอสมควร แล้วผลการสอบของคะแนนที่ได้จะต้องเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน จึงเชื่อถือได้ว่าข้อสอบมีความเที่ยงสูงหรือมีความเชื่อมั่นสูง เกณฑ์การพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด ได้ถือเกณฑ์ดังนี้ คือ

- 1) ค่าความเชื่อมั่น .01 ถึง .40 ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นต่ำ
- 2) ค่าความเชื่อมั่น .41 ถึง .70 ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นปานกลาง
- 3) ค่าความเชื่อมั่น .71 ถึง .90 ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง
- 4) ค่าความเชื่อมั่น .91 ถึง 1.00 ถือว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูงมาก

7.4.4 ความยากง่าย (difficulty) แบบทดสอบนั้นควรมีความยากพอเหมาะถ้ามีความยากเกินไป จะทำให้มีผลต่อความเชื่อมั่นได้ ซึ่งเกณฑ์ความยากง่ายของข้อสอบกำหนดไว้ (เฟียน ไชยสร. 2529 : 10-25) ดังนี้ คือ

- 1) ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .00 ถึง .09 เป็นข้อสอบที่ยากมาก
- 2) ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .10 ถึง .19 เป็นข้อสอบที่ยาก
- 3) ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 ถึง .29 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
- 4) ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .30 ถึง .70 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายปานกลาง
- 5) ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .71 ถึง .80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
- 6) ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .81 ถึง .90 เป็นข้อสอบที่ง่าย
- 7) ความยากง่ายอยู่ระหว่าง .91 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

7.4.5 อำนาจจำแนก (discrimination) แบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องสามารถแยกคนเก่งและคนไม่เก่งออกจากกันได้ กล่าวคือ คนเก่งจะตอบถูกและคนไม่เก่งจะตอบผิด ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดคือมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

7.4.6 ใช้เวลาเหมาะสม จะต้องกำหนดเวลาการสอบให้เหมาะสมไม่มากหรือน้อยจนเกินไป โดยทั่วไปเวลาที่เหมาะสมสำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ควรเป็นเวลาให้ผู้ทดสอบประมาณร้อยละ 90 ทำข้อสอบนั้นเสร็จ

7.4.7 มีประสิทธิภาพสูง (efficiency) ต้องสามารถสร้างข้อสอบได้ตรงตามเนื้อหาตามวัตถุประสงค์และมีคุณค่ามากที่สุด โดยใช้เวลา แรงงานและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและสามารถสอบได้หลายครั้ง

โดยสรุป ลักษณะของแบบทดสอบที่ดีควรมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเป็นปรนัย ความเชื่อมั่น ความยากง่าย อำนาจจำแนก ใช้เวลาเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูง

7.5 หลักการเขียนข้อสอบแบบปรนัย

เมื่อจะเลือกใช้ข้อสอบแบบปรนัย โดยเฉพาะแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกแล้ว จะต้องคำนึงถึงเกณฑ์ 12 ข้อ (พิตร ทองชั้น. 2527 : 33-41) ดังนี้ คือ

- 7.5.1 ลักษณะคำถามควรเป็นประโยคที่สมบูรณ์ แล้วใส่เครื่องหมายคำถามด้วย
- 7.5.2 เน้นจุดถามให้ชัดเจนและตรงจุด
- 7.5.3 การใช้คำถามซับซ้อน ไม่เหมาะสมกับผู้เรียน
- 7.5.4 ตัดความฟุ่มเฟือยในตัวคำถามและตัวเลือก
- 7.5.5 ควรหลีกเลี่ยงคำปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

7.5.6 ควรหลีกเลี่ยงตัวเลือกแบบปลายปิด ปลายเปิด เช่น ถูกหมดทุกข้อ (ปลายเปิด) และไม่มีคำตอบถูก (ปลายปิด)

7.5.7 ตัวคำถามและเลือกให้เกี่ยวพันกัน หรือสกุตเดียวกัน

7.5.8 ควรใช้รูปภาพประกอบด้วย จะทำให้คำถามแจ่มแจ้งมากขึ้น

7.5.9 ไม่ควรเน้นแต่ความจำ

7.5.10 คำถามข้อเดียว ต้องมีคำตอบเดียว

7.5.11 ตัวเลือกแต่ละตัวให้เป็นอิสระต่อกัน

7.5.12 อย่าแนะนำคำตอบดังตัวอย่างการแนะนำคำตอบจะมีลักษณะดังนี้ คือ

- 1) คำถามวัดซ้ำ
- 2) คำถามแรกจะนำคำตอบหลัง
- 3) ตัวผิดตัวถูกยาวไม่เสมอกัน

โดยสรุป หลักการเขียนข้อสอบแบบปรนัย ควรเป็นคำถามที่เป็นประโยชน์ เน้นจุดคำถามให้ชัดเจน มีรูปภาพประกอบ ตัวคำถามและตัวเลือกมีความเกี่ยวพันกัน คำถามข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว ไม่ใช่คำถามซับซ้อน ตัดความฟุ่มเฟือยในตัวคำถามและตัวเลือก หลีกเลี่ยงคำปฏิเสธซ้อนหรือตัวเลือกแบบปลายเปิด-ปลายปิด ไม่ควรเน้นแต่ความจำ อย่าแนะนำคำตอบและควรใส่เครื่องหมายคำถามไว้ท้ายคำถาม

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8.1 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนอาจจำแนกได้หลายแบบ เช่น เคมมิต (Kemmis) และคณะได้เสนอไว้เมื่อ พ.ศ.2510 ได้แบ่งออกเป็น 4 แบบ (ครรชิต มัลลียงศ์. 2536 : 22-28)

8.1.1 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นครูผู้ช่วยสอน

การใช้คอมพิวเตอร์เป็นครูผู้ช่วยสอน เป็นแบบโบราณที่มีมานานกว่าแบบอื่น ๆ เริ่มที่อเมริกาและต่อมาได้แพร่หลายเข้าไปยุโรปและรัสเซีย การเรียนกับคอมพิวเตอร์แบบนี้มีลักษณะคล้าย ๆ กับการเรียนจากหนังสือประเภทแบบเรียนด้วยตนเอง

หลักการสำคัญของการเรียนการสอนแบบนี้ คือการนำเนื้อหาวิชามาแยกเป็นส่วนย่อยแล้วดำเนินการเรียนการสอนทีละส่วนย่อยนั้น เช่น จากวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำการแยกออกเป็นบท ๆ แต่ละบทแยกออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ เมื่อผู้เรียนเรียนจบหัวข้อย่อยแต่ละหัวข้อแล้วจึงทำการวัดผล ถ้าผู้เรียนผ่านการวัดผลก็แสดงว่ามีความรู้เกี่ยวกับหัวข้อย่อยนั้นเพียงพอแล้ว จึงผ่านไปเรียนหัวข้ออื่น ๆ ได้ ถ้าผู้เรียนไม่ผ่านการวัดผล ผู้เรียนจะต้องเรียนซ้ำอีกจนกว่าจะสอบผ่านหรือ

ถ้าเรียนหัวข้อใดหลายหนแล้วก็ยังสอบไม่ผ่านหรือเบื่อกับที่จะเรียนแบบซ้ำ ๆ ผู้เรียนอาจจะสั่งให้คอมพิวเตอร์เรียกโปรแกรมที่มีการสอนแบบใหม่หรือเรียกโปรแกรมที่มีการนำเอาเรื่องเดิมแยกให้ย่อยลงไปแล้วอธิบายให้ละเอียดลงไป นั่นคือ ถ้าผู้เรียนผู้ใดจำเป็นต้องให้คอมพิวเตอร์สอนอย่างซ้ำ ๆ ละเอียด ๆ คอมพิวเตอร์ก็จะช่วยทำให้ได้และถ้ามีผู้เรียนผู้ใด ไม่ต้องการเรียนอย่างละเอียด คอมพิวเตอร์ก็สามารถให้ผ่านไปได้

8.1.2 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้

นอกจากการเรียนโดยวิธีอ่านหรือการฟังบรรยายโดยตรงจากผู้สอนแล้ว อาจใช้คอมพิวเตอร์ค่อย ๆ บอกคำตอบไปเองทีละน้อย ผู้เรียนก็จะค่อย ๆ ได้ประสบการณ์ไปเองจนในที่สุดเมื่อได้รับประสบการณ์มากพอก็สามารถค้นพบหลักการนี้ได้ด้วยตนเอง

การเขียนโปรแกรมโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้โดยตัวผู้เรียนเอง มีการใช้หลักการแบบจำลองจากแบบจำลองนั้นผู้เรียนสามารถทดลองเปลี่ยนค่าตัวแปรต่าง ๆ ให้คอมพิวเตอร์จัดการเปลี่ยนค่าตัวแปรนั้น ผู้เรียนก็จะได้ประสบการณ์ โดยไม่ต้องเสียเวลาไม่เสียค่าใช้จ่ายและไม่ต้องเสี่ยงดำเนินการจริง ๆ ตัวอย่างเช่น โปรแกรมจำลองเตาปรมาณู แทนที่จะต้องลงทุนมากมายในการสร้างเตาปรมาณู (automatic reactor) และเสี่ยงต่ออันตรายจากกัมมันตภาพรังสี ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งการทดลองปฏิกิริยาต่าง ๆ ถ้าตั้งผิดแล้วเกิดระเบิดขึ้นจะเห็นภาพระเบิดและเห็นตัวเองลงไปนอนตายบนจอโดยไม่ต้องลงไปนอนตายจริง

8.1.3 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือทดสอบความคิด

การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือทดสอบความคิด คือการใช้คอมพิวเตอร์ทดสอบสมมติฐานโดยไม่ต้องเสียเวลาทดลองจริง การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน อาจจะมีส่วนเข้าซ้อนกับแบบอื่นอยู่บ้าง แต่อย่างไรก็ตามจะเน้นที่การทดสอบสมมติฐาน เช่น ระบบสอนธุรกิจคือถ้ามีข้อมูลและแบบจำลองครบถ้วนผู้เรียนอาจจะตั้งสมมติฐานว่า ถ้าขึ้นราคาสินค้าจะได้กำไรมากขึ้น แล้วทดลองตั้งขึ้นราคา คอมพิวเตอร์จะใช้ข้อมูลและแบบจำลองแสดงผลกระทบจากการขึ้นราคา เช่น ถ้าขึ้นน้อยผู้บริโภคก็จะไม่ว่าอะไรยังคงซื้อต่อไปกำไรก็จะมากขึ้น แต่ถ้าขึ้นมากผู้บริโภคก็จะหันไปซื้อสินค้าอื่นที่ใช้แทนกันได้ อาจจะกำไรน้อยลง

8.1.4 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณประเมินผลประกอบการเรียน

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณและประเมินผลประกอบการเรียนมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อลดงานด้านคำนวณ และประมวลผลบางอย่างที่จำเป็นจะต้องทำให้เสร็จเสียก่อน จึงจะเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชานั้นได้ คอมพิวเตอร์จะช่วยลดเวลาในส่วนนี้ลงได้ เช่น การเรียกชื่อคนตามตัวอักษร การค้นหาค่าในเอกสาร เป็นต้น

นอกจากการแบ่งชนิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแบบของเคมมิตแล้ว ยังสามารถแบ่งประเภท ตามความสามารถในการตอบโต้กับผู้เรียน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ (เจดศักดิ์ โฆวาสินธุ์, 2521 : 32-33) ดังนี้ คือ

1) ประเภทคำสอนตายตัว

บทเรียนประเภทนี้เป็นบทเรียนแรกสุดที่คิดค้นขึ้นคือมีลักษณะคำสอนตายตัว ไม่ว่าจะเรียนกี่ครั้ง คอมพิวเตอร์ก็จะแสดงคำสอนแบบเดิมทุกครั้ง

2) ประเภทสร้างคำสอนเอง

วิชาบางวิชาที่มีโครงสร้างที่เหมาะสมแก่การสร้างคำสอนและคำถามเอง โดยอัตโนมัติ เช่น วิชาคณิตศาสตร์ การบวก ลบ คูณ หารทั้งหลายมีหลักเกณฑ์ตายตัว เราจึงนำเอาหลักการเหล่านี้มาใช้ในการสร้างตัวอย่างและคำถามโดยภายในตัวโปรแกรมหรือบทเรียนเอง ผู้เรียนแต่ละคนจะได้เห็นตัวอย่างและได้รับคำถามที่คล้ายกันแต่ไม่ซ้ำกัน

3) ประเภทเปลี่ยนคำสอนเอง

ประเภทนี้เหมือนประเภทที่ 2 ตรงที่สามารถสร้างคำถามขึ้นเองแต่ในการสร้างคำถามนั้นคอมพิวเตอร์จะตรวจบันทึกการตอบคำถามของผู้เรียน ว่าถูกต้องมากน้อยแค่ไหน ถ้าตอบถูกมากก็แสดงว่าคำถามง่ายเกินไป และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสร้างคำถามที่ยากกว่าเดิมให้ผู้เรียนลองตอบ แต่ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่ค่อยเข้าใจบทเรียนและตอบคำถามผิดมาก ก็จะสร้างคำถามที่ง่ายกว่าลงมามากอีก บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้เนื้อหาได้เร็วช้าต่างกันตามความสามารถของผู้เรียน

8.1.5 การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง

สถานการณ์จำลอง คือการจัดสภาพแวดล้อมเลียนแบบของจริง ให้มีสภาพใกล้เคียงความเป็นจริงให้มากที่สุดและให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา และตัดสินใจจากสภาพที่กำลังเผชิญอยู่นั้น การสร้างสถานการณ์จำลอง ควรสร้างให้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุดและสถานการณ์นั้น ๆ อาจเกิดได้เสมอ แต่ไม่ควรยากและซับซ้อนเกินความสามารถของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาแล้ว สามารถนำประโยชน์ที่ได้จากประสบการณ์ไปเป็นเครื่องช่วยตัดสินใจในการแก้ปัญหาต่อไป หลักสำคัญของการสอนแบบจำลอง คือ การแสดงที่ทำให้ผู้ดูเห็นจริง คล้ายตามบทบาทนั้น ๆ ไปด้วย ก่อให้เกิดความเข้าใจเรื่องจริงได้แจ่มชัดยิ่งขึ้นและถ้านำมาอภิปราย ก็จะได้เรื่องราวและเงื่อนไขที่ถูกต้องยิ่งขึ้น (เสาวนีย์ ลิกขานันท์, 2528 : 148-151)

8.1.5.1 วิธีการเสนอสถานการณ์จำลอง

การเสนอสถานการณ์จำลองโดยทั่วไป กระทำได้ดังนี้

1) เล่าให้ฟังถึงสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

- 2) ให้อุปกรณ์แล้วเล่าเรื่องประกอบ
- 3) ให้อุปกรณ์ซึ่งลำดับตามเหตุการณ์
- 4) ให้อุปกรณ์แสดงสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
- 5) ให้อุปกรณ์ที่ที่แตกต่างกัน และมีผู้แสดงบทบาท

8.1.5.2 การใช้สถานการณ์จำลองในการเรียนการสอน

การใช้สถานการณ์จำลองในการเรียนการสอนนั้นเป็นการนำเรื่องราวที่ผู้สอนอาจกำหนดขึ้นเอง หรือเล่าจากสถานการณ์จริง การนำสถานการณ์จำลองมีลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นต่าง ๆ ให้พร้อม
- 2) ผู้สอนเสนอสถานการณ์ที่จะนำมาซึ่งปัญหา โดยการอธิบายเหตุผลที่ใช้

และวิธีการปฏิบัติ

8.2 การเขียนผังการดำเนินเรื่อง (story board)

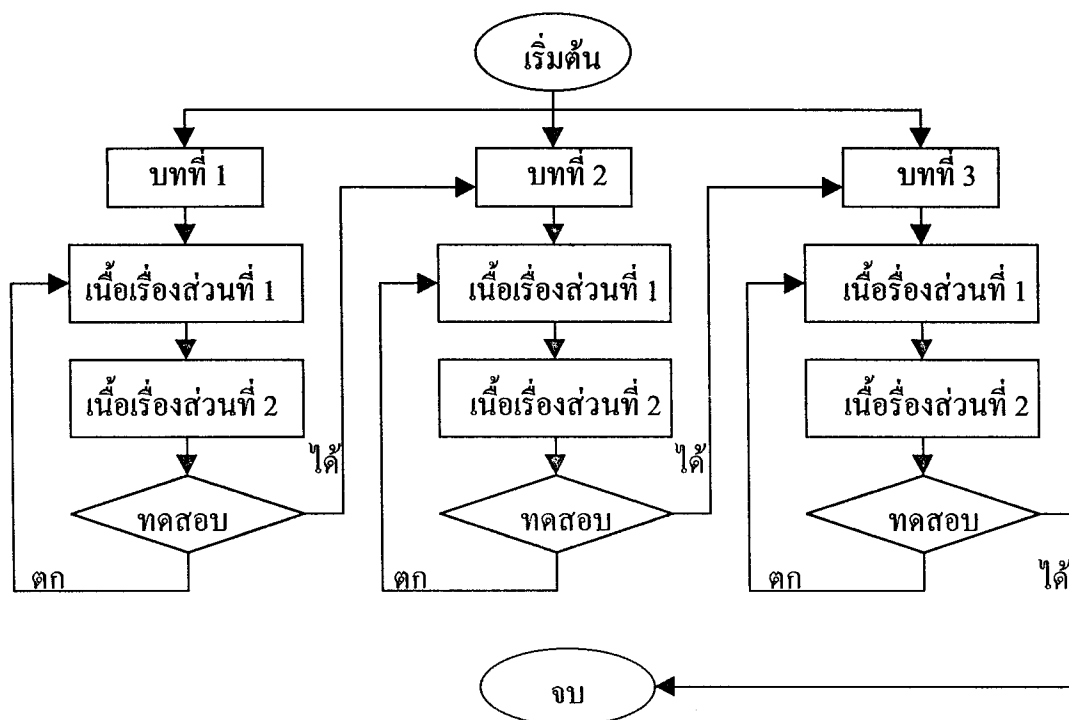
การเขียนผังการดำเนินเรื่องมีวิธีการเขียน คือ เมื่อได้รายละเอียดเนื้อหาตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์และตามกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดไว้แล้ว จำเป็นต้องเขียนบท (script) เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่จะนำเสนอตามเป้าหมาย การเตรียมบท มีขั้นตอน ดังนี้ คือ (วัชรพงษ์ ติโกศล และนิการ ทวียาบัตร. 2538 : 2-28)

8.2.1 การสร้างแผนผังการดำเนินงาน (flowchart)

แผนผังการดำเนินงานมีความจำเป็นในการควบคุมหรือกำหนดขั้นตอนของการทำงาน โปรแกรมสร้างแผนผังจะมีความสัมพันธ์กับวิธีการออกแบบว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานเป็นแบบใด

8.2.2 การจัดทำผังการดำเนินเรื่อง

ตัวอย่างเช่นในหัวข้อการนำเสนอ (presentation) จากแผนผังการดำเนินงานจะเป็นการแจกแจงรายละเอียดลงไปว่า ในส่วนนี้ประกอบด้วยภาพ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว มีเสียงหรือเพลงประกอบหรือไม่มีการเรียงลำดับการทำงานอย่างไร มีการวางหน้าจออย่างไรรวมทั้งการกำหนดแหล่งข้อมูล เช่น ภาพและเสียงที่ได้มาอย่างไร จากแหล่งไหน การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการดำเนินเรื่อง อาจมีทั้งภาพ เสียง ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว (animation movies) หรืออื่น ๆ ซึ่งจะต้องมีการจัดเตรียมขึ้นมาก่อนที่จะนำไปใส่ในโปรแกรม



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแผนผังการดำเนินงาน (flowchart)

9. โปรแกรมคอมพิวเตอร์และ โปรแกรม ฟีสไปซ์ (PSpice)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีองค์ประกอบ ดังนี้ คือ (อดิคม กฤษบุตร. 2537 : 2-11)

9.1 ความหมายของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลองมีอยู่หลายโปรแกรม เช่น โปรแกรมฟีสไปซ์ โปรแกรมแลปเทค (Lab Tec) โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ เวิร์คเบ็นซ์ (electronic work bench) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ โปรแกรมฟีสไปซ์ เป็นคำย่อมาจาก คำเต็มว่า simulation program with integrated circuit emphasis ในสมัยก่อนวิศวกรผู้ออกแบบวงจรไฟฟ้า ต้องทำงานกันอย่างหนัก เพื่อให้แน่ใจว่าวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบ มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีที่สุดในกรณีของวงจรที่มีความยุ่งยากซับซ้อน เช่น การออกแบบแผงวงจรรวมหรือ IC (integrated circuit) อาจต้องใช้ทีมวิศวกรหลายคนเพื่อให้ได้วงจรที่ดีที่สุด แต่ปัจจุบัน งานดังกล่าวอาจจะใช้วิศวกรที่มีคุณภาพเพียง 2-3 คนทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ก็สามารถช่วยให้การออกแบบบรรลุสู่เป้าหมายได้ สำหรับโปรแกรมสำเร็จรูป ฟีสไปซ์ มีชื่อเสียงมากในการช่วยวิเคราะห์และออกแบบวงจรไฟฟ้า

9.2 ประวัติความเป็นมาของ โปรแกรม

ในยุคต้น ๆ ของการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่มีชื่อว่า ECAP (ย่อมาจาก electric circuit analysis program) ได้ถูกนำมาใช้ก่อนโดยบริษัท IBM โปรแกรม ECAP เป็นโปรแกรมที่ทำงานได้ดีในระยะแรก แต่มีข้อจำกัดตรงที่ต้องใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดเมนเฟรมเท่านั้น ต่อมาได้มีการพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรม ECAP ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยแยกแขนงเป็นโปรแกรมต่าง ๆ เช่น SPECTRE, TRAC, NET, CIRCUS เรื่อยมาจนถึง PSpice for windows ซึ่งถือว่ามีชื่อเสียงมากในปัจจุบัน อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือเครื่อง PC ธรรมดาได้อีกด้วย ซึ่งตัวโปรแกรมพีสไปซ์นี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยทีมวิศวกรนักวิจัยทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (university of california) แห่งเมือง เบิร์กลี (berkeley) ประเทศสหรัฐอเมริกา

9.3 โปรแกรม พีสไปซ์ ฟอว์ วินโดว์ (PSpice for windows)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ พีสไปซ์ฟอว์วินโดว์ 95 สามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ตั้งแต่รุ่น 80386 หรือมากกว่าและต้องมีหน่วยความจำอย่างน้อย 640 kB, มีเมาส์(mouse), พล็อตติ่งพ้อยท์โคโพรเซสเซอร์(floating point co-processor), ซีเรียลพอร์ท (serial port) ขนาดของฮาร์ดดิสก์ 1.2 MB 5.2 นิ้ว หรือ 1.44 MB 3.5 นิ้ว ใช้ได้กับ MS-DOS 3.0 หรือมากกว่าและแสดงผลโดยไมโครซอฟท์ วินโดว์ 95 หรือมากกว่า (Edward. PE. 1995 : 1)

พีสไปซ์ เป็นเวอร์ชันหนึ่งของ สไปซ์ที่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลพีซี (PC) กระตุก IBM ได้ โดยตัวโปรแกรมได้ถูกพัฒนาให้มีข้อแตกต่างไปจากโปรแกรมเดิมดังนี้ คือ

9.3.1 ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้สมบูรณ์ ทำให้การวิเคราะห์วงจรในสถานะชั่วขณะหรือแบบทรานส์เซียน (transient) กระทำให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

9.3.2 ไม่ต้องการแหล่งจ่ายแรงดันเทียบสำหรับเป็นตัววัดค่าของกระแสโดย สไปซ์ สามารถแสดงค่ากระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ (element) ต่าง ๆ ในแต่ละกิ่งวงจรหรือบรานช์ (branch) ได้โดยตรง

9.3.3 พีสไปซ์ ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าการผิดเพี้ยนของสัญญาณ (distortion) ได้

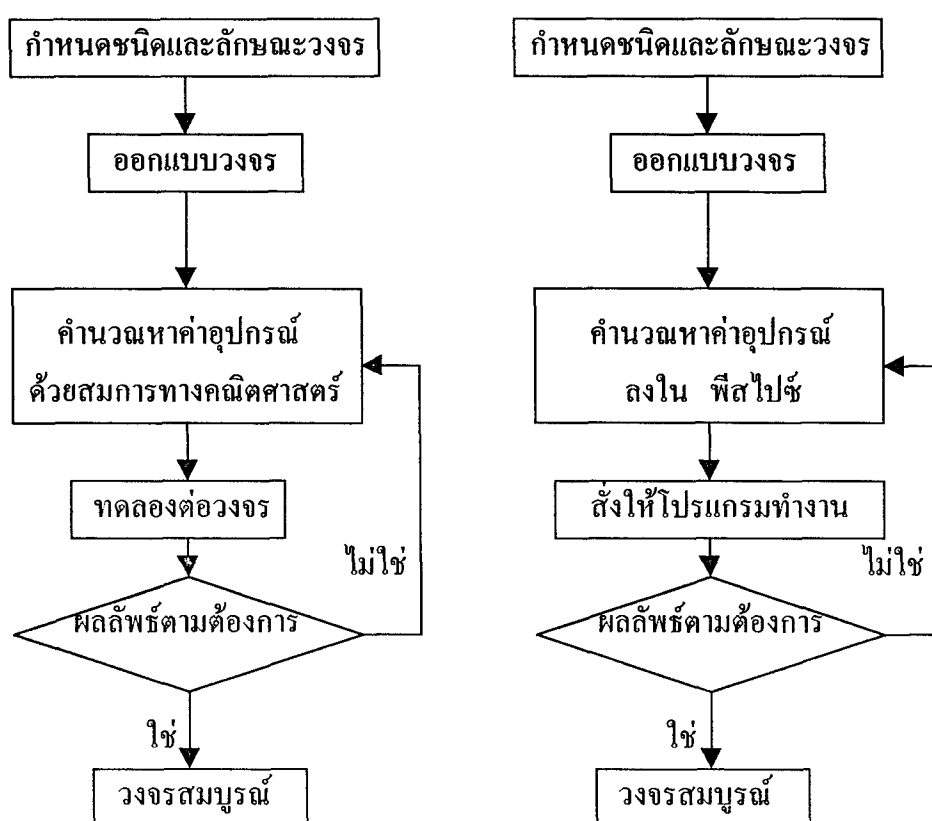
9.3.4 พีสไปซ์ สามารถแสดงรูปภาพของค่าที่ต้องการวิเคราะห์ ในแต่ละจุดต่าง ๆ ของวงจรได้ (เช่น ค่าของแรงดันที่โหนดต่าง ๆ) เหมือนกับการนำเอาออสซิลโลสโคปมาวัดโดยตรงที่นั่น โดยภาพของผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงให้เห็นบนจอ หรือสั่งให้พิมพ์ออกมาได้ด้วยฟังก์ชันของคำสั่งโปรบ (probe)

9.3.5 การใช้หน่วยประมวลผลร่วมทางคณิตศาสตร์ (coprocessor) ร่วมกับ พีสไปซ์ จะช่วยในการทำงานของโปรแกรมมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

9.3.6 ฟีสไปซ์ มีเวอร์ชันพิเศษที่เป็นโมดูลขนาดเล็ก สำหรับผู้ที่เพิ่งเริ่มต้นศึกษาใช้งาน ซึ่งสามารถใช้ในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าทั่วไปได้เป็นอย่างดี อีกทั้งขนาดความจุของโปรแกรมก็มีขนาดเล็ก บรรจุอยู่ในแผ่นดิสก์ขนาด 1.2 MB เท่านั้น

โปรแกรม ฟีสไปซ์ ไม่ใช่โปรแกรมที่สามารถทำงานได้ด้วยคำสั่งของตัวมันเองในทันที แต่จะต้องมีการสร้างโปรแกรมที่เป็นอินพุตไฟล์ที่อยู่ในรูปของ *.CIR ให้กับตัวมันเสียก่อนการสร้างอินพุตไฟล์สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมประเภทแก้ไขตัวอักษรหรือเท็กซ์อีดิเตอร์ (text editor) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างหรือแก้ไขข้อความได้ทั่วไป ในขณะที่การรันโปรแกรม ฟีสไปซ์จะตรวจเช็คอัตโนมัติว่าอินพุตไฟล์ (input file) มีการสร้างขึ้นมาอย่างถูกต้องหรือไม่ หากตรวจสอบแล้วพบว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น โปรแกรมจะหยุดการทำงานทันที พร้อมทั้งแจ้งตำแหน่งที่เกิดการผิดพลาดให้ทราบด้วย หากโปรแกรมถูกต้องก็จะทำการวิเคราะห์แล้วแสดงผลพร้อมออกมาในรูปของตัวอักษร (Text) หรือกราฟ (อติคม ฤชบุตร. 2537 : 2-11)

ในการวิเคราะห์วงจรเพื่อออกแบบ ผู้ใช้เพียงแต่สร้างอินพุตไฟล์ กำหนดค่าของอุปกรณ์ที่ต้องการแล้วสั่งให้ ฟีสไปซ์ วิเคราะห์ผลออกมา หากผลการวิเคราะห์ยังไม่เป็นที่พอใจก็ย้อนกลับไปแก้ไขอินพุตไฟล์เสียใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของอุปกรณ์เสียใหม่ตามที่ควรจะเป็น ซึ่งอาจได้มาจากการคำนวณต่าง ๆ หรือจากการคาดเดาก็ได้ แล้วสั่งให้โปรแกรมทำงานเพื่อดูผลลัพธ์ใหม่ ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้วงจรที่มีคุณสมบัติตามต้องการ การออกแบบวงจรวิธีนี้มีความสะดวกรวดเร็วกว่าการออกแบบวิธีเก่ามาก เพราะในวิธีเก่าผู้ออกแบบจะต้องทดลองปฏิบัติจริง ทำให้เสียเวลาและยุ่งยาก แต่ในการใช้ โปรแกรมฟีสไปซ์ ผู้ใช้เพียงแต่นั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์แล้วสั่งงานก็สามารถได้วงจรที่ต้องการทันที ผังแสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานวิธีเก่ากับการใช้ ฟีสไปซ์แสดงในแผนภูมิที่ 2.2 ดังนี้ คือ



ภาพประกอบ 4 เปรียบเทียบการออกแบบวงจรแบบเก่าในรูป (ก) กับการใช้ สไปซ์ในรูป (ข)

11. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

11.1 งานวิจัยภายในประเทศ

บงกชพันธุ์ ทองงาม (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม โดยใช้นักเรียนจำนวน 32 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 16 คน กลุ่มที่ 1 เรียนรายบุคคล กลุ่มที่ 2 เรียนเป็นกลุ่ม พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นกลุ่ม สูงกว่านักเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังจากเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกที่เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมบัติ น้อยประเสริฐ (2532 : 43-44) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD ช่วยในการเขียน

แบบ” ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล พบว่า

ภาคทฤษฎี บทเรียนโปรแกรมรวมทั้ง 4 หน่วย มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 88.93/82.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ภาคปฏิบัติ บทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพ (E3/E4) เท่ากับ 93.70/95.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 แล้ว นำไปทดลองกับนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค อุตรดิตถ์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 33 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50/82.17 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2536 ของโรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 90 คน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กลุ่มที่ 2 สอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ไพโรจน์ ทรัพย์สุทธิ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นเมื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 81.56/81 ซึ่งแสดงว่าชุดประลองมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

นภัทร วัฒนเทพินทร์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง เรื่องวงจรพัลส์และสวิตชิง สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี ผลการวิจัยพบว่า การสอนด้วยชุดประลองมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ อีกทั้งยังช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน

แหมม กาสี (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพ ชุดประลองการวัดไฟฟ้า สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง กรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของขบวนการที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ทำการประลอง มีค่าเท่ากับร้อยละ 81.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 ตัวแรก และประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ จากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบรวม หลังจากการประลองครบทุเรื่อง มีค่าเท่ากับร้อยละ 86.25 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80 ตัวหลัง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามหลักสูตร วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่าชุดประลองเครื่องรับวิทยุ AM-FM ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 90.33/91.76 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

สุวิทย์ สานติพิบูลย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดประลองเรื่อง การทำความเย็น ตามหลักสูตรปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คะแนนจาก ใบประเมินผลการปฏิบัติมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.6 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 70/70

ประกาศิต ดันตือลงการ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.80/80.64 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

สุเทพ บุตรดี (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้าง และหาประสิทธิภาพของ ชุดประลองเรื่องงานฉีกพลาสติก สำหรับใช้ในการสอนวิชางานพลาสติกทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองงานฉีกพลาสติกมีประสิทธิภาพร้อยละ 92 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80

สุรัตน์ นันตะสุคนธ์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาปัญหาการสอนของ ครูช่างไฟฟ้ากำลัง ที่สอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในสังกัดกองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาด้านอุปกรณ์การเรียนการสอน ปัญหาด้านจำนวนเครื่องมืออยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ปัญหาการขาดแคลนงบประมาณ ปัญหาความพร้อมของจำนวน ชุดประลองและอุปกรณ์ประลองเป็นปัญหาอยู่ในเกณฑ์มาก

ทอง ถานธารทอง (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ที่สร้างขึ้นมี

ประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงร้อยละ 90.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

วัฒนา กสิกุล (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องระบบการปรับอากาศ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนเรื่องระบบปรับอากาศที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 71.80/70.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 70/70

จิระศักดิ์ สินสุขอุดมชัย (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2 มีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงเมื่อเทียบกับทฤษฎีเกินกว่าร้อยละ 90 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

จรัญ แสงราช (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละระหว่างแบบทดสอบหลังบทเรียนแต่ละหน่วยกับแบบทดสอบรวม (E_1/E_2) เท่ากับ 81.48/79.46 แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบรวมมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ก็อยู่ในส่วนที่ยอมรับได้ (ผิดพลาดร้อยละ 5) ซึ่งแสดงว่าชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 สามารถนำไปใช้สอนแทนครูได้

ไวพจน์ ศุภวรรณเสถียร (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพใบประกอบที่ใช้ประกอบการสอนวิชาโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่ใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่าใบประกอบวิชาโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.87/80.20 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

มนตรี เข็มราช (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เรื่องการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2527 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังเรื่องการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ มีประสิทธิภาพโดยทำให้ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 88.17 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 77.31 ซึ่งไม่แตกต่างจากเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 ตามการทดสอบด้วยสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พุทธินคร ค้อยดำราญ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์สภาพ และความต้องการศูนย์สื่อการศึกษาของวิทยาลัยสารพัดช่าง และวิทยาลัยการอาชีพกลุ่มภาคกลาง กรม

อาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า วิทยาลัยสารพัดช่าง และวิทยาลัยการอาชีพ กลุ่มภาคกลาง 11 แห่ง ไม่มีหน่วยงานสำหรับให้บริการและผลิตสื่อการสอนโดยเฉพาะ สภาพความต้องการใช้สื่อ พบว่าสื่อประเภทวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องฉายต้องการมากกว่าชนิดอื่น ๆ ด้านความต้องการศูนย์สื่อพบว่า ควรจัดให้มีศูนย์สื่อการศึกษาและบุคลากรที่รับผิดชอบ ควรจบการศึกษาด้านนี้โดยเฉพาะ

นพรัตน์ เทียงตรง (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัญหาและความต้องการในการใช้สื่อการเรียนการสอน วิชาอาชีพช่างอุตสาหกรรมในสถานศึกษาสังกัด กรมสามัญศึกษา เขต กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน ของครู อาจารย์ส่วนมาก คือ ขาดสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้สื่อการเรียนการสอน ขาดงบประมาณในการผลิต และสื่อการเรียนการสอนมีจำนวนจำกัด ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และขาดผู้มีความรู้เฉพาะทางด้านการผลิตสื่อการเรียนการสอน

ปรีชา ทัพพะกุล (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปัญหาและความต้องการในการใช้สื่อการเรียนการสอน ของครูช่วยไฟฟ้ากำลังในวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ประสบปัญหาในการที่ไม่มีการประชาสัมพันธ์ในการบริการ ขาดงบประมาณในการจัดหาสื่อการเรียนการสอน และสื่อการสอนส่วนมากอยู่ในสภาพที่ชำรุด

ศิตปิ่นรินทร์ รื่นณรงค์ (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาสภาพความต้องการและปัญหาการปฏิบัติงานด้านสื่อการเรียนการสอนของศูนย์วิชาการจังหวัด เขตการศึกษา 5 ผลการวิจัยพบว่า ประสบปัญหาในด้านการผลิตและการบริการ ขาดงบประมาณสนับสนุนและขาดบุคลากรที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน

ปกาสิต ภัทรรังษี (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองปัญหาในระบบปรับอากาศในรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกสถานการณ์จำลองมีประสิทธิภาพ 96% ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และผลการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงกล่าวได้ว่าชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้แทนของจริงได้และค่าใช้จ่ายและเวลาโดยเฉลี่ยน้อยกว่าการฝึกโดยชุดฝึกปรับอากาศรถยนต์จริง

ยุพดี เฉลลาภักตร์ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาจิตตอล 1 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายและไม่อธิบาย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

11.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

คลินตัน (Clinton, 1965 : 1683-A) ได้ศึกษาปัญหาของครูใหม่ ในรัฐเท็กซัส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะค้นหาปัญหาต่าง ๆ ของครูใหม่ การวิจัยครั้งนี้ใช้ประชากรซึ่งเป็นครูใหม่ในรัฐเท็กซัสจำนวน 100 คน เก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่า ครูใหม่มีปัญหาเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนดังนี้

1. มีความลำบากในการใช้วัสดุทัศนวัสดุ
2. มีปัญหาในการใช้วัสดุทัศนวัสดุให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน
3. ไม่มีเวลาเตรียมอุปกรณ์เพียงพอ
4. ไม่มีที่เก็บอุปกรณ์การสอน
5. หาแหล่งวัสดุที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนลำบาก

โรสนอร์ (Rosner, 1989:669-670-A) ได้ทำการประเมินผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “ความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า” สำหรับนักเรียนเกรด 6-9 แบ่งหน่วยการเรียนรู้ออกเป็น 2 หน่วยคือ “วัตถุภายในบ้าน” และการควบคุมกำลังไฟฟ้าภายในบ้าน” โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนเกรด 6-9 จำนวน 293 คน ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนทั้งสองหน่วยย่อย และทำแบบสอบถามจากการสอนหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในนักเรียนเกรด 6 และ 7 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า การจำลองสถานการณ์ในหน่วยการเรียนรู้ให้ทั้งความสนุกและประสบการณ์ที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เวลาในการเรียนแต่ละหน่วยย่อย 1-2 คาบ ก็เพียงพอ อย่างไรก็ตามการอภิปรายในชั้นเรียน การบ้านและการลงมือปฏิบัติกิจกรรมก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้นักเรียนได้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการใช้และประหยัดไฟฟ้าจากสถานการณ์จำลอง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะพบว่าการเรียนการสอนโดยใช้ชุดประลองเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการเรียนภาคปฏิบัติ และการนำคอมพิวเตอร์มาประกอบการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดี มีความคิดสร้างสรรค์ มีความคงทนในการจำ ผู้เรียนเกิดความสุข เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาน้อยและช่วยลดปัญหาการขาดแคลนสื่อ เนื่องจากปัญหาการสอนช่างไฟฟ้าระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สังกัดวิทยาลัยเทคนิค มีปัญหาด้านความต้องการสื่อ อาทิเช่น จำนวนเครื่องมืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ ขาดงบประมาณในการผลิต ขาดผู้มีความรู้เฉพาะด้านการผลิตสื่อ สื่อชำรุด เสียเวลาในการเตรียมอุปกรณ์ ไม่มีที่เก็บ ฯลฯ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยนำโปรแกรมฟลิชไปซ์ มาใช้สอนภาคปฏิบัติ วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และหาประสิทธิภาพของชุดประลอง และเพื่อเป็นแนวทางในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เหมาะสมกับช่างอุตสาหกรรมอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ที่มุ่งพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์ เวอร์ชัน 8 ฟอว์วินโคว์ 95 (PSPICE version 8 for windows 95) สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลอง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 160 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยาที่ลงทะเบียนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 (31042001) จำนวน 27 คน เพื่อทดลองใช้ชุดประลอง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง 3 ขั้นตอน ดังนี้

สุ่มนักศึกษา 1 คน ใช้วิธีเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยวิธีจับฉลาก (ทดลอง 1 ชุด ต่อ 1 คน)

สุ่มนักศึกษา 6 คน (กลุ่มทดลองกลุ่มย่อย) โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) แยกเป็นนักศึกษาที่มีคะแนนระดับสูง 2 คน, ปานกลาง 2 คน และต่ำ 2 คน จากคะแนนเฉลี่ยสะสมของนักศึกษาที่เรียงลำดับจากสูงสุดไปถึงต่ำสุด

สุ่มนักศึกษา 20 คน (กลุ่มทดลองภาคสนาม) แยกเป็นนักศึกษาที่มีคะแนนระดับสูง 7 คน ปานกลาง 6 คน และต่ำ 7 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น จากคะแนนเฉลี่ยสะสมของนักศึกษาที่เรียงจากลำดับสูงสุดไปถึงต่ำสุด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 การสร้างแบบทดสอบขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบมีดังนี้ คือ

2.1.1 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวงจรไฟฟ้า 1

2.1.2 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับความสามารถในการเรียนของผู้เรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้งาน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาในแต่ละใบประกอบ

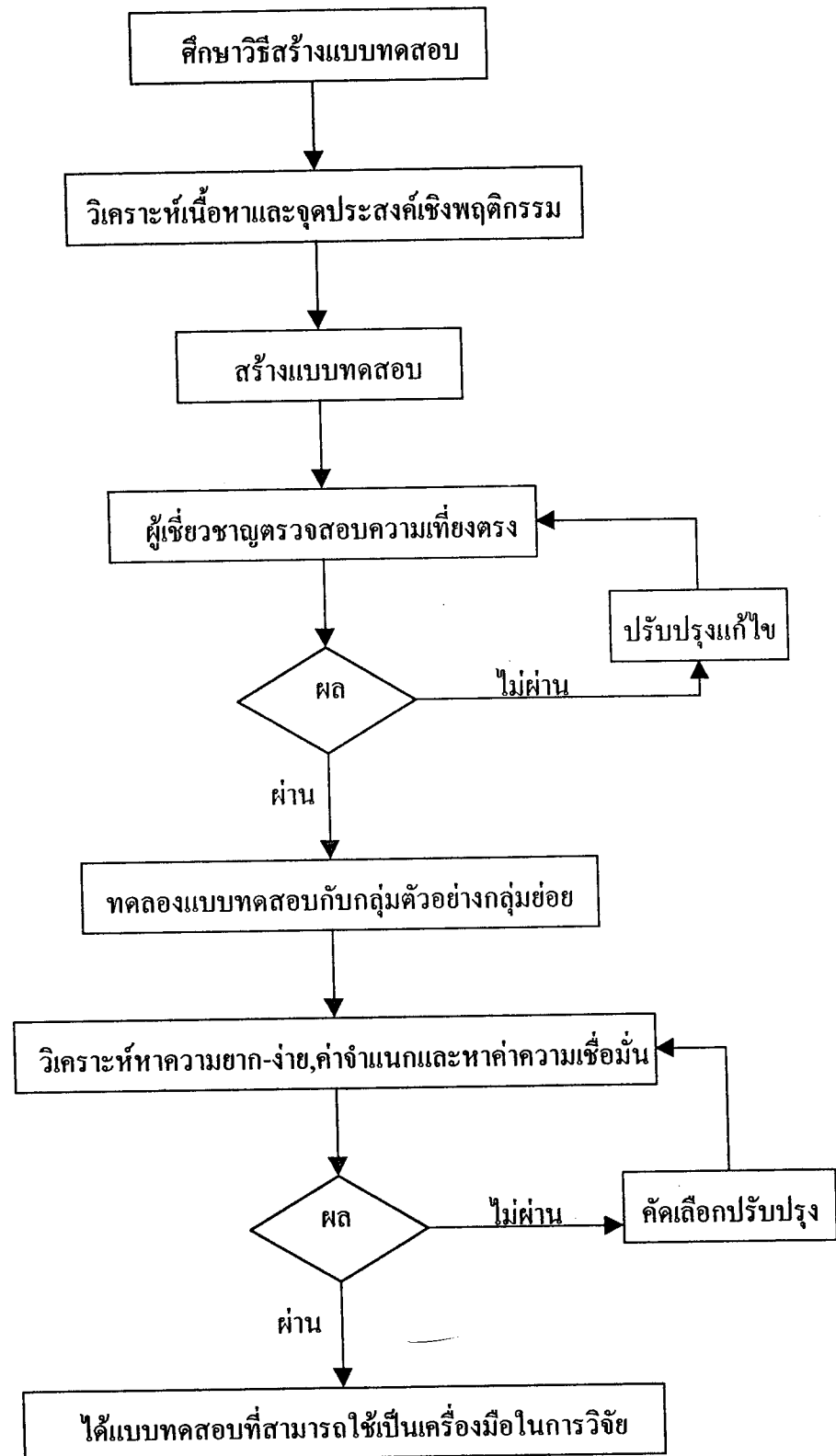
2.1.3 สร้างแบบฝึกหัดระหว่างการประกอบ และแบบทดสอบก่อนและหลังการประกอบจำนวนประมาณ 30 ข้อ

2.1.4 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และด้านการสร้างเครื่องมือวัดผล ตรวจสอบความเที่ยงตรงและนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้เชี่ยวชาญมีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท และมีประสบการณ์ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี ส่วนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีประสบการณ์การสอนเกี่ยวกับวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโทเช่นเดียวกัน เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา

2.1.5 ผลการตรวจสอบ ถ้าไม่ผ่าน นำไปปรับปรุงแก้ไข ถ้าผ่านนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่เคยเรียนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มาก่อนแล้ว และเคยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์มาแล้ว

2.1.6 นำคะแนนที่ได้ มาวิเคราะห์หาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบ

2.1.7 ได้แบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้ทดลองจริงในภาคสนาม (แสดงขั้นตอนในภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

2.2 การพัฒนาใบประกอบ ขั้นตอนในการพัฒนาใบประกอบมีดังนี้ คือ

2.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างใบประกอบ

2.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์

2.2.3 กำหนดหัวข้อเรื่อง ซึ่งได้มาจากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มาไม่ต่ำกว่า 5 ปี แล้วหาค่าเฉลี่ยลำดับความสำคัญของเรื่อง นำหัวข้อเรื่องที่มีความสำคัญสูงสุดเรียงตามลำดับ จำนวน 3 เรื่อง

2.2.4 สร้างใบประกอบ

2.2.5 ศึกษาความสมบูรณ์ของใบประกอบที่พัฒนาโดยผู้วิจัย ให้มีองค์ประกอบครบถ้วน กล่าวคือ ในใบประกอบจะประกอบด้วยวัตถุประสงค์ รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นการประกอบ ผลการประกอบ และแบบทดสอบระหว่างใบประกอบ

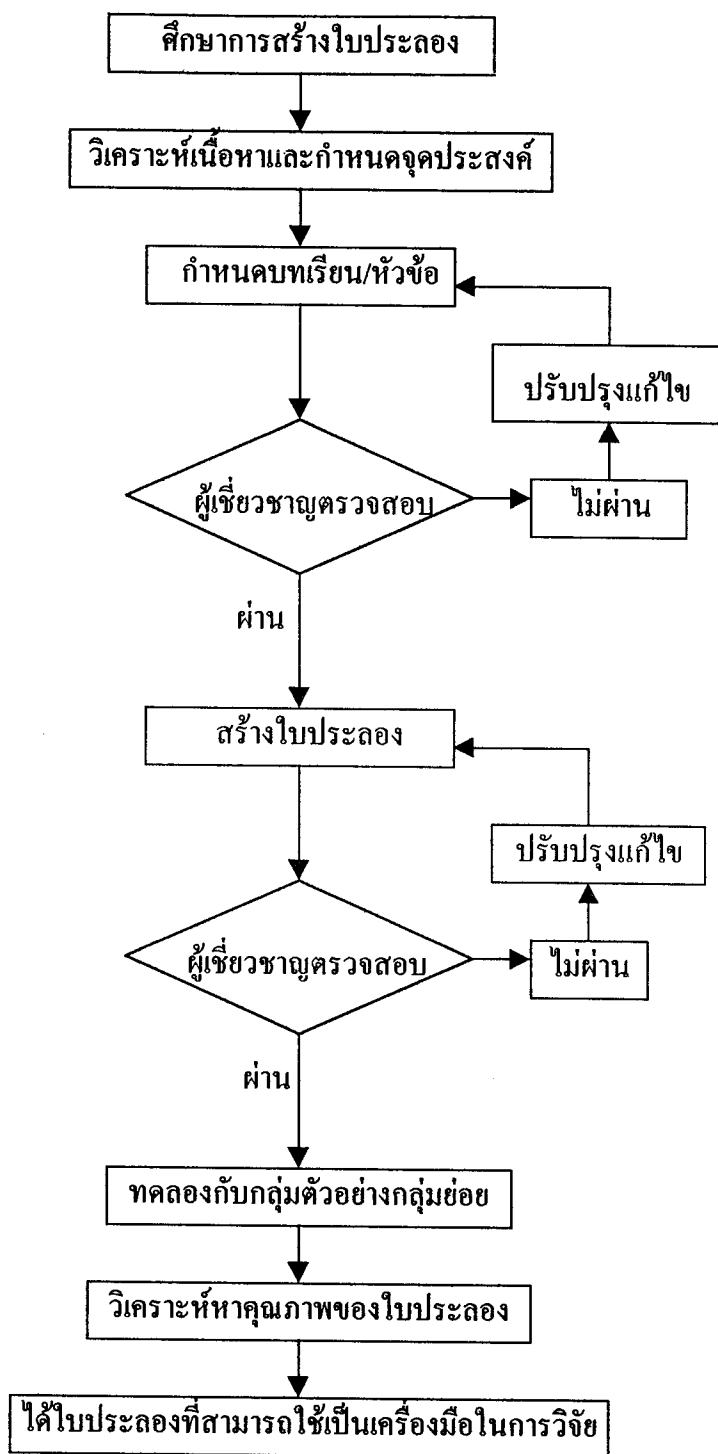
2.2.6 หลังจากพัฒนาใบประกอบเรียบร้อยแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และมีประสบการณ์การสอนด้านเทคโนโลยีทางการศึกษามาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท ส่วนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่มีประสบการณ์การสอนเกี่ยวกับวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโทเช่นเดียวกัน เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา

2.2.7 ปรับปรุงและแก้ไขใบประกอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอแนะ

2.2.8 นำใบประกอบที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์แล้วไปใช้ประกอบการประกอบวงจรไฟฟ้า กระแสตรง กับนักศึกษากลุ่มย่อย 1 คน ซึ่งไม่เคยเรียนการใช้โปรแกรมฟีสไปซ์มาก่อนเพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.9 นำใบประกอบที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์แล้วไปใช้ประกอบการประกอบวงจรไฟฟ้า กระแสตรง กับนักศึกษากลุ่มย่อย 6 คน ซึ่งไม่เคยเรียนการใช้โปรแกรมฟีสไปซ์มาก่อนเพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.10 ได้ใบประกอบที่ใช้ประกอบการประกอบจริงในภาคสนาม (แสดงในภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 แสดงขั้นตอนในการสร้างใบประลอง

2.3 การสร้างคู่มือการใช้โปรแกรม ฟิสไปซ์ เวอร์ชัน 8 ฟอรัวโคว์ 95 มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ศึกษาวิธีสร้างคู่มือ

2.3.2 กำหนดหัวข้อเรื่อง

2.3.3 เขียนคู่มือการใช้โปรแกรม ฟิสไปซ์ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้คือ

- 1) การเริ่มต้นใช้โปรแกรม ฟิสไปซ์
- 2) ไอคอนต่าง ๆ ของโปรแกรม ฟิสไปซ์
- 3) วิธีเรียกใช้โปรแกรม ฟิสไปซ์
- 4) ส่วนประกอบของจอภาพ
- 5) รายละเอียดของคำสั่งในโปรแกรม ฟิสไปซ์
- 6) ตัวอย่างการสร้างวงจรโดยใช้โปรแกรม ฟิสไปซ์

2.3.4 นำคู่มือการใช้โปรแกรม ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์และโปรแกรมฟิสไปซ์ ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี ตรวจสอบรายละเอียดของคู่มือ

2.3.5 ปรับปรุงแก้ไขคู่มือ

2.3.6 นำคู่มือไปทดลองใช้ในภาคปฏิบัติกับนักศึกษากลุ่มย่อยและปรับปรุงแก้ไข

2.3.7 ได้คู่มือทดลองใช้ในภาคสนาม (แสดงในภาพประกอบ 7)

2.4 ลักษณะของเครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการทดลองประกอบด้วย

2.4.1 ใบประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีทั้งหมด 3 ใบประลอง ซึ่งได้แก่

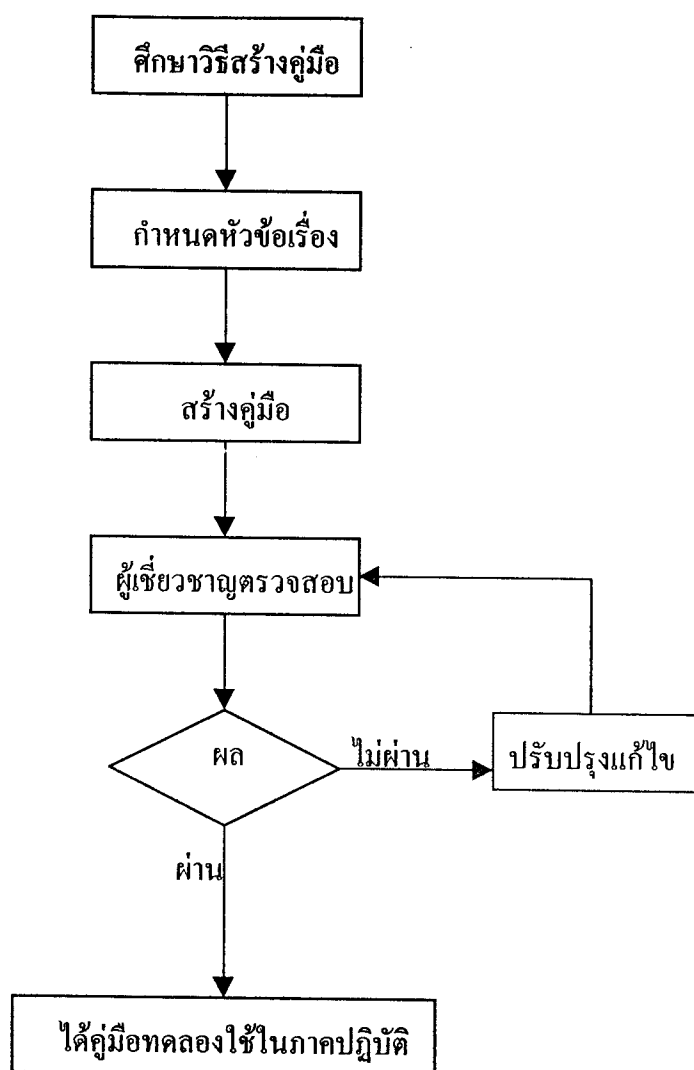
- 1) วงจรแบ่งกระแสและวงจรแบ่งแรงดัน
- 2) กฎแรงดันไฟฟ้า และกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์
- 3) ทฤษฎีโหนดโวลต์เตจ

ซึ่งในใบประลองประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนการทดลอง (pretest) วัตถุประสงค์ รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นตอนการทดลอง ผลการประลอง แบบทดสอบระหว่างใบประลอง และแบบทดสอบหลังการทดลอง

2.4.2 แบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย

- 1) แบบทดสอบก่อนการประลอง (จำนวน 30 ข้อ)
- 2) แบบฝึกหัดระหว่างการประลอง
- 3) แบบทดสอบหลังการประลอง (จำนวน 30 ข้อ)

2.4.3 คู่มือการใช้โปรแกรม ฟิสไปซ์



ภาพประกอบ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างค่ຸมือการใช้โปรแกรม ฟิสไปซ์

3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ เวอร์ชัน 8 ฟอรวินโดว์ 95 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ทำหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา เพื่อขออนุญาตในการปฏิบัติการประลอง เมื่อได้รับอนุญาตแล้วทำการติดต่อกับทางแผนกคอมพิวเตอร์วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา เพื่อขออนุญาตใช้คอมพิวเตอร์และนำโปรแกรมพีสไปซ์ เข้าไปติดตั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 20 เครื่อง โดยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เป็นผู้ออกหนังสือ

3.2 ทำการนัดหมาย นักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง และแจกเอกสารคู่มือการใช้งานโปรแกรม พร้อมทั้งแจ้งนักศึกษาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และวิธีปฏิบัติการทดลอง โดยใช้ใบประลองร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์แทนชุดฝึก พร้อมทั้งอธิบายวิธีการใช้โปรแกรม และขั้นตอนต่าง ๆ

3.3 ให้นักศึกษาทดลองใช้โปรแกรมพีสไปซ์ ตามตัวอย่างในคู่มือการใช้โปรแกรม

3.4 ทดลองใช้ชุดประลอง 1 ชุด กับนักศึกษา 1 คน

จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของชุดประลองในด้านต่าง ๆ เช่น ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจน คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ความชัดเจนของภาพ และความสอดคล้องกับสภาพการเรียนรู้การสอนจริง ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้คือ

3.4.1 นำชุดประลองพร้อมใบประลองไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ไม่เคยใช้โปรแกรมพีสไปซ์มาก่อน จำนวน 1 คน

3.4.2 ขณะที่นักศึกษาดลองด้วยตนเองนั้น นักศึกษาจะต้องทดสอบก่อนการประลองและปฏิบัติการประลอง ถ้าไม่เข้าใจให้ซักถาม เพื่อหาสาเหตุที่ไม่เข้าใจ โดยผู้วิจัยจะคอยสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา แล้วบันทึกไว้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชุดประลองต่อไป

3.4.3 เมื่อประลองจบแต่ละใบประลอง นักศึกษาจะทำแบบฝึกหัดระหว่างการประลอง และแบบทดสอบหลังการประลอง

3.4.4 นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่นักศึกษาไม่เข้าใจรวมทั้งเวลาในการปฏิบัติการทดลอง

3.5 ทดลองใช้ชุดประลองกับนักศึกษา 6 คน

จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดประลอง และตรวจสอบหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป ขั้นตอนในการดำเนินการทดลองมีดังนี้ คือ

3.5.1 นำชุดประลองไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ไม่เคยใช้โปรแกรมพีสไปซ์มาก่อน
จำนวน 6 คน

3.5.2 ให้นักศึกษาทั้ง 6 คน ทดลองตามใบประลองพร้อมกันจนครบ 3 ใบประลอง

3.5.3 ขณะที่นักศึกษาประลองด้วยตนเองนั้น นักศึกษาต้องทดสอบก่อนการทดลอง
ถ้าไม่เข้าใจให้ถามเพื่อหาสาเหตุ โดยผู้วิจัยจะคอยสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาว่าสงสัยหรือไม่
เข้าใจจุดไหนอย่างไร แล้วผู้วิจัยจะบันทึกไว้เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขชุดประลองต่อไป

3.5.4 เมื่อทดลองจบแต่ละใบประลอง นักศึกษาจะทำแบบฝึกหัดระหว่างการ
ประลอง และแบบทดสอบหลังการประลองแล้วนำมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลอง
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

3.6 ทดลองใช้ชุดประลองกับนักศึกษา 20 คน

จุดมุ่งหมายของการทดลองกลุ่มใหญ่ คือ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดประลอง ซึ่งมี
ขั้นตอนดังต่อไปนี้

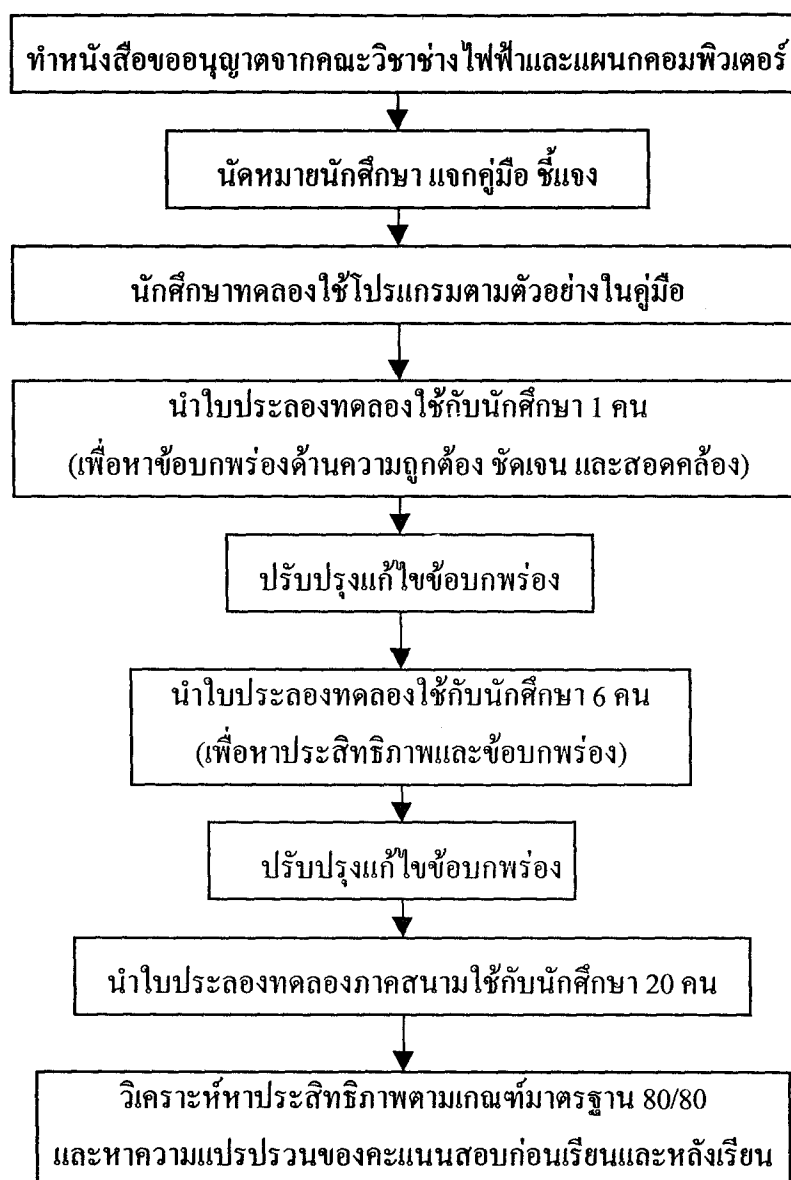
3.6.1 นำชุดประลองไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ไม่เคยใช้โปรแกรมพีสไปซ์
มาก่อน จำนวน 20 คน

3.6.2 ให้นักศึกษาจำนวน 20 คน ทดลองตามใบประลองพร้อมกันโดยทดลองครั้ง
ละ 1 ใบประลอง จนครบ 3 ใบประลอง

3.6.3 ขณะที่นักศึกษาประลองด้วยตนเองนั้น นักศึกษาต้องทดสอบก่อนการ
ประลอง

3.6.4 เมื่อประลองจบแต่ละใบประลอง นักศึกษาจะทำแบบฝึกหัดระหว่างการ
ประลองและแบบทดสอบหลังการประลองจนครบทุกใบประลองและวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ
ของชุดประลองตามเกณฑ์มาตรฐานที่ 80/80

3.6.5 วิเคราะห์หาความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบก่อนการประลอง และ
คะแนนทดสอบหลังการประลอง เพื่อเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการ
ทดลอง โดยใช้ t-test



ภาพประกอบ 8 แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการทดลอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการวิจัยจะดำเนินการดังนี้ คือ

4.1 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพชุดประลองจะประกอบด้วยค่าทางสถิติดังนี้ คือ

4.1.1 ค่าความยากง่าย (D-Index) และค่าอำนาจจำแนก (V-Index) ของแบบทดสอบ ซึ่งใช้วิธี 50/50 เนื่องจากมีผู้ทดสอบจำนวนน้อย โดยแบ่งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนอย่างละครึ่ง สูตรที่ใช้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2538 : 155-169)

$$\text{สูตร} \quad D = \left(\frac{Ru + RI}{N} \right)$$

$$\text{และ} \quad V = \left[\frac{Ru - RI}{\frac{N}{2}} \right]$$

D แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

V แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

Ru แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องในกลุ่มสูง

RI แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

โดยทั่วไปเราอาจแปลความหมายของระดับความยากง่ายดังนี้ (เพียน ไชยสร. 2529 : 10-25)

0.00 ถึง 0.09 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

0.10 ถึง 0.19 เป็นข้อสอบที่ยาก

0.20 ถึง 0.29 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก

0.30 ถึง 0.70 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายปานกลาง

0.71 ถึง 0.80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

0.81 ถึง 0.90 เป็นข้อสอบที่ง่าย

0.91 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

4.1.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เนื่องจากเป็นข้อสอบแบบปรนัยที่ตอบถูกได้ 1 คะแนนและตอบผิดได้ 0 คะแนน มีความยากของแบบทดสอบไม่เท่ากัน จึงใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson) (บุญชม ศรีสะอาด. 2538 : 155-169)

$$\text{สูตร} \quad r_u = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามหลักการวัดผลแบบอิงเกณฑ์

$$r_{cc} = \frac{r_u S^2 + (x - c)^2}{S^2 + (x - c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

r_u แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม

k แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

$q = 1-p$ แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เรียน

X แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการสอบ

c คือคะแนนเกณฑ์

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ในแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น +1.00 แสดงว่า ค่าความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้ เชื่อถือได้ ส่วนแบบที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียง 0.00 ไปจนถึง -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีค่าความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือไม่ได้ ไม่ควรนำมาใช้

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ 80/80

ผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยพิจารณา ดังนี้ คือ

4.2.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับ

ชุดประลอง 1 ชุด : จำนวนนักศึกษา 1 คน ชุดประลอง 1 ชุด : จำนวนนักศึกษา 6 คน และชุดประลอง 1 ชุด : จำนวนนักศึกษา 20 คน ใช้สูตร (วิเชียร เกตุสิงห์. 2530 : 97-104) ดังนี้ คือ

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\sum X / N}{A} * 100$$

$$E_2 = \frac{\sum f / N}{B} * 100$$

เมื่อ E_1 แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของ
คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างใบประลอง

E_2 แทน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของ
คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังการทดลอง

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างใบประลอง

$\sum f$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังการเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างใบประลอง

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการทดลอง

N แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

4.2.2 การวิเคราะห์หาความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบก่อนการทดลอง
และคะแนนแบบทดสอบหลังการทดลองใช้ t-test (กานดา พุนลาภทวี. 2530 : 217) เพื่อเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยกำหนดค่านัยสำคัญที่ 0.01 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้ คือ

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N}}}$$

เมื่อ $\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N คือ จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

เป็นสูตรการทดสอบผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยการทดลองก่อนและหลังการทดลอง
เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าของผู้เรียนจากการเรียนด้วยชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้
โปรแกรม ฟิชไปซ์ เวอร์ชัน 8 ฟลอว์วินโดว์ 95 สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองของชุดประลอง
กับนักศึกษา 20 คน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบทดสอบและหาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 โดยทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า จำนวน 20 คน โดยที่นักเรียนกลุ่มดังกล่าวไม่เคยใช้โปรแกรมพีสไปซ์มาก่อน โดยการใช้เครื่องมือโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อนักศึกษา 1 คน ในระหว่างเรียนแต่ละหัวข้อเรื่อง ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในใบประลองเพื่อประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียน จนครบทั้ง 3 เรื่อง เมื่อนักศึกษาเรียนครบทุกหัวข้อเรื่องแล้วให้ทำข้อสอบในแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์

1. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏผลดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อต้องการที่จะเลือกข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าความยากง่าย (D) ของแบบทดสอบอยู่ระหว่าง 0.55-1.00 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.83 และมีค่าอำนาจจำแนก (V) อยู่ระหว่าง 0.00-0.50 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.21 ดังแสดงในภาคผนวก ค. ตาราง 11

1.2 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formular 20) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ +0.80 ดังแสดงในภาคผนวก ค. จากตาราง 11

2. รายละเอียดการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลอง ทำเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

2.1 วิเคราะห์ผลจากการทำแบบฝึกหัดในใบประลองเพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน ทั้ง 3 หัวข้อเรื่อง มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 เรื่องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าและวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า ให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบประลอง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ แล้วตอบคำถาม คำนวณ เปรียบเทียบและสรุปผลการทดลอง คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลปรากฏว่านักเรียนทำข้อสอบถูก คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 24.3 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 81

2.1.2 เรื่องกฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ ให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบ
ทดลองโดยใช้โปรแกรมฟิสิกส์ไปซ์ และตอบคำถาม จำนวน เปรียบเทียบ และสรุปผลการทดลอง
คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลปรากฏว่า นักศึกษาทำข้อสอบถูก คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 24.85 คะแนน
หรือคิดเป็นร้อยละ 82.83

2.1.3 เรื่องวิธีการของโหนดโวลต์เตจ ให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบทดลองโดยใช้
โปรแกรมฟิสิกส์ไปซ์ แล้วตอบคำถาม จำนวน เปรียบเทียบสรุปผลการทดลอง คะแนนเต็ม 20 คะแนน
ปรากฏว่านักศึกษาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 16.1 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 80.5

จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เพื่อประเมินความ
ก้าวหน้าทางการเรียนทั้ง 3 หัวข้อ พบว่า ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ทุกหัวข้อเรื่อง ซึ่งมีคะแนนเต็ม
80 คะแนน นักศึกษาทำถูกคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 65.25 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 81.56 คะแนน
ดังแสดงในตาราง 9 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค. ตาราง 12)

ตาราง 9 แสดงประสิทธิภาพของชุดทดลองจากการทำแบบฝึกหัด

เรื่อง	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
1	30	24.30	81.00
2	30	24.85	82.83
3	20	16.10	80.50
รวม	80	65.25	81.56

2.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีรายละเอียดดังนี้

แบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบ
แบบปรนัย แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ทดสอบเมื่อนักศึกษาเรียนจบทั้ง 3 หัวข้อ
เรื่อง คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลปรากฏว่า นักศึกษาทำข้อสอบถูกคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 25.05 คะแนน
หรือคิดเป็นร้อยละ 83.5 คะแนน

จากการนำชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ ไปใช้ในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 20 คน ผลปรากฏว่านักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้ถูกต้อง คิดเฉลี่ยร้อยละ 83.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ ดังแสดงในตาราง 10 (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ค. ตาราง 12)

ตาราง 10 แสดงการหาประสิทธิภาพของชุดประลอง

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนจากแบบฝึกหัด	80	65.25	81.56
คะแนนจากแบบทดสอบ	30	25.05	83.50

ดังนั้น แสดงว่าชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

2.3 การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของคะแนนสอบก่อนการประลองและหลังการประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ แล้วเปรียบเทียบกันโดยใช้ค่าสถิติ t -test (แสดงในภาคผนวก ค. ตาราง 13) พบว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 34.629 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า t ในตาราง t (ซึ่ง $t = 2.539^{**}$) แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคะแนนแบบทดสอบหลังการประลองสูงกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนการประลอง แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในการประลองดีขึ้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาค้นคว้า เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุด
ประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ วิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

5.1 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้
โปรแกรมพีสไปซ์ สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชา
ชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 27 คน โดย
ทดลองกลุ่มย่อย 1 คน 6 คน และทดลองภาคสนามจำนวน 20 คน

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

5.3.1 ใบประกอบ เรื่องวงจรแบ่งกระแสและวงจรแบ่งแรงดัน กฎแรงดันไฟฟ้าและ
กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ ทฤษฎีโหนดโวลต์แดง ใบประกอบ ประกอบด้วยวัสดุประสงค์
รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นตอนการประกอบ ผลการประกอบ และแบบฝึกหัดระหว่าง
ประกอบ

5.3.2 แบบทดสอบ ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนการประกอบ แบบฝึกหัดระหว่าง
ประกอบและแบบทดสอบหลังการประกอบ จำนวน 30 ข้อ

5.3.3 คู่มือการใช้โปรแกรมพีสไปซ์ และโปรแกรมพีสไปซ์

5.4 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.4.1 ทำหนังสือขออนุญาตใช้สถานที่ และติดต่อกับแผนกคอมพิวเตอร์ เพื่อขอติดตั้ง
โปรแกรมและใช้คอมพิวเตอร์ จำนวน 20 เครื่อง

5.4.2 นัดหมายนักศึกษา แจกคู่มือพร้อมชี้แจง

5.4.3 ทดลองใช้ชุดประลองกับกลุ่มย่อยและปรับปรุงแก้ไข

5.4.4 ทดลองใช้ชุดประลองกับนักศึกษา 20 คน ในภาคสนาม

5.4.5 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

5.4.6 วิเคราะห์หาความแปรปรวนของคะแนนสอบ ก่อนการประลองและหลังการประลอง

5.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

5.5.1 ชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ สำหรับสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

5.5.2. ผลการเปรียบเทียบของคะแนนแบบทดสอบก่อนการประลองและหลังการประลอง ด้วยชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองของนักศึกษา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha = 0.01$ โดยคะแนนแบบทดสอบหลังการประลอง สูงกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนการประลอง แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในการปฏิบัติการทดลองดีขึ้น

5.6 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ

ชุดประลองที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยมีค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างการประลอง เฉลี่ยร้อยละ 81.56 และมีค่าประสิทธิภาพตัวหลัง ซึ่งได้จากคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทดสอบหลังการประลองครบทั้ง 3 เรื่อง เฉลี่ยร้อยละ 83.5 สูงกว่าเกณฑ์กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ไวพจน์ สุภบรรเสถียร (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพใบประลอง ที่ใช้ประกอบการสอนวิชาโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี ที่ใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่า ใบประลองวิชาโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.87/80.20 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย และสมบัติ น้อยประเสริฐ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง

การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การใช้ซอฟต์แวร์ AUTO CAT ช่วยในการเขียนแบบ” ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล พบว่าภาคทฤษฎี บทเรียนโปรแกรมทั้ง 4 หน่วย มีประสิทธิภาพ 88.93/82.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ภาคปฏิบัติ บทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 93.70/95.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการสังเกตและทดลองใช้ชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ ผู้วิจัยพบข้อดีหลายประการ ที่ทำให้ชุดประลองมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือนักศึกษามีความตั้งใจและสนใจเรียนตลอดเวลา เพราะได้ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ทันสมัย ทราบผลเร็ว ผลการทดลองไม่คลาดเคลื่อน นักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพ สะดวกในการควบคุมนักศึกษา ไม่ต้องเสียเวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์และตรวจเช็คความพร้อมของอุปกรณ์การประลอง เวลาที่ใช้ในการประลองสั้นกว่าการประลองด้วยอุปกรณ์จริง ดังเช่นในการประลองทั้ง 3 หัวข้อเรื่อง จะใช้เวลา 9 คาบ แต่เมื่อประลองโดยใช้โปรแกรม พีสไปซ์ จะใช้เวลาประมาณเพียง 5 คาบเท่านั้น และนักศึกษาสามารถลองผิดลองถูกได้ โดยไม่ต้องเสี่ยงต่อการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ นักศึกษาสามารถเรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง จะหยุดพักในช่วงไหนของการประลองก็ได้ อีกทั้งยังสามารถนำเอาความรู้ เทคโนโลยีใหม่ๆ ไปเป็นพื้นฐานในการเรียนชั้นสูงต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้กับการศึกษานอกระบบได้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม โปรแกรมพีสไปซ์ก็มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถวิเคราะห์หาค่าความต้านทานในวงจรได้ ดังนั้นในการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ ในวงจรด้วยวิธีเทวินินและนอร์ตัน อาจมีปัญหาบ้าง คือต้องนำค่ากระแสและแรงดันที่ได้จากการวิเคราะห์ ในแต่ละส่วน มาคำนวณหาค่าความต้านทานเอง อย่างไรก็ตามในการเรียนภาคปฏิบัติทดลองนั้น จุดประสงค์ของหลักสูตรต้องการให้นักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ มีทักษะในการต่อวงจร ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร จึงควรให้นักศึกษาเรียนควบคู่ไปกับการทดลองจากอุปกรณ์จริงด้วย เพื่อให้ศึกษานำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้

5.7 ข้อเสนอแนะ

5.7.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

ก. ผลการวิจัยครั้งนี้ควรนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบและส่งเสริมให้มีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการสอนในสาขาวิชาชีพของกรมอาชีวศึกษา เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีศักยภาพและประสิทธิภาพในการทำงานสูง เมื่อนำมาประกอบการสอน จะส่งผลให้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษาดีขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียน เพื่อให้นักศึกษาได้มีเวลาในการศึกษาค้นคว้าเนื้อหามากขึ้น และนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับและวิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้อีกด้วย

ข. หน่วยงานด้านอาชีวศึกษา ควรจัดให้มีการอบรมหรือเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการสร้าง การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้แก่ครู-อาจารย์ในสังกัด เพื่อให้มีความรู้กว้างขวางมากขึ้นและเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอน และสถาบันควรมีความพร้อมในด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อให้บริการแก่นักเรียนที่ต้องการเรียนวิชาต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์

ค. ควรมีการพัฒนาโปรแกรมพีสไปซ์ สำหรับวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าให้มีศักยภาพสูงขึ้น ทั้งในด้านความสามารถในการวิเคราะห์ หาค่าต่าง ๆ ความเร็วในการแสดงผล ความสะดวกในการใช้โปรแกรมและสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

5.7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ก. ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนโดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ กับการเรียนโดยใช้อุปกรณ์ทดลองจริง

ข. ควรทำการศึกษาเพื่อประเมินความพึงพอใจในการเรียน ระหว่างการสอนภาคปฏิบัติการทดลองโดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ กับการสอนปฏิบัติโดยใช้อุปกรณ์ทดลองจริง

ค. ควรทำการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ ในวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนามรงค์. “แนวคิดการหาประสิทธิภาพของบทเรียน CAI,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. : 14-18 ; กรุงเทพฯ : สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. วิธีการสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2524.
- กานดา พูนลาภทวี. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2530.
- เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์การเชื่อมวิชาการเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ คอ.ม.ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2538. อัดสำเนา.
- ขนิษฐา ธานนท์. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน,” เทคโนโลยีการศึกษา. : 8 ; พฤษภาคม 2532.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. “คอมพิวเตอร์กับการศึกษา,” ศูนย์วิจัยเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ, 2536.
- จิระศักดิ์ สีนุชอุดมชัย. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (พท.012) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.
- เจษฎา ชนะโรด. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับวิธีการสอนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.
- จรัญ แสงราช. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, และคนอื่น ๆ. เอกสารการสอนชุดวิชา 20301 เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2523. อัดสำเนา.
- ชูศักดิ์ เปลียนภู. เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ พัฒนาด้านแบบ คู่มือการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 1-2 ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

2536. อัดสำเนา.

ไชยชาญ หินเกิด. การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาปฏิบัติการเครื่องกลไฟฟ้าระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยการใช้ใบสั่งงานการสอนครั้งละเรื่องและการสอนครั้งละหลายเรื่อง. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528. อัดสำเนา.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา : หลักและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : บริษัท วัฒนาไทยพานิช จำกัด, 226.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. พัฒนาวัสดุ. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521.

ณรงค์ บุญมี. รายงานการประชุมวิชาการ เรื่องการนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สสวท, 2529.

ทอง ถานธารทอง. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.

ทักษิณา สนวนานนท์. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ครุสภา, 2530.

เทียนชัย นกครุฑ และคณะ. คู่มือปฏิบัติการ Spice for Windows. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2540.

ธีรวุฒิ บุญโสภณ. การบริหารอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษาเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.

นพรัตน์ เทียงตรง. การศึกษาปัญหาและความต้องการในการใช้สื่อการเรียนการสอนวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในสถานศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.

นภัทร วัฒนเทพินทร์. การสร้างและการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดประลองเรื่องวงจรพัลส์และสวิชชิง. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, พระนครเหนือ, 2534. อัดสำเนา.

นภัทร วัฒนเทพินทร์ และชูศักดิ์ จำพิมพ์. วงจรไฟฟ้ากระแสตรง(ภาคปฏิบัติ). กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์ จำกัด, 2538.

นุชนาถ จิตติโกคา. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. อัดสำเนา.

บงกชพันธ์ ทองงาม. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ชั้นปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม.

ปริชญานิพนธ์ กศ.ม.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
อัคราณา.

บุญชม ศรีสะอาด. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. เทคโนโลยีอาชีวศึกษาช่วงอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, 2519.

ปภาสิต ภัทรรังษี. การสร้างชุดฝึกสถานการณ์จำลองปัญหาในระบบปรับอากาศในรถยนต์.

วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.
อัคราณา.

ประกาศิต ดันตือลงการ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.

วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535.
อัคราณา.

ปรีชา ทัพพะกุล ณ อุรุยา. การศึกษาปัญหาและความต้องการในการใช้สื่อการเรียนการสอนของ
ครูช่างไฟฟ้ากำลัง ในวิทยาลัยเทคนิคสังกัดกรมอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ คอ.ม.

กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2533. อัคราณา.

เพียน ไชยสร. รายงานการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ข้อสอบความถนัดทางการเรียนในการสอบ
คัดเลือกผู้สำเร็จการศึกษา ป.กศ.สูง หรือเทียบเท่าเข้าศึกษาต่อในคณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2529.

พิตร ทองชั้น. หลักการวัดผล. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์, 2537.

พิชัย เพ่งพันธุ์พัฒน์. ปัญหาการเรียนการสอนวิชาช่างอุตสาหกรรมของแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์
คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529. อัคราณา.

พุทธินคร ด้อยสำราญ. การวิเคราะห์สภาพและความต้องการศูนย์สื่อการศึกษาในวิทยาลัย
สารพัดช่าง และวิทยาลัยการอาชีพ กลุ่มภาคกลาง กรมอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ คอ.ม.
กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536. อัคราณา.

ไพโรจน์ ทรัพย์สุทธิ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวิชาไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม.
วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.
อัคราณา.

- มนตรี เข็มราช. การสร้างชุดการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เรื่องการแปลงแรงดันไฟฟ้า กระแสระดับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ปรับค่าได้ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2527. วิทยานิพนธ์
 คอ.ม.กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.
- ยุพดี เกลาภักตร์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำวิชาคิจิตตอล 1 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ. วิทยานิพนธ์ คอ.ม.
 กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536. อัดสำเนา.
- ยีน ภู่วรรณ. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. รายงานการสัมมนาบทบาทของ
 เทคโนโลยีขั้นสูงต่อการพัฒนาการศึกษาไทยในอนาคต นิสิตปริญญาโทสศ
 ทัศนศึกษา: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531. อัดสำเนา.
- เรืองเดช วงศ์หล้า. “คอมพิวเตอร์กับการแก้ปัญหาการสอนคณิตศาสตร์,” บันทึกทำอิฐ. 97-104 ;
 ตุลาคม 2528 - มีนาคม 2529.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : บริษัทศึกษา
 พร จำกัด, 2531.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. สื่อการสอนเทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัยและการสอนร่วมสมัย.
 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2531.
- วิจิตร ศิลคุณ และสุรศักดิ์ วงษ์ธนะชัย. ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ : เจริญธรรม,
 2533.
- วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพฯ :
 ไทยวัฒนาพานิช, 2530.
- วิริติ อัสวานุวัตร. เอกสารประกอบการสอน วิชาการวัดและประเมินการศึกษา. คณะครุศาสตร์
 อุตรดิตถ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.
- วีระ ไทยพานิช. 57 วิธีสอน. กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
 2529. อัดสำเนา.
- วัชรพงษ์ ติโกศล และนิการ ท้ายบัตร. โปรแกรมช่วยสอนเรื่อง โครงการสร้างและการจัด
 ใบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ด้วยโปรแกรม AUTHORWARE PROFESSIONAL FOR
 WINDOWS. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,
 2538. อัดสำเนา.

วัฒนา กสิกุล. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องระบบปรับอากาศ หลักสูตรครู
ศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.

ไวพจน์ ศุภวรรณเสถียร. การสร้างและหาประสิทธิภาพใบประกอบที่ใช้ประกอบการสอนวิชา
โปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่ใช้ร่วมกับ ไมโครคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรของสถาบัน
เทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2536. อัดสำเนา.

ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประกอบเครื่องรับวิทยุ AM-FM.

วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2533
อัดสำเนา.

ศิลปนิรันดร์ รื่นณรงค์. การศึกษาสภาพความต้องการและปัญหาการปฏิบัติงานด้านสื่อการสอน
ของศูนย์วิชาการจังหวัด เขตการศึกษา 5. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2533. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
พุทธศักราช 2540 วงจรไฟฟ้า 1. ม.ป.ป. อัดสำเนา.

สภาวิจัยแห่งชาติ. นโยบายและแนวทางการวิจัยและพัฒนาของชาติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การ
สงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2535.

สมเด็จ น้อยสวย. การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนสำเร็จรูปวิชางานไมโครคอมพิวเตอร์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
วิทยานิพนธ์ คอ.ม.กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536.
อัดสำเนา.

สมบัติ น้อยประเสริฐ. การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนเรื่อง “การใช้ซอฟต์แวร์ Auto CAD ช่วยในการเขียนแบบ” ของนักศึกษาในระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ คอ.ม.กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความ
สามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการศึกษาทดลองกับการเรียนตามคู่มือครู.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2536.
อัดสำเนา.

สมพงษ์ บุญญา. รายงานการวิจัยเรื่องการให้บริการเทคโนโลยีทางการศึกษาในวิทยาลัยเกษตรกรรมกลุ่มภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคกลางบางส่วน สังกัดกรมอาชีวศึกษา. 2538.

สุชาติ ศิริสุขไพบุลย์. การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.

สุเทพ บุตรดี. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่องงานฉีดพลาสติกสำหรับใช้ในการสอนวิชางานพลาสติกทั่วไป สาขาช่างเทคนิคอุตสาหกรรมของกรมอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2533. อัดสำเนา.

สุชน แก่นดั้น. ปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเล่ม 2. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2538.

สุพร ชัยเดชสุริยะ. “มาใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนประถมกันเถิด” จันทร์เกษม. : 26-29 ; มีนาคม-เมษายน 2529

สุภรณ์ พันธุ์รัตนอิสระ. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยอาชีวและเทคนิคศึกษา. ภาควิชาบริหารการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2533 .

สุราษฎร์ พรหมจันทร์. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.

สุรัตน์ นันตะสุคนธ์. การศึกษาปัญหาการสอนของครูช่างไฟฟ้า ที่สอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในสังกัดกองวิชาเทคนิค กรมอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530. อัดสำเนา.

สุวิทย์ ศานติพิบูล. การสร้างชุดประลองเครื่องทำความเย็น ตามหลักสูตรปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ พุทธศักราช 2532. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2532. อัดสำเนา.

เสาวนีย์ สิกขามันต์. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

แหยม กาสี. การสร้างและทดลองหาประสิทธิภาพชุดประลองการวัดไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535. อัดสำเนา.

อดิคม ฤกษ์บุตร. คู่มือการใช้ PSpice เบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2537.

อนันต์ ศรีโสภณ. หลักการวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2527.

อุทัย แบนดอนอม, ภาณุ วัฒนวิชัย และธีรวัฒน์ ศิลปรัตน์. ชุดทดลองเครื่องทำความเย็น.
วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
อัคราณา.

เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. การวิจัยเทคโนโลยีการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2537.

เอกศิลป์ ขงทศนีย์ และอุส่าห์ บุตรทา. ชุดฝึกวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. วิทยานิพนธ์ คอ.ม.
กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536. อัคราณา.

อำนาจ เลิศรัตนดี. การทดสอบและวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์อำนาจ
การพิมพ์, 2533.

อำไพ คชวงษ์. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน : สื่อตัวใหม่,” วารสารวิทยจารย์. 91(4) : 17-19 ;
เมษายน 2536.

Clinton, Tomas Allan. A Study of Problems Encountered by One Hundred Graduated of East Texas State University and the Functional Relationship between these Problems and the Teacher Educational Program. Dissertation Abstracts International, 1965

Margales, Richard Allen. A Study of Media Use, Attitude and Barriers as Measurement for Evaluating the Influence of Extra Media Support Service Faculty Teaching in Classroom. Doctoral Dissertation Michigan State University, 1969.

Rosner, E. “An Evaluation of a Computer-Assisted Instructional Unit in Basic Electrical Awareness for Sixth Through Ninth Grade Science Students,” Dissertation Abstracts International , 1989.

Stolurow, Lawrence M. Computer in the Encyclopedia of Education New York. : Macmillan co., 1971.

ภาคผนวก ก.

- **ลักษณะรายวิชา**
- **แผนการสอน**
- **บันทึกการสอน**
- **แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ**

ลักษณะรายวิชา

รหัสและชื่อวิชา	31042001 วงจรไฟฟ้า 1
สภาพรายวิชา	หมวดวิชาชีพพื้นฐาน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
เวลาเรียน	ทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 คาบ/สัปดาห์ รวมทฤษฎี 36 คาบ/ภาคเรียน ปฏิบัติ 54 คาบ/ภาคเรียน
หน่วยกิต	3 หน่วย

จุดประสงค์รายวิชา

1. รู้ชนิดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. เข้าใจทฤษฎีการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีต่าง ๆ
3. เข้าใจทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า และคำนวณค่าต่าง ๆ
4. เข้าใจผลของการเกิดอินดักแตนซ์ และคาปาซิแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
5. รู้วิธีการเปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กและวงจรไฟฟ้า
6. เข้าใจวิธีการวัดค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีการต่าง ๆ การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าที่มีผลต่อการเกิดอินดักแตนซ์ และคาปาซิแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แม่เหล็กไฟฟ้า การคำนวณค่าต่าง ๆ

ปฏิบัติการวัดแรงดัน และกระแสในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีต่าง ๆ การหาค่าสถานะที่ทำให้เกิดการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด การหาค่าเปลี่ยนแปลงของวงจรอินดักแตนซ์ และค่าคาปาซิแตนซ์ การหาค่า B-H ในวงจรแม่เหล็กไฟฟ้า

หน่วยการสอนภาคทฤษฎี
รายวิชา 31042001 วงจรไฟฟ้า 1 2-3-3

หน่วยที่ 1	แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	2	คาบ
หน่วยที่ 2	การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	16	คาบ
หน่วยที่ 3	คาปาซิแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	4	คาบ
หน่วยที่ 4	แม่เหล็กไฟฟ้าและวงจรแม่เหล็ก	6	คาบ
หน่วยที่ 5	อินดักแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	4	คาบ
	รวม	32	คาบ
	วัดผล	4	คาบ
	รวมทั้งสิ้น	36	คาบ

หน่วยการสอนภาคปฏิบัติ

รายวิชา 31042001 วงจรไฟฟ้า 1

2-3-3

หน่วยที่ 1	แนะนำการใช้โปรแกรม PSpice	3 คาบ
หน่วยที่ 2	การทดลองการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า	3 คาบ
หน่วยที่ 3	การทดลองเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและวงจรแบ่งกระแส	3 คาบ
หน่วยที่ 4	การทดลองเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์	3 คาบ
หน่วยที่ 5	การทดลองเรื่องวิธีเมชเคอร์เรนท์	3 คาบ
หน่วยที่ 6	การทดลองเรื่องวิธีโหนดโวลต์เตจ	3 คาบ
หน่วยที่ 7	การทดลองเรื่องทฤษฎีการวางซ้อน	3 คาบ
หน่วยที่ 8	การทดลองเรื่องทฤษฎีเทวินิน	3 คาบ
หน่วยที่ 9	การทดลองเรื่องทฤษฎีการส่งผ่านกำลังสูงสุด	3 คาบ
หน่วยที่ 10	การทดลองเรื่องทฤษฎีของนอร์ตัน	3 คาบ
หน่วยที่ 11	การทดลองเรื่องทฤษฎีการแทนที่	3 คาบ
หน่วยที่ 12	การทดลองเรื่องทฤษฎีการทดแทน	3 คาบ
หน่วยที่ 13	การทดลองเรื่องการเก็บประจุและการคายประจุของ คาปาซิเตอร์	3 คาบ
หน่วยที่ 14	การทดลองเรื่องการเขียน B-H Curve ในวงจรแม่เหล็ก	3 คาบ
หน่วยที่ 15	การทดลองเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้า	3 คาบ
หน่วยที่ 16	การทดลองเรื่องการเพิ่มและลด RL transient Current	3 คาบ
	รวม	48 คาบ
	วัดผล 6	คาบ
	รวมทั้งสิ้น 54	คาบ

ตาราง 1 แสดงแผนการสอน (ภาคทฤษฎี) รายวิชา 31042001 วงจรไฟฟ้า 1 2-3-3 หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ลำดับที่	จำนวนคาบ	รายการสอน	หมายเหตุ
1	2	1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 1.1 เซลล์และแบตเตอรี่ 1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 1.3 เทอร์โมคัปเปิล 1.4 โซลาร์เซลล์ 1.5 คริสตัล 1.6 วารีโอเบิล ดี.ซี.เพาเวอร์ซัพพลาย	2 คาบ
(2-9)	16	2. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง 2.1 Nodes, Branches, Loops (1 คาบ) 2.2 กฎของเคอร์ชอฟฟ์ (2 คาบ) 2.2.1 กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ 2.2.2 กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ 2.3 วิธีเมชเคอร์เรนท์ 2.3.1 วิธีเมชเคอร์เรนท์ 2.3.2 การเลือกสมมุติเมชเคอร์เรนท์ 2.3.3 จำนวนสมการของเมชเคอร์เรนท์ 2.4 วิถีโหนดโวลต์เตจ 2.4.1 วิถีโหนดโวลต์เตจ 2.4.2 จำนวนสมการของโหนดโวลต์เตจ 2.4.3 ลำดับขั้นตอนการสร้างสมการโหนด 2.5 ทฤษฎีการวางซ้อน 2.5.1 หลักการของทฤษฎีการวางซ้อน 2.5.2 ลำดับขั้นตอนของทฤษฎีการวางซ้อน	1 คาบ 2 คาบ 2 คาบ 2 คาบ
2			
3			
4			
5			

ตาราง 1(ต่อ)

ลำดับที่	จำนวนคาบ	รายการสอน	หมายเหตุ
6		2.6 ทฤษฎีของเทวินิน 2.6.1 หลักการของทฤษฎีของเทวินิน	2 คาบ
7		2.7 ทฤษฎีการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุด 2.7.1 หลักการของทฤษฎีการส่งผ่านกำลังไฟฟ้าสูงสุด	2 คาบ
8		2.8 ทฤษฎีของนอร์ตัน 2.8.1 หลักการของทฤษฎีของนอร์ตัน	2 คาบ
9		2.9 ทฤษฎีของมิลแมน 2.9.1 หลักการทฤษฎีของมิลแมน	1 คาบ
10	2	สอบกลางภาค	
11-12	4	3. คาปาซิแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 3.1 คาปาซิเตอร์และคาปาซิแตนซ์ 3.2 คาปาซิเตอร์ต่อแบบอนุกรมและขนาน 3.3 กระแสที่ไหลในคาปาซิเตอร์ 3.4 Transients ในวงจร RC 3.4.1 ไซเคิลการชาร์จ (Charging Cycle) 3.4.2 ไซเคิลการดิสชาร์จ (Discharging Cycle)	
13-15	6	4. แม่เหล็กไฟฟ้าและวงจรแม่เหล็ก 4.1 สนามแม่เหล็กและคุณสมบัติของสนามแม่เหล็ก 4.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 4.3 วงจรแม่เหล็ก 4.4 กฎของโอห์มสำหรับวงจรแม่เหล็ก 4.5 ฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) 4.6 วงจรแม่เหล็กอนุกรมและขนาน 4.7 การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	

ตาราง 1 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	จำนวนคาบ	รายการสอน	หมายเหตุ
16-17	4	4.7.1 กฎของฟาราเดย์ 4.7.2 กฎของเลนซ์ 5. อินдукแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 5.1 อินдукแตนซ์ในตัวเอง (Self Inductance) 5.2 อินдукเตอร์ต่ออนุกรมและขนาน 5.3 Transients ในวงจร RL 5.3.1 ขณะกระแสไหลเพิ่มขึ้น 5.3.2 ขณะกระแสไหลลดลง	
18	2	สอบปลายภาค	
รวมทั้งสิ้น		36 คาบ/ภาคเรียน	

ตาราง 2 แสดงแผนการสอน (ภาคปฏิบัติ) รายวิชา 31042001 วงจรไฟฟ้า 2-3-3

สัปดาห์ที่	จำนวนคาบ	รายการสอน	หมายเหตุ
1	3	1. แนะนำการใช้โปรแกรม PSpice 1.1 Icon ต่าง ๆ 1.2 การวิเคราะห์วงจรแบบ D.C. 1.3 การวิเคราะห์วงจรแบบเชิงเส้น	
2	3	2. การทดลองการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า 2.1 วงจรอนุกรม 2.2 วงจรขนาน 2.3 วงจรผสม	
3	3	3. การทดลองเรื่องวิธีเมซเคอร์เรนท์	
4	3	4. การทดลองเรื่องทฤษฎีการวางซ้อน	
5	3	5. การทดลองเรื่องทฤษฎีเทวินิน	
6	3	6. การทดลองเรื่องทฤษฎีโน้อร์ตัน	
7	3	7. การทดลองเรื่องทฤษฎีการส่งผ่านกำลังสูงสุด	
8	3	8. การทดลองเรื่องทฤษฎีการแทนที่	
9	3	9. การทดลองเรื่องทฤษฎีการทดแทน	
10	3	สอบกลางภาค	
11	3	10. การทดลองเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและวงจรแบ่งกระแส 10.1 วงจรแบ่งแรงดัน 10.1.1 วงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลด 10.1.2 วงจรแบ่งแรงดันแบบมีโหลด	
12	3	10.2 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 11. การทดลองเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์ 11.1 กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ 11.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	

ตาราง 2 (ต่อ)

ลำดับที่	จำนวนคาบ	รายการสอน	หมายเหตุ
13	3	12. การทดลองเรื่องวิธีโหนดโวลต์เตจ	
14	3	13. การทดลองเรื่องการเก็บประจุและการคายประจุของ คาปาซิเตอร์	
15.	3	14. การทดลองเรื่องการเขียน B-H Curve ในวงจร แม่เหล็ก	
16	3	15. การทดลองเรื่องการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	
17	3	16. การทดลองเรื่องการเพิ่มและลด RL transient Current	
18	3	สอบปลายภาค	
รวมทั้งสิ้น		54 คาบ/ภาคเรียน	

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. บรรยาย สาริต
2. ประลอง เพื่อพิสูจน์ทฤษฎี
3. คำนวณค่าต่าง ๆ จากวงจร-ตอบคำถามในใบประลอง
4. เปรียบเทียบผลกับการทดลอง

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบ (คู่มือการใช้โปรแกรม PSpice)
2. ใบประลอง
3. โปรแกรม PSpice
4. คอมพิวเตอร์

การประเมินผล

1. กิจกรรมระหว่างภาค
 - ผลจากการทดลอง
 - วิเคราะห์ผลจากการทดลอง
 - ตอบคำถามในใบประลอง
 - สรุปผลการทดลอง
 - กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน
 - ทดสอบย่อย
2. สอบปลายภาค

ตาราง 3 แสดงบันทึกการสอน วิชาวงจรไฟฟ้า 1 รหัส 31042001 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เรื่องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า
สัปดาห์ที่ 11 เวลา 1.5 คาบ (คาบละ 50 นาที)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อ	ประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า 1.1 การต่อวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด	1. ต้องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลดได้ 2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง 3. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าและเปรียบเทียบ กับผลการทดลองได้ถูกต้อง	1. ครูแจกคู่มือการใช้โปรแกรม PSpice ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามขั้นตอนการเรียนรู้ 3. ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วย Pspice	1. นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรม PSpice 2. นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจ 3. นักเรียนศึกษาแล้วสร้างวงจรตามใบประกอบ	1. คู่มือการใช้โปรแกรม PSpice 2. คอมพิวเตอร์ 3. โปรแกรม PSpice 4. ใบประกอบ	1. คะแนนระหว่างการประชุม 2. คะแนนหลังการทดลอง
1.2 การต่อวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด	4. ต้องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลดได้ 5. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้ถูกต้อง 6. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าและเปรียบเทียบ กับผลการทดลองได้ถูกต้อง 7. ออกแบบวงจรการแบ่งแรงดันไฟฟ้าได้				

ตาราง 3 (ต่อ)แสดงบันทึกการสอน วิชาวงจรไฟฟ้า 1 รหัส 31042001 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เรื่องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า
สัปดาห์ที่ 11 เวลา 1.5 คาบ (คาบละ 50 นาที)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	ประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
2. วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า	1. ต้องวงจรตามที่กำหนดให้ โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง 2. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจร ได้อย่างถูกต้อง 3. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการแบ่งกระแสไฟฟ้าได้ 4. เปรียบเทียบค่าที่คำนวณกับผลการทดลองได้ถูกต้อง 5. ออกแบบวงจรการแบ่งกระแสไฟฟ้าได้	1.ครูแจกคู่มือ การใช้โปรแกรม Pspiceให้นักเรียน คนละ 1 ชุด 2.ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม 3.ครูให้นักเรียนศึกษาการสร้างวงจรโดยใช้ PSpice	1.นักเรียนศึกษาคู่มือ การใช้โปรแกรม Pspice 2.นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจ 3.นักเรียนสร้างวงจรตามใบประสงค์ 4.นักเรียนสรุปและร่วมกันอภิปรายผล การทดลอง	1.คู่มือการใช้โปรแกรม PSpice 2.คอมพิวเตอร์ 3.โปรแกรม PSpice 4.ใบประสงค์	1.คะแนนระหว่าง การทดลอง 2.คะแนนหลัง การทดลอง

ตาราง 3 (ต่อ) แสดงบันทึกการสอน วิชาวงจรไฟฟ้า 1 รหัส 31042001 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์
สัปดาห์ที่ 12 เวลา 3 คาบ (คาบละ 50 นาที)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้		สื่อ	ประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1. กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	1. ต้องวงจรตามที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง 2. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจร โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง 3. เข้าใจความหมายของกฎแรงดันและกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ 4. นำกฎของเคอร์ชอฟฟ์ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าได้ 5. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณกับการทดลองได้	1. ครูแจกคู่มือการใช้โปรแกรม PSpice ให้นักเรียนคนละ 1 ชุด 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม 3. ครูให้นักเรียนศึกษาการสร้างวงจรและการวัดค่าต่าง ๆ ในวงจรโดยใช้ PSpice	1. นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรม PSpice 2. นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจ 3. นักเรียนสร้างวงจรตามใบทดลอง 4. นักเรียนสรุปและร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง	1. คู่มือการใช้โปรแกรม PSpice 2. คอมพิวเตอร์ 3. โปรแกรม PSpice 4. ใบทดลอง	1. คะแนนระหว่างการแข่งขัน 2. คะแนนหลังการทดลอง
2. กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์					

ตาราง 3 (ต่อ) แสดงบันทึกการสอน วิชาวงจรไฟฟ้า 1 รหัส 31042001 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เรื่องวิธีโหนดโวลต์เตจ
สัปดาห์ที่ 13 เวลา 3 คาบ (คาบละ 50 นาที)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	กิจกรรมการเรียนรู้การสอน		สื่อ	ประเมินผล
		กิจกรรมครู	กิจกรรมนักเรียน		
1. วิธีโหนดโวลต์เตจ	1. ตีตารางตามที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง 2. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง 3. รู้วิธีการของโหนดโวลต์เตจ 4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรด้วยวิธีโหนดโวลต์เตจ ได้อย่างถูกต้อง 5. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณกับการทดลองได้ถูกต้อง	1. ครูแจกคู่มือการใช้โปรแกรม PSpiceให้นักเรียนคนละ 1 ชุด 2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม 3. ครูให้นักเรียนศึกษาการสร้างวงจรโดยใช้PSpice	1. นักเรียนศึกษาคู่มือการใช้โปรแกรม Pspice 2. นักเรียนสอบถามทำความเข้าใจ 3. นักเรียนสร้างวงจรตามใบระลอง 4. นักเรียนสรุปและร่วมกันอภิปรายผลการระลอง	1. คู่มือการใช้โปรแกรม PSpice 2. คอมพิวเตอร์ 3. โปรแกรม PSpice 4. ใบระลอง	1. คะแนนระหว่างการระลอง 2. คะแนนหลังการระลอง

แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเรื่อง
ลำดับความเหมาะสมในการใช้โปรแกรม PSpice สำหรับสอนปฏิบัติการ
ทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ในวิชาวงจรไฟฟ้า 1

เรียน.....

ดิฉัน นางสาวสุทธิดา คงสมนาม กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง การหาประสิทธิภาพของชุด
ทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรม PSpice Version 8 For Windows 95 สำหรับการ
สอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช
2540 โดยงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาอุตสาหกรรมศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งดิฉันเห็นว่าท่านเป็นผู้หนึ่งที่สอนหรือเคยทำการ
สอนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ในวิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษา มาเป็นเวลานาน จึงขอความกรุณา
จากท่านช่วยตอบแบบสอบถามที่ส่งมาพร้อมนี้

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านให้ความอนุเคราะห์แก่ดิฉันเป็นอย่างดี
และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสุทธิดา คงสมนาม)

แบบสำรวจความเหมาะสมในการใช้โปรแกรม PSpice

กับบทเรียนการสอนภาคปฏิบัติในวิชาวงจรไฟฟ้า 1

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย / ลงในตารางลำดับความเหมาะสมที่ตรงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด

ลำดับความเหมาะสมในการใช้โปรแกรม Pspice กับบทเรียนการสอนภาคปฏิบัติในวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ท่านคิดว่าควรจัดลำดับความเหมาะสมอย่างไร โดยใช้หมายเลข 1 กับความเหมาะสมน้อยที่สุด หมายเลข 2 กับความเหมาะสมน้อย หมายเลข 3 กับความเหมาะสมปานกลาง หมายเลข 4 กับความเหมาะสมมาก และหมายเลข 5 กับความเหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 4 แสดงแบบสำรวจความเหมาะสมในการใช้โปรแกรม PSpice กับบทเรียนการสอนภาคปฏิบัติในวิชาวงจรไฟฟ้า 1

หน่วยที่	หน่วยการสอนภาคปฏิบัติ	คะแนนความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1.	การทดลองการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า					
2.	การทดลองเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและวงจรแบ่งกระแส					
3.	การทดลองเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์					
4.	การทดลองเรื่องวิธีเมทเทอร์เรนท์					
5.	การทดลองเรื่องวิธี โนค โวลท์แดง					
6.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการวางซ้อน					
7.	การทดลองเรื่องทฤษฎีเทวินิน					
8.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการส่งผ่านกำลังสูงสุด					
9.	การทดลองเรื่องทฤษฎีของนอร์ตัน					
10.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการแทนที่					
11.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการทดแทน					
12.	การทดลองเรื่องการเก็บประจุและการคายประจุของคาปาซิเตอร์					
13.	การทดลองเรื่องการเขียน B-H Curve ในวงจรแม่เหล็ก					
14.	การทดลองเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้า					
15.	การทดลองเรื่องการเพิ่มและลด RL transient Current					

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ลำดับความเหมาะสมในการใช้โปรแกรม PSpice
กับบทเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ในวิชาวงจรไฟฟ้า 1

หน่วยที่	หน่วยการสอนภาคปฏิบัติ	ค่าเฉลี่ย	ลำดับความเหมาะสม
1.	การทดลองการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า	4.2	4
2.	การทดลองเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและวงจรแบ่งกระแส	4.4	3
3.	การทดลองเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์	4.8	1
4.	การทดลองเรื่องวิธีเมซเคอร์เรนซ์	4.4	3
5.	การทดลองเรื่องวิธีโหนดโวลต์เดจ	4.6	2
6.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการวางซ้อน	3.8	6
7.	การทดลองเรื่องทฤษฎีเทวินิน	4.0	5
8.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการส่งผ่านกำลังสูงสุด	3.8	6
9.	การทดลองเรื่องทฤษฎีของนอร์ตัน	4.4	3
10.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการแทนที่	3.2	7
11.	การทดลองเรื่องทฤษฎีการทดแทน	3.2	7
12.	การทดลองเรื่องการเก็บประจุและการคายประจุของคาปาซิเตอร์	4.6	2
13.	การทดลองเรื่องการเขียน B-H Curve ในวงจรแม่เหล็ก	4.2	4
14.	การทดลองเรื่องการเหนี่ยวนำไฟฟ้า	4.2	4
15.	การทดลองเรื่องการเพิ่มและลด RL transient Current	4.4	3

แบบการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับพฤติกรรมจากจุดประสงค์รายวิชา

เรียน.....

ดิฉัน นางสาวสุศุทธิรา คงสมนาม กำลังดำเนินการวิจัยเรื่องการหาประสิทธิภาพของชุด
 ประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรม PSpice สำหรับการสอนภาคปฏิบัติ วิชาวงจรไฟ
 ฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2540 โดยงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
 ของการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน
 มิตร ซึ่งดิฉันเห็นว่าท่านเป็นคนหนึ่งที่สอนหรือเคยทำการสอน วิชาวงจรไฟฟ้า 1 ในวิทยาลัย
 เทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษา มาเป็นเวลานาน จึงขอความกรุณาจากท่าน ช่วยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน
 เนื้อหา กรณวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ตามแบบวิเคราะห์ที่ส่งมาพร้อมนี้ อนึ่งผลการ
 วิเคราะห์เป็นเพียงความคิดเห็นอิสระของท่าน จะไม่มีผลกระทบต่อท่านและสถาบันแต่อย่างใด
 หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านให้ความอนุเคราะห์แก่ดิฉันเป็นอย่างดี
 และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสุศุทธิรา คงสมนาม)

ใบวิเคราะห์เนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ
3104-1001 วงจรไฟฟ้า1

คำชี้แจงการลงคะแนน

1. ให้คะแนนที่หัวข้อย่อยข้อละ 10 คะแนน
2. ให้คะแนนตามช่องที่กำหนดไว้ทุกหัวข้อ ตามลำดับความสำคัญ คือ พุทธิพิสัย และ ทักษะพิสัย 13 : 5
3. ให้คะแนน 0-3 ในระดับต่ำ
4-6 ในระดับปานกลาง
7-10 ในระดับสูง

จุดประสงค์ของการศึกษา (Educational Objective)

บลูมและคณะ (Benjamin S. Bloom and Others, 1956) ได้จำแนก จุดประสงค์ของการศึกษาออกเป็น 3 ด้านคือ

1. พุทธิพิสัย (Cognitive Domain)
2. จิตพิสัย (Affective Domain)
3. ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

1. พุทธิพิสัย (Cognitive domain) เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้านการใช้สมอง (Thinking) นั่นคือ มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้านสติปัญญา หรือความสามารถทางสมองในการจำสิ่งต่าง ๆ เรียนจากต่ำสุดไปสูงสุดได้ 6 ขั้น คือ

1.1 ความรู้-ความจำ (Knowledge-Memory) เป็นการวัดความสามารถในการระลึกเรื่องราวต่าง ๆ ตามที่เคยผ่านประสบการณ์ เช่น เคยได้ฟัง ได้เห็น เป็นต้น

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความสามารถในการจับใจความสำคัญของสิ่งที่เคยผ่านประสบการณ์มาแล้ว สามารถดัดแปลงจากรูปหนึ่งไปอีกรูปหนึ่งได้

1.3 การนำไปใช้ (Application) เป็นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการกระทำหลักวิชาที่ตนเคยมีประสบการณ์นั้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อนำมาพิจารณา ไตร่ตรอง เปรียบเทียบ หาสาระ หรือแก่นสาร หลักการ ความเกี่ยวข้องหรือเหตุผลเหตุของสิ่งนั้น ๆ

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวมผสมผสานเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำมาผลิตให้成新สื่อการสอนใหม่ หรือเพื่อหา ข้อสรุปเป็นข้อยุติ

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นการวัดความสามารถในการวินิจฉัย ตีราคา เรื่องราว ความคิด การกระทำต่าง ๆ โดยสรุปเป็นคุณค่าว่าดี-เลว เหมาะ-ไม่เหมาะ ควร-ไม่ควร ได้-ไม่ได้ เป็นต้น

2. จิตพิสัย (Affective Domain) เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้านความรู้สึก เช่น ความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติ ค่านิยม การปรับตัว เป็นต้น มี 5 ขั้นคือ

2.1 การยอมรับ (Receiving) เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนที่มีความรู้สึกต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง จนยอมรับพิจารณาในสิ่งนั้น

2.2 การตอบสนอง (Responding) เป็นการวัดความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง จนสามารถลงมือทำอย่างตั้งใจจริง

2.3 การสร้างคุณค่า (Valuing) เป็นการวัดความสามารถในการแสดงออกถึงแนวความคิดทางนามธรรมที่มีคุณค่า ออกมาในรูปเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น

2.4 การจัดระบบค่านิยม (Organizing) เป็นการวัดความสามารถในการนำเอาค่านิยมต่าง ๆ มารวมกัน แล้วแก้ไขข้อขัดแย้งเหล่านั้น และสร้างคุณค่าขึ้นมาใหม่

2.5 การมีลักษณะนิสัย (Characterizing) เป็นการวัดความสามารถในการจัดระบบคุณค่า แล้วควบคุมพฤติกรรมของตนเองจนเป็นลักษณะเฉพาะตัว สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ทั้งอารมณ์และสังคม

3. ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งพัฒนาพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำหรือการลงมือปฏิบัติแล้วฝึกฝนด้วยตนเองมี 5 ขั้นคือ

3.1 การเลียนแบบ (Imitation) เป็นการวัดความสามารถจากการเลียนแบบซ้ำแล้วซ้ำเล่า ผลที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ เพราะพยายามทำตามที่ได้สังเกตมา

3.2 การลงมือทำตามแบบ (Manipulation) เป็นการวัดความสามารถในการทำตามคำสั่งหรือคำชี้แจงเพื่อพัฒนาทักษะ เป็นผลจากการเรียนมากกว่าการสังเกต

3.3 ความถูกต้อง (Precision) เป็นการวัดความสามารถในการกระทำอย่างคล่องแคล่วโดยปราศจากคำแนะนำหรือรูปแบบใด ๆ

3.4 ความต่อเนื่อง (Articulation) เป็นการวัดความสามารถในการกระทำที่ต่อเนื่องประสานกัน โดยใช้ทักษะมากกว่าหนึ่งอย่างผสมผสานกัน

3.5 การทำเองจนเคยชิน (Naturalization) เป็นการวัดความสามารถในการกระทำที่เป็นธรรมชาติ มีความสามารถสูง ทำได้อย่างอัตโนมัติ

ตาราง 6 แสดงลักษณะพฤติกรรมที่ระบุในจุดประสงค์

ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
บอก	อธิบาย	แก้ปัญหา	จำแนก	คิดแปลง	ตีค่า
ระบุ	บรรยาย	หาจุดบกพร่อง	แยกแยะ	ปรับปรุง	ตีราคา
บ่งชี้	ยกตัวอย่าง	คำนวณหาค่า	หาความสัมพันธ์	แต่งประโยค	ตัดสิน
ให้นิยาม	เปรียบเทียบ	ประมาณค่า	หาข้อแตกต่าง	วิจารณ์	วินิจฉัย
จับคู่	แยกข้อแตกต่าง	เขียนแผนงาน	เปรียบเทียบ	รวบรวม	โต้แย้ง
แยกประเภท	ให้ความหมาย	สาธิต	เลือกให้เหตุผล	สร้าง	ให้เกณฑ์
จัดหา	ตีความหมาย	หาค่าโดยใช้ตาราง	ค้นหา	แก้ไข	ชี้มูลเหตุ
โต้ตอบ	แปลความ	เปลี่ยนวิธีการ	ฯลฯ	จัด	พิจารณา
เขียน	ขยายความ	สร้าง		ผลิต	ฯลฯ
เปรียบเทียบ	สรุปความ	เตรียม		แสดงเหตุผล	
ฯลฯ	คาดคะเน	บอก		วางโครงการ-ออกแบบ	
	เปลี่ยนรูป	ใช้สูตร		เสนอแนะ	
	เรียบเรียงใหม่	ฯลฯ		อนุมาน	
	ชี้ให้เห็น			ฯลฯ	
	บอกความ				
	คล้ายคลึง				
	ฯลฯ				

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างเนื้อหา กับพฤติกรรมจากจุดประสงค์
รายวิชา

พฤติกรรม เนื้อหา	พุทธิพิสัย				รวม	ทักษะพิสัย					รวม	รวมทั้งหมด 90	ลำดับความสำคัญ
	ความรู้-ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		การเลียนแบบ	ทำตามแบบ	ถูกต้อง	ต่อเนื่อง	เคยชิน			
	10	10	10	10		10	10	10	10	10			
1. การวัดกระแสและแรงดันไฟ	7.8	8.2	8.8	5.8	30.6	5.8	8.2	9.0	7.6	7.4	38.0	68.6	4
2. วงจรแบ่งแรงดันและกระแส	7.6	8.2	8.4	6.4	30.6	6.2	8.2	8.4	8.0	7.6	38.4	69.0	3
3. กฎของเคอร์ชอฟฟ์	8.6	8.8	8.8	7.0	33.2	6.4	8.2	9.0	8.4	7.4	39.4	72.6	1
4. วิธีเมชเคอร์เรนท	7.8	8.8	8.4	7.4	32.4	6.4	8.2	8.4	7.6	7.2	37.8	70.2	2
5. วิธีโหนดโวลท์เตจ	7.8	8.4	8.2	6.6	31.0	6.2	8.2	8.0	7.2	7.0	36.6	67.6	7
6. ทฤษฎีการวางซ้อน	7.6	8.2	8.0	6.6	30.4	5.6	7.4	7.6	7.4	7.4	35.4	65.8	8
7. ทฤษฎีเทวินิน	7.8	8.4	8.4	6.4	31.0	5.6	8.0	8.6	7.6	7.4	37.2	68.2	5
8. ทฤษฎีโนอร์ตัน	7.8	8.4	7.6	6.0	29.8	5.4	7.0	8.0	7.2	7.0	34.6	64.4	9
9. ทฤษฎีการส่งผ่านกำลังสูงสุด	7.8	8.2	8.4	6.4	30.8	5.8	7.8	8.2	7.8	7.4	37.0	67.8	6
10. ทฤษฎีการแทนที่	6.8	6.8	6.8	5.4	25.8	5.0	6.4	6.8	6.8	6.6	31.6	57.4	14
11. ทฤษฎีการทดแทน	6.8	6.8	6.8	5.4	25.8	4.6	6.4	6.8	6.4	6.4	30.6	56.4	15
12. การเก็บและคายประจุของ C	7.4	7.8	7.6	5.6	28.4	5.4	7.6	7.8	7.0	6.8	34.6	63.0	11
13. B-H Curve ในแม่เหล็ก	7.6	7.8	7.8	5.4	28.6	5.2	7.4	7.4	6.8	6.4	33.2	61.8	12
14. การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	8.0	8.0	8.2	6.0	30.2	5.8	7.4	6.8	6.8	6.8	33.6	63.8	10
15. การเพิ่ม-ลดกระแส Transien	7.6	7.8	7.8	5.6	28.8	5.2	7.4	7.2	6.2	6.4	32.4	61.2	13
รวมคะแนนเฉลี่ย	114.8	120.6	120.0	92.0	447.4	84.6	113.8	118.0	108.8	105.2	530.4	977.8	
ลำดับความสำคัญ	4	1	2	8	5	6	7	8	9	10			

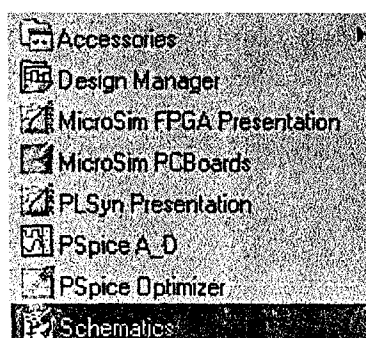
ภาคผนวก ข.

- คู่มือการใช้โปรแกรม Pspice
- ใบประกอบ
- แบบทดสอบ

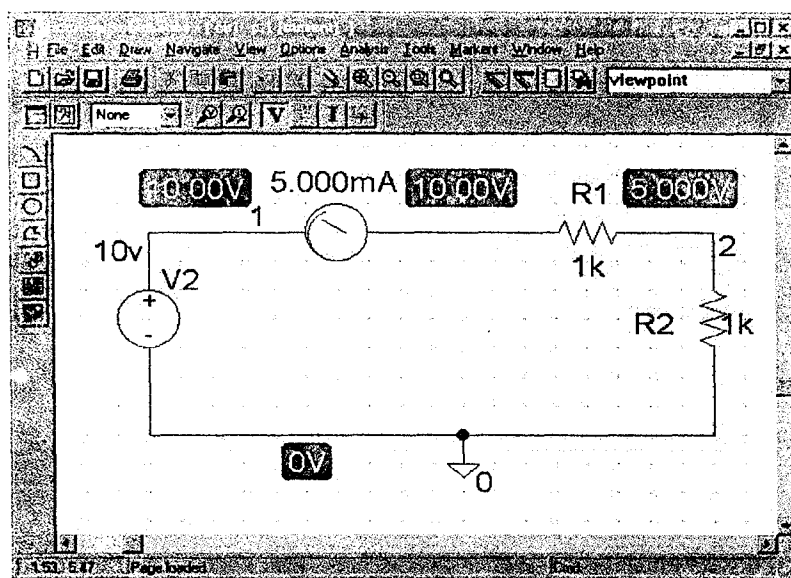
คู่มือการใช้โปรแกรม PSpice

INTRODUCTION TO MSIM

PSPICE ที่นักศึกษากำลังใช้อยู่ในขณะนี้มีการทำงานบนระบบปฏิบัติการ WINDOWS 95 ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ SCHEMATIC กล่าวคือไม่ต้องเขียนเป็น COMMAND LINE ที่บรรทัด เหมือนรุ่นทำงานบนระบบปฏิบัติการ ประกอบด้วย INSTALL ที่ Zip อยู่ขนาด 15.7 M bytes เมื่อ INSTALL เรียบร้อยแล้วจะเห็นกลุ่มไฟล์ในโปรแกรม ชื่อ Design Lab Eval 8 ประกอบด้วยโปรแกรมตามรูป 1



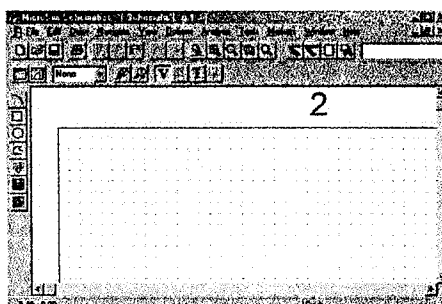
ภาพประกอบ 9 แสดงไฟล์ต่าง ๆ ของ Design Lab Eval 8



ภาพประกอบ 10 แสดงหน้าจอ SCHEMATIC เมื่อทำการวางอุปกรณ์แล้ว

SCHEMATIC ICON

เมื่อนักศึกษา DOUBLE CLICKS ซ้ายที่ ICON นี้ จะปรากฏหน้าจอ SCHEMATIC สำหรับใช้วางอุปกรณ์ที่ต้องการต่อขึ้นมา หน้าจอของ SCHEMATIC จะประกอบด้วยเมนูคำสั่งหลัก จำนวน 11 คำสั่ง คือ



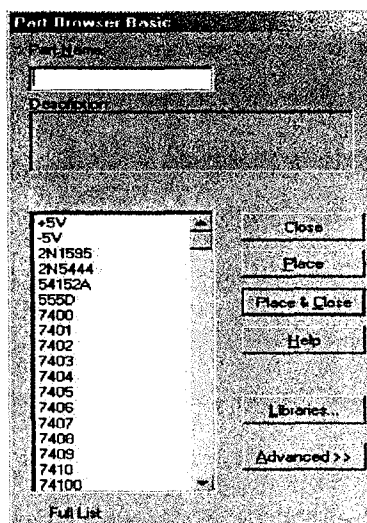
ภาพประกอบ 11 แสดงชุดเมนูคำสั่งทั้ง 11 ของ SCHEMATIC

การ ACTIVE ชุดคำสั่ง ทำได้โดยการใช้ MOUSE ทำการ CLICKS ซ้ายที่คำสั่งที่ต้องการหรือทำได้โดยการกด ALT ร่วมกับอักษรที่ขีดเส้น เช่นต้องการจะ ACTIVE เมนูคำสั่ง FILE ก็ให้ทำการกด ALT+F เป็นต้น โดยชุดคำสั่งที่มีเครื่องหมาย DOT 3 จุด (...) ต่อท้าย หมายถึง ความว่ายังต้องทำการตั้งค่าพารามิเตอร์บางอย่างก่อนที่จะใช้งานได้

การใช้ MOUSE ใน SCHEMATIC มีประโยชน์อย่างมาก กล่าวคือ ปุ่มซ้ายช่วยในการวางตำแหน่งอุปกรณ์และเลือกค่าต่าง ๆ ในขณะที่ปุ่มขวา ถ้า CLICK ที่เดียวหมายความว่ายกเลิกคำสั่งปัจจุบัน แต่ถ้า DOUBLE CLICKS ขวา หมายถึงให้ทำคำสั่งสุดท้ายอีกครั้ง มีประโยชน์อย่างมากในการวางสายสัญญาณ

SCHEMATIC EDITOR SHORTCUT KEYS

SPACE BAR	DRAW/REPEAT
CTRL+A	VIEW/AREA
CTRL+B	DRAW/BUS
CTRL+C	EDIT/COPY (***)
CTRL+D	DRAW/REWIRE



ภาพประกอบ 12 แสดงการเรียกอุปกรณ์ออกมาใช้งานด้วยคำสั่ง CTRL+G

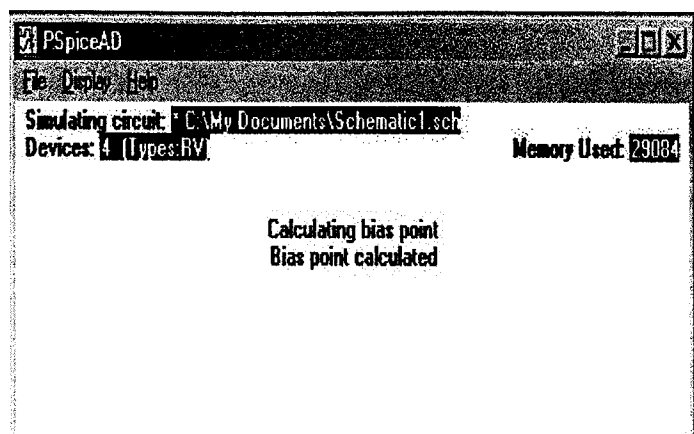
CTRL+E	EDIT/LABEL
CTRL+F	EDIT/FILE (***)
CTRL+G	DRAW/GET NEW PART (***)
CTRL+I	VIEW/IN
CTRL+L	VIEW/REDRAW (***)
CTRL+M	MARKERS/MARK VOLTAGE LEVEL
CTRL+N	VIEW/FIT
CTRL+O	VIEW/OUT
CTRL+P	DRAW/PLACE PART
CTRL+R	EDIT/ROTAGE (***)
CTRL+S	FILE/SAVE (***)
CTRL+T	DRAW/TEXT (***)
CTRL+U	EDIT/UNDELETE
CTRL+W	DRAW/WIRE (***)
CTRL+X	EDIT/CUT (***)
หมายเหตุ	(***) หมายถึง HOT KEY ที่มักถูกใช้บ่อยๆ ใน SCHEMATIC

C	CAPACITOR
C-VAR	VARIABLE CAPACITOR
E	VOLTAGE CONTROLLED VOLTAGE SOURCE
F	CURRENT CONTROLLED CURRENT SOURCE
L	INDUCTOR
R	RESISTOR
R-VAR	VARIABLE RESISTOR
T	TRANSMISSION LINE
AGND	ANALOG GROUND
ISRC	SINGLE CURRENT SOURCE
VSRC	SINGLE VOLTAGE SOURCE
VIEWPOINT	VOLTAGE VIEW POINT
IProbe	CURRENT PROBE
VPRIN1	PRINT "SYMBOL" –SINGLE NODE
VPRINT2	PRINT "SYMBOL" –DOUBLE NODE
IPRINT	PRINT "SYMBOL" -CURRENT

PSPICE A-D ICON

PSPICE เป็นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าทั้งที่เขียนในรูปแบบ SCHEMATIC (ไฟล์นามสกุล .SCH) โดยการใช้ SCHEMATIC EDITOR หรือที่เขียนในรูปแบบของ INPUT FILE ซึ่งมีลักษณะเป็น COMMAND LINE (ไฟล์นามสกุล .CIR) โดยใช้ TEXT EDITOR ใด ๆ (ในวิชา LAB เราจะใช้ NOTEPAD ซึ่งเป็น EDITOR บน WINDOWS)

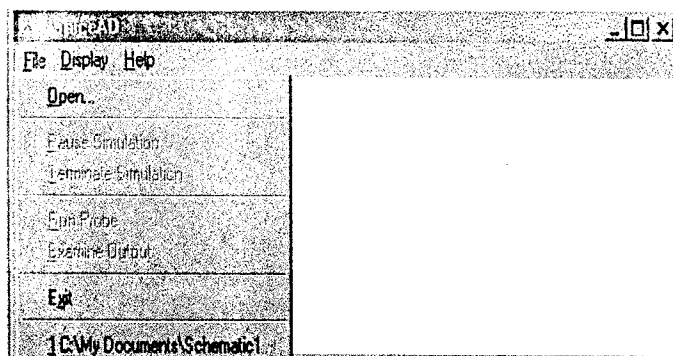
หลังจากนักศึกษาเขียน SCHEMATIC ไฟล์เรียบร้อยแล้ว และกด F11 จะเป็นการเรียกใช้ PSPICE โดยทันที หรือนักศึกษาเขียน INPUT FILE นักศึกษาจะต้องเรียก PSPICE เอง โดยการ DOUBLE CLICK ซ้ายที่ PSPICE ICON จากนั้นจึงทำการเปิดใช้ไฟล์นามสกุล .CIR ที่ต้องการ PSPICE จะทำการวิเคราะห์ให้เองโดยอัตโนมัติ



ภาพประกอบ 13 แสดงหน้าจอของ PSPICE ก่อนที่จะทำการ RUN
เมื่อพิจารณาจะพบว่าประกอบด้วยชุดคำสั่งจำนวน 3 ชุด คือ

FILE

ใช้บรรจุกำสั่งเกี่ยวกับการเปิดไฟล์ SCHEMATIC หรือ INPUT FILE (นามสกุล *.SCH และ *.CIR) เพื่อทำการวิเคราะห์ , ใช้ในการควบคุมการ SIMULATION และใช้ในการเลือกดูผลลัพธ์ที่ได้ ไม่ว่าจะเป็นรูปสัญญาณ โดย PROBE หรือดูค่าผลลัพธ์จาก OUTPUT FILE



ภาพประกอบ 14 แสดงชุดเมนูคำสั่ง FILE ของ PSPICE

OPEN...

ใช้ในการเปิดไฟล์ SCHEMATIC หรือ INPUT FILE (นามสกุล *.SCH และ *.CIR)

PUASE SIMULATION

ใช้หยุดการ SIMULATION ไว้ชั่วขณะ สามารถที่จะทำการ SIMULATION ต่อไปได้โดยเลือกคำสั่งนี้ซ้ำ

TERMINATE SIMULATION

ใช้ในการหยุดการ SIMULATION ทั้งหมด

RUN PROBE

ใช้ในการเปิด PROBE เพื่อดูรูปของสัญญาณ โดยจะเห็นได้ว่าการ RUN PROBE สามารถทำได้ทั้งใน SCHEMATIC และใน PSPICE

EXAMINE OUTPUT

ใช้ในการเปิด OUTPUT FILE (ไฟล์นามสกุล *.OUT) เพื่อดูผลลัพธ์ในลักษณะของ TEXT

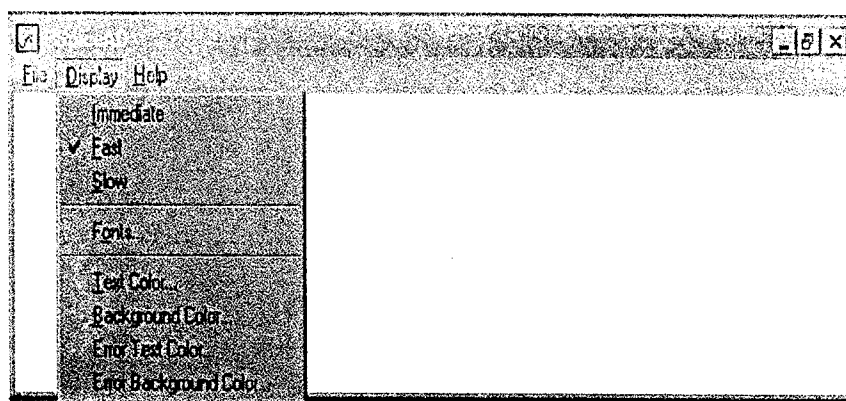
EXIT

ใช้ในการออกจาก PSPICE

หมายเหตุ จะพบว่าที่ได้สุดของคำสั่ง FILE จะมีไฟล์ที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ และใช้งานครั้งล่าสุดอยู่ 4 ไฟล์

DISPLAY

ใช้กำหนดรูปแบบการแสดงผล และความเร็ว ในการวิเคราะห์วงจร



ภาพประกอบ 15 แสดงชุดเมนูคำสั่ง DISPLAY ของ PSPICE

IMMEDIATE

ความเร็วอย่างทันทีทันใด

FAST

ความเร็วสูง

SLOW

ความเร็วต่ำ

FONTS...

กำหนดรูปแบบ , ชนิด และขนาดของตัวอักษร

TEXT COLOR...

ใช้กำหนดสีของตัวอักษร

BACKGROUND COLOR...

ใช้กำหนดสีพื้นของ PSPICE โดยจะบอกเป็นส่วนผสมของแม่สี (แดง เขียว และ
น้ำเงิน)

ERROR TEXT COLOR...

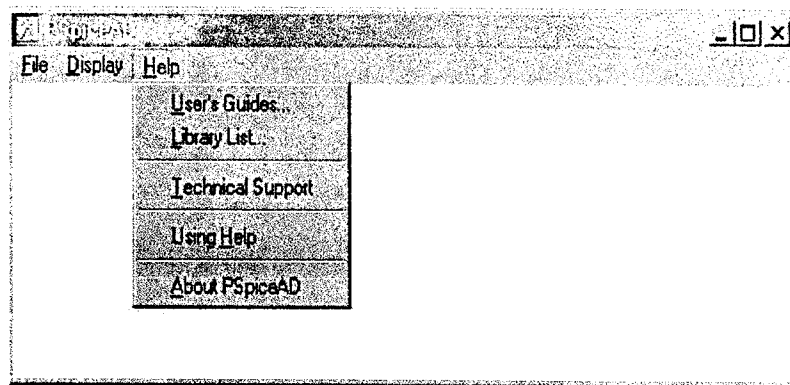
ใช้ระบุสีของการแสดงข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้นในการ RUN SPICE

ERROR BACKGROUND COLOR...

ใช้กำหนดสีพื้นของ ERROR ที่แสดง โดยจะบอกเป็นส่วนผสมของแม่สี (แดง
เขียว และน้ำเงิน)

HELP

ใช้แสดงรายละเอียดของ PSPICE



ภาพประกอบ 16 แสดงชุดเมนูคำสั่ง HELP ของ PSPICE

USER'S GUIDES..

แนะนำรายละเอียดของ SPICE A-D แก่ผู้ใช้

LIBRARY LIST...

แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์

TECHNICAL SUPPORT...

แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของบริษัท

USING HELP...

แสดงการใช้งาช่วยสอน

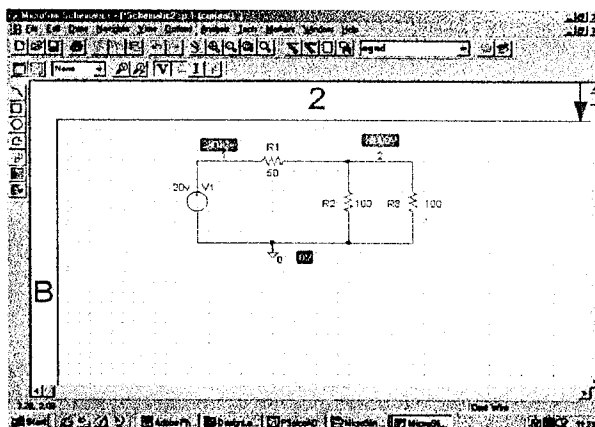
ABOUT PSPICE...

แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของบริษัทที่ทํ PSPICE และ #ID ของ SOFTWARE

การทดลองที่ 1 : การใช้ SCHEMATIC อย่างง่าย ๆ

เป็นวงจรทางไฟฟ้าง่าย ๆ ที่ประกอบขึ้นจาก แหล่งจ่ายแรงดัน และตัวต้านทาน ชุดหนึ่งดังรูป วิธีการเขียนคือ เริ่มต้นให้นักศึกษา DOUBLE CLICK ที่ SCHEMATIC ICON จะปรากฏหน้าจอ SCHEMATIC EDITOR ขึ้นมา จากนั้นให้ทำตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

หมายเหตุ อุปกรณ์ที่ถูกเลือกจะเปลี่ยนเป็น สีแดง



ภาพประกอบ 17 แสดงรูปวงจรการทดลองที่ 1 พร้อมแสดงค่าที่โนดต่าง ๆ

1. กด CTRL+G เพื่อทำการเรียกใช้อุปกรณ์ จากนั้นพิมพ์คำว่า VSRC เพื่อเรียกใช้ แหล่งจ่ายแรงดัน แล้วกด ENTER , วาง แหล่งจ่ายแรงดัน V1 ณ ตำแหน่งที่ต้องการ โดยการเลื่อน MOUSE ไปยังตำแหน่งนั้น ๆ แล้ว CLICK ซ้าย จากนั้น CLICK ขวาอีกหนึ่งทีเป็นการสิ้นสุดการ วางแหล่งจ่ายแรงดัน V1

2. กด CTRL+G แล้วพิมพ์คำว่า R เป็นการเรียกใช้ตัวต้านทาน แล้วกด ENTER , วาง ตัวต้านทาน R1 ณ ตำแหน่งตามที่แสดงให้ดูในรูป โดยการ CLICK ซ้าย

3. กด CTRL+R เพื่อทำการหมุนตัวต้านทาน 90 องศาในทิศทวนเข็มนาฬิกา แล้ว วางตัวต้านทาน R2 ณ ตำแหน่งที่ปรากฏตามรูป โดยการ CLICK ซ้าย

4. จากนั้นวางตัวต้านทาน R3 ณ ตำแหน่งที่ปรากฏตามรูป โดยการ CLICK ซ้าย แล้ว CLICK ขวาอีกครั้ง เป็นอันสิ้นสุดการวางตัวต้านทาน

5. กด CTRL+G แล้วพิมพ์คำว่า AGND เป็นการวาง ANALOG GROUND ซึ่งต้องมีทุกครั้ง สำหรับการวิเคราะห์วงจรทาง ANALOG จากนั้นวาง AGND ตำแหน่งที่แสดงได้ดูตามรูป โดยการ CLICK ซ้าย จากนั้น CLICK ขวาเป็นอันสิ้นสุดการวาง AGND

6. กด CTRL+W เพื่อทำการเดินสายสัญญาณ เชื่อมอุปกรณ์เข้ากันตามรูป จะปรากฏ CUSOR รูปร่างเหมือนดินสอขึ้นมา การวางสายมีเทคนิคดังต่อไปนี้ , CLICK ซ้าย สำหรับจุดเริ่มต้นของการวางสาย จากนั้น CLICK ซ้าย อีกครั้ง ณ จุดที่ต้องการพักสาย , DOUBLE CLICK ขวา สำหรับจุดปลายของสายสัญญาณ และ CLICK ขวาเป็นอันสิ้นสุดการวางสายไฟ

7. ทำการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน R1 โดยการ DOUBLE CLICK ซ้ายที่ค่าของ ตัวต้านทาน R1 จากที่มีขนาด 1k โอห์ม แก้ให้เป็น 10 โอห์ม และทำการแก้ค่าความต้านทาน R2 และ R3 ให้เป็น 20 โอห์ม

8. ทำการเลื่อนตำแหน่ง ของชื่อ และค่าของอุปกรณ์ R1 และ R2 ที่ทับซ้อนกันอยู่ โดยการ CLICK ซ้าย ที่ชื่อ หรือค่าของอุปกรณ์ที่ต้องการ จะปรากฏกรอบสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ล้อมรอบ จากนั้นให้ DRAG MOUSE เลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการแล้ว CLICK ซ้ายเป็นอันสิ้นสุดการเลื่อน

9. ทำการกำหนดค่าของ แหล่งจ่ายแรงดัน V1 โดยการ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่แหล่งจ่ายแรงดัน V1 จะปรากฏ DIALOG BLOCK ให้เติมข้อความ จากนั้น DOUBLE CLICK ซ้าย ที่บรรทัด DC= แล้วพิมพ์คำว่า 10V ลงไป จากนั้น กดปุ่ม SAVE ATTRIBUTE หรือ กด ENTER จากนั้น กดปุ่ม CHANGE DISPLAY ให้ทำเครื่องหมายกากบาท X ที่หน้า VALUE กดปุ่ม OK เพื่อออกจาก CHANGE ATTRIBUTE และกดปุ่ม OK อีกครั้ง เพื่อออกจาก การตั้งค่า V1

10. ตั้งชื่อโหนด (โหนด คือ จุดเชื่อมต่อ ขาของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน) โดยถ้านักศึกษา ไม่ทำการตั้ง PSPICE จะทำการ ตั้งให้เองโดยอัตโนมัติ แต่ชื่อที่ PSPICE ตั้งนั้นนักศึกษาจะเข้าใจยาก ดังนั้นขอให้ทำการกำหนดเอง ดังนี้

โดยการ DOUBLE CLICK ซ้ายที่สายสัญญาณ ที่ต้องการตั้งชื่อ จากนั้นกำหนดหมายเลขโหนดลงไปตามรูป โดยแต่ละโหนดต้องมีชื่อที่ไม่ซ้ำกัน และกราวด์โหนดไม่ต้องไปกำหนดใหม่ PSPICE ได้กำหนดให้เป็นโหนดหมายเลข 0 ให้อยู่แล้ว

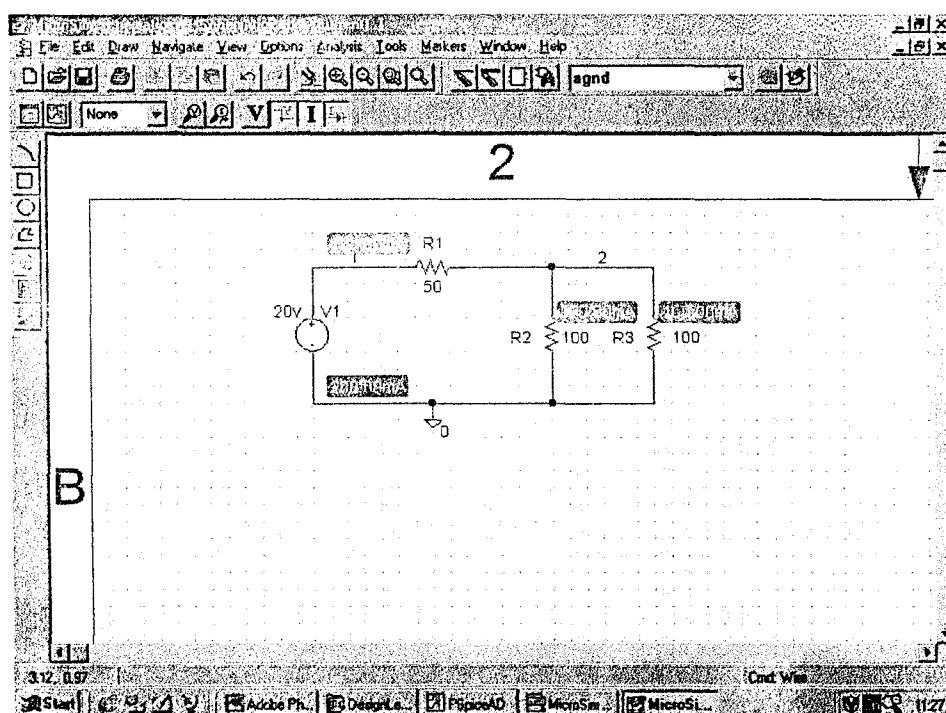
11. วางอุปกรณ์วัดสัญญาณแรงดัน โดยการกด CTRL+G พิมพ์คำว่า VIEWPOINT แล้วกด ENTER จากนั้นให้วาง VIEWPOINT ลงบนโหนดหมายเลข 2 ตามรูปโดยการ CLICK ซ้าย จากนั้นทำการ CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวาง VIEWPOINT

12. กด CTRL+S สำหรับ SAVE หน้าจอ SCHEMATIC ที่เขียนเป็นไฟล์นามสกุล .SCH จากรูปกำหนดให้มีชื่อว่า EXP1.SCH กด SAVE

13. ทำการ SIMULATE โดยการกด F11 จะเป็นการ SIMULATE ในแบบ DC OPERATING POINT โดยค่าที่ได้จะพบว่าที่โหนด 2 มีค่าแรงดันเท่ากับ 5.000 โวลต์

จะพบว่าถ้าเราลองคิดดู ตามปรกติจะได้ว่า R ระหว่างโหนด 2 และ กราวด์จะมีค่าเท่ากับ R2 ขนานกัน R3 ซึ่งมีค่าเท่า 10 โอห์ม ดังนั้น R ระหว่างโหนดที่ 1 เทียบกราวด์จะเท่ากับ $R1+10$ โอห์ม เท่ากับ 20 โอห์ม และกระแส 1 ที่จะได้จะเท่ากับ 0.5 A ตามกฎของ OHM'S LAW

ทำให้มีแรงดันตกคร่อม R1 เท่ากับ $10 \times (0.5)$ เท่ากับ 5 โวลต์ และแรงดันตกคร่อม R2 และ R3 เท่ากับ 5 โวลต์เช่นกัน และกระแสที่ไหลผ่าน R2 และ R3 จะมีค่าเท่ากัน คือเท่ากับ 0.25 แอมป์



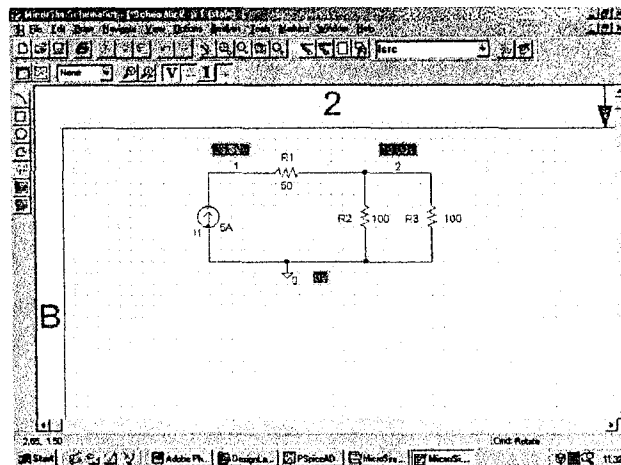
ภาพประกอบ 18 แสดงวงจรการทดลองที่ 1 พร้อมแสดงค่ากระแสที่ไหลเข้าโหนดต่าง ๆ

การทดลองที่ 2 : การใช้ SCHEMATIC อย่างง่าย ๆ ต่อ

เป็นวงจรทางไฟฟ้าง่าย ๆ ที่ประกอบขึ้นจาก แหล่งจ่ายกระแส และตัวต้านทาน ชุดหนึ่งดังรูป วิธีการเขียนคือ

1. เริ่มต้นให้นักศึกษา CLICK ชั่วที่แหล่งจ่าย V1 จน V1 เปลี่ยนสีแดงจากนั้นให้กด DELETE เพื่อลบ V1 ทิ้ง

2. กด CTRL+G พิมพ์คำว่า ISRC แล้วกด ENTER จากนั้นวางแหล่งจ่ายกระแสแทนที่ V1 ตามรูป โดยกด CTRL+R เพื่อหมุนแหล่งจ่ายกระแสในทิศทางตามรูปแล้ว CLICK ชั่ว CLICK ขวา



ภาพประกอบ 19 แสดงรูปวงจรการทดลองที่ 2 พร้อมแสดงค่าแรงดันที่โหนดต่าง ๆ

3. กด CTRL+G พิมพ์คำว่า VIEWPOINT แล้วกด ENTER จากนั้นวางลงบนโหนดที่ 1

4. กด F11 เพื่อทำการ RUN SPICE จะพบว่าแรงดันที่โหนดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 40V และแรงดันที่โหนดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 20V

จะเห็นว่ากระแสที่ไหลผ่าน R1 มีค่าเท่ากับ 2A ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม R1 เท่ากับ 20 โวลต์ และความต้านทานขนานของ R2 และ R3 มีค่าเท่ากับ 10 โอห์ม ทำให้แรงดันที่ตกคร่อม R ทั้งสองมีค่าเท่ากับ 20 โวลต์ ดังนั้นค่าแรงดันที่โหนดที่ 2 เท่ากับ 20 โวลต์ และแรงดันที่โหนดที่ 1 เท่ากับ 40 โวลต์

จากตัวอย่างข้างต้น คงพอเป็นแนวทางให้ นักศึกษาเข้าใจ การใช้ SPICE FOR WINDOWS ได้อย่างคร่าว ๆ

การวิเคราะห์แบบ DC

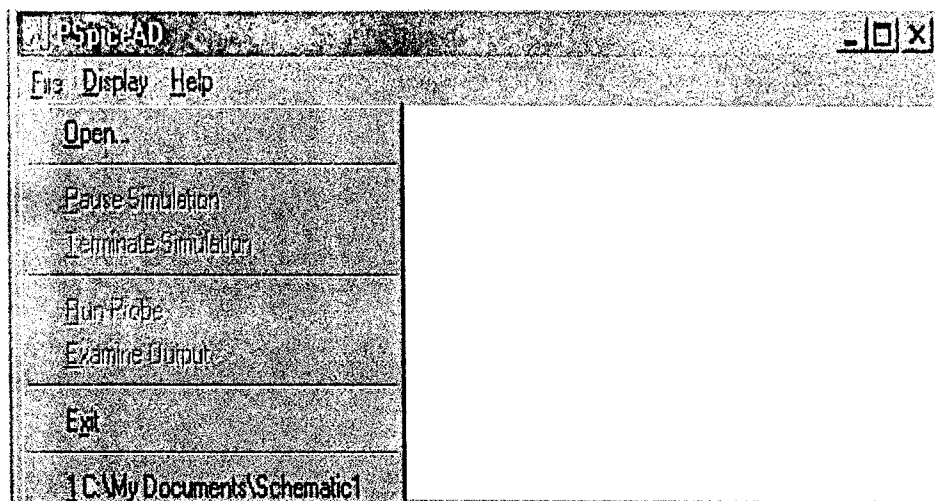
จุดประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจและสามารถวิเคราะห์วงจรแบบ DC โดยใช้ SPICE เข้าช่วยได้
2. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจกฎของ KIRCHHOFF
3. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการของ VOLTAGE DIVISION และ VOLTAGE DIVIDER
4. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการของ CURRENT DIVISION และ CURRENT DIVIDER
5. เพื่อให้นักศึกษาสามารถหาค่าความต้านทานสมมูล ระหว่างโหนด 2 โหนดได้

ปกติการวิเคราะห์วงจรของ SPICE จะแบ่งออกเป็น 3 แบบใหญ่ ๆ คือ

1. การวิเคราะห์วงจรแบบ DC หรือแบบไฟตรง
2. การวิเคราะห์วงจรแบบ AC หรือแบบไฟสลับ
3. การวิเคราะห์วงจรแบบ TRANSIENT หรือแบบการเปลี่ยนแปลงกับเวลา

นอกเหนือจากการวิเคราะห์ทั้ง 3 แบบ นี้แล้วยังมีการวิเคราะห์แบบ ต่าง ๆ อีกซึ่งสามารถตั้งรูปแบบการวิเคราะห์ได้ โดยการเซตที่เมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP



ภาพประกอบ 20 แสดงหน้าจอรูปแบบการวิเคราะห์ของ SPICE ได้จากเมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP

ในที่นี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์แบบ DC เท่านั้น ถ้านักศึกษาสังเกตจากหน้าจอ รูปแบบการวิเคราะห์ของ SPICE จากเมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP จะวิเคราะห์แบบ DC ประกอบด้วย 2 แบบ กล่าวคือ การวิเคราะห์แบบ DC BIAS POINT และการวิเคราะห์แบบ DC SWEEP

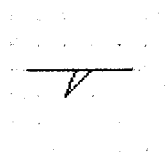
แบบที่หนึ่ง เป็นการวิเคราะห์แบบ DC BIAS POINT DETAIL ซึ่งทำการวิเคราะห์ทุกครั้งเสมอ ก่อนทำการวิเคราะห์แบบอื่น เป็นการวิเคราะห์ หาจุดปฏิบัติเชิงเส้น (LINEAR CIRCUITS) และไม่เป็นเชิงเส้น (NON-LINEAR CIRCUITS) โดยค่าแรงดันไฟ DC ที่โหนดทุกโหนด และกระแสที่ไหลผ่าน แหล่งจ่ายแรงดันอิสระ (INDEPENDENT VOLTAGE SOURCE) ทุกตัว (โดยกระแสที่ไหลเข้าขั้วบวกของแหล่งจ่ายแรงดัน จะเป็นบวก และกระแสที่ไหลเข้าขั้วลบของแหล่งจ่ายแรงดัน จะเป็นกระแสลบ) ที่สามารถดูผลได้จาก OUTPUT FILE (ไฟล์นามสกุล *.OUT) โดยคำสั่ง ANALYSIS/EXAMINE OUTPUT

แบบที่สอง เป็นการวิเคราะห์แบบ DC SWEEP ใช้ในการวิเคราะห์วงจร DC เมื่อแหล่งจ่ายไฟ DC มีการกวาดค่า การเปลี่ยนแปลงแหล่งจ่ายไฟ DC สามารถทำแบบเชิงเส้น (LINEAR SWEEP) , แบบ ที่ละสิบเท่า (DECADE SWEEP) , แบบที่ละ (OCTAVE SWEEP) หรือ แบบกำหนดค่าลงไป (LIST VALUE)

การวิเคราะห์แบบ DC BIAS POINT DETAIL

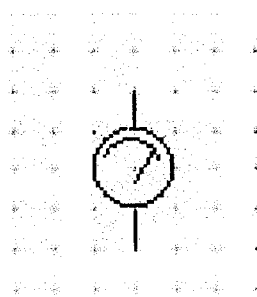
สามารถเซตได้ โดยการเลือกเมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP การกำหนดค่า (X) ที่หน้าวิธีการวิเคราะห์แบบ BIAS POINT DETAIL ซึ่งปกติแล้ว SPICE จะทำการวิเคราะห์แบบนี้อยู่แล้ว มาดูอุปกรณ์วัดสัญญาณ DC แบบต่าง ๆ R-NETWORK พร้อมแหล่งจ่าย ดังต่อไปนี้

เครื่องมือใน SPICE ที่ใช้วัดปริมาณไฟ DC



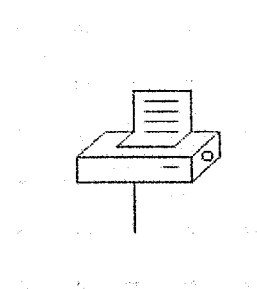
ภาพประกอบ 21 แสดงการเรียกใช้ VIEWPOINT

ดึงอุปกรณ์โดย กด CTRL+G แล้วพิมพ์คำว่า VIEWPOINT ใช้ในการวัดแรงดันไฟ DC ที่โหนดต่าง ๆ โดยเอา VIEWPOINT ที่โหนดที่ต้องการวัดเมื่อทำการ RUN SPICE แล้วจะแสดงค่าแรงดัน DC บน VIEWPOINT



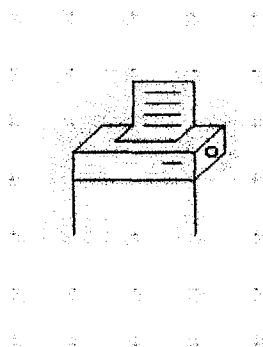
ภาพประกอบ 22 แสดงการเรียกใช้ IPROBE

ดึงอุปกรณ์โดย กด CTRL+G แล้วพิมพ์คำว่า IPROBE ใช้ในการวัดกระแสไฟ DC ที่ไหลผ่าน โดยนำ IPROBE ไปแทรกที่สายสัญญาณที่ต้องการวัดกระแส เมื่อทำการ RUN SPICE แล้วจะแสดงค่ากระแส DC



ภาพประกอบ 23 แสดงการเรียกใช้ VPRINT1

ดึงอุปกรณ์โดย กด CTRL+G แล้วพิมพ์คำว่า VPRINT1 ใช้ในการวัดแรงดันไฟ DC ที่โหนดต่าง ๆ เทียบกับกราวด์โดยนำ PRINT1 ที่โหนดที่ต้องการวัด จากนั้นทำการกำหนดแหล่งจ่ายไฟอิสระที่ต้องการทำการปรับค่าเมื่อทำการ RUN SPICE แล้วจะแสดงค่าแรงดัน DC ออกมาใน OUTPUT FILE



ภาพประกอบ 24 แสดงการเรียกใช้ VPRINT2

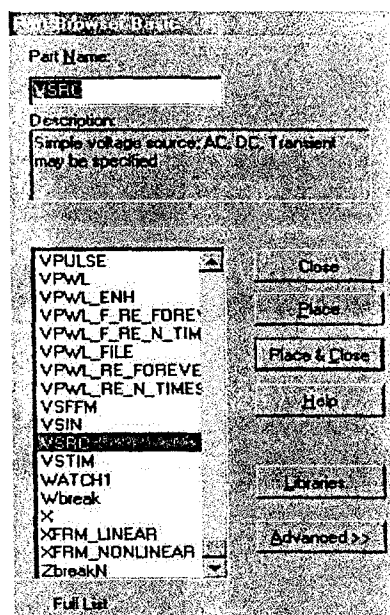
ดึงอุปกรณ์โดย กด CTRL+G แล้วพิมพ์คำว่า VPRINT2 ใช้ในการวัดแรงดันไฟ DC ผลต่าง ที่โหนด 2 โหนด โดยเอา PRINT 2 ขั้วบวก และลบ ซึ่งไปที่โหนดที่ต้องการวัดแรงดันผลต่าง จากนั้นทำการกำหนดแหล่งจ่ายไฟอิสระที่ต้องการทำการกวาดค่า เมื่อทำการ RUN SPICE แล้วจะแสดงค่าแรงดัน DC ออกมาใน OUTPUT FILE

แหล่งจ่ายไฟชนิดอิสระ (independent source)

มี 2 แบบ คือ แหล่งจ่ายแรงดันและแหล่งจ่ายกระแส

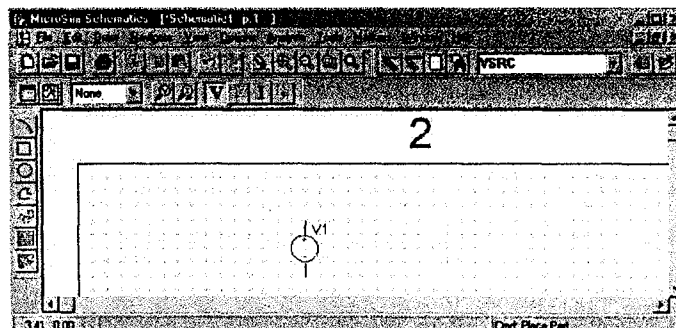
แหล่งจ่ายแรงดัน (Voltage source)

ให้นักศึกษาเข้า DRAW ตามด้วย GET NEW PATH หรือ CTRL+G เพื่อเรียกอุปกรณ์ใหม่



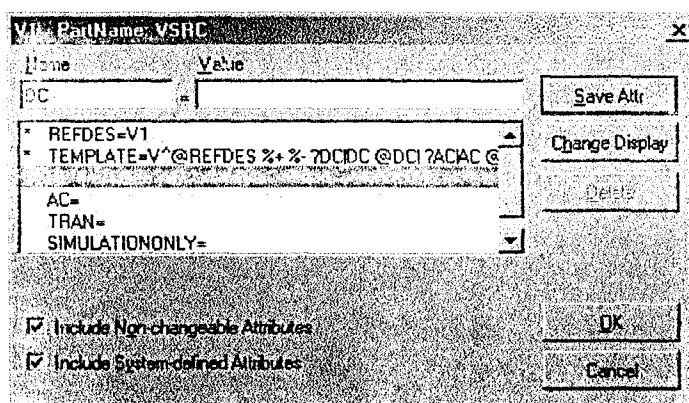
ภาพประกอบ 25 แสดงการเรียกแหล่งจ่ายแรงดัน

ในการตั้งค่าของ VOLTAGE SOURCE ให้กดดับเบิลคลิกที่ MOUSE ด้านซ้ายที่ตัวอุปกรณ์หน้า
จอจะขึ้นดังรูป 18



ภาพประกอบ 26 แสดงรูปของตัวแหล่งจ่ายแรงดัน

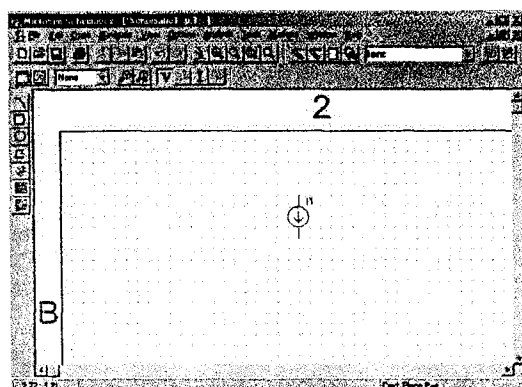
กด ENTER บรรทัด DC เพื่อตั้งค่าแรงดันที่ SOURCE แล้วเลื่อน MOUSE ไปที่ช่อง VALUE
กำหนดค่าไฟ SOURCE กด ENTER แล้วเลื่อนไปกด OK เป็นการสิ้นสุดการตั้งค่า SOURCE



ภาพประกอบ 27 แสดงการตั้งค่าแรงดันที่แหล่งจ่ายแรงดัน

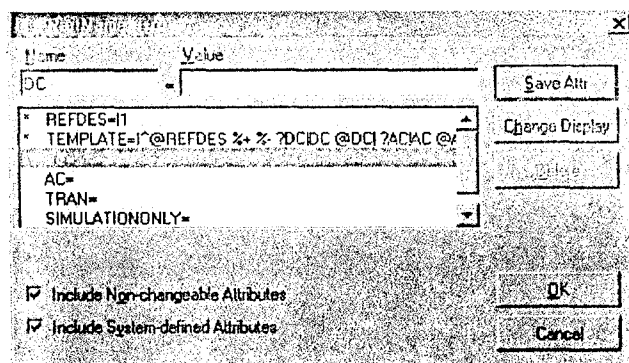
แหล่งจ่ายกระแส (Current Source)

ให้นักศึกษาเข้า DRAW ตามด้วย GET NEW PATH หรือ Ctrl+G เพื่อเรียก
อุปกรณ์ใหม่



ภาพประกอบ 28 แสดงแหล่งจ่ายกระแส

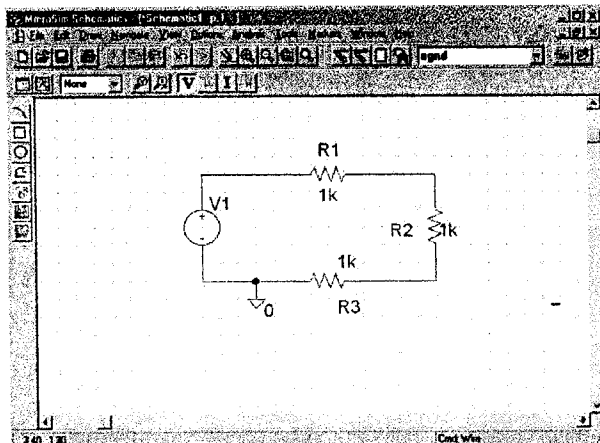
ในการตั้งค่าของ Current Source ให้กดดับเบิลคลิกที่ MOUSE ด้านซ้ายที่ตัวอุปกรณ์หน้าจจะขึ้น
 ดังรูป 21



ภาพประกอบ 29 แสดงการตั้งค่าแหล่งจ่ายกระแส

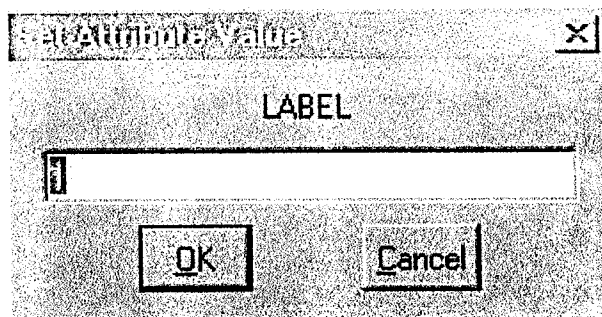
กด ENTER บรรทัด DC เพื่อตั้งค่าแรงดันที่ SOURCE แล้วเลื่อน MOUSE ไปที่บรรทัด VALUE
 ใส่ค่าให้ SOURCE กด ENTER แล้วเลื่อนไปกด OK เป็นการสิ้นสุดการตั้งค่า SOURCE เมื่อแหล่ง
 จ่ายเป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแล้ว การวิเคราะห์วงจรต้องเป็นการวิเคราะห์แหล่งจ่ายไฟกระแส
 ตรงด้วย

BIAS POINT DETAILเป็นส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์ไฟตรงโดยกำหนดค่าของ SOURCE โดยตรง



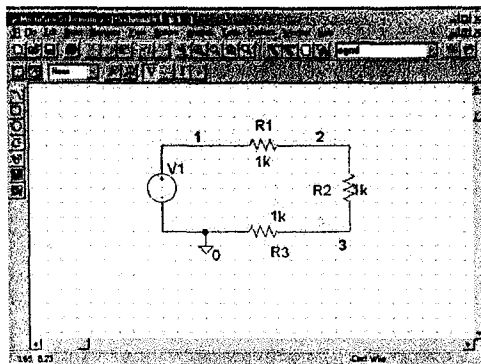
ภาพประกอบ 30 แสดงรูปที่จะใช้ในการวิเคราะห์แบบ BIAS POINT DETAIL

กำหนด node (ตำแหน่งของอุปกรณ์) โดยการกดดับเบิลคลิกที่ MOUSE ด้านซ้ายที่ line ของตัวอุปกรณ์

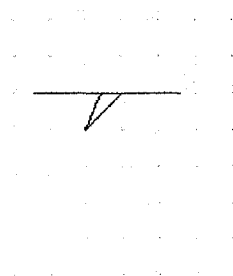


ภาพประกอบ 31 แสดงการกำหนดโหนด

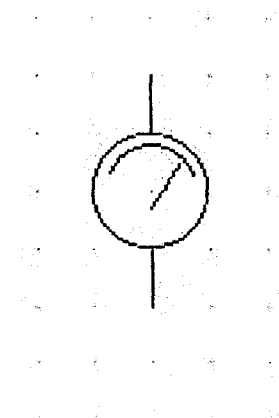
ที่กราวนด์โหนด จะเป็นโหนด 0 อยู่แล้วไม่ต้องกำหนด



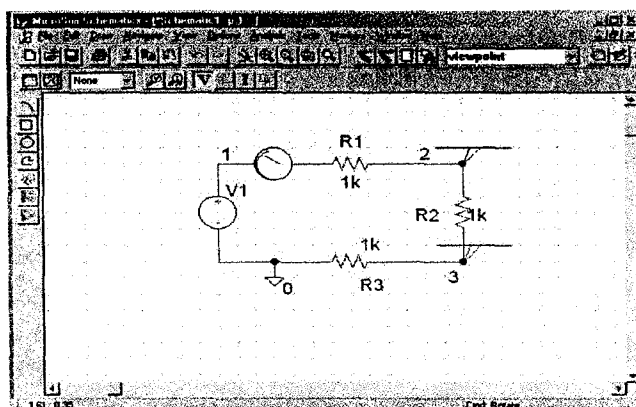
ภาพประกอบ 32 แสดงการกำหนดโหนดที่ตัวของวงจร
กด Ctrl+G เพื่อเรียกอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันหรือกระแสไปยังแต่ละโหนดที่ต้องการจะหาค่า



ภาพประกอบ 33 แสดงการเรียกอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า
VIEWPOINT เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า วิธีใช้ให้นำไปวางที่โหนดที่เราต้องการวัดค่าแรงดันเมื่อเทียบกับกราวด์

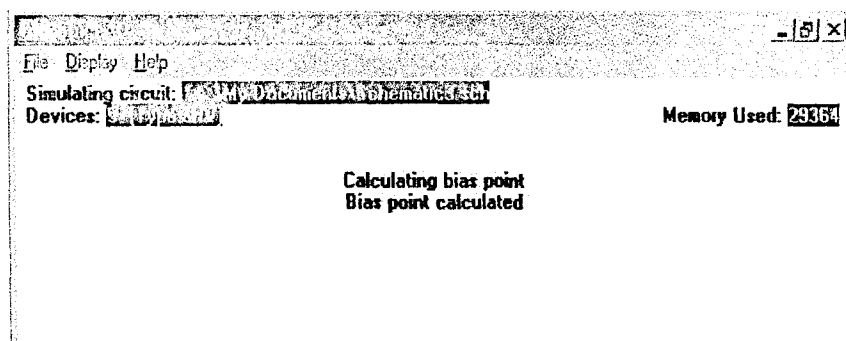


ภาพประกอบ 34 แสดงการเรียกอุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแส



ภาพประกอบ 35 แสดงการวางตัวอุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแสและวัดแรงดันไฟฟ้า IPROBE เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแส วิธีใช้ให้นำไปวางต่ออนุกรมที่ เส้นที่ต้องการจะวัดกระแส ทิศทางของกระแสจะวิ่งจากด้านที่มีเข็มไปยังด้านที่ไม่มีเข็ม

จัดการ SAVE File (Ctrl+S) แล้วเข้า ANALYSIS ที่ Simulate หรือกด (F11)



ภาพประกอบ 36 แสดงผลของการวิเคราะห์

การดูคำตอบของการวิเคราะห์ได้ 2 แห่ง

1) ดูจากการวิเคราะห์ File.output

เข้า File แล้วเข้า Examine output เพื่อดูผลจาก File.output

cut1.out - MicroSim Text Editor

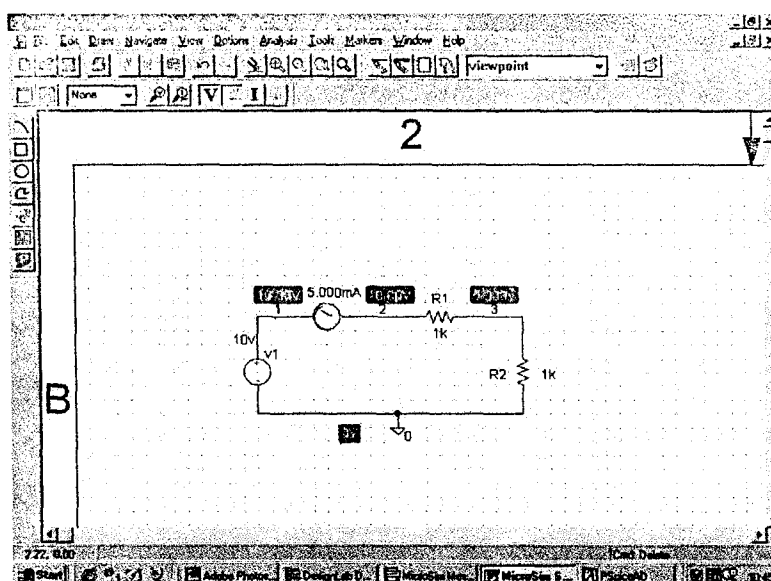
**** SMALL SIGNAL BIAS SOLUTION TEMPERATURE = 27.000 DEG C

NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE	NODE	VOLTAGE
(1)	10.0000	(2)	5.0000	(\$N_0001)	10.0000		

ภาพประกอบ 37 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์
เป็นการบอกศักดาที่โหนดเทียบกับกราวด์ โหนด 2 เทียบกับกราวด์ได้ VOLTAGE=5V

2) คูณจากรูป

VOLTAGE จะถูกแสดงค่าที่ Viewpoint ซึ่งเป็น VOLTAGE เทียบกับกราวด์
เหมือนคำตอบที่ได้จาก File.output



ภาพประกอบ 38 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากรูป

ตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรแบบ DC โดยใช้ SPICE

การวิเคราะห์วงจรโดยใช้ KCL (KIRCHHOFF CURRENT LAW)

จากกฎของ KIRCHHOFF เกี่ยวกับกระแส (KCL) ที่กล่าวไว้ว่า ผลรวมของกระแสที่โหนดใด ๆ หรือที่พื้นผิวปิดใด ๆ จะมีค่าเท่ากับศูนย์ เขียนเป็นสมการได้ว่า

$$\sum i_k = 0$$

โดยถ้าสมมุติกระแสที่ไหลเข้า มีเครื่องหมายเป็นบวก กระแสที่ไหลออกก็จะต้องมีค่าเป็นลบ หรือกลับกัน

จากรูปให้นักศึกษาเขียนวงจร KCL ตามรูปดังต่อไปนี้

1. กด CTRL+G พิมพ์ VSRC เป็นการดึงแหล่งจ่ายแรงดัน จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์
2. นักศึกษาสามารถเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการได้ โดยการ CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ หรือสายสัญญาณ ให้เป็นสีแดง จากนั้น สามารถหมุนอุปกรณ์ที่เลือกได้ (การหมุนไปที่ละ 90 องศา ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา) โดยการ กด CTRL+R หรือสามารถพลิกอุปกรณ์ที่เลือกได้ (การพลิกจะพลิกโดยใช้แกนตั้งเป็นแกนพับ) โดยกด CTRL+F
3. กด CTRL+G พิมพ์ R เป็นการดึงตัวต้านทาน จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์
4. กด CTRL+G พิมพ์ IPROBE เป็นการดึงตัววัดกระแส DC จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์
5. กด CTRL+G พิมพ์ AGND เป็นการดึงอนาล็อกกราวด์ จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์

หมายเหตุ วงจรของการ RUN SPICE จำเป็นจะต้องมีกราวด์ในวงจรอย่างน้อย หนึ่งแห่งเสมอ

6. กด CTRL+W เป็นการวาดสายสัญญาณ โดยจะสังเกตเห็นว่า CURSOR จะเปลี่ยนเป็นรูปดินสอ จากนั้นทำการลากสายสัญญาณดังรูป โดยการ CLICK ซ้ายที่จุดที่ต้องการเชื่อมสายสัญญาณ และ DOUBLE CLICK ขวา ที่จุดสุดท้ายของสายสัญญาณ จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางสายสัญญาณ

7. ทำการกำหนดหมายเลขโหนดของอุปกรณ์ ตามรูป โดยการ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่สายสัญญาณที่ต้องการ จากนั้นพิมพ์หมายเลขโหนดลงไป

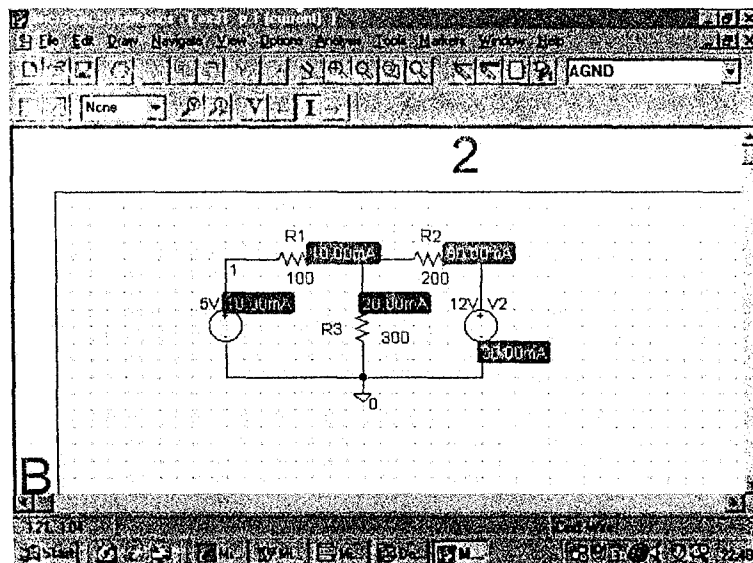
หมายเหตุ หมายเลขโหนดจะเป็นเท่าใดก็ได้ ใช้ในการอ้างอิงใน OUTPUT FILE แต่โหนดหมายเลข 0 ต้องเป็น กราวด์โหนดเสมอ ซึ่ง SPICE จะกำหนดมาให้เป็นเช่นนั้นอยู่แล้ว

8. ทำการกำหนดค่าของอุปกรณ์ โดยสำหรับตัวต้านทานให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ค่าของอุปกรณ์ แล้วพิมพ์ค่าที่ต้องการลงไป และสำหรับค่าของ แหล่งจ่ายแรงดัน VSRC ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ตัว VSRC จะปรากฏหน้าจอสำหรับการเซตค่า ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ช่อง DC= พิมพ์ค่าของแหล่งจ่ายที่ต้องการ จากนั้นกด ENTER หรือกด SAVE ATTRIBUTE จากนั้นให้ CLICK ที่ช่อง CHANGE ATTRIBUTE แล้ว กดค่าที่ช่อง VALUE เพื่อเป็นการแสดงค่าของแหล่งจ่าย

หมายเหตุ นักศึกษาสามารถจะทำการเลื่อนค่า หรือ ชื่อของอุปกรณ์ ได้โดยการ CLICK ซ้าย ที่ค่า หรือชื่อของอุปกรณ์ จากนั้นทำการ DRAG ไปยังบริเวณที่ต้องการ

9. ทำการบันทึกโปรแกรมโดยกด CTRL+S แล้วกด F11 เพื่อเป็นการ RUN SPICE

10. จะปรากฏค่า กระแส แสดงให้รู้ว่า มีกระแสไหลเข้าจากขวาไปซ้าย) ซึ่งตรงตามกฎของ KCL ที่โหนดที่ 2



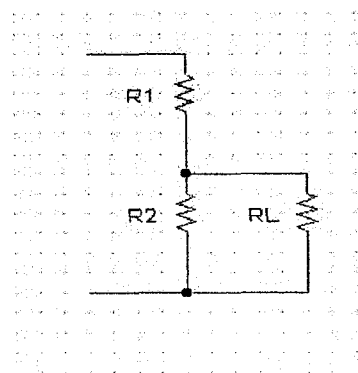
ภาพประกอบ 39 แสดงวงจรการวิเคราะห์ KCL

ใบปล่อง

การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	หน้า 1/1
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. ต่ วงจรแบ่งแรงดันแบบไม่มีโหลดและแบบมีโหลด โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง 2. วัดค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจร โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้ถูกต้อง 3. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า โดยใช้กฎการแบ่งแรงดันแบบมีโหลด และไม่มีโหลด ได้ถูกต้อง 4. เปรียบเทียบผลการทดลองกับการคำนวณได้ ทฤษฎี วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider Circuits) ใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เพื่อแบ่งแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ต้องการใช้แรงดัน ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ถูกแบ่งจะมีค่ามาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่ต่อในวงจรแบ่งแรงดันนั้น ๆ 1. วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีมีโหลด จากวงจร $V_{R1} = \frac{V_T \cdot R_1}{R_1 + R_2}$ $V_{R2} = \frac{V_T \cdot R_2}{R_1 + R_2}$		

การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	หน้า 1/2
---------------	----------------------------	-------------

1. วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด

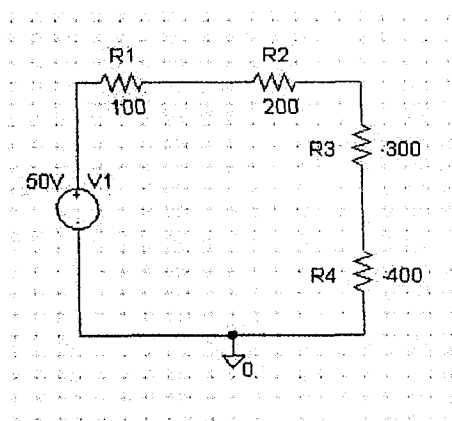


จากวงจรจะเห็นว่า R_L แบ่งแรงดันที่ตัวต้านทาน R_2 จะได้ว่า

$$V_{RL} = \frac{V_T (R_2 // R_L)}{(R_2 // R_L) + R_1}$$

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์, MOUSE
2. โปรแกรม PSpice



วงจรการทดลองที่ 1 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด

การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	หน้า 1/3
ลำดับขั้นตอนการทดลอง 1. DOUBLE CLICK ที่ SCHEMATIC ICON จะปรากฏ SCHEMATIC EDITOR 2. กด CTRL+G พิมพ์ VSRC เพื่อเรียกใช้แหล่งจ่ายแรงดัน แล้วกด ENTER, วางแหล่งจ่ายแรงดัน ณ. ตำแหน่งที่ต้องการ โดยการเลื่อน MOUSE ไปยังตำแหน่งนั้น ๆ แล้ว CLICK ซ้าย จากนั้น CLICK ขวาอีกทีหนึ่ง เป็นการสิ้นสุดการวางแหล่งจ่ายแรงดัน V_1 3. กด CTRL+G แล้วพิมพ์ คำว่า R เป็นการเรียกใช้ตัวต้านทาน แล้วกด ENTER, วางตัวต้านทาน R_1 ณ. ตำแหน่งตามที่แสดงในรูป โดยการ CLICK ซ้าย 4. จากนั้นวางตัวต้านทาน R_2 ตามตำแหน่งที่ปรากฏตามรูป โดยการ CLICK ซ้าย และวางตัวต้านทาน R_3 และ R_4 ตามลำดับ โดยการ CLICK ซ้าย จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางตัวต้านทาน 5. กด CTRL+G แล้วพิมพ์ คำว่า AGND เป็นการวาง ANALOG GROUND ซึ่งต้องมีทุกครั้งสำหรับการวิเคราะห์วงจรของ ANALOG จากนั้นวาง AGND ณ. ตำแหน่งตามรูป โดยการ CLICK ซ้าย แล้ว CLICK ขวา เป็นการสิ้นสุดการวาง AGND 6. กด CTRL+W เพื่อทำการเดินสายสัญญาณ เชื่อมอุปกรณ์เข้ากันตามรูป จะปรากฏ CURSOR เป็นรูป ดินสอขึ้นมา การวางสายมีเทคนิคดังต่อไปนี้, CLICK ซ้าย สำหรับจุดเริ่มต้นของการวางสาย จากนั้น CLICK ซ้ายอีกครั้ง ณ. จุดที่ต้องการพักสาย, DOUBLE CLICK ขวา สำหรับจุดปลายสายสัญญาณ และ CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางสายไฟ 7. กำหนดค่าความต้านทาน R_1 โดยการ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ค่าของตัวต้านทาน R_1 ให้เป็น 100 โอห์ม และค่าความต้านทาน R_2, R_3 และ R_4 ให้เป็น 200, 300 และ 400 โอห์ม ตามลำดับ 8. กำหนดค่าของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า V_1 โดยการ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่แหล่งจ่ายแรงดัน V_1 จะปรากฏ DIALOG BLOCK ให้เติมข้อความ จากนั้น DOUBLE CLICK ซ้าย ที่บรรทัด DC = แล้วพิมพ์คำว่า 50V ลงไป จากนั้น		

การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	หน้า 1/4
---------------	----------------------------	-------------

กดปุ่ม SAVE ATTRIBUTE หรือกด ENTER จากนั้นกดปุ่ม CHANGE DISPLAY ให้ทำเครื่องหมาย X ที่หน้า VALUE กดปุ่ม OK เพื่อออกจาก CHANGE ATTRIBUTE และกดปุ่ม OK อีกครั้ง เพื่อออกจากการตั้งค่า V_1

- ตั้งชื่อโหนด (โหนดคือจุดเชื่อมต่อขาของอุปกรณ์แต่ละตัวเข้าด้วยกัน) ถ้า นักศึกษาไม่ทำการตั้ง PSpice จะทำการตั้งให้เอง แต่จะเข้าใจยาก ดังนั้นขอให้ กำหนดเองโดย DOUBLE CLICK ซ้ายที่สายสัญญาณที่ต้องการตั้งชื่อจากนั้น กำหนดหมายเลขโหนดลงไปตามรูป โดยแต่ละโหนดต้องมีชื่อไม่ซ้ำกัน และ กราวด์โหนดไม่ต้องกำหนดใหม่ PSpice จะกำหนดให้เป็น 0 อยู่แล้ว
- ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าโดยกด CTRL+G พิมพ์คำว่า VIEWPOINT แล้วกด ENTER จากนั้นให้วาง VIEWPOINT ลงบนโหนดที่ต้องการ โดย CLICK ซ้าย แล้ว CLICK ขวาเป็นอันสิ้นสุดการวาง VIEWPOINT
- กด CTRL+S สำหรับ SAVE หน้าจอ SCHEMATIC ที่เขียนเป็นไฟล์นามสกุล .SCH จากรูปกำหนดให้มีชื่อว่า VOLTDIV1.SCH
- ทำการ SIMULATE โดยการกด F11 จะเป็นการ SIMULATE ในแบบ DC OPERATING POINT โดยค่าที่ได้ จะเทียบกับ กราวด์
- ทำการบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลที่ 1-1

	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	V_{R4}
ค่าที่ทดลอง				
ค่าที่คำนวณ				
หน่วย	V	V	V	V

การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	หน้า 1/5
---------------	----------------------------	-------------

ประเมินผล

1.1 จากวงจรการทดลอง จงคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว โดยใช้ Voltage Divider แล้วนำค่าที่ได้ใส่ลงในตารางบันทึกผลที่ 1-1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ถ้าต้องการแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_4 เท่ากับ 10 โวลต์ จงคำนวณหาตัว R_4 ใหม่จะเท่าใด

.....

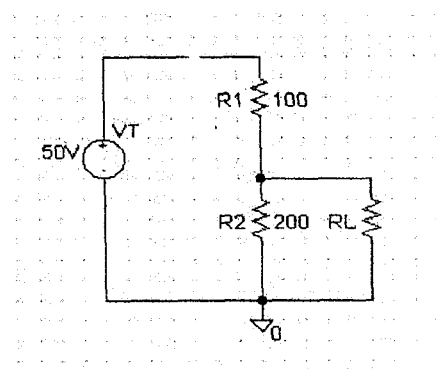
.....

.....

.....

.....

.....



วงจรการทดลองที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด

การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	หน้า
		1/6

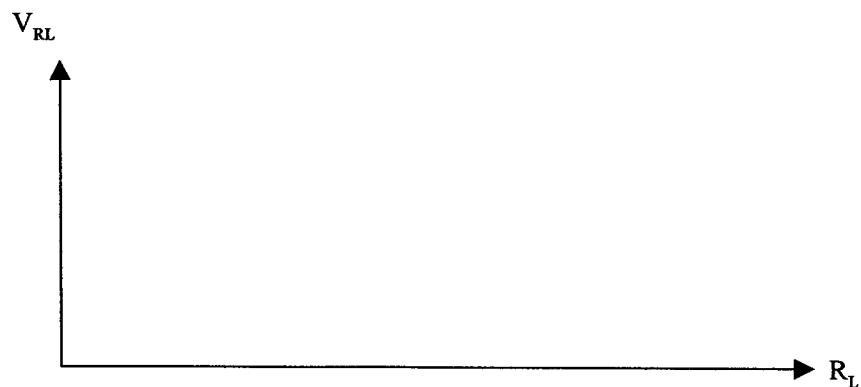
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อยวงจรตามรูปโดยใช้ PSpice
2. กำหนดค่าอุปกรณ์ตามที่กำหนดในรูป พร้อมกำหนดโหนด
3. เปลี่ยนค่า R_L เป็น 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, และ 1,000 ตามลำดับ
4. ทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมโหลด R_L โดย PSpice แล้วบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลที่ 1-2
5. คำนวณหาค่า V_L แล้วบันทึกผลในตารางบันทึกผลที่ 1-2
6. เปรียบเทียบผลการทดลองกับการคำนวณ
7. จากวงจรการทดลองเดิมค่าของ R_L จะเป็นเท่าใด จึงจะทำให้ V_{RL} เท่ากับ 3 โวลต์ แล้วตรวจสอบโดยการทดลอง
8. สรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลที่ 1-2

R_L	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
V_{RL} ทดลอง									
V_{RL} คำนวณ									
หน่วย	V	V	V	V	V	V	V	V	V

การเขียนกราฟ



การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	หน้า 1/7
---------------	----------------------------	-------------

ประเมินผล

2.1 จงแสดงการคำนวณหาค่า R_L ตัวใหม่ ถ้าต้องการให้ V_{RL} เท่ากับ 3 โวลต์

.....

.....

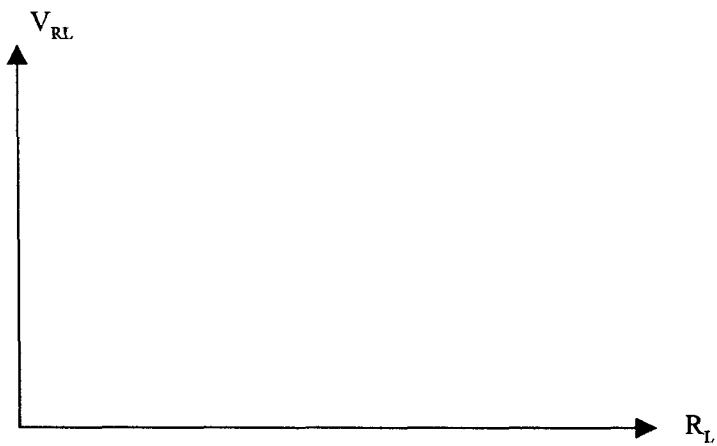
.....

.....

.....

.....

2.2 จงเขียนกราฟ $V_{RL} = f(R_L)$ และอธิบาย



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

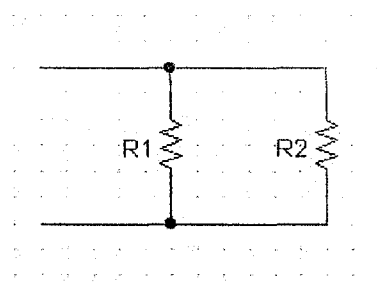
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	หน้า 2/1
---------------	----------------------	-------------

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อดวงจรตามที่กำหนดให้ โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง
2. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจร ได้อย่างถูกต้อง
3. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการแบ่งกระแสไฟฟ้าได้
4. เปรียบเทียบค่าที่คำนวณกับการทดลองได้
5. ออกแบบวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าได้

ทฤษฎี

เมื่อมีกระแสไหลเข้ามาในวงจรขนาน กระแสจะถูกแบ่งให้ไหลผ่านไปในสาขาต่าง ๆ ของวงจร ซึ่งค่าของกระแสที่แยกไหลไปนี้จะมีค่ามากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่ต่ออยู่ในแต่ละสาขา จากวงจรข้างล่างจะเห็นว่า R_1 และ R_2 จะเป็นตัวแบ่งกระแสรวมของวงจร เป็น I_1 และ I_2 ตามลำดับ ซึ่งสามารถหาค่าได้ตามสมการดังนี้



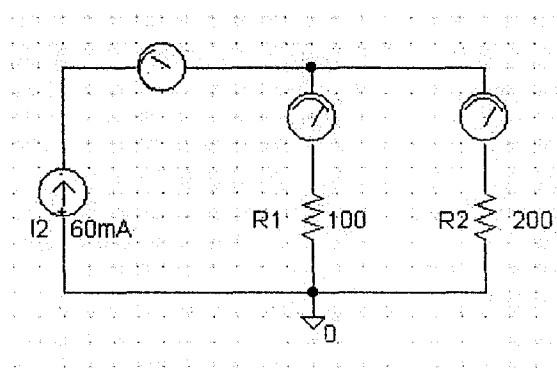
$$I_1 = \frac{I_T \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{I_T \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	หน้า 2/2
---------------	----------------------	-------------

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์, MOUSE
2. โปรแกรม Pspice



วงจรการทดลองที่ 1 วงจรแบ่งกระแส

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. DOUBLE CLICK ที่ SCHEMATIC ICON จะปรากฏ SCHEMATIC EDITOR
2. กด CTRL+G พิมพ์ ISRC เป็นการดึงแหล่งจ่ายกระแสอิสระ จากนั้น CLICK ซ้าย ลงไปดังรูป CLICK ขวา เป็นการสิ้นสุดการวางอุปกรณ์
3. นักศึกษาสามารถเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการได้ โดยการ CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ หรือสายสัญญาณให้เป็นสีแดง จากนั้น สามารถหมุนอุปกรณ์ไปที่ละ 90 องศา ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา โดยการกด CTRL+R
4. กด CTRL+G พิมพ์ R เป็นการดึงตัวต้านทาน จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์
5. กด CTRL+G พิมพ์ IPROBE เป็นการดึงตัววัดกระแส DC จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นการสิ้นสุดการวางอุปกรณ์

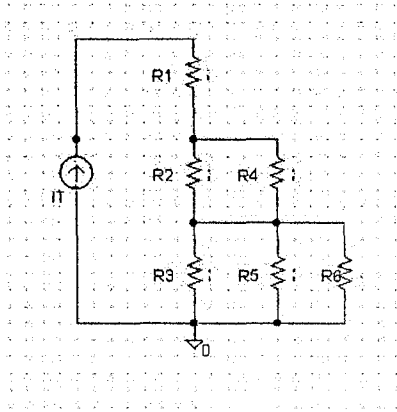
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	หน้า 2/3
---------------	----------------------	-------------

6. กด CTRL+G พิมพ์ AGND เป็นการคึงอนาลอกกราวน์ จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์
7. กด CTRL+W เป็นการวางสายสัญญาณ โดยจะสังเกตเห็นว่า CURSOR จะเปลี่ยนเป็นรูปคินสอ จากนั้นทำการลากสัญญาณดังรูป โดยการ CLICK ซ้าย ที่จุดที่ต้องการเชื่อมสายสัญญาณ และ DOUBLE CLICK ขวา ที่จุดสุดท้ายของสัญญาณ จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางสายสัญญาณ
8. ทำการกำหนดหมายเลขโหนดของอุปกรณ์ตามรูป โดยการ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่สายสัญญาณที่ต้องการ จากนั้น พิมพ์หมายเลขโหนดลงไป
9. ทำการกำหนดค่าของอุปกรณ์ โดยสำหรับตัวต้านทานให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ค่าอุปกรณ์ แล้วพิมพ์ค่าที่ต้องการลงไป และสำหรับค่าของแหล่งจ่ายกระแส ISRC ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ตัว ISRC จะปรากฏหน้าจอสำหรับการเช็คค่า ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ช่อง DC= พิมพ์ค่าของแหล่งจ่ายที่ต้องการ จากนั้น กด ENTER หรือกด SAVE ATTRIBUTE จากนั้นให้ CLICK ที่ช่อง CHANGE ATTRIBUTE
10. ทำการเลือกเมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP จากนั้นจากบาทที่ช่อง BIAS POINT DETAIL แล้วกด F11 เพื่อเป็นการ RUN SPICE
11. จะปรากฏค่ากระแสเป็นตัวเลข ทำการบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลที่ 2-1

ตารางบันทึกผลที่ 2-1

กระแส	I_T	I_1	I_2	I_1+I_2	หน่วย
ค่าที่ทดลอง					mA
ค่าที่คำนวณ					mA

การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	หน้า 2/5
---------------	----------------------	-------------



วงจรการทดลองที่ 2 วงจรแบ่งกระแส

กำหนดให้ R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 และ R_6 มีค่าเท่ากับ 600, 500, 400, 300, 200 และ 100 โอห์ม ตามลำดับ และแหล่งจ่ายกระแสมีค่าเท่ากับ 100 mA

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อยังวงจรตามรูปโดยใช้ PSpice
2. กำหนดค่าอุปกรณ์พร้อมกำหนดโหนด
3. วัดค่ากระแสที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว โดยใช้ PSpice
4. บันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลที่ 2-2

ตารางบันทึกผลที่ 2-2

กระแส	I_T	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	I_{R4}	I_{R5}	I_{R6}
ค่าที่ทดลอง							
ค่าที่คำนวณ							
หน่วย	mA	mA	mA	mA	mA	mA	mA

การทดลองที่ 3	เรื่อง กฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	หน้า 3/1
---------------	---	-------------

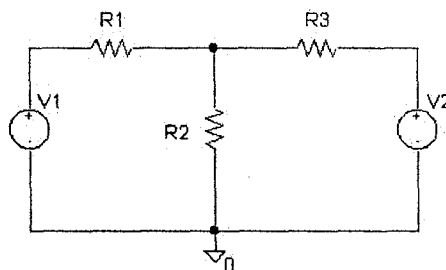
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถต่อวงจรตามที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง
2. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจร โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง
3. เข้าใจความหมายของกฎแรงดันและกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์
4. นำกฎของเคอร์ชอฟฟ์ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าได้
5. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณกับการทดลองได้

ทฤษฎี

วงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป ต่อกันในลักษณะ Network เราไม่สามารถนำกฎของโอห์มมาแก้ปัญหาโดยตรงได้ จึงต้องนำกฎของเคอร์ชอฟฟ์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งกฎของเคอร์ชอฟฟ์มี 2 กฎ ดังนี้คือ

1. กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law, KVL) กล่าวไว้ว่า “ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในวงจรปิดใด ๆ จะมีค่าเท่ากับ ศูนย์ หรือผลรวมของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้เท่ากับผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันที่ตกคร่อมโหลด



จากรูปจะได้ว่า

$$V_1 + V_2 = \text{แรงดันไฟฟ้าที่จ่าย}$$

$$V_{R1}, V_{R2}, V_{R3} = \text{แรงดันที่ตกคร่อม R}$$

$$\text{ดังนั้น } V_1 + V_2 = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} \text{ หรือ } V_1 + V_2 - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3} = 0$$

นั่นคือ

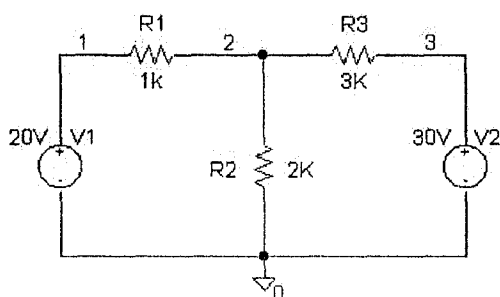
$$\boxed{\sum V = 0}$$

การทดลองที่ 3	เรื่อง กฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	หน้า 3/2
2. กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Current Law, KCL) กล่าวไว้ว่า “ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้า ณ. จุดใด ๆ ในวงจรจะเท่ากับศูนย์ หรือผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหล ออก จากรูปถ้าให้ จุด A เป็นจุดใด ๆ ในวงจรไฟฟ้า จะได้สมการว่า $\text{กระแสไหลเข้า} = \text{กระแสไหลออก}$ $I_1 + I_2 = I_3 + I_4$ $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$ ดังนั้น $\sum I = 0$		

การทดลองที่ 3	เรื่อง กฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	หน้า 3/3
---------------	---	-------------

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์, MOUSE
2. โปรแกรม PSpice



วงจรการทดลองที่ 1

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. DOUBLE CLICK ที่ SCHEMATIC ICON จะปรากฏหน้าจอ SCHEMATIC EDITOR
2. กด CTRL+G พิมพ์ VSRC เพื่อเรียกแหล่งจ่ายแรงดัน กด ENTER วางแหล่งจ่ายแรงดัน V_1 และ V_2 ณ. ตำแหน่งที่ต้องการ โดยเลื่อน MOUSE ไปตำแหน่งนั้น ๆ แล้ว CLICK ซ้าย จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์
3. กด CTRL+G พิมพ์ R เป็นการดึงตัวต้านทาน จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไป ดังรูป
4. นักศึกษาสามารถหมุนอุปกรณ์ที่เลือกได้ (การหมุนจะหมุนไปที่ละ 90 องศา ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา) โดยการ CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ หรือสายสัญญาณ ให้เป็นสีแดง แล้วกด CTRL+R หรือพลิกอุปกรณ์ที่เลือก(ใช้แกนตั้งเป็นแกนพับ) โดยกด CTRL+F จากนั้น CLICK ขวาเป็นการสิ้นสุดการวางอุปกรณ์

การทดลองที่ 3	เรื่อง กฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	หน้า 3/4
	5. กด CTRL+G พิมพ์ IPROBE เป็นการตั้งตัววัดกระแส DC จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 6. กด CTRL+G พิมพ์ AGND เป็นการตั้งอนาล็อกกราวด์ จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป แล้ว CLICK ขวา เป็นการสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 7. กด CTRL+W เป็นการวาดสายสัญญาณ โดยจะสังเกตเห็นว่า CURSOR จะเปลี่ยนเป็นรูปคินสอ จากนั้นลากสายสัญญาณดังรูปโดย CLICK ซ้าย ที่ต้องการเชื่อมสายสัญญาณ และ DOUBLE CLICK ขวา ที่จุดสุดท้ายของสัญญาณ จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางสายสัญญาณ 8. ทำการกำหนดหมายเลขโหนดของอุปกรณ์ ตามรูป โดยการ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่สายสัญญาณที่ต้องการ จากนั้นพิมพ์หมายเลขโหนดลงไป 9. กด CTRL+G พิมพ์ VIEWPOINT เป็นการตั้งตัววัดแรงดัน แล้วกด ENTER จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงบนโหนดต่าง ๆ จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 10. กำหนดค่าของอุปกรณ์ โดยสำหรับตัวต้านทานให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ค่าอุปกรณ์ แล้วพิมพ์ค่าที่ต้องการลงไป และสำหรับค่าของแหล่งจ่าย VSRC ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ตัว VSRC จะปรากฏหน้าจอสำหรับการหาค่า ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ช่อง DC = พิมพ์ค่าแหล่งจ่ายที่ต้องการ แล้วกด ENTER หรือ กด SAVE ATTRIBUTE จากนั้น CLICK ซ้าย ที่ช่อง CHANGE ATTRIBUTE แล้ว กากบาทที่ช่อง VALUE เพื่อเป็นการแสดงค่าของแหล่งจ่าย 11. เลือกเมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP จากนั้นกากบาทที่ช่อง BIAS POINT DETAIL แล้วกด F11 เพื่อ RUN SPICE 12. บันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลที่ 3-1 13. กลับหัวของแหล่งจ่าย V_1 แล้ว RUN SPICE บันทึกค่าลงในตารางที่ 3-1	

การทดลองที่ 3	เรื่อง กฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	หน้า 3/7
---------------	---	-------------

1.5 นำค่าที่ได้จากการทดลองมาพิสูจน์กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

.....

.....

.....

.....

.....

1.6 นำค่าที่ได้จากการทดลองมาพิสูจน์กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

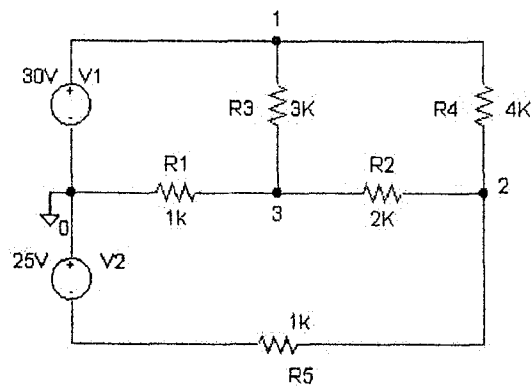
.....

.....

.....

.....

.....



วงจรการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 3	เรื่อง กฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	หน้า 3/8
---------------	---	-------------

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อดังรูป โดยใช้ PSpice
2. กำหนดค่าอุปกรณ์ ตามที่กำหนดดังรูป
3. ทำการวัดกระแสและแรงดัน โดยใช้หลักการของ PSpice แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 3-2 และ ที่ 3-3 ตามลำดับ

ตารางบันทึกผลที่ 3-2

	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	V_{R4}	V_{R5}
ค่าที่ทดลอง					
ค่าที่คำนวณ					
หน่วย	V	V	V	V	V

ตารางบันทึกผลที่ 3-3

	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	I_{R4}	I_{R5}
ค่าที่ทดลอง					
ค่าที่คำนวณ					
หน่วย	mA	mA	mA	mA	mA

[illegible]

การทดลองที่ 3	เรื่อง กฎของแรงดันและกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	หน้า 3/10
2.2 จงนำค่าที่ได้จากการทดลองมาพิสูจน์กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ที่โหนด 2 และ โหนด 3 2.3 จงนำค่าที่ได้จากการทดลองมาพิสูจน์กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ณ. Loop ต่าง ๆ <u>สรุป/เปรียบเทียบผลการทดลอง</u> 		

การทดลองที่ 4	เรื่อง วิธีการของโหนดโวลต์เตจ	หน้า 4/1
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. ต่อดวงจรตามที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม PSpice ได้อย่างถูกต้อง 2. วัดค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง 3. รู้วิธีการของโหนดโวลต์เตจ 4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรด้วยวิธีโหนดโวลต์เตจได้ถูกต้อง 5. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณกับผลการทดลองได้ ทฤษฎี จุดโหนด (Node) หมายถึง จุดต่อของสาขาในวงจรไฟฟ้าที่ต่อกันมากกว่า 2 สาขาขึ้นไป จุดนั้นเรียกว่าโหนด (Node) หรือ ปรินซิเปิลโหนด (Poinciple Node) แรงดันโหนด (Node Voltage) คือ ความต่างศักย์ระหว่างจุดโหนด 2 จุดในวงจรไฟฟ้า หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นความต่างศักย์ระหว่าง Principle Node กับ Reference Node ซึ่ง Reference Node หรือ โหนดอ้างอิง มักนิยามกำหนดจุดที่มีศักย์ต่ำเป็นจุดดิน ดังแสดงในรูป จากวงจร จุด A คือ โหนดหลัก (Principle Node) จุด B คือ โหนดอ้างอิง (Reference Node)		

การทดลองที่ 4	เรื่อง วิธีการของโหนดโวลต์เตจ	หน้า 4/2
การหาค่าแรงดันโหนด (V_A) หาได้ดังนี้ จากสมการกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์จะได้ว่า $I_2 = I_1 + I_3$ แทนค่า $\frac{V_A}{R_2} = \frac{V_1 - V_A}{R_1} + \frac{V_2 - V_A}{R_3}$ $V_A = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$ <u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u> 1. คอมพิวเตอร์, MOUSE 2. โปรแกรม PSpice วงจรการทดลองที่ 1 การวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดโหนดต่างๆ ในวงจร		

การทดลองที่ 4	เรื่อง วิธีการของโหนดโวลต์เตจ	หน้า 4/3
ลำดับขั้นตอนการทดลอง 1. DOUBLE CLICE ที่ SCHEMATIC ICON จะปรากฏหน้าจอ SCHEMATIC EDITOR 2. กด CTRL+G พิมพ์ VSRC เพื่อเรียกแหล่งจ่ายแรงดัน กด ENTER, วางแหล่งจ่ายแรงดัน V_1 และ V_2 ณ. ตำแหน่งที่ต้องการ โดยเลื่อน MOUSE ไปตำแหน่งนั้น ๆ แล้ว CLICK ซ้าย จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 3. กด CTRL+G พิมพ์ R เป็นการดึงตัวต้านทาน จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป 4. นักศึกษาสามารถหมุนอุปกรณ์ที่เลือกได้ (การหมุนจะหมุนไปที่ละ 90 องศา ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา) โดยการ CLICK ซ้าย ที่ตัวอุปกรณ์ แล้วกด CTRL+R หรือ พลิกอุปกรณ์โดยกด CTRL+F จากนั้น CLICK ขวา เป็นการสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 5. กด CTRL+G พิมพ์ IPROBE เป็นการดึงตัววัดกระแส DC จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงไปดังรูป จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 6. กด CTRL+G พิมพ์ AGND เป็นการดึงอนาลอกกราวด์ จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงดังรูป แล้ว CLICK ขวา เป็นการสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 7. กด CTRL+W เป็นการวาดสายสัญญาณ โดยจะสังเกตเห็นว่า CURSOR จะเปลี่ยนเป็นรูปคินสอ จากนั้นลากสายสัญญาณดังรูป โดย CLICK ซ้าย ที่จุดเริ่มต้นของการวางสายสัญญาณ จากนั้น CLICK ซ้ายอีกครั้ง ณ. จุดที่ต้องการพักสาย, DOUBLE CLICK ขวา สำหรับจุดปลายสายสัญญาณ และ CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์ 8. ทำการกำหนดหมายเลขโหนดของอุปกรณ์ โดย DOUBLE CLICK ซ้าย ที่สัญญาณที่ต้องการ การนั้นพิมพ์หมายเลขโหนดลงไป		

การทดลองที่ 4

เรื่อง วิธีการของโหนดโวลต์เดจ

หน้า 4/4

9. กด CTRL+G พิมพ์ VIEWPOINT เป็นการดึงตัววัดแรงดัน แล้วกด ENTER จากนั้นวาง (CLICK ซ้าย) ลงบนโหนดต่าง ๆ จากนั้น CLICK ขวา เป็นอันสิ้นสุดการวางอุปกรณ์

10. กำหนดค่าของอุปกรณ์ โดยสำหรับตัวต้านทานให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ค่าอุปกรณ์ แล้วพิมพ์ค่าที่ต้องการลงไป และสำหรับค่าของแหล่งจ่าย VSRC ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ตัว VSRC จะปรากฏหน้าจอสำหรับการเช็คค่า ให้ DOUBLE CLICK ซ้าย ที่ช่อง DC = พิมพ์ค่าแหล่งจ่ายที่ต้องการ แล้วกด ENTER หรือ กด SAVE ATTRIBUTE จากนั้น CLICK ซ้าย ที่ช่อง CHANGE ATTRIBUTE แล้ว กดที่ช่อง VALUE เพื่อเป็นการแสดงค่าของแหล่งจ่าย

11. เลือกเมนูคำสั่ง ANALYSIS/SETUP จากนั้นกดที่ช่อง BIAS POINT DETAIL แล้วกด F11 เพื่อ RUN SPICE

12. บันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลที่ 4-1

13. กลับขั้วแหล่งจ่าย V_2 แล้ว RUN SPICE บันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลที่ 4-1

ตารางบันทึกผลที่ 4-1

		I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	V_{10}
วงจรปกติ	ค่าที่ทดลอง				
	ค่าที่คำนวณ				
เมื่อกลับขั้ว	ค่าที่ทดลอง				
	ค่าที่คำนวณ				
	หน่วย	mA	mA	mA	V

การทดลองที่ 4	เรื่อง วิธีการของโหนดโวลต์เตจ	หน้า 4/6
---------------	-------------------------------	-------------

วงจรการทดลองที่ 2 วิธีการของโหนดโวลต์เตจ

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อยังวงจรดังรูป โดยใช้โปรแกรม PSpice
2. กำหนดให้โหนด 0 เป็นโหนด Reference
3. ทำการวัดแรงดันที่โหนด 3 (V_3), โหนด 4 (V_4) และโหนด 5 (V_5) โดยใช้ PSpice แล้วบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลที่ 4-2
4. ทำการวัดกระแสที่ผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวคือ I_{R2} , I_{R3} , I_{R4} , I_{R5} , และ I_{R6} ตามลำดับ โดยใช้ PSpice แล้วนำมาบันทึกค่าลงในตารางที่ 4-2

ตารางบันทึกผลที่ 4-2

	I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}	I_{R4}	I_{R5}	I_{R6}	V_3	V_4	V_5
ค่าที่ทดลอง									
ค่าที่คำนวณ									
หน่วย	mA	mA	mA	mA	mA	mA	V	V	V

แบบทดสอบ

ก. 20 V

ข. 30 V

ค. 40 V

ง. 50 V

จ. 60 V

4. จากข้อ 2,3 จะเกิด Regulation ที่เปอร์เซ็นต์

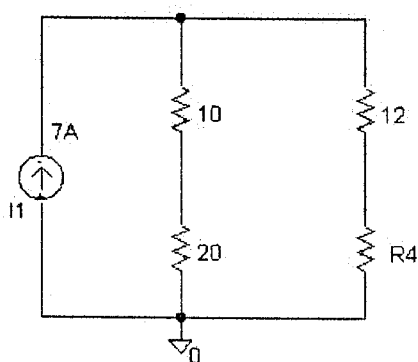
ก. 5

ข. 10

ค. 20

ง. 27.5

จ. 40

5. จากวงจรต่อไปนี้ ถ้ามีกระแสผ่านตัวต้านทาน 10 โอห์ม เท่ากับ 3 แอมป์ จงหาค่า V_4 

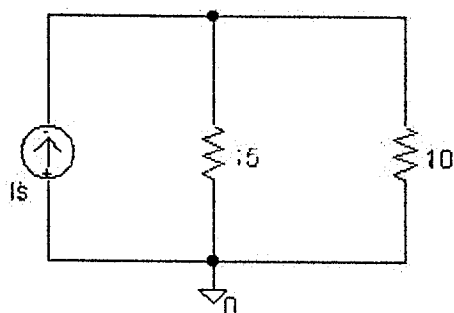
ก. 48

ข. 42

ค. 32

ง. 90

จ. 64

6. จากวงจร I_s มีค่ากี่แอมป์ ถ้ามีกระแสผ่านตัวต้านทาน 10 โอห์ม เท่ากับ 10 แอมป์

ก. 20

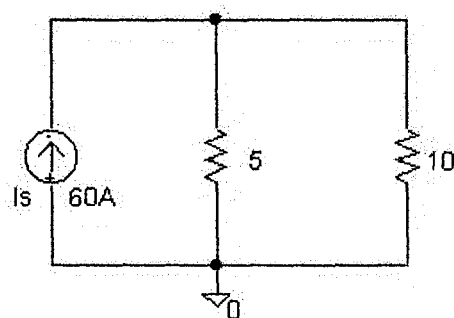
ข. 30

ค. 40

ง. 50

จ. 60

7. จากวงจรข้างล่าง กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 5 โอห์ม และ 10 โอห์ม มีค่าเท่าใด



ก. 8 A , 13 A

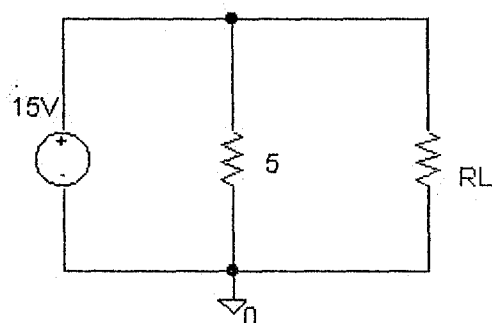
ข. 13 A , 8 A

ค. 7 A , 14 A

ง. 40 A , 20 A

จ. 20 A , 40 A

8. จากวงจรข้างล่าง R_L จะมีค่ากี่โอห์ม ถ้ากระแสในวงจรมีค่า 5 A



ก. 3.00 Ω

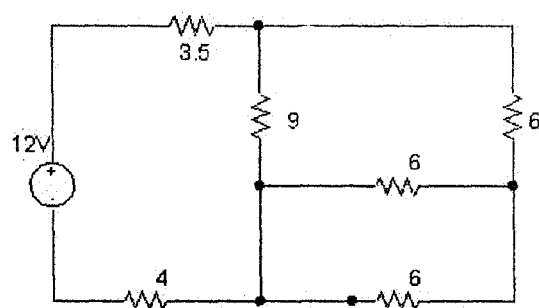
ข. 3.50 Ω

ค. 4.60 Ω

ง. 5.70 Ω

จ. 7.50 Ω

9. จากรูปจงหา กระแสที่ความต้านทาน 9 โอห์ม



ก. 3 A

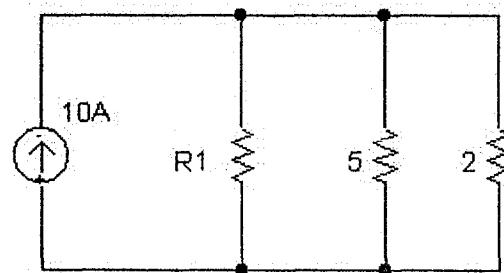
ข. 2 A

ค. 1 A

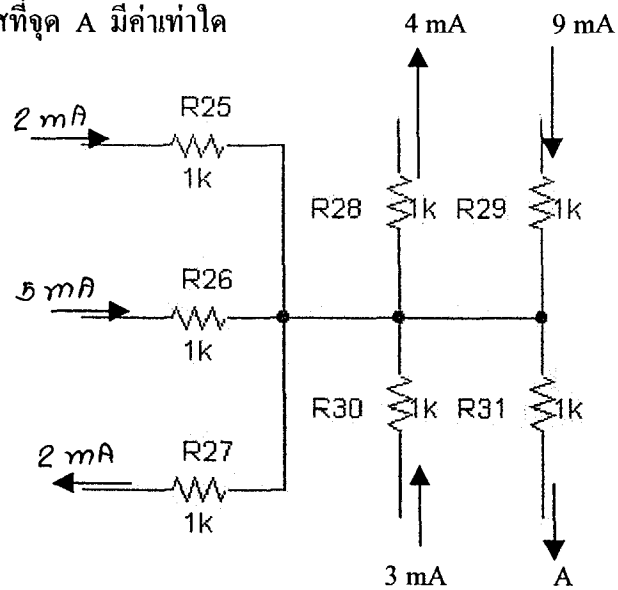
ง. 0.5 A

จ. 0.7 A

10. จากรูป R_1 จะมีค่าที่โอห์ม ถ้ามีกระแสผ่าน 4 A

ก. 2.10 Ω ข. 3.33 Ω ค. 4.5 Ω ง. 5.0 Ω จ. 6.7 Ω

11. จากวงจรกระแสที่จุด A มีค่าเท่าใด



ก. 10 mA

ข. 11 mA

ค. 12 mA

ง. 13 mA

จ. 14 mA

14. จากวงจร แรงดันไฟฟ้าที่โหนด 2 มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 5.2 V
 ข. 2.5 V
 ค. 3.2 V
 ง. 1.6 V
 จ. 4.1 V

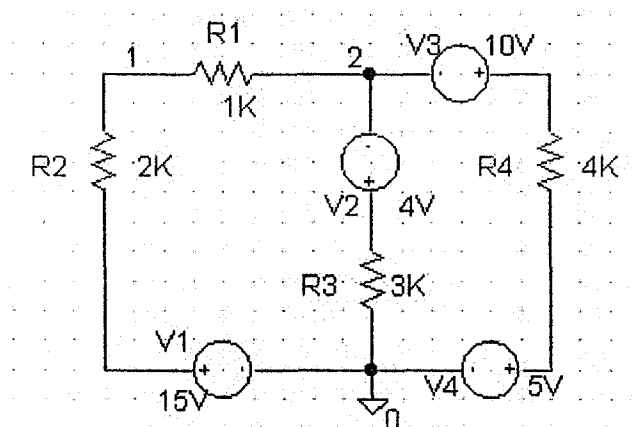
15. จากวงจรแรงดันไฟฟ้าที่โหนด 3 มีค่าเท่าใด

- ก. 2.0 V ข. 2.5 V
ค. 4.0 V ง. 5.0 V
จ. 3.4 V

16. มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทานขนาด 4 โอห์มเท่าใด

- ဂ. 1.4 A ဃ. 0.62 A
 င. 1.6 A ဇ. 0.2 A
 ခ. 3.2 A

จากวงจรต่อไปนี้จะตอบคำถามข้อ 17-20



17. จากวงจรแรงดัน ที่โหนด 1 จะมีค่ากี่โวลต์

- ก. 3.5 V
 ข. 5.3 V
 ค. 6.75 V
 ง. 2.8 V
 จ. 6.5 V

18. แรงดันไฟฟ้าที่โหนด 2 มีค่าเท่าใด

- ก. 3.4 V ข. 2.6 V
ค. 8.2 V ง. 5.6 V
จ. 4.8 V

19. กระแสไหลผ่านตัวต้านทาน 1 กิโลโอห์ม มีค่าเท่าใด

- பி. 5.8 mA பி. 4.6 mA**
- பி. 1.6 mA பி. 2.1 mA பி. 4.12 mA**

20. จากวงจร กระแสไหลผ่านตัวต้านทาน 3 กิโลโอห์ม มีค่ากี่แอมป์

- က. 1.6 mA ခ. 1.9 mA
 က. 2.2 mA ဂ. 3.2 mA ဓ. 3.4 mA

ข้อ 21-30 เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการใช้โปรแกรม PSpice

21. ถ้าต้องการเรียกแหล่งจ่ายแรงดันจะเรียกเครื่องมือชนิดใด

- | | |
|--------------|---------|
| က. ISRC | ဈ. VSRC |
| ခ. VIEWPOINT | င. AGND |
| ့. IPROBE | |

22. ถ้าต้องการเรียกแหล่งจ่ายกระแส จะเรียกอุปกรณ์ชนิดใด

- | | |
|--------------|---------|
| ဂ. ISRC | ဈ. VSRC |
| င. VIEWPOINT | ည. AGND |
| စ. IPROBE | |

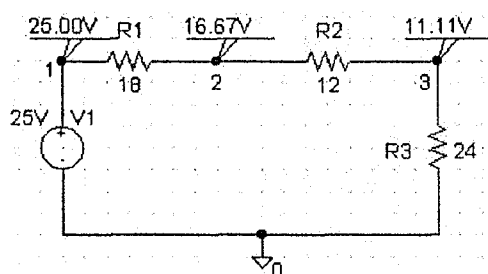
23. ถ้าต้องการวางอุปกรณ์ลงบนจอจะต้องปฏิบัติอย่างไร

- ก. CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ ข. CLICK ขวาที่ตัวอุปกรณ์
ค. DOUBLE CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ ง. DOUBLE CLICK ขวาที่ตัวอุปกรณ์
จ. CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ให้เป็นสีแดงแล้ว ENTER

24. ถ้าต้องการหมุนอุปกรณ์จะปฏิบัติอย่างไร

- ก. CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ให้เป็นสีแดงแล้วกด CTRL-R
ข. CLICK ขวาที่ตัวอุปกรณ์ให้เป็นสีแดงแล้วกด CTRL-G
ค. CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ให้เป็นสีแดงแล้วกด CTRL-W
ง. CLICK ขวาที่ตัวอุปกรณ์ให้เป็นสีแดงแล้วกด CTRL-R
จ. CLICK ซ้ายที่ตัวอุปกรณ์ให้เป็นสีแดงแล้วกด CTRL-G

25. ในการลากสายสัญญาณ เพื่อต่อจุดเชื่อมสายสัญญาณจะปฏิบัติอย่างไร
- กด CTRL+G CURSOR จะเป็นรูปคursors CLICK ซ้ายที่จุดเริ่มต้น DOUBLE CLICK ขวาที่จุดสุดท้าย และ CLICK ขวา เมื่อวางสายสัญญาณ
 - กด CTRL+W CURSOR จะเป็นรูปคursors CLICK ซ้ายที่จุดเริ่มต้น CLICK ซ้ายที่จุดสุดท้าย และ CLICK ขวา เมื่อวางสายสัญญาณ
 - กด CTRL+R CURSOR จะเป็นรูปคursors CLICK ซ้ายที่จุดเริ่มต้น DOUBLE CLICK ขวาที่จุดสุดท้าย และ CLICK ขวา เมื่อวางสายสัญญาณ
 - กด CTRL+W CURSOR จะเป็นรูปคursors DOUBLE CLICK ซ้ายที่จุดเริ่มต้น CLICK ขวาที่จุดสุดท้าย
 - กด CTRL+R CURSOR จะเป็นรูปคursors DOUBLE CLICK ซ้ายที่จุดเริ่มต้น CLICK ขวาที่จุดสุดท้าย
26. การกำหนดหมายเลขโหนดของอุปกรณ์จะปฏิบัติอย่างไร
- CLICK ขวาที่สายสัญญาณแล้วกำหนดตัวเลข CLICK ขวาอีกครั้ง
 - CLICK ซ้ายที่สายสัญญาณแล้วกำหนดตัวเลข CLICK ขวาอีกครั้ง
 - CLICK ขวาที่สายสัญญาณแล้วกำหนดตัวเลข CLICK ซ้ายอีกครั้ง
 - DOUBLE CLICK ซ้ายที่สายสัญญาณแล้วกำหนดตัวเลข
 - DOUBLE CLICK ขวาที่สายสัญญาณแล้วกำหนดตัวเลข
27. ในการวัดแรงดันไฟฟ้า จะเรียกเครื่องมือชนิดใด
- ISRC
 - VSRC
 - VIEWPOINT
 - IProbe
 - AGND
28. จากรูปแรงดันไฟฟ้าที่ R_1 มีค่ากี่โวลต์



- 25.00 V
- 16.67 V
- 8.33 V
- 5.56 V
- 11.11 V

เฉลยแบบทดสอบ

ข้อ	คำตอบ
1.	ค
2.	ก
3.	ก
4.	จ
5.	ข
6.	ข
7.	ง
8.	จ
9.	ง
10.	ก
11.	ง
12.	ง
13.	ค
14.15.	จ
	ค

ข้อ	คำตอบ
16.	ง
17.	จ
18.	ข
19.	จ
20.	ค
21.	ข
22.	ก
23.	ก
24.	ก
25.	ข
26.	ง
27.	ค
28.	ค
29.	ง
30.	ก

ภาคผนวก ก.

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ

ตาราง 11 แสดงค่าความยากง่าย (D – Index) ค่าอำนาจจำแนก (V – Index) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบ

ข้อที่	R_u	R_l	D	V	p	q	p.q
1	10	9	0.95	0.10	0.95	0.05	0.04
2	10	9	0.95	0.10	0.95	0.05	0.04
3	7	4	0.55	0.30	0.55	0.45	0.24
4	8	7	0.75	0.10	0.75	0.25	0.18
5	8	7	0.75	0.10	0.75	0.25	0.18
6	9	7	0.80	0.20	0.80	0.20	0.16
7	10	9	0.95	0.10	0.95	0.05	0.04
8	10	8	0.90	0.20	0.90	0.10	0.09
9	10	7	0.85	0.30	0.85	0.15	0.12
10	7	4	0.55	0.30	0.55	0.45	0.24
11	9	5	0.70	0.40	0.70	0.30	0.21
12	9	5	0.70	0.40	0.70	0.30	0.21
13	9	6	0.75	0.30	0.75	0.25	0.18
14	10	6	0.80	0.40	0.80	0.20	0.16
15	10	5	0.75	0.50	0.75	0.25	0.18
16	10	6	0.80	0.40	0.80	0.20	0.16
17	9	7	0.80	0.20	0.80	0.20	0.16
18	9	6	0.75	0.30	0.75	0.25	0.18
19	9	4	0.65	0.50	0.65	0.35	0.22
20	9	6	0.75	0.30	0.75	0.25	0.18

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	R_U	R_L	D	V	p	q	p.q
21	10	8	0.90	0.20	0.90	0.10	0.09
22	10	8	0.90	0.20	0.90	0.10	0.09
23	10	9	0.95	0.10	0.95	0.05	0.04
24	10	9	0.95	0.10	0.95	0.05	0.04
25	10	8	0.90	0.20	0.90	0.10	0.09
26	10	10	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
27	10	10	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
28	10	10	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
29	10	10	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
30	10	10	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
รวม	282	219	25.05	6.30	25.05	4.49	3.52
เฉลี่ย	9.40	7.30	0.83	0.21	0.83	0.16	0.11

การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

จากการทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อไป
ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า

- ข้อสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.55 ถึง 1.00
ค่าเฉลี่ย = 0.83
- ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.50
ค่าเฉลี่ย = 0.21
- การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากสูตร

$$r_{tt} = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \sum \frac{pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K คือ จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิด ($q=1-p$)

S^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เรียน 20 คน

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{(20 * 12851) - (501)^2}{20(20-1)}$$

$$= 15.83$$

$$\text{ดังนั้น } r_{tt} = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \sum \frac{pq}{s^2} \right]$$

$$= \left[\frac{30}{30-1} \right] \left[1 - \sum \frac{3.52}{15.83} \right]$$

$$= 0.80$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ} = +0.80$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น +1.00 แสดงว่ามีค่าความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือได้ ส่วนแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.00 ถึง -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีค่าความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือไม่ได้ ไม่ควรนำมาใช้

ตาราง 12 แสดงคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างประลอง และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังการประลอง

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด (80 คะแนน)			รวม (80)	ร้อยละ	คะแนนแบบทดสอบ (30)	ร้อยละ
	เรื่องที่1 (30)	เรื่องที่ 2 (30)	เรื่องที่3 (20)				
1	26	24	17	67	83.75	26	86.67
2	24	23	15	62	77.50	28	93.33
3	23	24	15	62	77.50	26	86.67
4	25	25	15	65	81.25	28	93.33
5	25	26	15	66	82.50	26	86.67
6	24	25	16	65	81.25	28	93.33
7	26	24	16	66	82.50	27	90.00
8	22	25	15	62	77.50	28	93.33
9	27	26	18	71	88.75	27	90.00
10	25	26	16	67	83.75	25	83.33
11	24	25	16	65	81.25	24	80.00
12	23	24	15	62	77.50	22	73.33
13	24	24	17	65	81.25	24	80.00
14	24	26	17	67	83.75	27	90.00
15	23	25	15	63	78.75	24	80.00
16	25	25	18	68	85.00	25	83.33
17	24	24	16	64	80.00	23	76.67
18	23	26	16	65	81.25	22	73.33
19	24	25	17	66	82.50	20	66.67
20	25	25	17	67	83.75	21	70.00
รวม	486	497	322	1305	1631.25	501	1583.33
เฉลี่ย	24.30	24.85	16.10	65.25	81.56	25.05	79.17
ร้อยละ	81.00	82.83	80.50	81.56	81.56	83.50	79.17

ตาราง 13 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนประลองและคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังประลอง

คนที่	คะแนนจากการทำแบบ ทดสอบก่อนประลอง	คะแนนจากการทำแบบ ทดสอบหลังประลอง	D	D ²
1	10	26	16	256
2	11	23	12	144
3	8	20	12	144
4	8	25	17	289
5	11	26	15	225
6	10	28	18	324
7	14	27	13	169
8	6	22	16	256
9	12	27	15	225
10	12	28	16	256
11	12	24	12	144
12	11	22	11	121
13	10	24	14	196
14	12	27	15	225
15	11	24	13	169
16	13	28	15	225
17	6	21	15	225
18	13	25	12	144
19	12	26	14	196
20	14	28	14	196
รวม	216	501	285	4129
เฉลี่ย	10.8	25.05		

การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของคะแนนทดสอบก่อนการประลองและคะแนนแบบทดสอบหลังการประลอง โดยใช้ t -test ซึ่งคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N}}}$$

เมื่อ D = ผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N = จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

แทนค่า

$$t = \frac{285}{\sqrt{\frac{20(4129) - (285)^2}{20}}}$$

$$t = 34.629$$

เปิดตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จากตาราง t จะได้ $t = 2.539^{**}$

ดังนั้นแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีคะแนนแบบทดสอบหลังการประลองสูงกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนการประลอง แสดงว่านักศึกษามีความรู้ในการประลองดีขึ้น

ภาคผนวก ง.

- หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ
- หนังสือขออนุญาตใช้สถานที่ทดสอบ



ที่ ทม 1007/4110

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

30 กรกฎาคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นางสาวสุทธิดา คงสมนาม นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีเอสพีซี (PSPICE) สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540" โดยมี ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธโกธ และ อาจารย์สุดาใจ เหง้าสีไพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายวัชร อนุศาสนกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุทธิดา คงสมนาม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร./โทรสาร. 258-4119



ที่ ทม 1007/๔๑๑

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

30 กรกฎาคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักแผนและพัฒนา สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นางสาวสุดธิดา คงสมนาม นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีเอสพีซี (PSPICE) สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540" โดยมี ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สุดใจ เหง้าสีไพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในครั้งนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สายันต์ เสาวฤกษ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุดธิดา คงสมนาม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร./โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/ 4171



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

30 กรกฎาคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

เนื่องด้วย นางสาวสุดธิรา กงสมนาม นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีเอสไพซ์ (PSPICE) สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540" โดยมี ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ อาจารย์สุจิตใจ เห่งาสีไพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุดธิรา กงสมนาม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร./โทรสาร 258-4119



รับ 3049
วันที่ 4 ม.ก. 2542
เวลา 16.30 น. 162

ที่ ทม 1007/4512

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

8 กันยายน 2542

เรื่อง ขออนุญาตใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา

เนื่องด้วย นางสาวสุศธิรา คงสมนาม นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีเอสพี (P Spice) สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540" โดยมี ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธโกกร และ อาจารย์สุชาติ เห่งสำพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 เครื่อง เพื่อให้ นักศึกษาทดลองปฏิบัติงานตามใบประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และขอให้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า จำนวน 27 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง ในระหว่างเดือนกันยายน - ตุลาคม 2542

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวสุศธิรา คงสมนาม ได้ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร. สิริศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร./โทรสาร. 258-4119

๑. ทบม./๐๖๐๗๓๗
๒. ทบม. ๑๖.๑๖.๑๖
๓. มอช. ๐๖.๐๖.๐๖
๔. ๐๖.๐๖.๐๖
๕. ๐๖.๐๖.๐๖

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. นายวัชร อนุศาสนกุล - ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา
 - วุฒิการศึกษา คอม.บริหารอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 - ประสบการณ์การทำงานด้านการวิจัย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือและแบบสอบถามงานวิจัย เป็นที่ปรึกษางานวิจัยแก่นักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยศิลปากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 - ประวัติการรับราชการ 27 ปี
2. นายสิทธิพงษ์ ชูจิตติ - ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1
 - วุฒิการศึกษา คอบ.ไฟฟ้า
 - ประวัติการอบรม เข้ารับการอบรมเทคโนโลยีไฟฟ้า จากประเทศออสเตรเลีย
 - ประวัติการรับราชการ 24 ปี
3. นายมนตรี พรหมเพชร - หัวหน้าฝ่ายวิจัยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาชีวศึกษา 1
 - วุฒิทางการศึกษา วศบ. ไฟฟ้าสื่อสาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วศม.ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 - ประสบการณ์ด้านการวิจัย เป็นที่ปรึกษางานวิจัยให้กับ สจพ.
 - ประวัติการรับราชการ 25 ปี
4. นายसानต์ เสาวฤกษ์ - อดีตหัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
 - รองผู้อำนวยการสำนักงานวางแผนและพัฒนา สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
 - วุฒิทางการศึกษา คอม.ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 - ประวัติการรับราชการ 22 ปี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ/สกุล	นางสุศรียา คงสมนาม
วัน/เดือน/ปีเกิด	วันที่ 10 ตุลาคม 2504
สถานที่เกิด	บ้านเลขที่ 66 หมู่ 3 ต.ลุมพินี อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 66 หมู่ 3 ต.ลุมพินี อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2524 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา (ม.ศ.5) จากโรงเรียน จอมสุรางค์อุปถัมภ์ อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา พ.ศ. 2526 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาเทคนิค (ปวท.) สาขา เทคนิควิศวกรรมไฟฟ้า จากวิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา พ.ศ. 2532 สำเร็จการศึกษาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการทั่วไป จากสหวิทยาลัยศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษามหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร กรุงเทพมหานคร

การพัฒนาชุดประลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีเอสไปซ์
สำหรับการสอนปฏิบัติการทดลอง วิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

บทคัดย่อ
ของ
สุทธิรา คงสมนาม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
เมษายน 2543

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง โดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่า หรือเท่ากับ 80/80 ชุดประลองที่สร้างขึ้นประกอบด้วย บทเรียน 3 เรื่อง คือ วงจรแบ่งแรงดันและ แบ่งกระแส กฎของเคอร์ชอฟฟ์ และทฤษฎีโหนด

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา จำนวน 27 คน

ผลการทดลองปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบระหว่างเรียนกับแบบ ทดสอบหลังเรียน (E_1/E_2) มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยผลการทดลองได้ประสิทธิภาพ 81.56/83.50

DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL KIT OF DIRECT CURRENT CIRCUIT BY USING
PSICE PROGRAM FOR LABORATORY INSTRUCTION IN ELECTRIC CIRCUIT 1
SUBJECT IN HIGHER VOCATIONAL CURRICULUM 1997.

AN ABSTRACT

BY

SUDTIRA KONGSOMNAM

Presented in partial fulfillment of the requirement for the
Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University

April 2000

The purpose of this research is to develop and to find out the efficiency of Experimental Kit of Direct Current Circuit by using Pspice program in the efficiency of 80/80 or higher. The Experimental Kit consists of 3 units: Voltage divider circuit and Current divider circuit, Kirchhoff's laws and Node voltage.

Sample groups were 27 electrical students in the first year of higher vocational certificate level, Ayutthaya Technical Collage.

From this experiment, the percentage of testing during-study and post-study (E_1/E_2) had the Efficiency of 81.56/83.50 higher than 80/80 basic.