

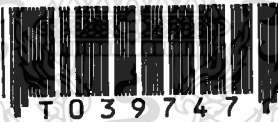
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON KIRCHOFF'S LAW
OF DIRECT CURRENT



อมรรัตน์ สุภา

AMORN RAT SUPA



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วท.
ค 25 ๖๓

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-134-7

เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 39747
วันที่, เดือน, ปี..... 21 ต.ย. 2544

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้า

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON KIRCHOFF'S LAW
OF DIRECT CURRENT**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN EDUCATIONAL
TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2001



COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
นักศึกษา	นางสาวอมรรัตน์ สุภา
รหัสประจำตัว	40064426
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

บทคัดย่อ

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่สร้างเป็นการสอนแบบเนื้อหา (Tutorial)

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน บทเรียนที่สร้างขึ้นมีเนื้อหาบทเรียน 3 เรื่อง มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบสาขา (Branching Programs)

ผลกรรศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.16/88.33 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 และการศึกษาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นอยู่ในระดับใช้ได้ และมีความคิดเห็นสอดคล้องกันมากที่สุด จากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่า นักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเกณฑ์ดี แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current
Student	Miss Amornrat Supa
Student ID.	40064426
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Education Technology in Vocational and Technical Education
Year	2001
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Supit Karnjanapun
Thesis co-Advisor	Asst. Prof. Dr. Lertlak Klinhom

ABSTRACT

The purposes of this study were to construct and find the efficiencies of computer assisted instruction on Kirchoff's Law of direct current works for the Electrical of technical certificate curriculum year 1995. The efficiency test of the lesson was conducted based on efficiency criteria.

The samples of this study were the first year students in Electrical of Sattahip Technical College. The samples group consist of thirty students in the second semester of the academic year 2000. The computer assisted instruction were 3 unit of branching programs.

The result of this study was that computer assisted instruction has efficiency on criteria of 86.16/88.33. Learning achievement at the posttest was significantly higher than that of pretest at the .01 level. Specialist opinions toward the computer assisted instruction revealed good level. The satisfactory assessment of the students on a good level expressed that computer assisted instruction was valuable for instruction.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและให้คำปรึกษา ในด้านการจัดทำวิทยานิพนธ์ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลจาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ และ ศศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ซึ่งเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมพร ไชยะ ศศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ที่ช่วยเหลือแก้ไขและให้คำแนะนำในข้อบกพร่องบางจุดของผู้วิจัย ซึ่งทำให้ผู้วิจัยเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ อ.วชิระ สุขมหา อ.แหนม กาสี และ อ.วิฑูรย์ ปิ่นวนิชย์กุล ที่กรุณาช่วยในการตรวจแบบทดสอบ เครื่องมือและเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ และคณะครู-อาจารย์ ที่ให้ความร่วมมือในการจัดเก็บข้อมูลของผู้วิจัย

ขอขอบคุณกำลังใจพิเศษจากคุณพ่อสมาน สุภาและคุณแม่ณฤมล สุภา และทุกคนในครอบครัวที่ทำให้มีกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบคุณ จ.อ.กิตติกร จิตตวัฒน์ ที่ช่วยในการจัดพิมพ์และอำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำพร้อมทั้งช่วยแก้ไขส่วนที่ผิดพลาดต่าง ๆ จนสำเร็จสมบูรณ์

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ช่วยแนะนำในเรื่องต่าง ๆ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอขอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อมรรัตน์ สุภา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐาน.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 วิชาคำนวณไฟฟ้า 1.....	5
2.1.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538.....	5
2.1.2 หลักสูตรวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1.....	8
2.1.3 คำอธิบายรายวิชา.....	9
2.1.4 เนื้อหาวิชาที่สอน.....	9
2.1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้.....	9
2.1.6 เนื้อหาวิชาที่ใช้สำหรับการวิจัย.....	9
2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	10
2.2.1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน.....	10
2.2.2 ประโยชน์และข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	12
2.3 โปรแกรม ที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	13
2.3.1 ภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง.....	14
2.3.2 ภาษาช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์.....	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3 โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	14
2.3.4 โปรแกรมโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์.....	15
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	18
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	18
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	18
3.2.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	19
3.2.2 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	22
3.2.3 สร้างแบบประเมินบทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	22
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	24
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	24
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	25
3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	25
3.6.2 สถิติสำหรับวิเคราะห์แบบทดสอบ.....	25
3.6.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	26
3.6.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนก่อนและหลังการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	27
3.6.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน.....	27
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	28
4.1 ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	28
4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	30
4.3 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	32
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและ หลังเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน.....	33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	35
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	38
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	39
บรรณานุกรม.....	41
ภาคผนวก.....	44
ก. หนังสือราชการ.....	45
ข. รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	52
ค. เนื้อหาวิชาที่ใช้สำหรับการวิจัย.....	54
ง. แบบประเมินสื่อการสอน ด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ.....	71
จ. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน.....	81
ฉ. ตารางการหาค่าประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	87
ช. ตัวอย่างการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	91
ประวัติผู้เขียน.....	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงเวลาและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง.....	29
4.2 แสดงผลการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลองแต่ละครั้ง.....	31
4.3 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลัง เรียน.....	32
4.4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง.....	40
ฉ1 แสดงคะแนนที่ได้จากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชั้น ทดลองเบื้องต้น.....	88
ฉ2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชั้นการทดลองกลุ่มย่อย.....	88
ฉ3 แสดงที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชั้นการทดลองชั้นปฏิบัติการ.....	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	19
3.2 แสดงการเลือกบทเรียน.....	20
3.3 โครงสร้างแบบทดสอบหลังบทเรียนแต่ละบทเรียน.....	21
ค1 วงจรอนุกรม 2 แหล่งจ่าย.....	64
ค2 วงจรอนุกรม.....	65
ค3 วงจรแบ่งแรงดัน.....	65
ค4 วงจรตัวอย่าง การไหลของกระแสในวงจร.....	66
ค5 การไหลของกระแส.....	66
ค6 การกำหนดทิศทางกระแสไหลของกระแส.....	67
ค7 วงจรการวิเคราะห์แรงดันของเคอร์ชอฟฟ์.....	67



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้วว่า การศึกษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยการศึกษาช่วยสร้างกำลังคนในด้านต่าง ๆ ให้ได้ตามความต้องการของประเทศชาติ ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

การตอบสนองความต้องการกำลังคน โดยการเพิ่มการผลิตนักเรียนนั้น จะมีผลกระทบต่อการศึกษาหลายด้าน เช่น ทำให้เกิดการขาดแคลนครู ผู้เชี่ยวชาญ ขาดวัสดุอุปกรณ์และสถานที่เรียน การแก้ปัญหาดังกล่าวอาจแก้ไขโดยการเพิ่มจำนวนอาจารย์ อาครเรียน และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการเรียนการสอน แต่ในทางปฏิบัตินั้นเป็นการยากอย่างยิ่งสำหรับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา งบประมาณต่าง ๆ จำกัด วิธีการแก้ไขทางหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือ การหันมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ลัดดา สุขปรีดี. 2525 : 5)

การนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาช่วยในการเรียนการสอนเป็นการนำเอาความรู้ แนวความคิด กระบวนการ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ร่วมกันอย่างมีระบบและพัฒนาการศึกษาให้ก้าวหน้า

นักวิชาการศึกษาได้แนะแนวทางพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพหรือให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นวิธีหนึ่งคือ การจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลขึ้น ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม เมื่อจบบทเรียนแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยจะมีแบบทดสอบ เมื่อสอบผ่านจึงจะเรียนในบทต่อไปได้ บทเรียนนี้อาจอยู่ในรูปแบบของชุดการเรียนการสอนหรือบทเรียนสำเร็จรูป (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2525 : 22)

ในการเรียนการสอน ในรายวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา มีเนื้อหาการเรียนที่มาก และยังเป็นเนื้อหาที่ต้องศึกษาและประยุกต์ให้ถูกต้อง เพราะรายวิชานี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ในการวางรากฐาน การศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นของนักเรียน และนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยได้พบปัญหาของการเรียนในรายวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1 ดังนี้

1. เนื้อหารายวิชามีมาก
2. อาจารย์ผู้สอนไม่มีเวลาสอนเสริม หรืออธิบายเพิ่มเติมจากเวลาที่สอนปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในการสอนส่วนมากจะเป็นการสอนทฤษฎี ทำให้นักเรียนมองไม่เห็นภาพ การคำนวณอย่างชัดเจน

4. นักเรียนมีเวลาเรียนไม่พอ ทำให้ไม่เข้าใจในการเรียนเท่าที่ควร

ด้วยเหตุที่กล่าวมาแล้วผู้วิจัยมีความเห็นว่า การเรียนวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1 จะให้ได้ผลดีมาก ขึ้น ควรให้นักเรียนได้ใช้ความคิด แทนที่จะนั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว ถ้าให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง จะเป็นการเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจยิ่งขึ้น และยังช่วยให้เรียนที่เรียนอ่อน ได้มีโอกาสศึกษาเพิ่มเติมและเป็นการปรับพื้นฐานความรู้ด้วยตัวเอง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง โดยจะเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้สำหรับหัวข้ออื่น ๆ ในโอกาสต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 สมมุติฐาน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์กำหนด 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตในการวิจัยดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สร้างขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา วิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1 เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ จะเป็นบทเรียนประกอบภาคทฤษฎีเท่านั้น

2. ประชากรเป็นนักเรียนของวิทยาลัยเทคนิคสัทธิบ จำนวน 400 คน และกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ

3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

4. เนื้อหาของวิชาที่นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหัวข้อดังนี้

4.1 บทเรียนพื้นฐาน

4.2 การดิเทอร์มิแนนท์

4.3 กฎของเคอร์ชอฟ

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ จะใช้ได้กับไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 16 เมกกะไบต์ และมี ซีดีรอม หน่วยเก็บข้อมูล ไม่ต่ำกว่า 1.2 จิกกะไบต์.

6. โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ

Authorware Version 4

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ที่สร้างขึ้น เป็นเนื้อหาในวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1

2. การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ วัย พื้นฐานทางเศรษฐกิจและอารมณ์ของนักศึกษา

3. นักศึกษาที่ใช้ในการทดลองเรียน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรงจะต้องผ่านการเรียนรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์ และจะต้องผ่านการเรียนเรื่องกฎของโอห์มมาแล้ว

1.6 กำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Authorware Version 4 ในหัวข้อเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับ ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อสร้างกิจกรรมในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง

2. นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2542 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ

3. ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบฝึกหัดหลังบทเรียนแต่ละบท โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ

3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน แต่มีการจัดเรียงลำดับข้อและคำตอบที่แตกต่างกัน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของเนื้อหาของบทเรียน

6. หลักสูตร หมายถึง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538
กรมอาชีวศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

- 2.1 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 วิชา วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1
- 2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 วิชา วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1

2.1.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538

2.1.1.1 หลักการ

(1) เป็นหลักสูตรช่างฝีมือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนากำลังคนให้มีความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม บุคลิกภาพและเจตคติที่เหมาะสมออกไปประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคม ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

(2) เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้าน และเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน สามารถถ่ายโอนผลการเรียน สะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิชาการสถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระได้

(3) เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

(4) เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อให้ตรงตามความต้องการ สอดคล้องกับสภาพชุมชนและท้องถิ่นนั้น ๆ

2.1.1.2 จุดหมาย

(1) เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์นำไปปฏิบัติงานในอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเลือกวิถีการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน เพื่อสร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่นและประเทศชาติ

(2) เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีทักษะในการจัดการ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพและพัฒนาให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

(3) เพื่อให้มีเจตคติต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงานรักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดีโดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

(4) เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดี ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

(5) เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์เหมาะสมกับงานอาชีพนั้น ๆ

(6) เพื่อให้มีความตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา เศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและของโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ ตำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวมดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538

(1) การเรียนการสอน

การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้ทุกวิธีเรียนที่กำหนดและนำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลร่วมกันได้ สามารถโอนผลการเรียนและขอเทียบความรู้และประสบการณ์ได้ด้วย

(2) เวลาเรียน

(2.1) ในปีการศึกษาหนึ่ง ๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียน ภาคเรียนละ 18 สัปดาห์ และสถานศึกษาอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร

(2.2) ในกรณีการเรียนแบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาเปิดทำการสอนสัปดาห์ละ 5 วัน วันละไม่เกิน 7 คาบ คาบละ 50 นาที โดยจัดให้ผู้เรียนได้เรียนไม่เกิน 35 คาบต่อสัปดาห์ ทั้งนี้ให้รวมการจัดกิจกรรมอย่างน้อย 2 คาบต่อสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) หน่วยกิต

(3.1) รายวิชาภาคทฤษฎี 1 คาบเรียนต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 16 คาบเรียนรวมกับเวลาของการวัดผลไม่น้อยกว่า 18 คาบเรียนมีค่า 1 หน่วยกิต

(3.2) รายวิชาภาคปฏิบัติ 2 - 3 คาบเรียนต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 32 - 48 คาบเรียนรวมกับเวลาของการวัดผลไม่น้อยกว่า 36 - 54 คาบเรียนมีค่า 1 หน่วยกิต

(3.3) รายวิชาที่มีการฝึกงาน หรือการทำโครงการ หรือการทำโครงการวิชาชีพ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

(4) โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 แบ่งเป็น 3 หมวดวิชาและกิจกรรมดังนี้

(4.1) หมวดวิชาพื้นฐาน

(4.2) หมวดวิชาชีพ

(4.2.1) วิชาชีพพื้นฐาน

(4.2.2) วิชาชีพเฉพาะ

(4.2.3) วิชาชีพเลือก

(4.2.4) การฝึกงาน หรือทำโครงการ หรือทำ

โครงการวิชาชีพ

(4.3) หมวดวิชาเลือกเสรี

(4.4) กิจกรรม

จำนวนหน่วยกิตและรายวิชาของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตร ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

(5) การฝึกงาน หรือการทำโครงการ หรือการทำโครงการวิชาชีพ

(5.1) ผู้เรียนทุกคนต้องการผ่านการฝึกงานหรือฝึกปฏิบัติ ในแหล่งวิทยากร สถานประกอบการหรือสถานประกอบอาชีพอิสระอย่างต่อเนื่อง ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา หรือทำโครงการ หรือโครงการวิชาชีพ กำหนดให้มีค่า 4 หน่วยกิต ยกเว้นโครงการอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาชนบท

(5.2) การตัดสินผลการเรียนและการให้ระดับผลการเรียน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น ๆ

(5.3) ภาคเรียนที่มีการฝึกงานให้เพิ่มเวลาเรียนต่อสัปดาห์

ของรายวิชาเป็น 2 เท่า ของภาคเรียนปกติ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) การเข้าเรียน

พื้นความรู้และคุณสมบัติของผู้เข้าเรียนให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการจัดการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 พ.ศ. 2538

(7) การประเมินผลการเรียน

ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 พ.ศ. 2538

(8) การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

(8.1) สอบได้รายวิชาในหมวดวิชาพื้นฐาน หมวดวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรี ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

(8.2) ได้จำนวนหน่วยกิตสะสมครบตามโครงสร้าง

(8.3) ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00

(8.4) ได้เข้าร่วมกิจกรรมและผ่านการประเมินทุกภาคเรียน

(8.5) สำหรับนักเรียนระบบทวิภาคี ต้องสอบผ่านมาตรฐาน

ฐานฝีมือ

(9) กิจกรรม

สถานศึกษาต้องจัดให้มีกิจกรรมเพื่อปลูกฝังค่านิยม ส่งเสริมการทำงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการทำประโยชน์ต่อชุมชน ทะนุบำรุงขนบธรรมเนียม ประเพณีอันดีงามเสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม วินัยในตนเอง โดยการคิด วิเคราะห์ วางแผน ลงมือปฏิบัติและประเมินผล

(10) การแก้ไขและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

(10.1) ให้ปลัดกระทรวงศึกษาธิการเป็นผู้มีอำนาจในการแก้ไข เพิ่มเติม เปลี่ยนแปลงและยกเลิกประเภทวิชาและสาขาวิชาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538

(10.2) ให้อธิบดีกรมอาชีวศึกษาเป็นผู้มีอำนาจในการแก้ไข เพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง และยกเลิกรายวิชาหรือเนื้อหาวิชาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538

2.1.2 หลักสูตรวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1

รหัส 21041002 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1

จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต

เวลาเรียน ทฤษฎี 2 คาบ และปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาทฤษฎีของโอห์ม กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้า การต่อวงจรความต้านทานแบบต่าง ๆ วงจรแบ่งกระแสและวงจรแบ่งแรงดัน การแปลงความต้านทาน เคลด้า - สตาร์ การดิเทอร์มิแนนท์ กฎของเคอร์ชอฟฟ์วงจรบริคซ์ เมชเคอร์เรนต์

ปฏิบัติงานต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและวัดค่าทางไฟฟ้าตามทฤษฎี

2.1.4 เนื้อหาวิชาที่สอน

วิชา วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1 รหัส 21041002

ศึกษา หน่วยบทเรียน ตามการเรียนการสอนดังนี้

หน่วยที่ 1. กฎของโอห์ม

หน่วยที่ 2. กำลังไฟฟ้า

หน่วยที่ 3. พลังงานไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้า

หน่วยที่ 4. การต่อวงจรความต้านทานไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

หน่วยที่ 5. วงจรแบ่งกระแสและวงจรแบ่งแรงดัน

หน่วยที่ 6. การแปลงวงจรความต้านทาน เคลด้า - สตาร์

หน่วยที่ 7. ดิเทอร์มิแนนท์

หน่วยที่ 8. กฎของเคอร์ชอฟฟ์

หน่วยที่ 9. วงจรบริคซ์

หน่วยที่ 10. เมชเคอร์เรนต์

ปฏิบัติงานต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และวัดค่าทางไฟฟ้าตามกฎและทฤษฎีต่าง ๆ

2.1.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

1 เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับกฎและทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐาน

2 เพื่อให้มีทักษะในการต่อวงจร วัดและหาค่าต่าง ๆ

2.1.6 เนื้อหารายวิชาวิชาที่ใช้สำหรับการวิจัย

ในการเรียนรายวิชาวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 1 นี้ เนื้อหาที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนมีมาก และเนื้อหาที่เรียนเป็นการคำนวณทั้งสิ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ยกเนื้อหาบางส่วนมาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้น โดยมีเนื้อหาที่ใช้สำหรับการวิจัย ดังนี้

1. บทเรียนพื้นฐาน
2. การดิเทอร์มิแนนท์
3. กฎของเคอร์ชอฟฟ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI ซึ่งย่อมาจาก Computer Aided Instruction หรือ Computer Assisted Instruction หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอน ซึ่งส่วนมากจะเป็นการสอนแบบบรรยาย โดยเฉพาะเมื่อผู้สอนเป็นอาจารย์ ที่มาจากสาขาอาชีพไม่มีความรู้ทางด้านการสอนมาก่อน ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นการกระตุ้นให้นักศึกษา เกิดความสนใจในบทเรียนมากขึ้นและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (เย็น ภูวรัตน์. 2531:120-129)

2.2.1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนจำเป็นต้องเริ่มต้นด้วย การวางแผน วิเคราะห์เนื้อหา และความต้องการในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน สิ่งสำคัญที่จำเป็นมากคือ โปรแกรมบทเรียน แม้ว่าโดยหลักการแล้วสามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนได้สมบูรณ์แบบส่วนบุคคล (นงนุช วรธนวหะ. 2530 : 63) ดังนั้น เราจึงนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยในการเรียนการสอนในลักษณะโปรแกรมดังต่อไปนี้

2.2.1.1. โปรแกรมช่วยสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial)

2.2.1.2. โปรแกรมเพื่อฝึกทักษะ (Drills and Practice)

2.2.1.3. โปรแกรมสถานการณ์จำลอง (Simulation)

2.2.1.4. โปรแกรมเกมส์เพื่อการสอน (Instructional Games)

2.2.1.5. โปรแกรมสอน โดยใช้การค้นพบ (Discovery)

2.2.1.6. โปรแกรมการแก้ปัญหา (Problem-Solving)

2.2.1.7. โปรแกรมทดสอบ (Test)

2.2.1.1. โปรแกรมช่วยสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial) เป็นบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมกับการเสนอเนื้อหา ในลักษณะที่เป็นข้อเท็จจริง สามารถนำไปใช้เสนอเนื้อหาต่าง ๆ ได้เกือบทุกสาขาวิชา รูปแบบของโปรแกรมจะเป็นลักษณะของการเสนอเนื้อหาย่อย ๆ ให้แก่ผู้เรียน โดยจะเป็นในลักษณะเสนอแบบเส้นตรง (Linear) หรือเสนอแบบเนื้อหา (Branching) ก็แล้วแต่การออกแบบ โปรแกรมให้เหมาะสม เนื้อหาที่เสนอให้ผู้เรียนนั้น จะเป็นในลักษณะของมัลติมีเดีย คือ มีข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงรวมกันเพื่อความสมบูรณ์ของเนื้อหา หลักจากนั้น โปรแกรมจะแสดงคำถามให้ผู้เรียนตอบเมื่อผู้เรียนตอบคำถามแล้ว คำถามเหล่านั้นจะถูกวิเคราะห์และแสดงผลให้ผู้เรียนทราบทันที ในบางโปรแกรมอาจจะให้ผู้เรียนตอบคำถามได้สองครั้ง หากยังตอบไม่ถูก โปรแกรมจะนำเนื้อหาในส่วนนั้น ๆ มาแสดงให้แก่ผู้เรียนเพื่อเป็นการสอนทบทวนใหม่แล้วจึงให้ผู้เรียนตอบคำถามใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้ในท้องถิ่น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์จะเอามาใช้ในการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักจากเรียนเนื้อหาและตอบคำถามหมดทุกข้อแล้ว โปรแกรมจะวิเคราะห์อีกครั้งว่า ควรจะให้ผู้เรียนเรียนในบทนั้นอีกครั้งหรือควรเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

2.2.1.2. โปรแกรมเพื่อฝึกทักษะ (Drills and Practice) ควรใช้โปรแกรมนี้กับผู้เรียนที่มีความรู้ความเข้าใจ หรือมีความคิดรวบยอด (Concept) เกี่ยวกับเรื่องราว กฎเกณฑ์หรือเนื้อหาวิชาในบทเรียนนั้น ๆ เป็นอย่างดี เพราะโปรแกรมการฝึกทักษะจะไม่มี การเสนอเนื้อหาความรู้ให้กับผู้เรียน แต่จะใช้คำถามหรือปัญหาที่ได้ออกแบบมาเพื่อถามความรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหา นั้น ๆ โดยเฉพาะ โดยมีการสุ่มกลุ่มคำถามเพื่อเสนอคำถามแก่ผู้เรียนซ้ำแล้วซ้ำเล่า แล้วให้ผู้เรียนตอบ หรือแก้ปัญหาที่เสนอมาที่มีการตรวจสอบคำตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนว่าถูกต้องหรือต้องแก้ไข จนถึงเกณฑ์ที่โปรแกรมตั้งเอาไว้จึงถือว่าจบบทเรียน โปรแกรมการฝึกทักษะสามารถนำไปใช้กับเนื้อหาวิชาได้หลายวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ ภาษาอังกฤษ และวิทยาศาสตร์

2.2.1.3. โปรแกรมสถานการณ์จำลอง (Simulation) การจำลองสถานการณ์เป็นการเรียนการสอนที่ใช้วิธีการเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์เพื่อทดแทนสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวันมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เพื่อการจูงใจผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ โดยเข้าไปมีส่วนร่วมในเหตุการณ์นั้น ๆ เพื่อฝึกการตัดสินใจการตอบโต้กับสิ่งที่เกิดขึ้น เป็นการฝึกทักษะและการเรียนรู้ โดยเข้าไปมีส่วนร่วมในเหตุการณ์นั้น ๆ เพื่อฝึกการตัดสินใจการตอบโต้กับสิ่งที่เกิดขึ้น เป็นการฝึกทักษะและการเรียนรู้ของผู้เรียนได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของสถานการณ์จำลองจะประกอบด้วย การเสนอเนื้อหาหรือข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและการปรับระบบเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2.2.1.4. โปรแกรมเกมส์เพื่อการสอน (Instructional Games) การนำเอาเกมส์มาใช้สอนเนื้อหาบทเรียน สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ อันเนื่องมาจากรูปแบบของโปรแกรมที่ผู้เรียนจะต้องมีการแข่งขันกัน ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากกว่าโปรแกรมการสอนธรรมดา โปรแกรมเกมส์เพื่อการสอน นอกจากจะช่วยบรรยากาศการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างสนุกสนานแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติในด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น การแข่งขัน ความรู้สึของการแพ้ชนะ เหตุผลที่ดีและไม่ดี เป็นต้น

2.2.1.5. โปรแกรมสอนโดยใช้การค้นพบ (Discovery) เป็นการนำเสนอปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้สติปัญญาแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบ หรือโดยใช้วิธีการลองผิดลองถูก จนกระทั่งผู้เรียนได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด เป็นโปรแกรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ของตัวเอง

2.2.1.6. โปรแกรมการแก้ปัญหา (Problem-Solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเองและโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา ถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา และเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณ และหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้ คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง เช่น ในการหาพื้นที่ของที่ดินแปลงหนึ่ง ปัญหาที่ได้คืออยู่ที่ว่าผู้เรียนจะคำนวณหาพื้นที่ได้เท่าไร แต่ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดการหาพื้นที่ได้อย่างไรเสียก่อน

2.2.1.7. โปรแกรมทดสอบ (Test) การทดสอบเป็นส่วนสำคัญและจำเป็นในกระบวนการเรียนการสอน การนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อการทดสอบ นอกจากจะนำมาใช้วัดระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดีขึ้นและปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเท่านั้น แต่โปรแกรมยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และสนุกสนานในการตอบแบบทดสอบด้วย อันเกิดมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นผู้เสนอแบบทดสอบกับผู้เรียนซึ่งเป็นผู้ตอบแบบทดสอบอีกด้วย

2.2.2 ประโยชน์และข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.2.1. ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ สามารถแสดงได้ทั้งภาพ สีและเสียงได้ ดังนั้นเมื่อมีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาก็ย่อมนำมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงก่อให้เกิดประโยชน์ขึ้นหลายประการ ดังนี้ (ธีรพงศ์ อ่อนอก. 2539:18)

(1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถกระตุ้น และสร้างแรงจูงใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งจากความแปลกใหม่และจากความสามารถในการแสดงภาพ สีและเสียงตลอดจนเกมส์คอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเร้าความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

(2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้รายบุคคลได้เป็นอย่างดี เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องเร่งหรือรอเพื่อน ผู้เรียนแต่ละคนได้มีโอกาสได้ตอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ไม่เบื่อที่จะเรียน

(3) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับทันที และให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว เมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที

(4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ครั้งก็ได้ตามต้องการ หรือเรียนทดแทนได้เมื่อผู้เรียนขาดเรียน

(5) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสอนทักษะขั้นสูงได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งยากแก่การสอนปกติหรือจากตำรา การสร้างสถานการณ์จำลองโดยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ง่ายขึ้น

(6) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนพึงพอใจมาก นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถควบคุมวิธีการเรียนของตนเอง

(7) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

(8) ความสามารถในการบันทึกข้อมูลในการเรียน ทำให้สามารถนำมาใช้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่แต่ละคน และแสดงความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

2.2.2.2. ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์อยู่มากมาย แต่ในขณะเดียวกันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็มีข้อจำกัดในการพัฒนาและนำไปใช้ได้เช่นกัน วารินทร์ รัชมิพรหม (2531 :193) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

(1) แม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีราคาตกลงเรื่อย ๆ แต่ก็ยังค่อนข้างสูงในการนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะประโยชน์ที่จะได้รับและก็ยังมีปัญหาในเรื่องการบำรุงรักษาและแก้ไขเมื่อเกิดข้อขัดข้องอีกด้วย

(2) การออกแบบและผลิตโปรแกรมการสอนยังล้าหลังโปรแกรมด้านอื่นอยู่มาก

(3) ยังขาดแคลนวัสดุการเรียนการสอนที่มีคุณค่าในการใช้กับคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมการสอนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ยี่ห้อหนึ่ง ก็อาจใช้กับคอมพิวเตอร์อีกยี่ห้อหนึ่งไม่ได้

(4) การออกแบบโปรแกรมการสอนที่ดีต้องใช้เวลา และต้องมีทักษะในการออกแบบเป็นอย่างดีด้วย

(5) ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งอาจทำให้โปรแกรมที่ได้ขาดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้เรียน

2.3 โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ใช้ง่าย สะดวก และมีประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ (นัญญา ผลิตวานนท์. 2537 : 1-6)

2.3.1. ภาษาคอมพิวเตอร์ขั้นสูง (High - Level Language)

เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้ต้องมีความรู้เป็นอย่างดีในภาษานั้น ๆ ซึ่งเหมาะที่จะใช้ในการพัฒนาบทเรียนที่มีความซับซ้อน รูปแบบของบทเรียนจะมีการออกแบบโดยเฉพาะ ตัวอย่างภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง เช่น Basic, Pascal, Loco และ C

ข้อเสียของการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์คือ หากครูหรือนักวิชาการผู้นั้น มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ไม่คึก จะเป็นการจำกัดการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์

2.3.2. ภาษาช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Authoring Language)

ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรู้ภาษาคอมพิวเตอร์ เพียงแต่ใช้คำสั่งในโปรแกรมนั้น โดยที่ Authoring Language พัฒนามาจากภาษาคอมพิวเตอร์ การทำงานใช้คำสั่งเฉพาะเพื่อให้ทำงานตามลักษณะที่ต้องการ ตัวอย่างของภาษาช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น

2.3.2.1 Coursewriter เป็นภาษาช่วยสร้างบทเรียนซึ่งพัฒนาโดย IBM และปัจจุบันที่ใช้คือ Coursewriter III

2.3.2.2 Pilot เป็นภาษาช่วยสร้างบทเรียนที่ใช้ทั่ว ๆ ไป ทั้งเครื่อง IBM และ Apple

2.3.2.3 Tutor พัฒนาขึ้นมาโดยเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Plato ซึ่งใช้สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ พัฒนาที่ Carneie Mellon University

2.3.3. โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Authoring System)

โปรแกรมส่วนใหญ่ใช้คำสั่งจากเมนู โดยไม่อาศัยความรู้ความสามารถทางภาษาคอมพิวเตอร์ แต่ปัจจุบันมีการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โปรแกรมสามารถเชื่อมโยงกับภาษาคอมพิวเตอร์หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้การทำงานมีรูปแบบมากขึ้น ตัวอย่างของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ เช่น

2.3.3.1 Phoenix (Goal System,1985)

2.3.3.2 DECAL (Digital Equipment Corperation)

2.3.3.3 Icon Author (AIMtech Corperation)

2.3.3.4 Authorware Star - Professional 2.0

2.3.3.5 ไทยทัศน์ พัฒนาขึ้นโดยได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยี

อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

2.3.3.6 CAICMU พัฒนามาที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดย อาจารย์อากม ไทยริน

และนิติติปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4. โปรแกรมโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Authoring Shells)

เป็นโปรแกรมที่ง่ายที่สุด แต่มีข้อจำกัดที่มากที่สุด โดยรูปแบบโปรแกรมเขียนขึ้นด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง และได้ออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้ใช้เป็นรูปแบบ (Template) ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้ใช้ออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับรูปแบบการเสนอบทเรียน การถามตอบ การตอบสนอง และการประมวลผล ตัวอย่างเช่น โปรแกรม Authorware Professional เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีอยู่ 12 สัญลักษณ์ดังนี้

2.3.4.1 Display Icon ใช้สำหรับสร้างสรรคภาพและข้อมูลที่จะให้ปรากฏบน

จอ

2.3.4.2 Move Icon ทำให้ภาพที่กำหนดไว้เคลื่อนที่ได้

2.3.4.3 Eraser Icon ทำให้ภาพหรือข้อความลบออกจากหน้าจอภาพ

2.3.4.4 Wait Icon ทำให้ข้อมูลหยุดอยู่บนจอชั่วระยะเวลาที่กำหนด

2.3.4.5 Decision Icon เป็นการควบคุมการทำงาน โดยการกำหนดขั้นตอน

ด้วยค่าของตัวแปร

2.3.4.6 Interaction Icon สำหรับได้ตอบการออกคำสั่งของผู้เรียนกับบทเรียน

2.3.4.7 Calculation Icon เป็นคำสั่งในการคำนวณและควบคุมตัวแปรที่

กำหนดขึ้น

2.3.4.8 Map Icon เป็นคำสั่งรวมกลุ่มคำสั่งอื่น ๆ ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.3.4.9 Movie Icon เรียกเพิ่มข้อมูลประเภทภาพยนตร์ที่เก็บไว้ในนามสกุลที่

เป็นภาพยนตร์ เช่น .Avi , .Fli เป็นต้น เข้ามาประกอบในงาน

2.3.4.10 Sound Icon เรียกเพิ่มเสียงต่าง ๆ เข้ามาประกอบในงาน

2.3.4.11 Video Icon เขียนโปรแกรมให้ไปสั่งให้เครื่องเล่นวิดีโอทำงานได้

2.3.4.12 Start & Stop Icon เป็นคำสั่งกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายใน

การทดสอบการทำงานของโปรแกรม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติ นิงสานนท์ (2521 : 34) ได้ทำการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียน โปรแกรม เรื่อง “การออกแบบคำนวณหาขนาดของเพลลา” เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในวิชา ชั้นส่วนเรื่อง กลสำหรับนักศึกษาภาควิชาเครื่องกลระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง คณะครุศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จารุวัฒน์ อินทรบำรุง (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบและไม่อธิบายคำตอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิราภรณ์ พลาวัน. (2540 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยระบบมัลติมีเดีย เพื่อใช้สอนเสริมการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนใช้บทเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ฉันทนา คำกัมพล (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยสอนภาษาอังกฤษเพื่อการโรงแรม ในแผนกแม่บ้าน พบว่า โปรแกรมที่สร้างมีประสิทธิภาพ 95.83/89.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 และความคิดเห็นของผู้เรียนพบว่า โปรแกรมมีความเหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนภาษาอังกฤษเพื่อการโรงแรมในระดับมากที่สุด

มนต์ชัย ตั้งพร โขติช่วง (2540 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ไมโครเวฟ ประเภทพาสซีฟ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2536 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานเทคนิคสื่อสาร แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 28 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.33/83.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ศิริชัย งามวัฒน์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาชุดการสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลักในการสอน วิชา ปฏิบัติงานเครื่องปรับอากาศ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนที่ใช้สไลด์เทปโปรแกรมช่วยสอนเป็นหลัก ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ .01

สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ (2540: บทคัดย่อ) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดีย เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพผลการวิจัยปรากฏว่าเรื่องการกำเนิด ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสมีประสิทธิภาพ 86.52/81.04 และเรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีประสิทธิภาพ 85.89/80.27 ซึ่งทั้งสองเรื่องสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนทั้งสองอยู่ในระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ลิขสิทธิ์นี้เป็นของเจ้าของ และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้า กระแสตรง ซึ่งเป็นการวิจัยและพัฒนา (R & D) ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีในการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 วิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของวิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ ปีการศึกษา 2542 จำนวน 400 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของวิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ ปีการศึกษา 2542 จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกจากวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

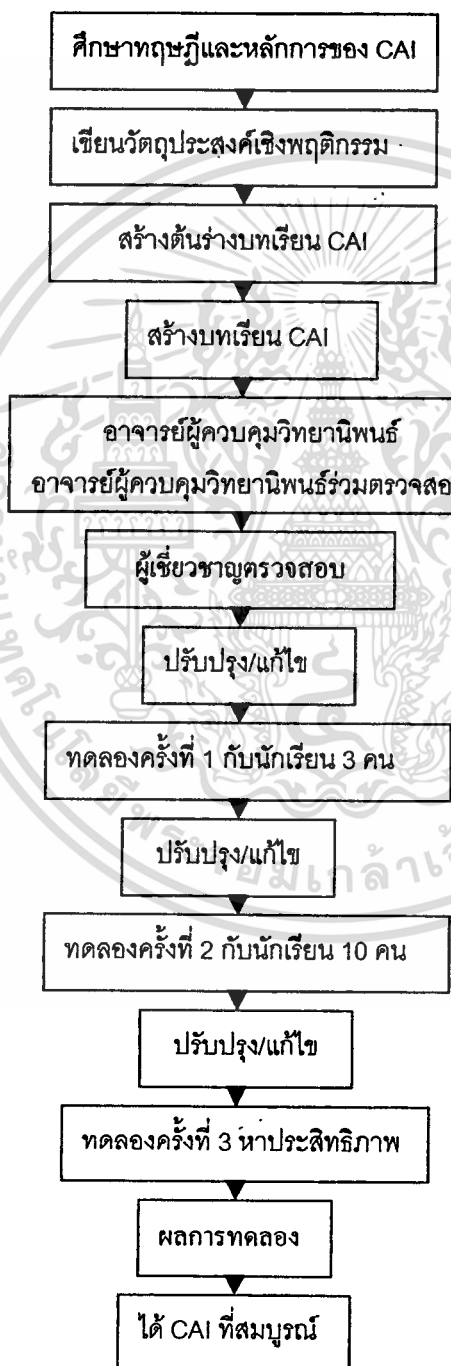
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับ ไฟฟ้ากระแสตรง
2. แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้า กระแสตรง
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับ ไฟฟ้ากระแสตรง

3.2.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับ ไฟฟ้ากระแสตรง ได้ทำการศึกษาทฤษฎีและหลักการของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนมี ประโยชน์และข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งรายละเอียดในการสร้างตามรูปที่ 3.1



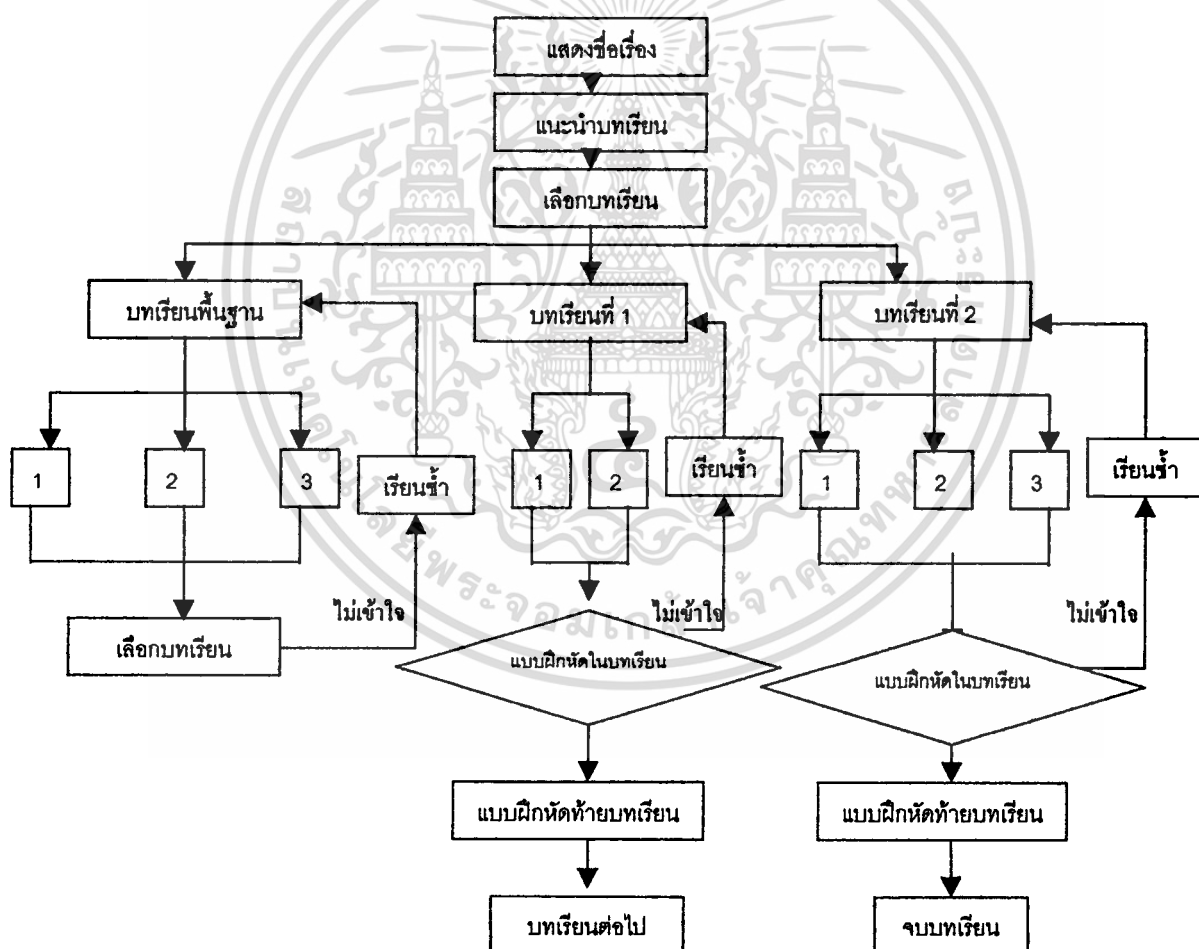
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับ ไฟฟ้ากระแสตรง ได้ทำการศึกษา ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจาก เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของผู้มี ใช้งาน Authorware version 4 และขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาและด้านสื่อ

3.2.1.2 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามเนื้อหาที่จะทำการวิจัย

3.2.1.3 สร้างต้นร่าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจัดเนื้อหาแบ่งเป็น ส่วนย่อย ไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละหัวข้อ กำหนดให้มีการเสนอเนื้อหาที่ละ กรอบ เป็นการนำเสนอบทเรียนบังคับก่อน เพื่อปูพื้นฐานในการเรียนต่อไป และให้มีการเลือกบท เรียนที่ละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัด ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงการเลือกบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

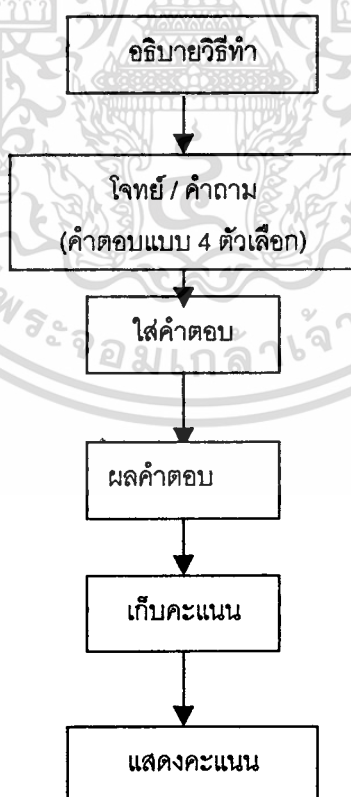
3.2.1.4 ส่งคืนร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบเพื่อทำการแก้ไข

3.2.1.5 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากแบบต้นร่างเพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบ ในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบด้านเนื้อหาและการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

3.2.1.6 นำไปทดลองกับนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศหีบ จำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องแล้วนำไปแก้ไขเพื่อปรับปรุงบทเรียน

3.2.1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศหีบ จำนวน 10 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วนำไปแก้ไขเพื่อปรับปรุงบทเรียน

3.2.1.8 นำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 3.4 โครงสร้างแบบทดสอบหลังบทเรียนแต่ละบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

3.2.2.1 ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2.2 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์ เป็น ข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 131 ข้อ กำหนดคะแนน ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ ตอบผิดเป็น 0 คะแนน

3.2.2.3 หาคความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาดัชนี ความสอดคล้อง (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ . 2538 : 88) ซึ่งเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เรื่องกฎกระแสและแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณา ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาใช้หลักเกณฑ์ดังนี้
 คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
 คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
 คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
 บันทึกผลการพิจารณา ของข้อสอบทั้งหมด นำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อ สอบกับจุดประสงค์ เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 นำไปใช้จำนวน 128 ข้อ คัดทิ้ง 3 ข้อ

3.2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ ไปทดลองใช้กับนัก เรียนที่ผ่านการเรียนวิชา ไฟฟ้าเบื้องต้น 1 มาแล้ว จำนวน 50 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่า อำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 % ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตามเกณฑ์ได้ 87 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.78 และข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ได้ 47 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.26 – 0.47 คัดเลือกข้อสอบที่ครอบคลุม จุดประสงค์ไว้ จำนวน 20 ข้อ

3.2.2.5 หาคความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR - 20 ของ กูเดอร์ ริชาร์จสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80

3.2.2.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์ จัดไว้ในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.3 สร้างแบบประเมินบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบประเมินสื่อและแบบประเมินความพึงพอใจของ นักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 สร้างแบบประเมินสื่อ โดยมีลักษณะเป็นมาตรฐานประมาณค่า 3 ระดับคะแนน คือ ใช้ได้ ใช้ไม่ได้ ควรปรับปรุง และมีคำถามปลายเปิด สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.3.3 นำผลที่ได้ไปปรับปรุงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดำเนินการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวน 30 คนคือ นักเรียน ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ โดยให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเอง แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ

ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง จะต้องเรียนตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับพื้นฐานการเรียนบทเรียน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
2. เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง โดยการเรียนรู้เรื่อง ความรู้พื้นฐานก่อน และเรียนบทเรียนการคิดเทอร์มิแนนท์ มีแบบฝึกหัดวัดความรู้หลังบทเรียนภาคบังคับ
3. เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง โดยสามารถให้นักเรียนเลือกเรียนตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้
 - 3.1 กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์
 - 3.2 กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์
 - 3.3 การนำไปใช้งานของกฎของเคอร์ชอฟฟ์
 และแต่ละในบทเรียน จะมีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนโดยนักเรียนจะตอบคำถามทีละข้อ โดยเลือกตอบได้ที่ละ 1 ตัวเลือก
4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความรู้หลังจากที่ได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง มาแล้ว
5. เมื่อเรียนจบทั้งหมดและทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้ว บทเรียนจะสรุปคะแนนให้นักเรียนที่เรียนว่าผ่านบทเรียนหรือไม่ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
6. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.4.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมและความสอดคล้องของบทเรียน จำนวน 3 ท่าน โดยประเมินตามแบบประเมิน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะสามารถนำมาทดลองได้จริง

3.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ 1 กลุ่ม จำนวน 30 คน โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

3.4.3 สถานที่ทดลอง ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ

3.4.4 ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง คือ ทดลองเบื้องต้น โดยใช้นักเรียน 3 คน ทดลองกลุ่มย่อย ใช้นักเรียน 10 คน และทดลองภาคสนามกับนักเรียน 30 คน

3.4.5 ให้นักเรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรงด้วยตนเอง โดยโปรแกรมจะบันทึกคะแนนแบบฝึกหัดขณะเรียนและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนไว้ในโปรแกรม นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดลองแต่ละครั้ง เพื่อนำไปแก้ไขและปรับปรุง เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.4.6 ระหว่างทดลองสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน บันทึกข้อบกพร่องของผู้เรียนและให้ผู้เรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.7 หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

3.5 วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อและการประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา โดยใช้ค่าเฉลี่ย

3.5.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียน ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยใช้สูตร E_1/E_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติ t-test (Dependent Sample)

3.5.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้สูตร การหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5.1.1 คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนันตพงษ์. 2538 : 88 -89)

$$Ioc = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ

Ioc

$$\frac{\sum R}{N}$$

คือ คำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
คือ ผลรวมของคะแนนความถี่เห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2 สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบทดสอบ

3.6.2.1 ความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2537 :65)

สูตร
$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ

P = ความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

R = จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N = จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

3.6.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สูตร
$$D = \frac{(R_U - R_L)}{N/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ D = ค่าอำนาจจำแนก
 R_U = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.6.2.3 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR 20 ของ กูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (ส่วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 :198)

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{(1 - \sum pq)}{S_p^2}$$

- เมื่อ r_{tt} = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n = จำนวนข้อสอบทั้งหมด
 p = สัดส่วนผู้ที่ตอบถูก
 q = สัดส่วนผู้ที่ตอบผิด
 S_p^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยขงค์ พรมวลศ์ . 2520 : 136)

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{(\sum x / N)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{(\sum F / N)}{B} \times 100$$

- เมื่อ E_1 = ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้บทเรียนหน่วยย่อยคิดเป็นร้อยละ
 E_2 = ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้บทเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ
 $\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้
 $\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
 N = จำนวนผู้เรียน
 A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังจบบทเรียนแต่ละหน่วย
 B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวมหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 สถิติที่ใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนก่อนและหลังการให้บทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน t - test (dependent sample)(ถ้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 101)

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ D = เป็นความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
n = เป็นจำนวนคู่

3.6.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

การหาค่าสถิติพื้นฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

3.6.5.1 การหาค่าร้อยละ

3.6.5.2 การหาค่าเฉลี่ย (ไพร์คัมป์ วงษ์นาม. 2535 : 37)

$$\text{ใช้สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 X คือ คะแนนหรือค่าข้อมูลทีเก็บมาแต่ละค่า
 $\sum X$ คือ ผลบวกของคะแนนทุกค่า
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ต้องการหาค่าเฉลี่ย

3.6.5.3 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กานดา พุฒลาภทวี. 2530 : 70)

$$\text{ใช้สูตร} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 X คือ คะแนนหรือค่าข้อมูลทีเก็บมาแต่ละค่า
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ต้องการหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟไฟฟ้ากระแสตรง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้น เพื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อและพัฒนาบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน

ผลการทดลองที่ได้แต่ละขั้นตอนจัดเรียงลำดับดังนี้

- 4.1 ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.3 ผลประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

4.1 ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟไฟฟ้ากระแสตรง ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาวิชาของบทเรียนกฎของเคอร์ชอฟไฟแล้ว ได้นำมากำหนดขอบเขตและเนื้อหาที่จะจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ บทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบการสอนเนื้อหา (Tutorial Instruction) ที่มีการนำเสนอแบบสาขาผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การนำเข้าสู่บทเรียน ประกอบด้วยหน้าจอที่แสดงถึง ชื่อสถาบัน อาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ ผู้วิจัย การแนะนำบทเรียน การป้อนข้อมูลผู้เรียนและการตอบรับผู้เรียน การออกแบบใช้เสียงเพลงประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 เนื้อหาบทเรียน ในเนื้อหาบทเรียนจะปรากฏหน้าจอที่ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนบทเรียนใดก่อนก็ได้ ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีเนื้อหาแยกย่อยออกเป็นหน่วยละ 3 เนื้อหาย่อย ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ในแต่ละหน่วยบทเรียนทีละ 1 หัวข้อ และเมื่อเรียนจบจะมีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในแต่ละบทเรียน และผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดให้ผ่านร้อยละ 80 ของข้อสอบ ผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดทุกหน่วยทุกข้อ

4.1.3 แบบทดสอบหลังเรียน นักเรียนจะทำแบบทดสอบหลังเรียนได้เมื่อเรียนบทเรียนกฎของเคอร์ชอฟที่จบแล้ว และนักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบทุกหน่วยทุกข้อ

4.1.4 เวลาและการนำเสนอบทเรียน ในการนำเสนอบทเรียนได้เวลาในการนำเสนอดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

หัวข้อ	เวลาที่ใช้ในการเรียน(นาที)			รวม (นาที)
	เนื้อหา	ตัวอย่าง	แบบฝึกหัด	
1. การนำเข้าสู่บทเรียน	1.10 นาที			1.10 นาที
2. เนื้อหา				
2.1 บทนำ	0.15 นาที			0.15 นาที
2.2 บทเรียนความรู้พื้นฐาน	0.15 นาที			0.15 นาที
2.2.1 กฎของโอห์ม	1.00 นาที			1.00 นาที
2.2.2 วงจรอนุกรม	0.54 นาที			0.54 นาที
2.2.3 วงจรขนาน	1.24 นาที			1.24 นาที
2.3 การคิดเทอร์มิแนนท์	0.10 นาที			0.10 นาที
2.3.1 การคิดเทอร์มิแนนท์สมการ	2.15 นาที	3.02 นาที		5.17 นาที
ไม่ทราบค่าสองตัว				
2.3.2 การคิดเทอร์มิแนนท์สมการ	4.48 นาที	5.23 นาที		10.11 นาที
ไม่ทราบค่าสามตัว				
2.3.3 แบบฝึกหัดการคิดเทอร์มิแนนท์			5.00 นาที	5.00 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

หัวข้อ	เวลาที่ใช้ในการเรียน(นาที)			รวม (นาที)
	เนื้อหา	ตัวอย่าง	แบบฝึกหัด	
2.4 กฎของเคอร์ชอฟฟ์	0.15 นาที			
2.4.1 กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์	4.12 นาที		5.00 นาที	9.12 นาที
2.4.2 กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์	5.08 นาที		5.00 นาที	10.08 นาที
2.4.3 การประยุกต์ใช้งานของกฎ ของเคอร์ชอฟฟ์	4.13 นาที	6.24 นาที	5.00 นาที	15.37 นาที
2.5 แบบทดสอบหลังเรียน			20.00 นาที	20.00 นาที
2.6 สรุปคะแนน	1.00 นาที			1.00 นาที
เวลารวมเฉลี่ย	26.59 นาที	14.49 นาที	40.00 นาที	81.48 นาที

จากตารางที่ 4.1 แสดงเวลาและการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งเป็น 6 เรื่อง ประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน เนื้อหา บทเรียน 8 บทเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และสรุปคะแนน เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้เวลาทั้งหมด 81.48 นาที โดยแบ่งแบ่งเป็นช่วงเวลาดังนี้ ส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา 1.10 นาที เนื้อหาของการเรียน 24.09 นาที ตัวอย่างและให้นักเรียนลองทำ 14.49 นาที แบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน 40 นาที

4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ที่ได้นำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศตหีบ เพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ครั้งที่ 1 การทดลองเบื้องต้น ได้ทำการทดลองเบื้องต้นกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ครั้งที่ 2 การทดลองแบบกลุ่มย่อย ได้ทำการทดลองแบบกลุ่มย่อยกับนักเรียนจำนวน 10 คน โดยการเลือกสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย และการทดลองครั้งที่ 3 การทดลองภาคสนาม ได้ให้นักเรียนในการทดลอง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคสัททียบ จำนวน 30 คน นำผลการทดลองมาหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการทดลองแต่ละครั้ง

การทดลอง	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าประสิทธิภาพ		เกณฑ์ที่ตั้งไว้
		หน่วยย่อย(E_1)	ทั้งหมด(E_2)	E_1/E_2
1. ชั้นทดลองเบื้องต้น	3	65.00	58.34	80/80
2. ชั้นทดลองกลุ่มย่อย	10	88.00	89.50	80/80
3. ภาคสนาม	30	86.16	88.33	80/80

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง 3 ครั้ง ครั้งที่หนึ่งเป็นการทดลองเบื้องต้น ใช้นักเรียนในการทดลอง 3 คน ผลการทดลองพบว่า ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนหน่วยย่อย (E_1) เท่ากับ 65.00 ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนทั้งหมด (E_2) เท่ากับ 58.34 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 จึงนำบทเรียนกลับไปปรับปรุงใหม่ และมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ดังนี้

1. สีของตัวอักษรไม่ชัดเจน
2. ขนาดของตัวอักษรบางตัวเล็กเกินไป
3. การหยุดของหน้าจอเพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาบทเรียน ได้ดียิ่งขึ้น
4. ควรมีตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น
5. ควรมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนทดลองทำไปด้วย

เมื่อปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วนำมาทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นการทดลองกับกลุ่มย่อยจำนวน 10 คน ผลการทดลองพบว่า ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนหน่วยย่อย (E_1) เท่ากับ 80.00 ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนทั้งหมด (E_2) เท่ากับ 89.50 ซึ่งได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงบทเรียน ดังนี้

1. ควรเพิ่มขนาดและเปลี่ยนสีของตัวอักษรบางตัว
 2. ปุ่มที่ใช้งาน ควรเปลี่ยนสถานะที่นักเรียนทราบได้ว่าสามารถใช้งานหรือคลิกได้
- เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำมาทดสอบความเรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง จึงนำไปทดลองกับ

นักเรียน จำนวน 30 คน ในขั้นการทดลองภาคสนาม ผลการทดลองพบว่า ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนหน่วยย่อย (E_1) เท่ากับ 86.16 ค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนทั้งหมด (E_2) เท่ากับ 88.33 ซึ่งได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา แบบประเมินด้านการผลิตสื่อ เพื่อศึกษาความคิดเห็นในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณา ได้ผลดังนี้

4.3.1 แบบประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ เพื่อวัดความคิดเห็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งออกเป็นหัวข้อ 4 ด้าน คือ

- 4.1.3.1 เนื้อหาและการนำเสนอ
- 4.1.3.2 ภาพและตัวอักษร
- 4.1.3.3 ภาษาและเสียงประกอบ
- 4.1.3.4 เวลา

พบว่าความคิดเห็นด้านการผลิตสื่อของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

4.3.2 แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อวัดความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็นหัวข้อ 3 ด้าน คือ

- 4.3.2.1 เนื้อหาและการนำเสนอ
- 4.3.2.2 ภาพและภาษา
- 4.3.2.3 เวลา

พบว่าความคิดเห็นด้านเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสอบของผู้เรียน	จำนวนคน	\bar{x}	S	t
ก่อนเรียน	30 คน	11.43	3.91	7.851*
หลังเรียน	30 คน	17.23	0.69	

*มีนัยสำคัญทางสถิติ .01 หมายความว่าสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนได้ว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 11.43 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 17.23 คะแนน นำมาหาค่าสถิติ t-test ได้เท่ากับ 7.851 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

4.5 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

เพื่อวัดความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 10 ข้อ และคำถามปลายเปิด 1 ข้อ

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

หัวข้อที่ใช้ประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		แปลความหมาย
	\bar{x}	S	
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน	4.43	23.87	มาก
2. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน	4.37	23.51	มาก
3. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน	4.76	25.67	มาก
4. เสียงบรรยายที่นำเสนอบทเรียน	4.53	24.41	มาก
5. สีของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน	4.43	23.87	มาก
6. คนตรีและเสียงประกอบบทเรียน	4.03	21.72	มาก
7. ความเข้าใจเนื้อหาโดยรวม	4.00	21.54	มาก
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม	4.43	23.87	มาก
9. ความเพลิดเพลินสนุกกับการเรียน	4.13	22.26	มาก
10.ความชอบในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4.27	22.97	มาก
เฉลี่ยทุกรายการ	4.34	23.37	มาก

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า จากคะแนนเฉลี่ยของผู้ที่ทำการเรียนทั้งหมด 30 คน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในระดับดีเฉลี่ย 4.34 คะแนน ซึ่งผู้เรียนทั้งหมดมีความพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ในเกณฑ์มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นจำเป็นต้องขอขออนุญาตก่อนการนำเอกสารไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดเห็นด้านอื่น ๆ พบว่า

- 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรงมีการอธิบายเนื้อหาซ้ำเกินไป
- 2) ในการทำแบบฝึกหัด ถ้านักเรียนทำไม่ผ่าน 80 % ควรย้อนกลับมาทำแบบฝึกหัดใหม่ โดยไม่ต้องเรียนบทเรียนอีกครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ได้สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.6 ผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 กรมอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างไฟฟ้า

5.1.1.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ ปีการศึกษา 2543 จำนวน 400 คน

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จำนวน 30 คน โดยการเลือกจากวิธีการสุ่มตัวอย่าง

อย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซ้ำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ

5.1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้า กระแสตรง เป็นการนำเสนอเนื้อหา (Tutorial) มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบสาขา (Branching Programs) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วยบทเรียน 4 ส่วน คือ ส่วนนำเข้าสู่บทเรียน บทเรียนพื้นฐาน เนื้อหา ในการเรียนนักเรียนใช้เวลาในการเรียนเฉลี่ยทั้งหมด 85 นาที

5.1.3.2 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

ผลการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและความพึงพอใจของผู้เรียน โดยแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 2 อย่างคือ แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ใช้ได้ ใช้ไม่ได้ และข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

- 1) แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา จำนวน 3 ด้าน คือ
 - ด้านเนื้อหา
 - ด้านภาพและภาษา
 - ด้านเวลา
- 2) แบบประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ จำนวน 4 ด้าน คือ
 - ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ
 - ด้านภาพและตัวอักษร
 - ด้านภาษาและเสียงประกอบ
 - ด้านเวลา

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1.4.1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แล้วไปทดลองกับนักเรียน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศทหีบ จำนวน 30 คน

5.1.4.2 ให้นักเรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยตนเอง

5.1.4.3 ระหว่างการทดลอง สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน บันทึกข้อบกพร่องและ
 อกให้ผู้เรียนตอบแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4.5 หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ตามค่าสถิติดังนี้

5.1.5.1 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่

กำหนด 80/80

5.1.5.2 สถิติที่ใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนด้วย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน t-test (Dependent Sample) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 11.43 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 17.23 คะแนน

5.1.5.3 การประเมินคุณภาพแบบประเมิน โดยใช้ค่าความถี่

1) แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกันมากที่สุด

2) แบบประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกันมากที่สุด

3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ผู้เรียนมีความพึงพอใจ ต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเกณฑ์มาก คะแนนเฉลี่ย 4.34 คะแนน

5.1.6 ผลการวิจัย

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพและนำไปใช้งานได้จริง ได้ผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.6.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน 3 ขั้นตอนคือ ทดสอบเบื้องต้น ทดสอบกลุ่มย่อย เป็นการหาข้อมูลและข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข และทดสอบภาคสนามเพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผลการทดลองภาคสนามได้ค่าประสิทธิภาพ 86.16/88.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.6.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความคิดเห็น

เห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมี 4 ด้าน คือ

- 1) เนื้อหาและการนำเสนอ
- 2) ภาพและตัวอักษร
- 3) ภาษาและเสียงประกอบ
- 4) เวลา

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาของบทเรียน 3 ด้าน คือ

- 1) ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ
- 2) ภาพและภาษา
- 3) เวลา

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

5.1.6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ผลการทดลองพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบของนักเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 11.43 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 17.23 คะแนน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่คะแนน $t\text{-test} = 7.85$ ซึ่งสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.6.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมาก

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง สามารถนำไปใช้สอนได้จริงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 จาก การทดลองเชิงปฏิบัติการ ได้ทดลองกับนักเรียน 30 คน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 86.16/88.33 มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 แสดง ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรงสามารถใช้สอน กับนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างไฟฟ้าได้จริงและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนต์ชัย ตั้งพร โขศิษฐ์ (2540 : บทคัดย่อ) ซึ่งได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ไมโครเวฟ ประเภทพาสซีฟ หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2536 ผลการวิจัย ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.33/83.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และศิริชัย งามวัฒน์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาชุดการสอนที่ใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลักในการสอนวิชา ปฏิบัติงานเครื่องปรับอากาศ ผลการวิจัย ปรากฏว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนที่ใช้สไลด์เทปโปรแกรมช่วยสอนเป็นหลัก ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ .01

โดยผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านเนื้อหา และการผลิตสื่อมีความคิดเห็นอยู่ในระดับใช้ได้และมีความคิดเห็นสอดคล้องกันมากที่สุด นักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมาก นักเรียนให้คะแนนความพึงพอใจโดยรวม 4.34 คะแนน แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการทดลองของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้า กระแสตรงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 โดยที่ผู้เรียนได้รับความรู้เพิ่มขึ้นเมื่อวัดจากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ว่ามีผลการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้า กระแสตรง เพื่อให้ให้นักเรียนที่เรียนในรายวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มีความรู้ในการวิเคราะห์วงจรในรูปแบบต่าง ๆ ของวงจรไฟฟ้าได้ ดังนั้นนอกจากที่จะต้องมียุทธศาสตร์แล้วจะต้องมีภาพประกอบเพื่อที่จะให้นักเรียนเข้าใจถึงการวิเคราะห์วงจรได้ ทำให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนและเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

จากการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียนของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก โดยที่นักเรียนจะเรียนด้วยความตั้งใจ มีการคิดคำนวณและการจดเพื่อนำเอาไปช่วยในการตอบฝึกหัด เมื่อนักเรียนเรียนผ่านบทเรียนในแต่ละบทเรียนและทำแบบฝึกหัดผ่านไปเรียบร้อยแล้ว นักเรียนแสดงออกถึงความดีใจในผลการสำเร็จของตนเอง นักเรียนบางคนที่ทำแบบฝึกหัดไม่ผ่านในครั้งแรก จะให้ความสนใจกับบทเรียนเพิ่มมากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.4.1.1 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนด้วยบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องเรียนด้วยตนเอง นักเรียนบางคนไม่มีความมั่นใจในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนพยายามสอบถามเพื่อนที่เรียนพร้อมกัน

5.4.1.2 ในการเรียนบทเรียน ไม่จำเป็นต้องเรียนจนจบทุกบทเรียน ให้สามารถหยุดเรียนในขั้นตอนใดก็ได้ สามารถกลับมาเรียนใหม่ในเวลาอื่นแล้วสามารถเรียนต่อจากเดิมที่ค้างไว้ได้

5.4.1.3 ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีห้องสำหรับเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองและไม่รบกวนผู้เรียนคนอื่น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

5.3.2.1 ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในระดับการศึกษาอื่น ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงบทเรียนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

5.3.2.2 ควรสร้างเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ครบทุกเนื้อหาในรายวิชา แล้วนำไปหาประสิทธิภาพบทเรียนเพื่อปรับปรุงและใช้สอนต่อไป

5.3.2.3 ควรทำบทเรียนในการฝึกอบรม เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถนำไปเรียนด้วยตนเองได้

5.3.2.4 ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปเปรียบเทียบกับการเรียนบทเรียนปกติที่ครูสอน ว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าหรือไม่

บรรณานุกรม

- กานดา พูนลาภทวี. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กิตติ นิงสานนท์. 2521. “การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรม เรื่อง การออกแบบการคำนวณหาขนาดของเพลลา” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กัลยา ใจบรรจง. 2540. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา”. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จรัญ แสงราช. 2535. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จาร์วัฒน์ อินทรบำรุง. 2540. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ข้อมูลย้อนกลับต่างกัน” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จิราภรณ์ พลาวัน. 2540. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยระบบมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนเสริมการใช้ภาษาอังกฤษ เพื่อการสื่อสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ฉันทนา คำกัมพล. 2540. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยสอนภาษาอังกฤษเพื่อการโรงแรมในแผนกแม่บ้าน” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชุดิมา ไทยวิรัช. 2541. คณิตศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท ส.เอเซียเพรสจำกัด.
- ชัยขงศ์ พรมงศ์. 2534. ชุดการสอนระดับประถมศึกษา. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธีรพงศ์ อ่อนอก. 2539. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนการใช้ฮาร์ดแวร์โปรเฟสชันนอล” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธำรง บัวศรี. 2513. “การศึกษาเกี่ยวกับเสถียรภาพของประเทศ” ปีที่ 5, ฉบับที่ 4 :32.
- นงนุช วรรณวหะ. 2530. “แนวทางการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน.”
คอมพิวเตอร์ยุคเอ็มกะซีน. :45
- นัญญา ผลิดวานนท์. 2537. คอมพิวเตอร์ในสถานศึกษา. “เอกสารการสอน”
ชลบุรี:มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บัณฑิต บัวบุชา. 2535. ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เปี่ยมลาภ เหล็กเรื่องฤทธิ์. 2539. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องกลไกการ
กลอดปกติสำหรับนักเรียนพยาบาล” ปรัญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
บูรพา.

พิชิต สุขเจริญพงษ์ และ สุวิทย์ เจิมสวัสดิพงษ์. 2536. วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ :
ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ไพฑูริย์ นพทศ. 2535. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับซ่อมเสริมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3”
ปรัญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไพรัตน์ วงศ์นาม. 2535. สถิติสำหรับการวิจัย. ชลบุรี : ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

มงคล ทองสงคราม. 2534. ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า 1. กรุงเทพฯ : รามการพิมพ์.

มนต์ชัย ตั้งพรโชติช่วง. 2540. “การพัฒนาบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
อุปกรณ์ไมโครเวฟประเภทพาสซีฟ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มหาวิทยาลัยบูรพา. 2537. คอมพิวเตอร์ในสถานศึกษา. ชลบุรี : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการ
ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไมตรี วรวิจิตรยากุล. 2538. ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
ศูนย์การพิมพ์พลชัย.

ไมตรี วรวิจิตรยากุล. 2538. ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า เล่ม 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์การพิมพ์พลชัย.

เย็น กุวรรณ. 2531. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน.” วารสารไมโคร
คอมพิวเตอร์.

ถัดดา สุขปรีดี. 2525. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : โอเคเอ็นสโตร์.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริม
วิชาการ.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. สื่อการสอน เทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

ศิริชัย งามวัฒน์. 2540. “การพัฒนาชุดการสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นหลักใน
การสอนวิชา ปฏิบัติเครื่องปรับอากาศ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สมเด็จพระนเรศวรมหาราช. 2536. "การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนสำเร็จรูป วิชางานไมโครคอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพรรณ แก้วพิน. 2539. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนเรื่อง สไลด์เรลเกจอินดักชั่นมอเตอร์" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวณีย์ สิกขามหาบัณฑิต. 2525. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุทัยวรรณ เพ็งบุญ. 2539. "การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเตรียมความพร้อมทางด้านร่างกายอารมณ์ สังคมและสติปัญญาของเด็กปฐมวัย" วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อุบลรัตน์ วัฒนวงศ์. 2539. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการใช้ตัวสะกดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Bogart, Theodore, F. 1992. **Electric Circuits**. Singapore : Maxwell Macmillan Publishing Singapore.
- Borg, Walter R. and Merrigith D. Gall. 1988. **Education Reseach**. New York. Longman.
- Dence, M. 1980. **Toward Definding the role of CAI** : Review Educational Technology.
- Dyer, C.A. 1976. **Preparing for Computer Assisted Instruction Technology**. Publication : New Jersey.
- Edward T. Dowling. 1993. **Mathematical Methods**. Singapore : Maxwell Macmillan Publishing Singapore.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	หนังสือราชการ
ภาคผนวก ข	รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
ภาคผนวก ค	เนื้อหาบทเรียนเนื้อหาวิชาที่ใช้สำหรับการวิจัย
ภาคผนวก ง	แบบประเมินสื่อการสอน ด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ
ภาคผนวก จ	แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
ภาคผนวก ฉ	ตารางการค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ภาคผนวก ช	ตัวอย่างการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

- หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือในการวิจัย



คำสั่งคณะกรรมการคุศาสตรบัณฑิตสหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ 13 /2542

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นางสาวอมรรัตน์ สุภา

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นางสาวอมรรัตน์ สุภา เป็นไปด้วยความเรียบร้อย
และมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุพิทย์

กาญจนพันธุ์

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.เลิศลักษณ์

กลิ่นหอม

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

อาจารย์โอวาท

พูลศิริ

ประธานกรรมการ

รศ.ดร.สุพิทย์

กาญจนพันธุ์

กรรมการประจำสาขาวิชา

อาจารย์อรรณพ

ฤทธิเกิด

กรรมการประจำสาขาวิชา

ผศ.ดร.สมพร

ไชยะ

กรรมการ

ผศ.ดร.เลิศลักษณ์

กลิ่นหอม

กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 25 มกราคม พ.ศ. 2542

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2542

1. นางสาวอมรรัตน์ สุภา ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง” โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๕ กรกฎาคม พ.ศ.2542

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1504/ 2755

คณะกรรมการ
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 กรกฎาคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์วิฑูรย์ ปิ่นวนิชย์กุล

ด้วยคณะกรรมการสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหาของนักศึกษา ชื่อ นางสาวอมรรัตน์ สุภา ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง"

คณะกรรมการสถาบันฯ หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรพรณี ลีกิจวัฒน์นะ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 2755

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 กรกฎาคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์แหยม กาลิ

ด้วยคณะกรรมการอุดมศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ของนักศึกษา ชื่อ นางสาวอมรรัตน์ สุภา ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง"

คณะกรรมการอุดมศึกษา หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรพรณี สิกิจวัฒนะ)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504/ 2755

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 กรกฎาคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์วีระ สุขมหา

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วย
ตรวจแบบทดสอบและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหาของนักศึกษา ชื่อ นางสาวอมรรัตน์ สุภา ซึ่งจะทำ
วิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและ
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี สীগิจวัฒน์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

เอกสาร โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642 งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์เป็นของสถาบันฯ และต้องแจ้งถึงผู้อำนวยการสภามหาวิทยาลัยก่อนนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 4428

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๖ กันยายน 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสตั๊มป์

ด้วย นางสาวอมรรัตน์ สุภา นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์
 อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์
 เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง" คณะครุศาสตร์
 อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาต ให้นำศึกษาได้ทดลองใช้
 เครื่องมือการวิจัย เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
 มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199, 7373000 ต่อ 3679

โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา

นายวชิระ	สุขมหา	ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประจำแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศหีบ		
นายแหยม	กาสี	ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 6
ประจำแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี		
นายวิฑูรย์	ปิ่นวนิชย์กุล	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 4
หัวหน้างานสื่อการเรียนการสอน วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี		

2. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นายวชิระ	สุขมหา	ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประจำแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสศหีบ		
นายแหยม	กาสี	ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 6
ประจำแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี		
นายวิฑูรย์	ปิ่นวนิชย์กุล	ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 4
หัวหน้างานสื่อการเรียนการสอน วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

1 การคิดเทอริมีแนนท์ (Diterminant) (ชุดิมา ไทยวิรัช. 2524: 134)

1. ความหมายของการคิดเทอริมีแนนท์

นิยาม

ถ้า A เป็นเมทริกซ์จัตุรัสแล้ว คิเทอริมีแนนท์ของเมทริกซ์ A เป็นจำนวนจริง (Real Number)

เขียนแทนคิเทอริมีแนนท์ด้วยสัญลักษณ์ $\det(A)$ หรือ $\det A$ หรือ $|A|$

เราจะเรียกคิเทอริมีแนนท์ของเมทริกซ์จัตุรัสขนาด $n \times n$ ว่า คิเทอริมีแนนท์อันดับ n

เช่น ถ้า A เป็นเมทริกซ์จัตุรัสขนาด 1×1 แล้ว คิเทอริมีแนนท์ของ A เป็นอันดับ 1

$$\text{ดังนั้น ถ้า } A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \text{ แล้วเราจะได้ว่า } \det A = |A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

ข้อสังเกต

1. เมทริกซ์ที่หาค่าคิเทอริมีแนนท์ได้ ต้องเป็นเมทริกซ์จัตุรัสเท่านั้น

2. เครื่องหมายที่ใช้แทนเมทริกซ์คือ วงเล็บใหญ่ $[]$ หรือวงเล็บเล็ก $()$ แต่เครื่องหมายที่

ใช้แทนคิเทอริมีแนนท์ คือ เส้นตรงสองเส้น (vertical bar) $| |$

3. $|A|$ ในที่นี้เราหมายถึงคิเทอริมีแนนท์ของเมทริกซ์ A ไม่ใช่ค่าสัมบูรณ์ของ A แต่เพื่อ

ไม่ให้สับสน ดังนั้นเราจะใช้ $\det A$ แทน $|A|$

การแก้ปัญหาสมการที่มีตัวไม่ทราบค่าสองตัว

นิยาม

$$\text{กำหนดให้เมทริกซ์ } A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$$

$$\text{แล้ว } |A| \text{ หรือ } \det(A) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{21}a_{12}$$

โดยทั่วไปแล้ว สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าสองตัว มีลักษณะดังนี้ คือ (ไมตรี

วรวิจิตรยากุล. 2538:10)

$$ax + by = e$$

$$cx + dy = f$$

เมื่อ x และ y เป็นตัวที่ไม่ทราบค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับครูผู้สอนในโรงเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a,b,c และ d เป็นสัมประสิทธิ์ของตัวที่ไม่ทราบค่า
e และ f เป็นค่าคงที่

วิธีการแก้สมการ โดยใช้หลักของดิเทอร์มิแนนต์ มีดังต่อไปนี้

1. เขียนสมการให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ (Matrix) ¹


$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

2. หาค่าตัวหารร่วม D ของเศษส่วนเหล่านี้ ซึ่งหาได้ดังนี้

2.1 นำค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่ในรูปของเมตริกซ์ มาเขียนในรูปของดิเทอร์มิแนนต์

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$$

2.2 คูณไขว้สัมประสิทธิ์ที่อยู่ในรูปของดิเทอร์มิแนนต์



คูณ $\begin{vmatrix} a & d \\ c & b \end{vmatrix} = ad$ คูณ $\begin{vmatrix} c & b \\ a & d \end{vmatrix} = cb$

2.3 กำหนดเครื่องหมายของผลคูณที่ได้



$\begin{vmatrix} a & d \\ c & b \end{vmatrix} = +ad$ $\begin{vmatrix} c & b \\ a & d \end{vmatrix} = -cb$

ข้อสังเกต คูณลงเครื่องหมายเป็นบวก (Positive)

คูณขึ้นเครื่องหมายเป็นลบ (Negative)

2.4 หาค่าตัวหารร่วม D คือ

$$D = ad - cb$$

3. หาค่าเศษ N_x เพื่อนำไปหาค่า x

3.1 เขียนดิเทอร์มิแนนต์ที่ประกอบด้วยสัมประสิทธิ์ของ y ในรูปของเมตริกซ์เดิม และสัมประสิทธิ์ของ x แทนด้วยค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{vmatrix} e & b \\ f & d \end{vmatrix}$$

3.2 คูณไขว้สัมประสิทธิ์ที่อยู่ในรูปของดีเทอร์มิแนนท์

$$\begin{array}{c} \text{คูณ} \\ \left| \begin{array}{c} e \\ \searrow \\ d \end{array} \right| = ed \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{คูณ} \\ \left| \begin{array}{c} b \\ \nearrow \\ f \end{array} \right| = fb \end{array}$$

3.3 กำหนดเครื่องหมายของผลคูณที่ได้

$$\left| \begin{array}{c} e \\ \searrow \\ d \end{array} \right| = +ed \qquad \left| \begin{array}{c} b \\ \nearrow \\ f \end{array} \right| = -fb$$

ข้อสังเกต

คูณลงเครื่องหมายเป็นบวก (Positive)

คูณขึ้นเครื่องหมายเป็นลบ (Negative)

3.4 หาค่าตัวหารร่วม N_x คือ

$$N_x = ed - fb$$

4. หาค่าเศษ N_y เพื่อนำไปหาค่า y

4.1 เขียนดีเทอร์มิแนนท์ที่ประกอบด้วยสัมประสิทธิ์ของ x ในรูปของเมตริกซ์เดิม และสัมประสิทธิ์ของ y แทนด้วยค่าคงที่

$$\begin{vmatrix} a & e \\ c & f \end{vmatrix}$$

4.2 คูณไขว้สัมประสิทธิ์ที่อยู่ในรูปของดีเทอร์มิแนนท์

$$\begin{array}{c} \text{คูณ} \\ \left| \begin{array}{c} a \\ \searrow \\ f \end{array} \right| = af \end{array} \qquad \begin{array}{c} \text{คูณ} \\ \left| \begin{array}{c} e \\ \nearrow \\ c \end{array} \right| = ce \end{array}$$

4.3 กำหนดเครื่องหมายของผลคูณที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{vmatrix} a & \\ & f \end{vmatrix} = +af \qquad \begin{vmatrix} & c \\ e & \end{vmatrix} = -ce$$

4.4 หาค่าตัวหารร่วม N_y คือ

$$N_y = af - ce$$

ดังนั้น ค่าของ x และ y จะมีค่าเท่ากับ

$$x = \frac{N_x}{D} = \frac{ed - fb}{ad - cb}$$

$$y = \frac{N_y}{D} = \frac{af - ce}{ad - cb}$$

ตัวอย่างที่ 1 จงแก้สมการหาค่า x และ y

$$6x + 4y = 20$$

$$10x + 12y = 30$$

วิธีทำ เขียนสมการให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} 6 & 4 \\ 10 & 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 30 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 6 & 4 \\ 10 & 12 \end{vmatrix} = (6 \times 12) - (10 \times 4) = 32$$

$$N_x = \begin{vmatrix} 20 & 4 \\ 30 & 12 \end{vmatrix} = (20 \times 12) - (30 \times 4) = 120$$

$$N_y = \begin{vmatrix} 6 & 20 \\ 10 & 30 \end{vmatrix} = (6 \times 30) - (10 \times 20) = -20$$

$$\text{ดังนั้นจะได้} \quad x = \frac{N_x}{D} = \frac{120}{32} = 3.75$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$y = \frac{N_y}{D} = \frac{-20}{32} = -0.625$$

ตัวอย่างที่ 2 จงแก้สมการหาค่า x และ y

$$\begin{aligned} 1.5x - y &= 5 \\ -2.5x + 3y &= 7.5 \end{aligned}$$

วิธีทำ เขียนสมการให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} 1.5 & -1 \\ -2.5 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 5 \\ 7.5 \end{bmatrix} \\ D &= \begin{vmatrix} 1.5 & -1 \\ -2.5 & 3 \end{vmatrix} = (1.5 \times 3) - [(-2.5)(-1)] = 2 \\ N_x &= \begin{vmatrix} 5 & -1 \\ 7.5 & 3 \end{vmatrix} = (5 \times 3) - [(7.5)(-1)] = 22.5 \\ N_y &= \begin{vmatrix} 1.5 & 5 \\ -2.5 & 7.5 \end{vmatrix} = (1.5 \times 7.5) - [(-2.5)(5)] = 23.75 \\ x &= \frac{N_x}{D} = \frac{22.5}{2} = 11.25 \end{aligned}$$

$$y = \frac{N_y}{D} = \frac{23.75}{2} = 11.875$$

การแก้สมการที่ไม่ทราบค่าสามตัว

กำหนดเมทริกซ์ $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหาค่าดีเทอร์มิแนนต์อันดับ 3 ให้นำสมาชิกในหลักที่ 1 และหลักที่ 2 มาเขียนต่อท้าย เป็นหลักที่ 4 และหลักที่ 5 ตามลำดับ

วิธีการแก้สมการที่ไม่ทราบค่าสามตัว มีหลักการดังนี้

$$ax + by + cz = j$$

$$dx + ey + fz = k$$

$$gx + hy + iz = l$$

1. เขียนสมการให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j \\ k \\ l \end{bmatrix}$$

2. หาคำหารร่วม D

2.1 นำค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่ในรูปของเมทริกซ์มาเขียนในรูปของดีเทอร์มิแนนต์

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$$

2.2 คูณไขว้สัมประสิทธิ์ที่อยู่ในรูปของดีเทอร์มิแนนต์ โดยการนำสองคอลัมน์แรกมาเขียนซ้ำอีกครั้งทางด้านขวาของดีเทอร์มิแนนต์

$$\begin{bmatrix} a & b & c & a & b \\ d & e & f & d & e \\ g & h & i & g & h \end{bmatrix}$$

2.3 คูณไขว้สัมประสิทธิ์และกำหนดเครื่องหมาย

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{matrix} a & b \\ d & e \\ g & h \end{matrix} = +(aei + bfg + cdh)$$

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{matrix} a & b \\ d & e \\ g & h \end{matrix} = -(gec + hfa + idb)$$

ข้อสังเกต คูณลงเครื่องหมายเป็นบวก และคูณขึ้นเครื่องหมายเป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หาตัวหารร่วม D คือ

$$D = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b \\ d & e \\ g & h \end{bmatrix}$$

$$D = (aei + bfg + cdh) - (gec + hfa + idb)$$

3. หาค่าเศษ N_x เพื่อนำไปแทนค่า x โดยค่าสัมประสิทธิ์ของ x ต้องแทนด้วยค่าคงที่

$$N_x = \begin{bmatrix} j & b & f \\ k & e & f \\ l & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} j & b \\ k & e \\ l & h \end{bmatrix}$$

$$= (jei + bfl + ckh) - (lec + hfi + ikb)$$

4. หาค่าเศษ N_y เพื่อนำไปแทนค่า y โดยค่าสัมประสิทธิ์ของ y ต้องแทนด้วยค่าคงที่

$$N_y = \begin{bmatrix} a & j & f \\ d & k & f \\ g & l & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & j \\ d & k \\ g & l \end{bmatrix}$$

$$= (aki + jfg + cdl) - (gkc + lfa + idj)$$

5. หาค่าเศษ N_z เพื่อนำไปแทนค่า y โดยค่าสัมประสิทธิ์ของ y ต้องแทนด้วยค่าคงที่

$$N_z = \begin{bmatrix} a & b & j \\ d & e & k \\ g & h & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b \\ d & e \\ g & h \end{bmatrix}$$

$$= (ael + bkg + jdj) - (gej + hka + ldb)$$

ดังนั้นจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x = \frac{N_x}{D} = \frac{(jei + bfl + ckh) - (lec + hfi + ikb)}{(aei + bfg + cdh) - (gec + hfa + idb)}$$

$$y = \frac{N_y}{D} = \frac{(aki + jfg + cdl) - (gkc + lfa + idj)}{(aei + bfg + cdh) - (gec + hfa + idb)}$$

$$z = \frac{N_z}{D} = \frac{(ael + bkg + jd h) - (gej + hka + ldb)}{(aei + bfg + cdh) - (gec + hfa + idb)}$$

ตัวอย่างที่ 3 จงแก้สมการหาค่าของ x , y และ z

$$x + 3y + 4z = 14$$

$$x + 2y + z = 7$$

$$2x + y + 2z = 2$$

วิธีทำ เขียนสมการให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 14 \\ 7 \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} = (4 + 6 + 4) - (16 + 1 + 6) = -9$$

$$N_x = \begin{vmatrix} 14 & 3 & 4 \\ 7 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 14 & 3 \\ 7 & 2 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} = (56 + 6 + 28) - (16 + 14 + 42) = 18$$

$$N_y = \begin{vmatrix} 1 & 14 & 4 \\ 1 & 7 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 14 \\ 1 & 7 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} = (14 + 28 + 8) - (56 + 2 + 28) = -36$$

$$N_z = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 14 \\ 1 & 2 & 7 \\ 2 & 1 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} = (4 + 42 + 14) - (56 + 7 + 6) = -9$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะได้

$$x = \frac{N_x}{D} = \frac{19}{-9} = -2$$

$$y = \frac{N_y}{D} = \frac{-36}{-9} = 4$$

$$z = \frac{N_z}{D} = \frac{-9}{-9} = 1$$

ตัวอย่างที่ 4

จงแก้สมการหาค่ากระแส I_1 , I_2 และ I_3

$$3\Omega \times I_1 - 1\Omega \times I_2 - 1\Omega \times I_3 = 10V$$

$$-1\Omega \times I_1 + 2\Omega \times I_2 - 1\Omega \times I_3 = -5V$$

$$-1\Omega \times I_1 - 1\Omega \times I_2 + 3\Omega \times I_3 = 0$$

วิธีทำ เขียนสมการให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \\ -5 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 3 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} = 18 - 1 - 1 - 2 - 3 - 3 = 8$$

$$N_1 = \begin{vmatrix} 10 & -1 & -1 \\ -5 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 10 & -1 \\ -5 & 2 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} = 60 + 0 - 5 - 0 - 10 - 15 = 30$$

$$N_2 = \begin{vmatrix} 3 & 10 & -1 \\ -1 & -5 & -1 \\ -1 & 0 & 3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3 & 10 \\ -1 & -5 \\ -1 & 0 \end{vmatrix} = -45 + 10 + 0 + 5 - 0 + 30 = 0$$

$$N_3 = \begin{vmatrix} 3 & -1 & 10 \\ -1 & 2 & -5 \\ -1 & -1 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} = 0 - 5 + 10 + 20 - 15 - 0 = 10$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ **ดังนั้นจะได้** ซึ่งงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_1 = \frac{N_1}{D} = \frac{30}{8} = 3.75A$$

$$I_2 = \frac{N_2}{D} = \frac{0}{8} = 0A$$

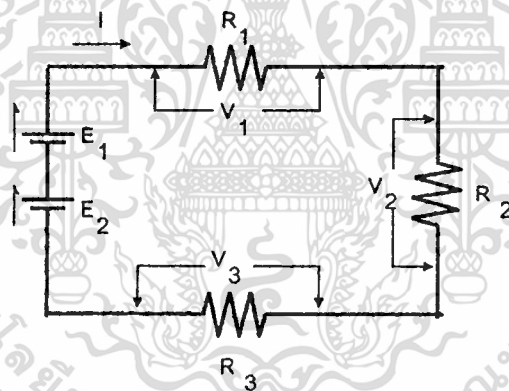
$$I_3 = \frac{N_3}{D} = \frac{10}{8} = 1.25A$$

2.1 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (ไมตรี วรุณจิกรยากุล . 2538 : 1 - 3)

(Kirchhoff's Voltage Law ; KVL)

กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวไว้ว่า

ในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันมีค่าเท่ากับศูนย์
หรือในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมของแรงดันที่จ่ายให้กับวงจร มีค่าเท่ากับ
ผลรวมของแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานทั้งวงจร



รูปที่ ค1 วงจรอนุกรม 2 แหล่งจ่าย

จากรูปที่ 2.1 จะพิจารณาได้ว่า แรงดันที่จ่ายให้แก่วงจร คือ E_1 และ E_2 ส่วนแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทานของวงจรคือ แรงดัน V_1 , V_2 และ V_3 ซึ่งตกคร่อมที่ความต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 ตามลำดับ จากกฎของแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์จะเขียนสมการได้ดังนี้คือ

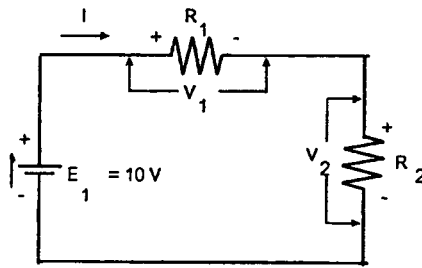
ผลรวมของแรงดันที่จ่ายให้แก่วงจร = ผลรวมของแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานทั้งวงจร
นั่นคือ
$$E_1 + E_2 = V_1 + V_2 + V_3 \quad (1)$$

หรือ
$$E_1 + E_2 - V_1 - V_2 - V_3 = 0 \quad (2)$$

หรือ
$$\sum E = E_1 + E_2 - V_1 - V_2 - V_3 = 0 \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 5 จากรูป ถ้า $E = 10\text{ V}$ และ $V_1 = 3\text{ V}$ จงหาค่าของ V_2



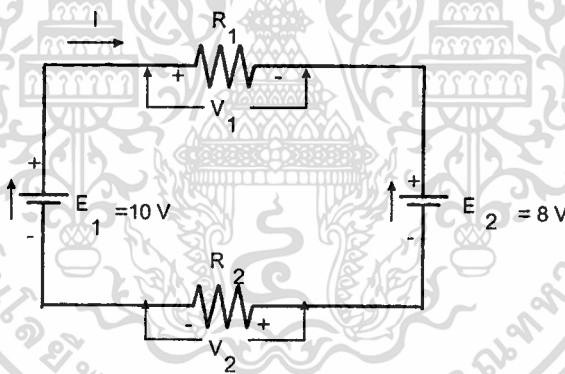
รูปที่ ค2 วงจรอนุกรม

วิธีทำ จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์จะได้

$$E = V_1 + V_2$$

หรือ $V_2 = E - V_1$

$$= 10\text{V} - 3\text{V} = 7\text{V}$$



รูปที่ ค3 วงจรแบ่งแรงดัน

วิธีทำ จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ จะได้

$$E_1 - E_2 = V_1 + V_2$$

หรือ $V_1 = E_1 - E_2 - V_2$

$$= 10\text{V} - 8\text{V} - 1.5\text{V} = 0.5\text{V}$$

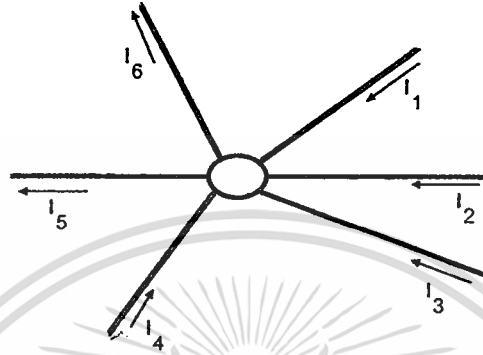
1.3 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (ไมตรี วรวิจิตรชากุล . 2538 : 4 - 42)

(Kirchhoff's Current Law ; KCL)

กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวไว้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่จุดต่อ (Junction) ใด ๆ ในวงจรไฟฟ้าจะเท่ากับกระแสไฟฟ้าไหลออกจากจุดนั้น หรือผลรวมทางพีชคณิตระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่จุดต่อใด ๆ ในวงจรไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้นมีค่าเท่ากับศูนย์



รูปที่ ค4 วงจรตัวอย่าง การไหลของกระแสในวงจร

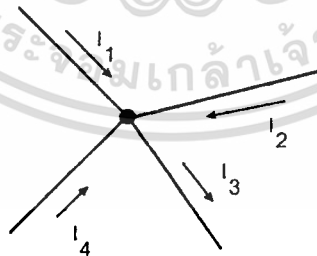
เมื่อนำหลักการ KCL มาพิจารณา จะได้สมการกระแสไฟฟ้าเป็น

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I_5 + I_6$$

หรือ

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 - I_5 - I_6 = 0$$

ตัวอย่างที่ 6 การไหลของกระแสดังรูปที่ 5 ถ้า $I_1 = 5 \text{ A}$, $I_2 = -3 \text{ A}$ และ $I_4 = 1 \text{ A}$ จงหาค่าของ I_3



รูปที่ ค5 การไหลของกระแส

วิธีทำ จากกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์จะได้

$$I_1 + I_2 - I_3 + I_4 = 0$$

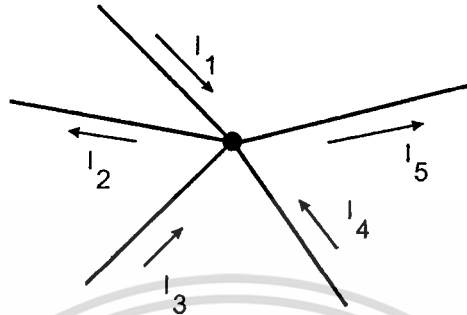
หรือ

$$I_3 = I_1 + I_2 + I_4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 5A + (-3A) + 1A = 3A$$

ตัวอย่างที่ 7 จากรูปที่ 6 ถ้า $I_1 = 2A$, $I_2 = 3A$, $I_3 = -2A$, $I_4 = 4A$ จงหาค่าของ I_5



รูปที่ ๓๖ การกำหนดทิศทางกระแสไหลของกระแส

...

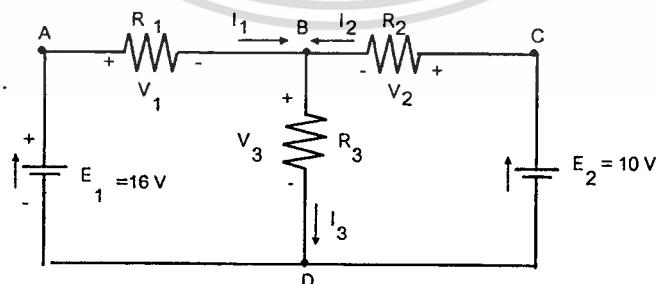
วิธีทำ จากกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์จะได้

$$I_1 - I_2 + I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ} \quad I_5 &= I_1 - I_2 + I_3 + I_4 \\ &= 2A - 3A + (-2A) + 4A \\ &= 1A \end{aligned}$$

การนำกฎของเคอร์ชอฟฟ์มาใช้

ในการนำกฎของเคอร์ชอฟฟ์มาใช้งานนั้น ขั้นแรกจะต้องกำหนดทิศทางกระแสไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวในวงจรนั้น ๆ และถ้าคำนวณค่าที่ต้องการออกมาแล้ว มีค่าเป็นบวก ก็แสดงว่าทิศทางกระแสไหลของกระแสนั้นเป็นจริง



รูปที่ ๓๗ วงจรการวิเคราะห์แรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

จากกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ เมื่อพิจารณาที่จุด B จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\sum I = I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$I_1 + I_2 = I_3$$

จากรูปที่ 7 จะเห็นว่า กระแส I_1 ไหลผ่านความต้านทาน R_1 และแหล่งกำเนิด E_1 กระแส I_2 ไหลผ่านความต้านทาน R_2 และแหล่งกำเนิด E_2 ส่วนกระแส I_3 ไหลผ่านความต้านทาน R_3

ขั้นต่อไปก็หาแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทานแต่ละตัว โดยให้อยู่ในเทอมของ กระแสที่สมมติขึ้นมา คือ

$$\text{แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน } R_1 = V_1 = R_1 I_1$$

$$\text{แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน } R_2 = V_2 = R_2 I_2$$

$$\text{แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน } R_3 = V_3 = R_3 I_3$$

จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟที่จะเขียนสมการของแรงดันได้ดังนี้คือ
ในวง ABD จะได้

$$E_1 = V_1 + V_3$$

$$E_1 = R_1 I_1 + R_3 I_3$$

(4)

ในวง CBD จะได้

$$E_2 = V_2 + V_3$$

$$E_2 = R_2 I_2 + R_3 I_3$$

(5)

แต่

$$I_3 = I_1 + I_2$$

(6)

แทนค่า I_3 จากสมการ (6) ลงในสมการที่ (4) จะได้

$$E_1 = R_1 I_1 + R_3 (I_1 + I_2)$$

$$= R_1 I_1 + R_3 I_1 + R_3 I_2$$

$$= (R_1 + R_3) I_1 + R_3 I_2$$

หรือ $(R_1 + R_3) I_1 + R_3 I_2 = E_1$

$$(1+4) I_1 + R_2 I_2 = 16$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ (7) การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า I_3 จากสมการที่ (6) ลงในสมการที่ (5) จะได้

$$\begin{aligned} E_2 &= R_2 I_2 + R_3 (I_1 + I_2) \\ &= R_2 I_2 + R_3 I_1 + R_3 I_2 \\ &= R_3 I_1 + (R_2 + R_3) I_2 \end{aligned}$$

หรือ $R_3 I_1 + (R_2 + R_3) I_2 = E_2$

$$4I_1 + (2 + 4)I_2 = 10$$

$$4I_1 + 6I_2 = 10 \quad (8)$$

นำสมการที่ (7) และ (8) มาเขียนในรูปเมทริกซ์จะได้

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 10 \end{bmatrix}$$

ดังนั้นจะได้

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 16 & 4 \\ 10 & 6 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 6 \end{vmatrix}} = \frac{(16 \times 6) - (10 \times 4)}{(5 \times 6) - (10 \times 4)} = \frac{96 - 40}{30 - 16} = \frac{56}{14} = 4A$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 16 \\ 4 & 10 \end{vmatrix}}{D} = \frac{(5 \times 10) - (4 \times 16)}{14} = \frac{50 - 64}{14} = \frac{-14}{14} = -1A$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = (+4A) + (-1A) = 3A$$

นั่นคือ กระแส $I_1 = 4A$ ไหลจากจุด A ไปยังจุด B

กระแส $I_2 = 1A$ ไหลจากจุด B ไปยัง จุด C (มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของ กระแส I_2 ที่สมมติขึ้นมา)

กระแส $I_3 = 3A$ ไหลจากจุด B ไปยังจุด D

แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน R_1 คือ V_1

$$V_1 = I_1 R_1 = 4A \times 1\Omega = 4V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน R_2 คือ V_2

$$V_2 = I_2 R_2 = 1\text{A} \times 2\Omega = 2\text{V}$$

แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน R_3 คือ V_3

$$V_3 = I_3 R_3 = 3\text{A} \times 4\Omega = 12\text{V}$$





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ.....	✓		
- ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบ แบบทดสอบ.....	✓		
2. ภาพและตัวอักษร			
- ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย.....	✓		
- ความชัดเจนของภาพที่นำมาใช้.....	✓		
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร.....	✓		
- ความเหมาะสมของสีของตัวอักษรที่ใช้.....	✓		
3. ภาษาและเสียงประกอบ			
- ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย.....	✓		
- ความชัดเจนของเสียงบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเสียงประกอบ.....	✓		
- ความเหมาะสมกับระดับเสียงบรรยายกับเสียงประกอบ.....	✓		
4. เวลา			
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ			
บทเรียนทั้งหมด.....	✓		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายวิชา สิวณา)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านการผลิตสื่อ)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ.....	✓		
- ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบ แบบทดสอบ.....	✓		
2. ภาพและตัวอักษร			
- ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย.....	✓		
- ความชัดเจนของภาพที่นำมาใช้.....	✓		
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร.....	✓		
- ความเหมาะสมของสีของตัวอักษรที่ใช้.....	✓		
3. ภาษาและเสียงประกอบ			
- ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย.....	✓		
- ความชัดเจนของเสียงบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเสียงประกอบ.....	✓		
- ความเหมาะสมกับระดับเสียงบรรยายกับเสียงประกอบ.....	✓		
4. เวลา			
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ.....	✓		
บทเรียนทั้งหมด.....	✓		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)
 8, ต.ค. 2564



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ.....	✓		
- ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบ แบบทดสอบ.....	✓		
2. ภาพและตัวอักษร			
- ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย.....	✓		
- ความชัดเจนของภาพที่นำมาใช้.....	✓		
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร.....	✓		
- ความเหมาะสมของสีของตัวอักษรที่ใช้.....	✓		
3. ภาษาและเสียงประกอบ			
- ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย.....	✓		
- ความชัดเจนของเสียงบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเสียงประกอบ.....	✓		
- ความเหมาะสมกับระดับเสียงบรรยายกับเสียงประกอบ.....	✓		
4. เวลา			
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ.....	✓		
บทเรียนทั้งหมด.....	✓		

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวตรี มณีพรกุล)



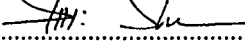
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์.....	✓		
- ความถูกต้องของเนื้อหา.....	✓		
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน.....	✓		
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน.....	✓		
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....	✓		
- ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา.....	✓		
2. ภาพและภาษา			
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้.....	✓		
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้.....	✓		
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย.....	✓		
3. เวลา			
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ.....	✓		
บทเรียนทั้งหมด.....	✓		

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

ลงชื่อ..... ..... ผู้ประเมิน

(นายธีรวิทย์ สุวจนนา)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์.....	✓		
- ความถูกต้องของเนื้อหา.....	✓		
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน.....	✓		
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน.....	✓		
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....	✓		
- ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา.....	✓		
2. ภาพและภาษา			
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้.....	✓		
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้.....	✓		
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย.....	✓		
3. เวลา			
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ.....	✓		
บทเรียนทั้งหมด.....	✓		

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

8/ 3/ 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้	ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์.....	✓		
- ความถูกต้องของเนื้อหา.....	✓		
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน.....	✓		
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน.....	✓		
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....	✓		
- ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา.....	✓		
2. ภาพและภาษา			
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้.....	✓		
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้.....	✓		
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย.....	✓		
3. เวลา			
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย.....	✓		
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ.....			
บทเรียนทั้งหมด.....			

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวสุวิมล วัฒนวิทย์กุล)

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน.....		✓			
2. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน.....	✓				
3. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....	✓				
4. เสียงบรรยายที่นำเสนอบทเรียน.....	✓				
5. สีของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....	✓				
6. ดนตรีและเสียงประกอบบทเรียน.....	✓				
7. ความเข้าใจในเนื้อหาโดยรวม.....		✓			
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม.....	✓				
9. ความเพลิดเพลินสนุกกับการเรียน.....	✓				
10. ความชอบในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....		✓			

11. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน.....	/				
2. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน.....		/			
3. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....	/				
4. เสียงบรรยายที่นำเสนอบทเรียน.....	/				
5. สีของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....	/				
6. ดนตรีและเสียงประกอบบทเรียน.....		/			
7. ความเข้าใจในเนื้อหาโดยรวม.....		/			
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม.....		/			
9. ความเพลิดเพลินสนุกกับการเรียน.....		/			
10. ความชอบในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	/				

11. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน.....	✓				
2. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน.....		✓			
3. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....	✓				
4. เสียงบรรยายที่นำเสนอบทเรียน.....		✓			
5. สีของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....		✓			
6. ดนตรีและเสียงประกอบบทเรียน.....		✓			
7. ความเข้าใจในเนื้อหาโดยรวม.....		✓			
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม.....	✓				
9. ความเพลิดเพลินสนุกสนานกับการเรียน.....	✓				
10. ความชอบในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	✓				

11. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน.....		✓			
2. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน.....		✓			
3. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....		✓			
4. เสียงบรรยายที่นำเสนอบทเรียน.....			✓		
5. สีของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....		✓			
6. ดนตรีและเสียงประกอบบทเรียน.....			✓		
7. ความเข้าใจในเนื้อหาโดยรวม.....			✓		
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม.....			✓		
9. ความเพลิดเพลินสนุกกับการเรียน.....		✓			
10. ความชอบในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....		✓			

11. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟฟ์ สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง
Computer Assisted Instruction on Kirchoff's Law of Direct Current

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน.....	/				
2. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน.....	/				
3. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....	/				
4. เสียงบรรยายที่นำเสนอบทเรียน.....	/				
5. สีของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน.....	/				
6. ดนตรีและเสียงประกอบบทเรียน.....		/			
7. ความเข้าใจในเนื้อหาโดยรวม.....		/	/		
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรม.....		/			
9. ความเพลิดเพลินสนุกกับการเรียน.....		/			
10. ความชอบในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....		/	/		

11. ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑1 แสดงคะแนนที่ได้จากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟ
สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้น
ทดลองเบื้องต้น

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน		คะแนนแบบฝึกหัดขณะเรียน		คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	
	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์
1	4	20	12	60	10	50
2	5	25	15	75	13	65
3	8	40	12	60	12	60
เฉลี่ย	5.67	28.34	13	65	11.67	58.34

ตารางที่ ๑2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นการทดลองกลุ่มย่อย

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน		คะแนนแบบฝึกหัดขณะเรียน		คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	
	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์
1	16	80	18	90	18	90
2	12	60	17	85	16	80
3	16	80	18	90	17	85
4	16	80	17	85	18	90
5	14	70	16	80	16	80
6	14	70	16	80	17	85
7	17	85	20	100	19	95
8	17	85	19	95	19	95
9	15	75	17	85	20	100
10	14	70	18	90	19	95
เฉลี่ย	15.1	75.5	17.6	88.0	17.9	89.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓ แสดงที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์สำหรับไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขั้นการทดลองขั้นปฏิบัติการ

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน		คะแนนแบบฝึกหัดขณะเรียน		คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	
	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์
1	3	15	17	85	16	80
2	5	25	17	85	18	90
3	6	30	18	90	16	80
4	6	30	17	85	16	80
5	6	30	19	95	19	95
6	7	35	18	90	17	85
7	7	35	17	85	17	85
8	8	40	17	85	17	85
9	9	45	16	80	16	80
10	10	50	16	80	17	85
11	10	50	16	80	18	90
12	11	55	16	80	18	90
13	12	60	18	90	18	90
14	12	60	19	95	16	80
15	12	60	17	85	19	95
16	12	60	16	80	17	85
17	12	60	17	85	18	90
18	13	65	16	80	17	85
19	13	65	18	90	17	85
20	13	65	17	85	19	95
21	14	70	17	85	18	90
22	14	70	18	90	19	95
23	15	75	17	85	18	90
24	15	75	16	80	18	90
25	15	75	18	90	19	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓3(ต่อ) แสดงที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขั้นการทดลองขั้นปฏิบัติการ

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน		คะแนนแบบฝึกหัดขณะเรียน		คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	
	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์	20 คะแนน	เปอร์เซ็นต์
26	16	80	18	90	20	100
27	16	80	18	90	18	90
28	16	80	19	95	18	90
29	17	85	18	90	19	95
30	18	80	16	80	17	85
เฉลี่ย	11.43	57.16	17.23	86.16	17.66	88.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

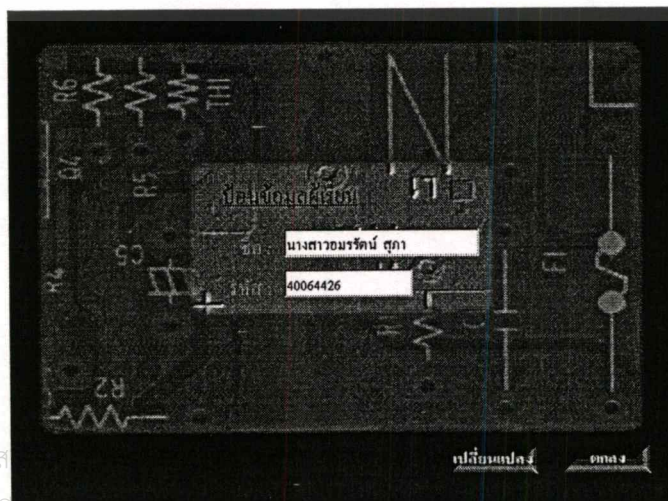
ตัวอย่างการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



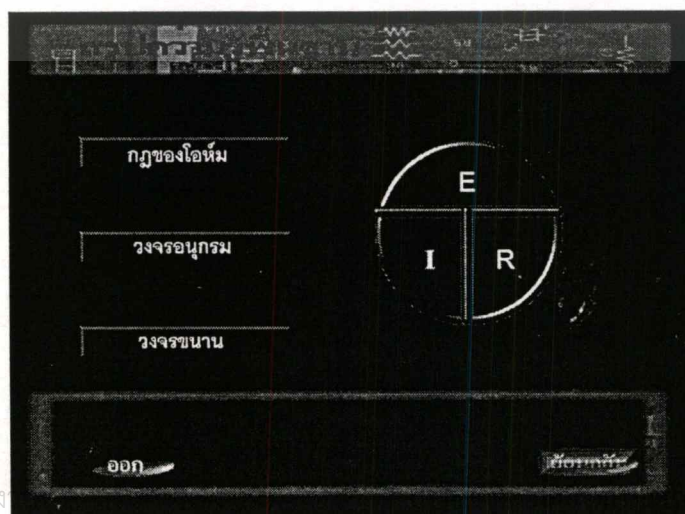
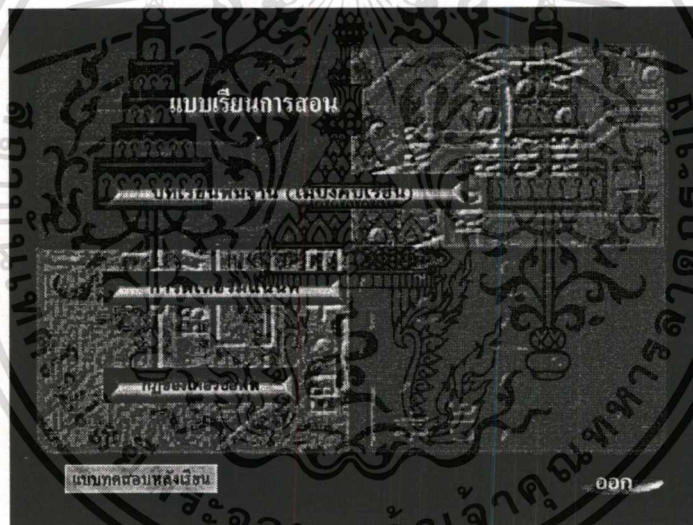
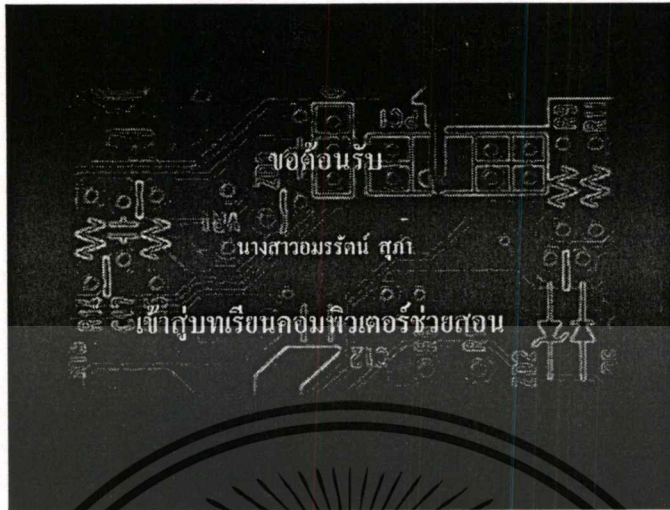
เสนอ
วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท
โดย
นางสาว อมรรัตน์ สุภา
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
รศ.ดร. สุทธิชัย กาญจนพันธ์
ต่อไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง
กฎของเคอร์ชอฟไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

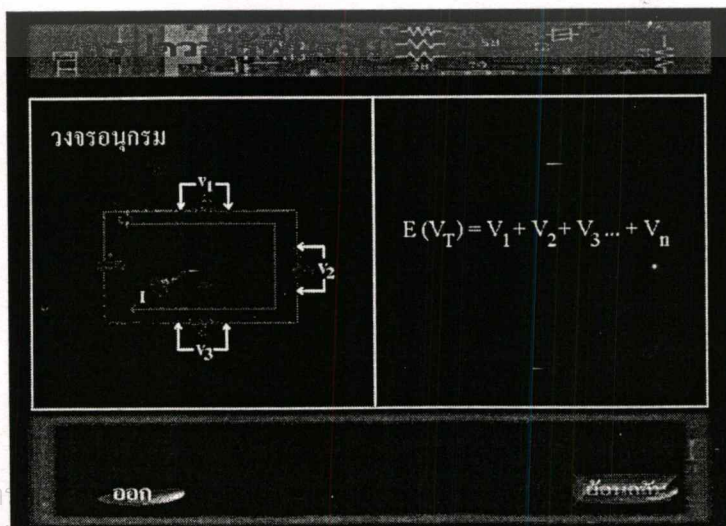
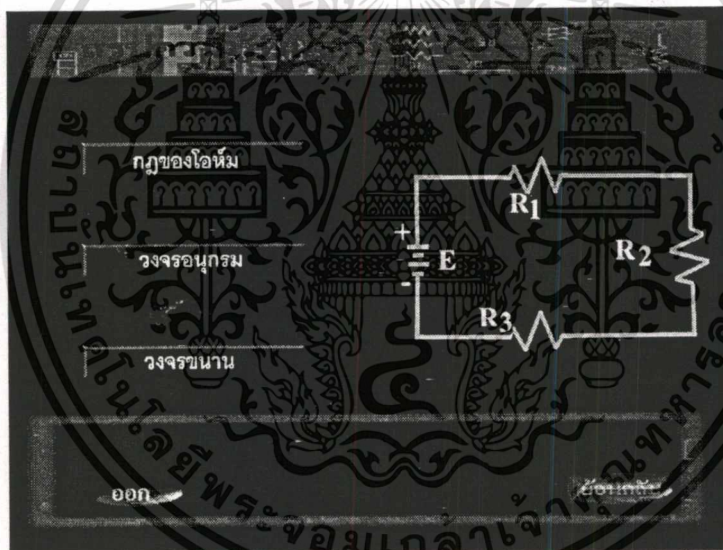
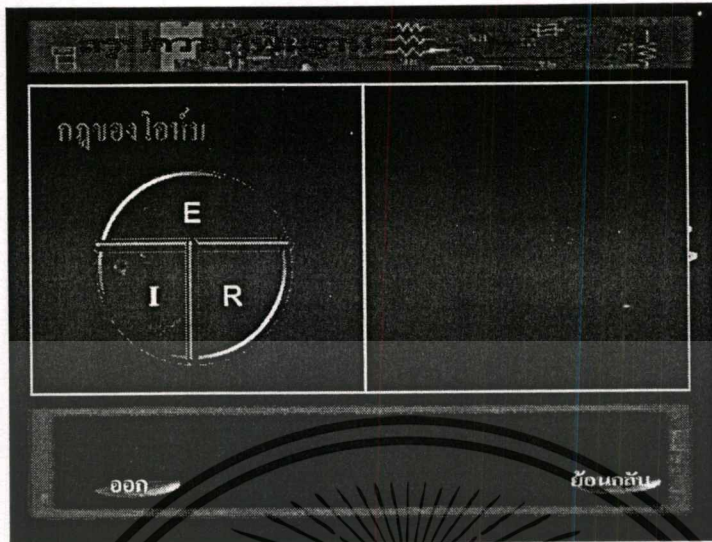


ชื่อ: นางสาวอมรรัตน์ สุภา
เลขที่: 40064426

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่น และต้องขออนุญาตเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง
ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสาร
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น
 ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎของโอห์ม

วงจรอนุกรม

วงจรขนาน

ออก

วงจรขนาน

$E = V_1 = V_2 = V_3$

ออก

การดีเทอร์มิแนนต์

$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$	<p>การแก้สมการที่ไม่ทราบค่าสองตัว</p> <p>การแก้สมการที่ไม่ทราบค่าสามตัว</p> <p>แบบฝึกหัดการดีเทอร์มิแนนต์</p>
--	---

ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น หากท่านมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ โทร. 0-2562-0300 หรือ 0-2562-0301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น หากท่านมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ โทร. 0-2562-0300 หรือ 0-2562-0301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น หากท่านมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ โทร. 0-2562-0300 หรือ 0-2562-0301

การดีเทอร์มิแนนต์สมการไม่ทราบค่า 2 ตัว

$$A \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \text{ จะได้ว่า } \det A = |A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$$

ออก ต่อไป

การดีเทอร์มิแนนต์สมการไม่ทราบค่า 2 ตัว

$$\begin{cases} ax + by = e \\ cx + dy = f \end{cases}$$

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} e \\ f \end{vmatrix}$$

ออก ต่อไป

การดีเทอร์มิแนนต์สมการไม่ทราบค่า 2 ตัว

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = +ad$$

ออก ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
การทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดิเทอร์มิแนนต์ สมการ ไม่ทราบค่า 2 ตัว

$$x = \frac{N_x}{D} = \frac{ed - fb}{ad - cb}$$

ออก ต่อไป

ตัวอย่างการดิเทอร์มิแนนต์ สมการ ไม่ทราบค่า 2 ตัว

$$\begin{aligned} 6x + 4y &= 38 \\ 10x + 12y &= 90 \end{aligned}$$

6	4	38
10	12	90

ออก ต่อไป

ตัวอย่างการดิเทอร์มิแนนต์ สมการ ไม่ทราบค่า 2 ตัว

N_x	38	4	38	12	90	4
	90	12	456	360	96	
x	$\frac{N_x}{D}$	$\frac{96}{32}$	3			

ออก ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดิเทอร์มิแนนต์สมการไม่ทราบค่า 3 ตัว

$$\begin{aligned} ax + by + cz &= j \\ dx + ey + fz &= k \\ gx + hy + iz &= l \end{aligned}$$

a	b	c	x	j
d	e	f	y	k
g	h	i	z	l

ออก ต่อไป

การดิเทอร์มิแนนต์สมการ ไม่ทราบค่า 3 ตัว

การกำจัดหารร่วม D

a	b	c	a	b
d	e	f	d	e
g	h	i	g	h

+ (aci + bfg + cdh)

ออก ต่อไป

การดิเทอร์มิแนนต์สมการ ไม่ทราบค่า 3 ตัว

หาค่า N_x เพื่อนำไปหาค่า x

x	N_x	$(jei + bfi + ckh) - (lec + hfj + ikb)$
	D	$(aci + bfg + cdh) - (gec + hfa + idb)$

ออก ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการดิเทอร์มิแนนท์ สมการไม่ทราบค่า 3 ตัว

$$\begin{aligned} 4x + 2y + 7z &= 35 \\ 3x + y + 8z &= 25 \\ 5x + 3y + z &= 40 \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} 4 & 2 & 7 \\ 3 & 1 & 8 \\ 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 35 \\ 25 \\ 40 \end{bmatrix}$$

ออก ต่อไป

แบบฝึกหัดการดิเทอร์มิแนนท์

1) $2x + 5y = 9$
 $3x - 6y = 0$

จากสมการ ในรูปของการดิเทอร์มิแนนท์ ข้อใดเป็นการหาค่าของ D

2	5
3	6

2	5
3	-6

2	5
3	0

2	5
9	5

0	6
---	---

ข้อที่

ถูก ข้อ

ผิด ข้อ

รวม ข้อ

ออก ต่อไป

แบบฝึกหัดการดิเทอร์มิแนนท์

5) $5x - 3y + 4z = 16$
 $-3x + 5y + z = -3$
 $4x + y - 3z = 10$

จากสมการ ในรูปของการดิเทอร์มิแนนท์ ข้อใดเป็นการหาค่าของ N_x

5	3	4
-3	5	1
4	1	-3

16	-3	4
-3	5	1
10	1	-3

-3	5	-3
4	1	10

แจ้งเตือน

ผลการทำแบบฝึกหัดผ่าน 80 X ฝึก OK เพื่อรับคะแนน โบนัสต่อไป

OK

ข้อที่

ถูก ข้อ

ผิด ข้อ

รวม ข้อ

ออก ต่อไป

ผลทดสอบได้ 100 %

กฎของเคอร์ชอฟฟ์

กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

การประยุกต์ใช้งาน

ออก

กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวไว้ว่า
ผลรวมของกระแสที่ไหลเข้าและกระแสที่
ไหลออก ณ จุดใดๆ มีค่าเท่ากับศูนย์

ออก

ต่อไป

กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

ข้อควรจำ

การเขียนเครื่องหมายให้กับกระแสใดๆ
ให้เขียนเครื่องหมายบวกให้กับกระแสที่
ไหลเข้า และเขียนเครื่องหมายลบให้กับ
กระแสที่ไหลออก

ออก

ต่อไป

กฎกระแสของเคอร์ชอฟ

ตัวอย่าง

$$I_1 + I_4 = I_2 + I_3 + I_5$$

$$I_1 + I_4 - I_2 - I_3 - I_5 = 0$$

$$I_1 + I_4 - I_2 - I_3 = I_5$$

$$I_1 + I_4 - I_2 - I_3 - I_5 = 0$$

ออก

กฎกระแสของเคอร์ชอฟ ตัวอย่าง

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$$

ออก

กฎกระแสของเคอร์ชอฟ ตัวอย่าง

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$$

$$I_3 = I_1 - I_2 + I_4$$

$$= 5A - 4A + 3A$$

$$= 8A - 4A$$

$$= 4A$$

ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎกระแสของเคอร์ชอฟ ตัวอย่าง

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$$

$$I_3 = I_1 - I_2 + I_4$$

$$= 5A - 4A + 3A$$

$$= 8A - 4A$$

$$= 4A$$

ออก ต่อไป

แบบฝึกหัด กฎกระแสของเคอร์ชอฟ

1) กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟใช้ข้อใดถูกต้อง

- กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดต่อใดๆ มีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัว
- กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวมีค่าเท่ากัน
- ผลรวมทางพีชคณิตระหว่างกระแสที่ไหลเข้าจุดต่อและกระแสที่ไหลออกจุดต่อมีค่าเท่ากับศูนย์
- กระแสไฟฟ้าของวงจรจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับความต้านทานเสมอ

ข้อที่

ถูก ข้อ

ผิด ข้อ

รวม ข้อ

ต่อไป

แบบฝึกหัด กฎกระแสของเคอร์ชอฟ

5)

I_2 มีค่าเป็นเท่าใด เมื่อ $I_4 = 1A, I_6 = 4A$

9 แอมป์ 8 แอมป์

6 แอมป์ 2 แอมป์

ข้อที่

ถูก ข้อ

ผิด ข้อ

รวม ข้อ

ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎแรงดันของเคอร์ชอฟ

ตัวอย่าง

ถ้าสมมุติทิศทางกระแสบวกที่คำนวณไว้จะมีค่าเป็นบวก ถ้าสมมุติทิศทางคิดค่ากระแสที่คำนวณไว้จะมีค่าเป็นลบ

ออก ต่อไป

กฎแรงดันของเคอร์ชอฟ

ออก ต่อไป

กฎแรงดันของเคอร์ชอฟ

ตัวอย่าง

สรุป

ผลรวมของแรงดันไฟฟ้าในวงจรปิดใดๆ มีค่าเท่ากับศูนย์

ออก

การประยุกต์วงจร ตัวอย่างที่ 1

ในวง ABCD จะได้

$$9I_1 - 25v + 6I_1 + 8I_2 - 15v = 0$$

$$(9 + 6)I_1 + 8I_2 = 25 + 15$$

$$15I_1 + 8I_2 = 40$$

ในวง DAEF จะได้

$$8I_2 - 3(I_1 - I_2) + 15v - 10(I_1 - I_2) - 7(I_1 - I_2) - 15v = 0$$

$$8I_2 - (3 + 10 + 7)(I_1 - I_2) = 15 - 15$$

$$-20I_1 + 28I_2 = 0$$

ออก ต่อไป

การประยุกต์วงจร ตัวอย่างที่ 1

ออก ต่อไป

การประยุกต์วงจร ตัวอย่างที่ 1

ออก ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์วงจร

ตัวอย่างที่ 1

$$V_x = (+15v) - (10\Omega \times (1.931A - 1.379A))$$

$$= 15v - 5.52v$$

$$= 9.48v$$

ออกต่อไป

การประยุกต์วงจร

ตัวอย่างที่ 2

ในวง ABCD จะได้

$$10(I_1 + I_2 + I_3) + 10(I_1 + I_2) + 10I_3 = 10$$

$$20I_1 + 10I_2 + 30I_3 = 10$$

ในวง EBCF จะได้

$$10I_1 - 10I_2 - 10(I_1 + I_2) = 0$$

$$-20I_1 - 10I_2 = 0$$

ในวง GHJ จะได้

$$10I_1 - 10I_2 - 10(I_1 + I_2) = 0$$

$$-20I_1 - 10I_2 = 0$$

ออกต่อไป

การประยุกต์วงจร

ตัวอย่างที่ 2

20	10	30	I_1	10
-10	0	10	I_2	5
-20	10	-10	I_3	0

ในวง ABCD จะได้

$$D = [(20 \times 0 \times -10) + (10 \times 10 \times -20) + (30 \times -10 \times 10)] - [(-20 \times 0 \times 30) + (10 \times 10 \times 20) + (-10 \times -10 \times 10)]$$

$$D = -9000$$

ออกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง

ประโยชน์ด้านการค้า
จริงที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดการประยุกต์ใช้งานกฎของเคอร์ชอฟ

ตัวอย่างที่ 2

$V_x = (0.375 \text{ A}) \times (10 \Omega)$
 $= 3.75 \text{ V}$

ออก ต่อไป

แบบฝึกหัดการประยุกต์ใช้งานกฎของเคอร์ชอฟ

1)

จงหาค่า I_1 มีค่าเป็นเท่าไร

-2.34 แอมป์ 3.54 แอมป์
 4.23 แอมป์ 5.34 แอมป์

ข้อที่ 15

ถูก ข้อ
ผิด ข้อ
รวม ข้อ

ต่อไป

แบบฝึกหัดการประยุกต์ใช้งานกฎของเคอร์ชอฟ

5)

I_2 มีค่าเป็นเท่าไร

0.09 แอมป์ 0.36 แอมป์
 0.57 แอมป์ 1 แอมป์

ข้อที่ 55

ถูก ข้อ
ผิด ข้อ
รวม ข้อ

ผลทดสอบได้ 100%

ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ซึ่งประโยชน์ด้านการค้า
ครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

1) Direct current คืออะไร

- กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางไหลทางเดียว
- กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางไหลกลับไปกลับมา
- ดันกำเนิดพลังงานที่จะทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปมาจนจร
- อัตราการไหลของประจุไฟฟ้า

ข้อที่ 1/20
ถูก 0 ข้อ
ผิด 0 ข้อ
รวม 0 ข้อ

ต่อไป

แบบทดสอบหลังเรียน
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

20) จงหาปริมาณกระแสใน ABEF ข้อใดถูกต้อง

คำตอบที่ถูกต้องคือ 20 ข้อ

ถูก 20 ข้อ
ผิด 0 ข้อ
รวม 20 ข้อ

ผลทดสอบได้ 100 %

ต่อไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

ชื่อ นางสาวมรรคิน สุภา
รหัส 40064426

สรุปผลคะแนน

คะแนนแบบฝึกหัดการคิดเทอร์มินัล	100	%
คะแนนแบบฝึกหัดกฎของกระแสของเคอร์ชอฟ	100	%
คะแนนแบบฝึกหัดกฎแรงดันของเคอร์ชอฟ	100	%
คะแนนแบบฝึกหัดการนำไปใช้ของกฎของเคอร์ชอฟ	100	%
ผลรวมคิดเป็น	100	%
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	100	%

ต่อไป

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวอมรรัตน์ สุภา
วัน เดือน ปี เกิด	18 พฤศจิกายน 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดอุตรธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	205 หมู่ที่ 2 ตำบลโนนสะอาด อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุตรธานี
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต จากสถาบันราชภัฏอุตรธานี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้