

การใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวิร์คเบนซ์ กับการทดลองปกติ
ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

EFFECTS OF ELECTRONICS WORKBENCH AND REGULAR
LABORATORY CLASS
ON DIRECT CURRENT CIRCUIT COURSE



นรินทร์ สิงห์สกุล
NARIN SINGSAKUL



เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 40789
วัน, เดือน, ปี 2.6 พ.ย. 2544

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

**EFFECTS OF ELECTRONICS WORKBENCH AND REGULAR
LABORATORY CLASS
ON DIRECT CURRENT CIRCUIT COURSE**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT 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

ISBN 974 – 648 – 430 - 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์กับการทดลองปกติ
ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

นักศึกษา

นายนรินทร์ สิงห์สกุล

รหัสประจำตัว

40064428

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

พ.ศ.

2544

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญมี พันธุ์ไทย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลองตามปกติ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

วิธีการดำเนินการทดลองมีดังนี้ ขั้นแรกได้นำบทเรียน ไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ปีการศึกษา 2543 จำนวน 10 คน ขั้นต่อมาเป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทดลองสอนกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ปีการศึกษา 2543 จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ใช้การทดลองปกติ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สถิติ t-test

ผลการวิจัย พบว่า

1. บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. นักศึกษาที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า การสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นักศึกษาที่เรียน โดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล
เวอร์ชัน 2.0 เอ มีความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effects of Electronics Workbench and Regular Laboratory Class on Direct Current Circuit Course.
Student	Mr. Narin Singsakul
Student ID.	40064428
Degree	Master of Industrial Education
Year	2001
Thesis Advisor	Associate Professor. Dr. Supit Karnjanapun
Thesis Co-Advisor	Associate Professor. Dr. Boonmee Punthai

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of the lesson on the Practice of Direct Current Circuit using Electronics Workbench Analog Module, Version 2.0a. The studied were to 1) to compare the learning achievement between the Practice of Direct Current Circuit using Electronics Workbench Analog Module and the regular instruction and 2) investigate the students' satisfaction towards the lesson on the Practice of Direct Current Circuit using Electronics Workbench Analog Module.

The study was carried out as follows:

First, the lesson was tested to investigate its effectiveness with the 10 first-year Diploma students of Electrical Power at Udonthani Technical College, academic year 2000. Then, the lesson was tested to compare the learning achievement with the 40 first-year Diploma students of Electrical Power at Udonthani Technical College, academic year 2000. This group of students was divided into two groups of 20. The first one was instructed by using the Electronics Workbench Analog Module and the latter using the regular lesson. The achievement tests were analyzed by using t-test.

The findings of this study were as follows:

1. The lesson on Practice of Direct Current Circuit using the Electronics Workbench Analog Module has an effectiveness as the desired standard;
2. The learning achievement of the lesson using the Electronics Workbench Analog Module was higher than that of the regular lesson at the significance of 0.05;
3. The students' satisfaction towards the lesson instructed by using the Electronics Workbench Analog Module was at a higher level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ และ รศ.ดร.บุญมี พันธุ์ไทย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ช่วยตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึก ทราบซึ่งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.สรรเพชร นุศรีอ้น อาจารย์ชาญชัย ชาญสุข อาจารย์ธรรฤทธิ์ ชื่นอุทัย อาจารย์เฉลิม ชุมภุณท์ และอาจารย์แหยม กาศี ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา เครื่องมือให้มีคุณภาพสูง

ขอขอบพระคุณ วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี ที่ได้อนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำต่าง ๆ ในการสร้าง เครื่องมือ และการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งครอบครัวทุกคนที่ได้ ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบพระคุณ เพื่อน ๆ นักศึกษาทุกคน และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ผู้มีพระคุณ ทุกท่าน

นรินทร์ สิงห์สกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักสูตรวิชาวงจรไฟฟ้า 1.....	6
2.2 การสอนแบบทดลอง.....	8
2.3 รูปแบบการทดลอง.....	12
2.4 ใบทดลอง.....	15
2.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	18
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	33
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	33
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	34
3.3 การดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	42
4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	42
4.2 ผลการทดสอบทำประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ	43
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ	45
4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจร ไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ	47
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	49
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	49
5.2 อภิปรายผล.....	51
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	53
บรรณานุกรม.....	54
ภาคผนวก.....	58
ภาคผนวก ก.....	59
หนังสือราชการที่ใช้ประกอบการดำเนินการวิจัย.....	60
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	68
ภาคผนวก ข.....	69
ตารางผังข้อสอบ.....	70
แบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ พร้อมเฉลย.....	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก.....	79
การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบประเมินความพึงพอใจ....	80
ภาคผนวก ง.....	92
ใบทดลองพร้อมเฉลย.....	93
ภาคผนวก จ.....	113
คู่มือการใช้โปรแกรม.....	114
ภาคผนวก ฉ.....	129
แบบประเมินความพึงพอใจ.....	130
ประวัติผู้เขียน.....	132



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ แบบ 1:1.....	43
4.2 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของนักเรียนจากการทดลองแบบกลุ่มย่อย.....	44
4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอน โดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ.....	45
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียน ระหว่างการสอน โดยบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลอง ตามปกติ.....	46
4.5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างการสอน โดยบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลอง ตามปกติ.....	46
4.6 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ของนักศึกษาที่มีต่อ บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ.....	47
6.1 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบจากวัตถุประสงค์ (ข้อสอบเป็นชนิดปรนัย).....	70
6.2 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	80
6.3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	82
6.4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความคิดเห็น ของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับคุณภาพของใบทดลอง.....	84
6.5 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอน โดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และ หลังการทดลอง เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วย บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์.....	87
6.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และ หลังการทดลอง เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนปกติ.....	88
6.8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบประเมินความพึงพอใจ ของนักศึกษา.....	89
6.9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบประเมินความพึงพอใจ ของนักศึกษา.....	90
6.10 แสดงผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลอง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ.....	91

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภูมิขั้นตอนของบทเรียนแบบเนื้อหา (Tutorial).....	19
2.2 แผนภูมิขั้นตอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกฝนและฝึกหัด.....	19
2.3 แผนภูมิขั้นตอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง.....	20
2.4 แผนภูมิขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมส์.....	21
จ.1 แสดงโลโก้ของ Program Electronics Workbench.....	114
จ.2 แสดงรูปของหน้าจอและส่วนประกอบที่นำมาใช้.....	114
จ.3 มิเตอร์เอนกประสงค์.....	115
จ.4 แสดงรูปของ Function Generator.....	116
จ.5 แสดงรายละเอียดของ Oscilloscope.....	117
จ.6 แสดงรายละเอียดของ Bode Potter.....	117
จ.7 แสดงเมนูหลักทั้ง 13 เมนู ของ Electronics Workbench.....	118
จ.8 แสดงการใช้เมนู File Operation.....	119
จ.9 แสดงการใช้เมนู Preferences.....	120
จ.10 แสดงเมนู Screen Colors เพื่อใช้ในการเลือกสี.....	122
จ.11 แสดงตัวอย่างวงจรการทดลอง.....	124
จ.12 แสดงการกำหนดคุณสมบัติให้กับเบดเดอร์.....	125
จ.13 แสดงการกำหนดคุณสมบัติให้กับตัวต้านทาน.....	126
จ.14 แสดงการกำหนดคุณสมบัติให้กับวงจร.....	126
จ.15 แสดงการใช้งานมิเตอร์เอนกประสงค์.....	127
จ.16 แสดงการบันทึกวงจรด้วยการใช้เมนู File Operation.....	127
จ.17 แสดงการบันทึกวงจรการทดลองหลังจากใช้เมาส์คลิกที่ Save Circuit.....	128
จ.18 แสดงการโหลดวงจรการทดลองที่บันทึกไว้.....	128

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบการจัดการเรียนการสอนวิชาช่างอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นจะต้องมีการจัดการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ สำหรับการทดลองหรือการประลอง (Laboratory) จะเป็นการเรียนการสอนภาคปฏิบัติอีกประเภทหนึ่ง ที่ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมของการทดลองแต่ละเรื่องให้ครอบคลุมเนื้อหา และประสบการณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ กล่าวคือ กิจกรรมที่จัดต้องมีความสัมพันธ์กันระหว่างกิจกรรมในชั้นเรียนกับกิจกรรมอุตสาหกรรมอื่นจะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหา พิสูจน์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่ได้มีการค้นพบแล้วเกิดการเรียนรู้ และเกิดประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งต้องนำไปปฏิบัติ สามารถพัฒนาทักษะการใช้เครื่อง คือ รวมทั้งประยุกต์หลักการที่ได้จากห้องทดลองกับงานจริงในภาคอุตสาหกรรมได้ (ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. 2535 : 4)

อย่างไรก็ตาม สภาพเศรษฐกิจปัจจุบันการเรียนการสอนการทดลอง (Laboratory Instruction) ในวิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษานั้น ประสบปัญหาค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจาก

1. ชุดฝึกทดลองมีไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา และราคาแพงมาก
2. บางรายวิชาไม่มีใบทดลองหรือใบงาน
3. ใบทดลองหรือใบงานที่มีอยู่ไม่มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูง
4. งบประมาณเพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์สำหรับการทดลองค่อนข้างน้อย
5. เครื่องมือ – อุปกรณ์การทดลองขาดความเที่ยงตรง

ไพศาล หวังพาณิชย์ (2531: 14-17) กล่าวว่า การใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยนักศึกษาในการเรียนการสอน มีผลดีกว่าการใช้สิ่งพิมพ์หรือหนังสือ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถตอบโต้ได้ การใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้นักศึกษาได้ใช้ประสาททุกส่วนของร่างกายในการเรียนรู้

สำหรับการแก้ปัญหาคือการเรียนการสอนการทดลองดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้คิดที่จะนำเอาคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนมีมากมายหลายรูปแบบ และสามารถจำแนกประเภทดังต่อไปนี้

1. แบบสอนเนื้อหา (Tutorial)
2. แบบฝึกฝนและฝึกหัด (Drill and Practice)
3. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulations)
4. แบบเกมส์ (Games)

5. แบบสาธิต (Demonstration)
6. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving)

จากรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเรียนการสอนผู้วิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะเป็นแบบสอนเนื้อหา (Tutorial) ซึ่งจะใช้สอนเนื้อหาเชิงทฤษฎีหรือเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นบทเรียน CAI ส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่นมีน้อย โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเป็นการจำลองสถานการณ์หรือกระบวนการที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงหรือเลียนแบบกระบวนการที่เกิดขึ้น สำหรับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจะเป็นจริง บางสถานการณ์อาจเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในสถานการณ์นั้นด้วย เช่น การวัดรูปคลื่นไฟฟ้าด้วยเครื่องมือวัดที่จำลองขึ้น นักศึกษาจะต้องปรับแต่งและอ่านค่าของรูปคลื่นด้วยตนเอง จะเป็นการสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้เหมือนจริง เข้าใจง่าย การจำลองบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุ อุปกรณ์ ในการปฏิบัติได้มากและลดการเสี่ยงอันตรายอันเนื่องจากการฝึกทดลองปฏิบัติจริงได้อีกด้วย (ธรรมบุญ นิลวรรณ. 2537 : 7-11)

จากความสำคัญของปัญหาการเรียนการสอนการทดลอง รวมทั้งการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยสอน ผู้วิจัยจึงนำเอาโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ.เข้ามาช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง สำหรับการเรียนการสอนเรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเนื่องจากโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ สามารถจำลองสถานการณ์ของวงจรการทดลองบนจอคอมพิวเตอร์ได้ เพราะโปรแกรมดังกล่าวได้ออกแบบจำลองเครื่องมือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ไว้ เพื่อใช้ต่อวงจร และเครื่องมือวัด ต่าง ๆ ได้โดยไม่ชำรุดเสียหายในกรณีต่อวงจรผิดพลาด จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการทดลองในวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้ อีกทั้งวิชานี้เป็นวิชาปฏิบัติซึ่งต้องใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์มากหลาย รายการ บางรายการก็มีราคาค่อนข้างแพง หากได้ทดลองปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ก็จะช่วยลดปัญหาการชำรุดเสียหายได้ ซึ่งเป็นการลดงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ รวมทั้งความไม่เที่ยงตรงของเครื่องมือ และอุปกรณ์ อีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งผลการวิจัยก็จะเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอน

โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ กับการทดลองตามปกติ

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ แตกต่างการทดลองตามปกติ

1.3.3 ความพึงพอใจหลังการใช้บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ ของนักศึกษาอยู่ในระดับมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นบางส่วนของวิชา วงจรไฟฟ้า 1 รหัสวิชา 3104-1001 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ แบ่งออกเป็น 2 หน่วย ดังนี้

1. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า
2. วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

1.4.2 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 160 คน

1.4.3 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 40 คน จากจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 160 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ

1.4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยคือ

1.4.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่

1. การทดลองโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ

2. การทดลองตามปกติ

1.4.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และความพึงพอใจของนักศึกษา

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ วัย เศรษฐกิจ สังคม อารมณ์ ของผู้เรียน

1.5.2 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ ของผู้เรียนในกลุ่ม ตัวอย่าง

1.5.3 การวิจัยครั้งนี้ผู้เรียนจะต้องใช้เครื่องคำนวณด้วย

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 คอมพิวเตอร์ หมายถึง เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเทียบเท่า ขนาดตั้งแต่ 16 บิต ขึ้นไป มีหน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า 640 กิโลไบต์ แสดงผลด้วยจอภาพสี

1.6.2 การทดลองโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ หมายถึง การสอนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เวอร์ชัน 2.0เอ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการทดลองเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานทางไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ นำมาจำลองสถานการณ์ในการต่อวงจรไฟฟ้าแทนวัสดุอุปกรณ์จริง โดยมีใบทดลองและเอกสารที่ใช้ประกอบการสอน

1.6.3 การทดลองปกติ หมายถึง การสอนโดยใช้วัสดุ อุปกรณ์จริง ในการต่อวงจรทดลอง โดยมีใบทดลองและเอกสารที่ใช้ประกอบการสอน

1.6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1.6.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนเรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ หมายถึง ผลการใช้บทเรียนเรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ ของนักศึกษาที่ได้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดย

80 ตัวแรก คือ ร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด

80 ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนหลังเรียน

1.6.6 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักศึกษาที่ได้ใช้บทเรียน เรื่อง

การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ เป็นความรู้สึกพึงพอใจ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และ น้อยที่สุด



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ แล้วเรียบเรียงไว้ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรวิชาวงจรไฟฟ้า 1
- 2.2 การสอนแบบการทดลอง
- 2.3 รูปแบบการทดลอง
- 2.4 ใบทดลอง
- 2.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรวิชาวงจรไฟฟ้า 1

จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดจุดประสงค์ และเนื้อหาของวิชาวงจรไฟฟ้า 1 รหัสประจำวิชา คือ 3104-1001 ไว้ดังนี้

2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แม่เหล็กไฟฟ้า สามารถวิเคราะห์ และคำนวณค่าต่าง ๆ ในวงจร มีทักษะในการต่อวงจร การวัดค่า วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ในวงจร

2.1.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีต่าง ๆ การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด ค่าที่มีผลต่อการเกิดอินดักแตนซ์ และคาปาซิแตนซ์ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แม่เหล็กไฟฟ้า การคำนวณค่าต่าง ๆ

ปฏิบัติการวัดแรงดัน และกระแสในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวิธีต่าง ๆ การหาค่าสถานะที่ทำให้เกิดการถ่ายกำลังงานสูงสุด การหาค่าเปลี่ยนแปลงของวงจรอินดักแตนซ์ และคาปาซิเตอร์ การหาค่า B-H ในวงจรแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.3 หน่วยการสอนทฤษฎี

2.1.3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

- 1) เซลล์และแบตเตอรี่
- 2) เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง
- 3) เทอร์โมคัปเปิ้ล
- 4) โซลาร์เซลล์
- 5) คริสตรอล
- 6) วารีเอเบิลดีซีฟาวเวอร์ซัพพลาย

2.1.3.2 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

- 1) วงจรแบ่งกระแส แบ่งแรงดัน
- 2) ทิศทางของกระแส และแรงดันไฟฟ้า
- 3) กฎของเคอร์ชอฟฟ์
- 4) วิธีเมชเคอร์เรนท์
- 5) วิธีโนดโวลต์เดจ
- 6) ทฤษฎีการวางซ้อน
- 7) ทฤษฎีของเทวินิน
- 8) ทฤษฎีการส่งผ่านกำลังสูงสุด
- 9) ทฤษฎีของนอร์ตัน
- 10) ทฤษฎีของมิลล์แมน
- 11) ทฤษฎีการแทนที่
- 12) ทฤษฎีการทดแทน

2.1.3.3 คาปาซิแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

- 1) คาปาซิเตอร์และคาปาซิแตนซ์
- 2) คาปาซิเตอร์ต่อแบบอนุกรมและขนาน
- 3) กระแสที่ไหลในคาปาซิเตอร์
- 4) แทร็นเซียนท์ ในวงจร อาร์ ซี

2.1.3.4 แม่เหล็กไฟฟ้าและวงจรแม่เหล็ก

- 1) สนามแม่เหล็กและคุณสมบัติของสนามแม่เหล็ก
- 2) สนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน
- 3) วงจรแม่เหล็ก
- 4) กฎของโอห์มสำหรับวงจรแม่เหล็ก

5) ฮิสเตอร์ซิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6) วงจรแม่เหล็กอนุกรมและขนาน
 - 7) การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
- 2.1.3.5 อินดักแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
- 1) อินดักแตนซ์ในตัวเอง
 - 2) อินดักเตอร์ต่อแบบอนุกรมและขนาน
 - 3) แทร็นเซียนท์ ในวงจร อาร์ แอล

2.1.4 หน่วยการสอนปฏิบัติ

- 2.1.4.1 การทดลองการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า
- 2.1.4.2 การทดลองเรื่องวงจรแบ่งแรงดันและวงจรแบ่งกระแส
- 2.1.4.3 การทดลองเรื่องกฎของเคอร์ชอฟฟ์
- 2.1.4.4 การทดลองเรื่องวิธีเมฆเคอร์เรนท์
- 2.1.4.5 การทดลองเรื่องวิธี โนค โวลท์เดจ
- 2.1.4.6 การทดลองเรื่องทฤษฎีการวางซ้อน
- 2.1.4.7 การทดลองเรื่องเทวินิน
- 2.1.4.8 การทดลองเรื่องการส่งผ่านกำลังสูงสุด
- 2.1.4.9 การทดลองเรื่องทฤษฎีของนอร์ตัน
- 2.1.4.10 การทดลองเรื่องทฤษฎีการแทนที่
- 2.1.4.11 การทดลองเรื่องทฤษฎีการทดแทน
- 2.1.4.12 การทดลองเรื่องการเก็บประจุและการคายประจุคาปาซิเตอร์
- 2.1.4.13 การทดลองเรื่องการเขียน บี – เฮช เคอฟว ในวงจรแม่เหล็ก
- 2.1.4.14 การทดลองเรื่องการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
- 2.1.4.15 การทดลองเรื่องการเพิ่มและลด อาร์ แอล แทร็นเซียนท์ เคอร์เร็นท์

2.2 การสอนแบบการทดลอง

หมายถึง การสอนที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามคำแนะนำ หรือคู่มือการเรียนด้วยอุปกรณ์จริง โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

2.2.1 ความหมาย

ชูศักดิ์ เปลียนภู (2537 : 1) ให้ความหมายของการสอนการทดลองว่าเป็นการให้การศึกษาโดยให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสสัมผัส และได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และวัสดุ ด้วยการลงมือปฏิบัติ ประสบการณ์ที่ได้รับนั้นเริ่มจากการวางแผน การออกแบบ การต่อวงจร การใช้เครื่องมือสำหรับการทดลอง การสังเกต การบันทึกข้อมูลทางเทคนิค การสรุปวิเคราะห์ผล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดจนการทำงานเกี่ยวข้องกับบุคคลในลักษณะต่าง ๆ ตั้งแต่การปรึกษาหารือระหว่างผู้ร่วมงานจนถึงการติดต่อเพื่อหาข้อมูลจากผู้อื่น

สุชาติ ศิริสุขไพบูรณ์ (2526 : 32) ให้ความหมายของการสอนการทดลองไว้ว่าเป็นการปฏิบัติอย่างหนึ่งที่มีมุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริงจากคนอื่น ๆ ที่ได้ค้นพบไว้แล้ว รวมทั้งเป็นการพิสูจน์ว่าสิ่งที่ทดลองนั้นถูกต้อง และเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่

2.2.2 หลักการสอนแบบทดลอง

การจัดการเรียนการสอนนั้น แม้จะมีวิธีการในรายละเอียดของการปฏิบัติที่ต่างกันตามองค์ประกอบ และสิ่งแวดล้อมของสถานศึกษาเพียงใดก็ตาม ธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอน Laboratory แล้ว ควรมีหลักการทั่วไปที่จะต้องคำนึงถึงในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ (ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. 2537 : 29-32)

2.2.2.1 การสร้างแรงจูงใจ

แรงจูงใจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการเรียนการสอน ผู้จัดการเรียนการสอนจะต้องสร้างสภาพการณ์ที่ทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่อยากจะเรียน สิ่งนี้สามารถทำได้จาก การจัดเนื้อหาของการทดลอง จัดสถานที่ จัดเครื่องมือที่มีความทันสมัย ทำทาสี สะดวก และเป็นประโยชน์ต่อการเรียน และมีสภาพใกล้เคียงกับความจริง

2.2.2.2 การสร้างความเข้าใจอันดีในวัตถุประสงค์ของการทดลอง

ทั้งผู้เรียน และผู้สอน จะต้องมีความเข้าใจอันดี ในกระบวนการทำงาน โดยตลอด ตั้งแต่วัตถุประสงค์ ธรรมชาติของพฤติกรรมที่ต้องการพัฒนา ตลอดจนวิธีการประเมินผล สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จในการทำงานทุกประเภท ผู้เรียน และผู้สอน ไม่ควรที่จะปล่อยให้มีการทำงานตามลายลักษณ์อักษร หรือทำตามคำสั่งเท่านั้น ผู้สอนควรจะต้องศึกษาให้เข้าใจโดยตลอดในธรรมชาติของพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้นให้แน่ชัด โดยมีรายละเอียดที่ควรดูแลการปฏิบัติควบคุม ผู้เรียนเองก็ต้องรู้วัตถุประสงค์ และวิธีการดำเนินงานอย่างชัดเจน ไม่ควรมุ่งเพียงที่จะหาผลลัพธ์ หรือคำตอบของการทดลองเท่านั้น เพราะฉะนั้น การให้คำอธิบายที่ชัดเจนก่อนการสอนของครูทั้งในด้านการสาธิต การแจ้งวัตถุประสงค์ และการให้ข้อมูลใน Laboratory Sheet จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ

2.2.2.3 การพิจารณาความรู้ความสามารถก่อนเรียน

ความสามารถก่อนเข้าเรียนของนักเรียน เป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนการสอนใน Laboratory ก้าวไปสู่ความสำเร็จ ผู้ที่ดำเนินการสอน ควรจะศึกษาวิเคราะห์ Entry behavior ของผู้เรียนให้แน่ชัดก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ Classwork กับ Laboratory มีการเรียงลำดับไม่เหมาะสม ก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใน Laboratory ควรจะมีการพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับความรู้ และความสามารถที่จะพัฒนาได้จาก Laboratory โยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความรู้ ความสามารถ และทักษะที่ควรมีก่อนเรียน
3. วิธีการพิเศษที่จะพัฒนาความสามารถ หรือความรู้ก่อนเรียน ในกรณี

ที่ผู้เรียนขาด Entry behavior อย่างใดอย่างหนึ่ง

2.2.2.4 การให้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ มีความชัดเจน และมีการดูแลที่ใกล้ชิด

การสอน Laboratory นั้น มีองค์ประกอบของทักษะต่าง ๆ มากมาย ที่ต้องการข้อมูลที่รัดกุม และชัดเจน องค์ประกอบของทักษะนั้น พอสรุปได้ คือ

ทักษะในการควบคุมการทำงาน

1. ทักษะในการประกอบอุปกรณ์
2. ทักษะในการปรับแต่ง เครื่องมืออุปกรณ์
3. ทักษะในการวัด การสังเกต และการบันทึกข้อมูล
4. ทักษะในการทำงานเป็นขั้นตอน
5. ทักษะในการเขียนกราฟและรายงาน

ทักษะต่าง ๆ นี้ ต้องการการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเรียนการสอนที่ถูกต้อง ต้องการตัวอย่างสำหรับการปฏิบัติตาม และต้องการการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด

2.2.2.5 การพัฒนามโนทัศน์ (Concept) ของเนื้อหาทฤษฎี

สิ่งที่ Laboratory ช่วยได้มากในการเรียนการสอน ก็คือ การพัฒนา Concept ในเนื้อหาวิชาการ ผู้จัดการเรียนการสอน ควรเข้าใจความหมาย และองค์ประกอบของ Concept ซึ่งจะช่วยให้สามารถวางแผนการสอนด้วยการหาวิธีการให้ผู้เรียนเข้าใจ Concept ต่าง ๆ ได้

อย่างถูกต้อง

2.2.2.6 การพัฒนาความสามารถในการ Generalize

จุดประสงค์ใหญ่ของการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ คือ การพัฒนาความสามารถในการ Generalize เรื่องราว (ความหมาย Generalize ไม่ใช่การสรุป แต่เป็นการมองเห็นภาพพจน์ของเรื่องต่าง ๆ โดยส่วนรวม) เนื่องจากผู้เรียนมีโอกาสได้สัมผัสกับเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ได้สังเกตเห็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถควบคุมปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ Concept และ Principle ได้ลึกซึ้งขึ้น อันเป็นทางนำไปสู่การเกิดแนวความคิดจากสภาพการณ์จริง การสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนรายงานโดยใช้คำพูดของตนเอง เป็นทางหนึ่งสำหรับการพัฒนาความคิดรวบยอด (Generalization) และพัฒนาความคิดลักษณะต่าง ๆ ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียนเอง

2.2.2.7 ความสมบูรณ์ของกิจกรรม ในการพัฒนาความสามารถ

การออกแบบการทดลองแต่ละครั้งนั้น มีควรที่จะคิดถึงสาระสำคัญของเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว แต่ควรผนวกการพัฒนาความสามารถอื่นเข้าไปในการทดลองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความสามารถดังกล่าวนี้ อาจจะเป็นความสามารถนอกเหนือวิชาการ หรือความไม่จำกัดใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถที่ไม่อยู่ในพหุพิสัย เช่น ความสามารถในการร่วมงานกับผู้อื่น ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน เป็นต้น ผู้สอนควรเห็นความสำคัญในการเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม และควรใช้เทคนิคในการสอดแทรก คำถามหรือกิจกรรมพิเศษ เข้าไปในกิจกรรมที่ทำอยู่ ก็จะช่วยพัฒนาความสามารถในด้านนี้ได้เป็นอย่างดี กิจกรรมดังกล่าว ก็คือ

1. การประกอบ การปรับแต่ง การ Calibrate เครื่องมือด้วยตัวเอง หรือได้รับคำแนะนำน้อยที่สุด
2. การเขียนรายงาน (ด้วยคำพูดของตนเอง)
3. การออกแบบการทดลอง (ด้วยตนเอง)
4. การพิจารณาความเที่ยงตรงของการวัด (Judging Accuracy Of Measurement)
5. การตัดสินความเชื่อถือได้ของการสังเกต (Judging Validity Of Observation)
6. การวิเคราะห์ข้อจำกัดของการทดลอง
7. การจำกัดข้อผิดพลาดขณะทดลอง

2.2.2.8 การพัฒนาทัศนคติของผู้เรียน (Personal Quality)

ผลประโยชน์อันหนึ่งที่จะได้จากการทำงาน Laboratory ก็คือการพัฒนาคุณภาพ ของบุคคล คุณภาพเหล่านี้ได้แก่

1. ทัศนคติที่ดีต่อวิชาการ
2. ความรับผิดชอบ
3. ความสนใจ และเอาใจใส่ในงาน
4. ความตรงต่อเวลา

สิ่งเหล่านี้ อาจจะหาบทเรียนหรือเนื้อหาที่เหมาะสมเฉพาะเรื่องไม่ได้ แต่ควรจะใช้สถานการณ์ความใกล้ชิดระหว่างผู้สอนผู้เรียน และเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นเครื่องช่วยพัฒนา ด้วยการให้คำชมเชย เมื่อมีผู้ปฏิบัติ ทำหน้าที่เมื่อปฏิบัติผิด และทำหน้าที่เคร่งครัดในกฎเกณฑ์ต่าง ๆ อย่างทั่วถึงกัน

2.2.2.9 การพัฒนาความสามารถทางสังคม

การเรียนการสอน Laboratory นั้น ควรจะมีส่วนในการพัฒนาความสามารถทางสังคมได้บ้าง ความสามารถเหล่านี้ได้แก่

1. ความรู้สึกต่อผู้อื่น (Concern for other)
2. การระมัดระวัง ในเรื่องความปลอดภัยทั้งทรัพย์สิน และสุขภาพ
3. ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ 4. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งเหล่านี้ผู้สอนมีโอกาสดำเนินงานให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ ด้วยการควบคุมให้ปฏิบัติอยู่ในกฎเกณฑ์ การติชม หรือการให้แรงเสริมในจังหวะอันควร

2.3 รูปแบบการทดลอง

ชูศักดิ์ เปลี้นภู (2537 : 7-13) ได้กล่าวเกี่ยวกับ รูปแบบการทดลอง พบว่า รูปแบบของการทดลองแตกต่างกันพอจำแนกออกได้เป็น 5 รูปแบบคือ

2.3.1 การทดลองแบบทั่วไป (Conventional Type)

2.3.1.1 คุณลักษณะของการทดลอง

เป็นการทดลองที่ให้ข้อมูลในการปฏิบัติงานของนักศึกษาอย่างสมบูรณ์ตั้งแต่การบอกให้ทราบวัตถุประสงค์ ขั้นตอนของการปฏิบัติงาน การติดตั้งอุปกรณ์ กรรมวิธีในการใช้เครื่องมือขั้นตอนของการวัด การสังเกตผลการวัด และวิธีการบันทึกข้อมูล ตลอดจนการสรุปผลที่ได้ Laboratory ประเภทนี้ มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ในการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (Theory Verification) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หลักการ หรือทฤษฎีบทต่าง ๆ ตลอดจนการสร้างความรู้ความคุ้นเคยกับกระบวนการทดลองต่าง ๆ

2.3.1.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการสร้างรูปแบบการทดลอง

1. เนื้อหาที่เป็นนามธรรม ต้องการการสมมุติ หรือการสร้างจินตนาการที่มีความซับซ้อนยากต่อความเข้าใจ เช่น ปรากฏการณ์ภายในของ Semiconductor กระบวนการเก็บประจุ หรือคลายประจุของ Capacitor ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นใน Inductor เป็นต้น
2. เป็นเรื่องที่ต้องการแนะนำให้รู้จัก ระบบแบบแผนมาตรฐานกระบวนการทำงานของอุปกรณ์ และงานอุตสาหกรรม
3. เป็นการศึกษาเกี่ยวกับพิกัดมาตรฐาน อัตราเสี่ยงต่อการเสียหายของอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ

2.3.2 การทดลองแบบค้นพบ (Structured Discovery)

2.3.2.1 คุณลักษณะของการทดลอง

การทดลองแบบ Discovery นี้มุ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง เพื่อหากฎเกณฑ์เกี่ยวกับหลักการของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น หรือศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ โดยอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุทำการทดลองด้วยตนเองตามขั้นตอนที่เหมาะสม การจัดการทดลองประเภทนี้ อาศัยหลักการของ Discovery Learning ตั้งแต่ Full Discovery โดยผู้เรียนอาศัยความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ในการค้นคว้าจนถึง Guided Discovery ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าภายใต้การควบคุมของครูอย่าง

ใกล้ชิด Structured Discovery จึงเป็นการทดลองแบบกลาง ๆ ที่อาศัยการแนะนำของผู้สอน ประกอบกับข้อแนะนำในใบงานทดลอง นำทางสำหรับการปฏิบัติ ข้อมูลที่ให้สำหรับการทดลอง แบบนี้ แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ คือ

2.3.2.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง

โดยเหตุที่วัตถุประสงค์ของการทดลองแบบนี้ ต้องการส่งเสริมความรู้ทางทฤษฎีในเรื่องเกี่ยวกับ Facts, Concept, Principle เพราะฉะนั้นเนื้อหาที่ใช้ในการทำการทดลองแบบนี้จึงควรมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. เป็นเรื่องเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ที่สำคัญ แต่ไม่ควรเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเกินไป

2. เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยการประยุกต์ กฎเกณฑ์ค่อนข้างมาก

3. เป็นเรื่องที่มีความแตกต่าง ระหว่างผลลัพธ์ทางปฏิบัติ และ

ผลลัพธ์ทางภาคทฤษฎี

4. เป็นเรื่องที่สามารถพัฒนาความคิดได้

2.3.3 การทดลองแบบสืบสวนสอบสวน (Investigational Type)

2.3.3.1 คุณลักษณะของการทดลอง

การทดลองแบบนี้ มุ่งที่จะพัฒนาความสามารถของการใช้เครื่องมือวัสดุ และอุปกรณ์ในการทดลองเพื่อหาข้อมูลพิสูจน์ข้อสงสัยหรือพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยปกติการทดลองแบบนี้จะไม่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานอย่างสมบูรณ์ จะละทิ้งข้อมูลบางอย่างเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด และวางแผนดำเนินการด้วยตนเอง ในกรณีที่มีการสืบสวนนั้นถี่กลับมากเกินที่ผู้เรียนจะค้นหาข้อมูลได้ ใบงานการทดลองก็จะให้ข้อมูลบางอย่าง ซึ่งอาจจะเป็นส่วนประกอบของปัญหา และคำแนะนำในการดำเนินงานต่อไป ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการสืบสวนข้อเท็จจริงต่อไป

2.3.3.2 เนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง

การทดลองแบบนี้ ไม่ได้เน้นเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งโดยเฉพาะ แต่จะมุ่งพัฒนากระบวนการ และความสามารถในการสอบสวนหาข้อมูล โดยอาศัยความรู้ในเนื้อหาต่าง ๆ มาพิจารณาประกอบการทดลองเพื่อหาข้อมูลสำหรับแก้ปัญหา เนื้อหาที่น่าจะนำมาใช้สร้างการทดลอง ควรมีดังนี้ คือ

1. เป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับการหาคุณสมบัติ หรือประสิทธิภาพที่ต่ำหรือสูงสุด ของอุปกรณ์เครื่องมือภายใต้สภาวะการณ์ต่าง ๆ

2. เป็นเรื่องที่ต้องการศึกษาเหตุผล ของการเกิดสภาวะผิดปกติ (Fault) หรือการ Break Down ของเครื่องมืออุปกรณ์

3. เป็นเรื่องของ การตรวจสอบค้นหาสิ่งที่ไม่ทราบค่า หรือไม่ทราบว่าเป็นอะไร (Identify Unknown Element) ทั้งนี้ โดยการอาศัยพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่วินิจฉัยผลที่ได้จากการทดลอง

2.3.4 การทดลองแบบแก้ปัญหา (Problem-Solving)

2.3.4.1 คุณลักษณะของการทดลอง

การทดลองแบบนี้ มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการพัฒนาระบบการแก้ปัญหาให้กับตัวเอง ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ

1. กระบวนการของการวิเคราะห์ปัญหา
2. กรรมวิธีในการตั้งสมมุติฐานสำหรับปัญหาที่พบ
3. การค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ (Alternatives)
4. ขบวนการหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา
5. การสรุปปัญหา, วิธีการแก้ไขปัญหา และผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา

ปัญหา

ข้อมูลสำหรับการทดลองแบบนี้ จะมีการกำหนดชื่อปัญหาให้ โดยมีรายละเอียดของปัญหาที่พอเหมาะ คือ ไม่มากเกินไปจนเป็นการปิดโอกาสที่ผู้เรียนคิดหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง และไม่น้อยเกินไปจนผู้เรียนขาดแนวทางที่จะปฏิบัติได้ ปัญหา และองค์ประกอบของปัญหาที่ให้ ควรเป็นข้อมูลที่จะช่วยในการวางแผนแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนพยายามสร้างระบบการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และพยายามคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมอย่างมีระบบด้วยตนเอง

2.3.4.2 ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง

1. เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการหาจุดบกพร่องของวงจรหรืออุปกรณ์
2. เป็นเรื่องเกี่ยวกับปัญหาของวิธีการวัดหรือการตรวจสอบคุณภาพของวงจรอุปกรณ์ และเครื่องมือที่มีความซับซ้อน
3. เป็นเรื่องของการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่
4. เป็นเรื่องเกี่ยวกับการค้นหาวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพของงานหรือของอุปกรณ์
5. เป็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ได้หลายวิธี

2.3.5 การทดลองแบบโครงการ (Project Type)

2.3.5.1 คุณลักษณะของการทดลอง

งานของการทดลองแบบนี้ มีลักษณะเปิดกว้าง (Open Ended task) ในรูปแบบของสถานการณ์จำลอง ที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างงานตามองค์ประกอบของความกว้างของเนื้อหา และขอบเขตของเวลาที่จำกัด ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้สอน แต่องค์ประกอบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในยังเป็นงานที่มีขั้นตอนย่อยแทน Laboratory รูปแบบต่าง ๆ ตั้งแต่ Discovery จนถึง Problem-Solving การทดลองชนิดนี้ มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ประสบการณ์หลายด้านกับผู้เรียน ตั้งแต่ การเสาะแสวงหาข้อมูล ในลักษณะของการศึกษา และสำรวจสภาวะของงานที่จะทำ การออกแบบ วงจร และการทดลองเบื้องต้น ในรูปแบบต่าง ๆ แล้วนำผลลัพธ์ของการทดลองนั้นมาประยุกต์รวม กันเป็นผลงานรวมที่มีความหมายในตัวเอง การทำ Laboratory Project ลักษณะนี้ มีวิธีการดำเนินงานหลายรูปแบบ ตั้งแต่การสร้างดัดแปลง แก๊วโดยอาศัยเครื่องมือ และเครื่องอำนวยความสะดวก ที่มีอยู่จาก Workshop และ Laboratory จนถึงงานแก้ปัญหาในระดับสูง Laboratory Project นี้ ต่างกับ งาน Applied หรือ Research Project ในระดับการเรียนภาคประยุกต์ (Application) ตรงที่ว่า Laboratory Project นั้น มีขนาดขอบเขตของงานที่เล็กครอบคลุมเนื้อหาวิชา (Cross Disciplines) ที่แคบกว่าการทำรายงานของ Project ใหญ่ และการทดลองในรูปแบบของ Project ก็ไม่ต้องใช้ วิธีการเต็มรูปแบบเหมือน Project ใหญ่ อย่างไรก็ตาม การทดลองแบบ Project นี้ ก็เป็นงาน พื้นฐานนำไปสู่งาน Project ที่ใหญ่ขึ้น

2.3.5.2 เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมในการทำการทดลอง

เนื่องจากการทดลองประเภทนี้เป็นการทดลองที่กว้าง จึงยากที่จะจำกัดลักษณะของเนื้อหาได้อย่างชัดเจน เท่าที่สำรวจพบ พอมีหลักเกณฑ์พอสรุปได้ คือ

1. เป็นเนื้อหาที่ประกอบด้วย Principle และ Concept หลายรูปแบบรวมกัน
2. Principle และ Concept เหล่านั้น มีความสัมพันธ์กันใกล้ชิดพอที่จะมีผลลัพธ์ในงานได้
3. ลักษณะของการทำงานต้องอาศัย Skill หลายด้านทั้ง Manual และ Cognitive Skill
4. เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์หลายศาสตร์ด้วยกัน แต่ไม่ควรจะกว้างเกินไปนัก (Narrow Cross Disciplines)

2.4 ใบทดลอง

หมายถึง เอกสารที่ใช้ประกอบในการลงมือปฏิบัติการทดลองของผู้เรียน ซึ่งมีคำแนะนำเกี่ยวกับการทดลองนั้น โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

2.4.1 ความหมาย

ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารที่ใช้เป็นคำสั่ง เป็นคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถปฏิบัติงานการทดลอง หรือ ทำงานอื่นตามที่กำหนดให้ ขนาดของ Laboratory Sheet นั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีขอบเขตจำกัดแน่นอนอาจจะเป็นขนาดเล็กที่มีความยาวไม่ถึงหนึ่งหน้ากระดาษ หรือ อาจเป็นขนาดใหญ่ที่มีความยาวมากกว่า 10 หน้าขึ้นไปก็มี ขนาดของ Laboratory Sheet นั้น ขึ้นอยู่กับสาระเนื้อหาวิชาที่ใช้ทำการทดลอง พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาและข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับผู้เรียน โดยปกติแล้วใบงาน สำหรับ Conventional Laboratory ที่ควบคุมขั้นตอนของการดำเนินงานมักจะมีรายละเอียดมากกว่าในงานประเภทอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองประเภท Project type ที่ให้อิสระต่อผู้ปฏิบัติในการเลือกวิธีดำเนินงาน จะมีรายละเอียดของการดำเนินงานน้อยกว่ามาก (ชูศักดิ์ เปลียนภู. 2537 : 33)

ชรัค เทพชยุตินันต์ (2531 : 52) กล่าวถึงใบทดลองไว้ดังนี้ ใบงานทดลองใช้สำหรับเป็นใบสั่งงานในการฝึกที่เน้นทักษะทางสมอง (Intellectual Skill) มากกว่าทักษะกล้ามเนื้อ (Physical Skills) และผู้สอนมักนำไปใช้ในการสอนแบบทดลอง (Experimentation) รวมถึงการเรียนรู้ในห้องทดลอง

2.4.2 องค์ประกอบภายในของใบทดลอง

ชูศักดิ์ เปลียนภู (2537 : 35-39) ได้กล่าวไว้ว่า ใบทดลอง ไม่ว่าจะรูปแบบจะเป็นอย่างไร ใบทดลองควรประกอบด้วยข้อมูลหลัก 5 ประการ อันประกอบไปด้วย

2.4.2.1 ข้อมูลทั่วไป (Introductory Information) หมายถึง ข้อมูลที่แจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบเรื่องทั่ว ๆ ไปในการปฏิบัติงานของการทดลอง แต่ละเรื่องข้อมูลเหล่านั้นได้แก่

1. วัตถุประสงค์ของการทดลอง ควรจะครอบคลุมความสามารถตามพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และควรประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนกัน

2. ความจำเป็น และขอบเขตของการทำการทดลอง (Needs and scope of the experiment) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผล และประโยชน์ของการฝึกหัดทดลอง

3. การวางแผนงาน เป็นข้อมูลที่ให้แนวคิดสำหรับการดำเนินงานให้แก่ผู้เรียน ข้อมูลเหล่านี้อาจจะเป็นเรื่องของวงจรที่ทำการทดลอง เรื่องเครื่องมืออุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ปัญหา และอุปสรรคที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

2.4.2.2 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background Information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยเป็นหลักในการวางแผน ดำเนินงาน และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจ และปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาดเพื่อจะได้เตรียมตัวหาข้อมูล หรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลองข้อมูลดังกล่าวนี้ได้แก่

1. ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมือ อุปกรณ์ ข้อควรระวัง หรือ ปัญหาที่มักเกิดขึ้นเสมอ การให้ข้อมูลในเรื่องนี้ควรทำในกรณีที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุพิเศษที่นอกเหนือไปจากการ

เอกลีข้านตามปกติ ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry Behavior) ควรระบุให้ชัดเจนว่าผู้ที่จะปฏิบัติงานที่กำหนดได้นั้น จะต้องมีความรู้ความสามารถ หรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตราย หรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

3. ความรู้ในเนื้อหาวิชา ในการทดลองบางอย่างจำเป็นต้องกล่าวถึงเนื้อหาของบททดลองเพิ่มเติม เพื่อเตือนความทรงจำของผู้ปฏิบัติ ข้อมูลที่จะให้ในตอนนี้อาจไม่ใช่ข้อมูลใหม่แต่เป็นข้อมูลที่อ้างถึงหลักการ หรือ ทฤษฎีที่ผู้ปฏิบัติงานได้ผ่านการเรียนมาแล้ว แต่ควรเป็นข้อมูล ในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญ และชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎีในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง

2.4.2.3 ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural Information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดให้ในงานแต่ละเรื่องได้ ลักษณะของงานในขั้นนี้ควรเป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การวางแผนงานจริง ๆ จากการร่างแบบของงานการกำหนดวงจร และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนกระทั่งถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถแยกออกเป็นขั้นตอนได้คือ

1. คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน (Manipulative Process) เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำในการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

- ก. ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนงานทดลอง
- ข. ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือ
- ค. ข้อมูลในการดำเนินการทดลอง

2. คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection Process) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับแต่งเครื่องมืออุปกรณ์ หรือตั้งอัตราวัด เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองที่เหมาะสมข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย

ก. การสังเกต (Observation) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติพิจารณาผลลัพธ์ ที่ได้จากการทดลอง

ข. การรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้ (Data Collection) หลังจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองผู้ปฏิบัติจะต้องรวบรวม และบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างมีระบบ

2.4.2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์ และรายงาน (Conclusion and Report) ใบงานที่ดีนั้นจะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดงผลลัพธ์ที่ได้อย่างมีระบบ และสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสม ข้อมูลภายใน Laboratory Sheet จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงาน และสรุปผลการทดลองได้ ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิด หรือหัวข้อที่ให้ผู้เรียนหาข้อมูลสนับสนุน ข้อมูลควรประกอบด้วย

1. ข้อมูลที่ช่วยในการเสนอข้อมูล (Presentation Of Data)
2. ข้อมูลที่ช่วยในการแปลความหมายข้อมูล (Interpretation Of Data)

3. ข้อมูลที่ช่วยในการอ้างอิงหลักการ (Reference Of Data)
4. ลักษณะบางประการของการเขียนรายงาน (Laboratory Report)

2.4.2.5 ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment Information) หมายถึงข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และความเข้าใจ ในเรื่องที่ได้ปฏิบัติงาน การตรวจสอบในเรื่องนี้อาจทำได้ทั้งทางกว้าง และความลึกของเนื้อหา ซึ่งขึ้นอยู่กับธรรมชาติของ Laboratory แต่ละประเภทอย่างไรก็ตามข้อมูลที่เป็นคำถามใน Laboratory Sheet นั้น อาจจะเป็นลักษณะของคำถามที่แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. คำถามในเนื้อหาการทดลอง (Assessment-Question)
2. คำถามสรุป (Critical Question)

2.5 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) ไว้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง กลวิธีที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และความทรงจำ (สุพิทย์ กาญจนพันธ์. 2541 : 52)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการเรียนซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม เป็นการเรียนรู้ โดยตรงและเป็นการเรียนแบบที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ (วีระ ไทยพานิช. 2526 : 8)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถเรียนสามารถฝึกด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู (ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 41)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ในการใช้คอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมี ซอฟต์แวร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับบทเรียนโปรแกรม (กำพล ดำรงค์วงศ์. 2528 : 32)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเอาเนื้อหาวิชาและลำดับวิชาสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน (ชิน กุ์วรรธน. 2531 : 121) ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

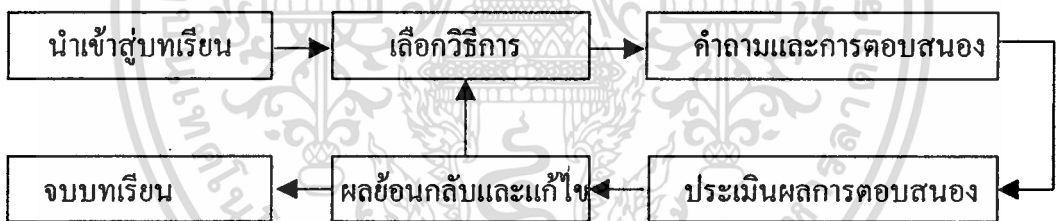
จากความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พอสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมสำหรับช่วยครูในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตัวเองได้ อาจจะเป็นโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างมีระบบเพื่อนำเสนอให้ผู้เรียนโดยตรง หรืออาจจะเป็นโปรแกรมที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างหรือจำลองสถานการณ์ด้วยตัวเองในคอมพิวเตอร์

2.5.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอยู่หลายแบบด้วยกัน ตามวิธีการ และขั้นตอนการนำเสนอที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะดังนี้ (บุรณะ สมชัย. 2538 ; ยืน ภู่วรรณ. 2528 ; สุวิทย์ ไวยกุล. 2528 ; ธรรมนุญ นิตววรรณ. 2537 ; จรูญ จิตรักษ์. 2539)

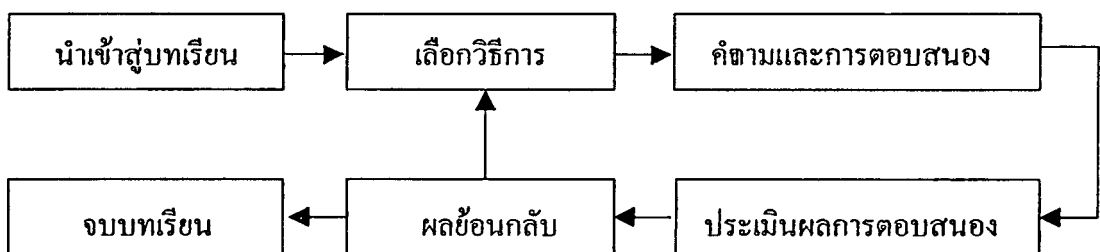
2.5.2.1 จัดตามลักษณะวัตถุประสงค์ของบทเรียน หรือคำสอน ได้แก่

1. แบบสอบเนื้อหาหรือแบบสอนพิเศษ (Tutorial) เป็นแบบเรียนที่มีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยให้เนื้อหาหรือรูปภาพทางจอภาพ บทเรียนดังกล่าวจะแทรกคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน สามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเรียนที่บทเรียนเดิมหากยังไม่เข้าใจ



รูปที่ 2.1 แผนภูมิขั้นตอนของบทเรียนแบบสอนเนื้อหา (Tutorial)

2. แบบฝึกฝนและฝึกหัด (Drill and Practice) ส่วนใหญ่ใช้เป็นบทเรียนเสริม เมื่อครูได้สอนบางอย่างไปบ้างแล้วและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์ เพื่อต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะเกิดความชำนาญ



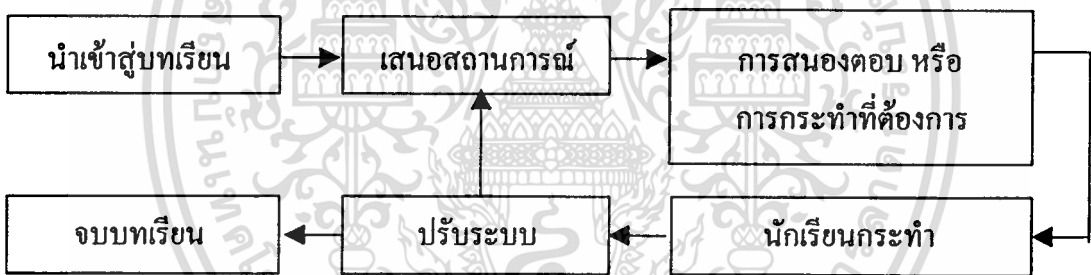
รูปที่ 2.2 แผนภูมิขั้นตอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกฝนและฝึกหัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์หรือกระบวนการที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงหรือเลียนแบบกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยใช้การสร้างโปรแกรมจำลองรูปแบบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ลักษณะตามการตอบสนองหรือตามกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ ได้แก่ Static Simulation และ Interactive Simulation

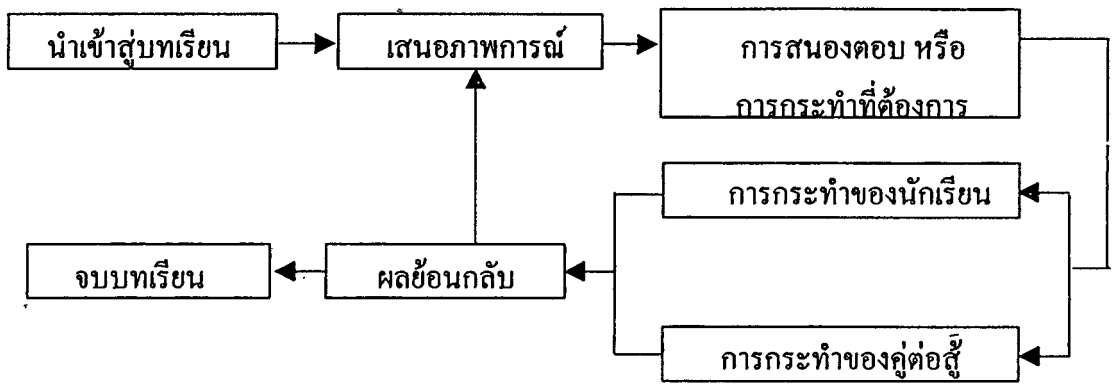
1) Static Simulation เป็นการเสนอสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริง โดยผู้เรียนไม่ต้องทำอะไร เช่น สถานการณ์น้ำขึ้นน้ำลง การเดินทางของลูกปืนใหญ่หรือการทำงานของกระบอกสูบเครื่องยนต์ แต่ผู้เรียนไม่สามารถตอบโต้ได้

2) Interactive Simulation เป็นสถานการณ์จำลองที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในสถานการณ์นั้นด้วย เช่น การจำลองประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ต้องมีการปรับแต่ง เช่น เครื่องมือวัด เครื่องไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องร่วมในสถานการณ์นั้นด้วยจะเป็นการสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาได้เห็นเหมือนจริงและเข้าใจง่าย การจำลองบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ ในการปฏิบัติได้มากและลดการเสี่ยงอันตรายในการผิดพลาดของปฏิบัติจริงได้อีกด้วย



รูปที่ 2.3 แผนภูมิขั้นตอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง

4. แบบเกมส์ (Games) เป็นบทเรียนที่ให้ความรู้ในลักษณะการแข่งขันกับตนเองหรือกับผู้อื่น โปรแกรมประเภทนี้เป็นแบบพิเศษที่จำลองสถานการณ์การแข่งขันไหวพริบ ปฏิภาณ และความเร็ว สามารถเล่นได้คนเดียวหรือ 2 คนขึ้นไป มีการนับคะแนน ให้คะแนน มีการแพ้ การชนะ ซึ่งโปรแกรมประเภทนี้ต้องคำนึงถึงคุณค่าทางการศึกษามีจุดมุ่งหมายและการประเมินที่เหมาะสม



รูปที่ 2.4 แผนภูมิขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมส์

5. แบบสาธิต (Demonstration) เป็นวิชาการสอนอย่างหนึ่ง โดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะการสอนคล้ายกับการสาธิตของครู โดยเฉพาะการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิชาชีพร่าง ๆ ที่มีการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้ผู้เรียนสนใจดีกว่าการสาธิตของครู เพราะคอมพิวเตอร์สามารถแสดงได้ทั้งภาพที่มีสีสันสวยงามและมีเสียงด้วย

6. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหาอย่างมีระบบเน้นในการตัดสินใจ โดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาตามเกณฑ์ ซึ่งการแก้ปัญหาบางอย่าง ข้อมูลผู้เรียนไม่สามารถหาคำตอบได้หรือหาได้แต่ใช้เวลานาน ต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแก้ปัญหาระหว่างฝึกแก้ปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีหลักเกณฑ์

7. แบบสนทนา (Dialogue) เป็นบทเรียนที่ค่อนข้างยุ่งยากในการสร้าง ลักษณะบทเรียนเป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน คล้ายเป็นการพูดคุยโต้ตอบ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยใช้การโต้ตอบด้วยตัวอักษรบนจอภาพแทนเสียงพูด

8. แบบทดสอบ (Testing) เป็นบทเรียนในลักษณะข้อสอบ การทดสอบผู้เรียน การคิดคะแนน แจกผลให้ทราบได้ทันที พร้อมประเมินผลการสอบ

2.5.2.2 จัดตามลักษณะการสร้างบทเรียนหรือคำสอน ได้แก่

1. ประเภทคำสอนตายตัว สร้างเป็นโปรแกรมตายตัว คำถามเน้นอน การเรียนที่ถี่ครั้งก็ตามเครื่องจะแสดงคำถามเดิม

2. ประเภทสร้างคำสอนเอง ให้เครื่องสร้างตัวอย่างสร้างคำสอนเองได้ เหมาะกับวิชาที่มีหลักเกณฑ์ตายตัว เช่น คณิตศาสตร์

3. ประเภทเปลี่ยนคำสอนเอง แบบนี้ใช้หลักการปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) โดยระบบจะสร้างคำถามขึ้นเอง แล้ววัดความสามารถของนักเรียน ถ้านักเรียนเข้าใจก็จะกำหนดบทเรียนให้ได้ยากขึ้น ถ้าไม่เข้าใจก็จะลดบทเรียนให้ง่ายลง เป็นการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ผู้เรียนตลอดเวลา

2.5.3 หลักจิตวิทยาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ขึ้นอยู่กับกระบวนการวางเงื่อนไขที่ถือเอาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้า กับการตอบสนองเป็นหลัก สิ่งเร้าจะเป็นอะไรก็ได้ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาต่ออินทรีย์ การตอบสนองย่อมหมายถึงปฏิกิริยาของอินทรีย์ต่อสิ่งเร้า อาจเขียนความสัมพันธ์ของสิ่งเร้ากับการตอบสนองที่มีผลต่อการเรียนได้ดังนี้ (สุพรรณ แก้วผืน, 2539 : 33)

สิ่งเร้าในรูปคำถามของบทเรียนโปรแกรม → การตอบสนองในรูปของคำตอบ



สกินเนอร์ เป็นผู้วางพื้นฐานการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง โดยเสนอในรูปของหนังสือเนื่องจากเป็นเครื่องช่วยสอนที่มีราคาถูก บทเรียนที่สร้างขึ้นต้องประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ของความรู้เป็นกรอบจำนวนมาก โดยเพิ่มพูนความรู้ เป็นขั้นตอนทีละน้อยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเองอย่างมั่นใจ

2.5.3.1 B.S.Skinner เสนอ “ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ (Operant Conditioning)” เขาเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เนื่องจากพฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเอง ทำให้มีการพัฒนาการสอนแบบ โปรแกรมและเครื่องช่วยสอนขึ้น โดยมีหลักการในการศึกษา คือ (สุพรรณ แก้วผืน, 2539 : 34)

1. การปรับปรุงการศึกษาจะต้องมุ่งเน้นกระบวนการเรียนมากกว่า มุ่งผลการเรียนเพียงอย่างเดียว
2. การเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติ ของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอน เพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น
4. ควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียน และความพร้อมของผู้เรียน
5. ควรจะเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำดี และตัดเตือนเมื่อทำไม่ดี
6. ควรให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที
7. ควรจะจัดประสบการณ์ให้เป็นระเบียบ และต่อเนื่อง มีความสอดคล้อง ความสามารถของผู้เรียน
8. ควรส่งเสริมบรรยากาศการเรียนแบบอิสระ ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเอง (Self-Management) และพึ่งพาตนเอง (Self-Reliance)

2.5.4 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.4.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (จรูญ จิตรักษ์. 2539 : 17)

1. ด้านสีสัน ความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนที่มีสีสันย่อมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาวดำ โดยเฉพาะความสนใจของเด็กนั้นจะชอบสีสัน และยังมีผลในด้านความจำคงทนว่าอีกด้วย
2. ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้ายังสามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ในการตอบถูกหรือผิด
3. ด้านกราฟิการใช้ภาพ หรือกราฟประกอบบทเรียนในคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวได้ประกอบคำอธิบาย เช่น การทำให้เคลื่อนไหวช้า ๆ หรือเร็ว ๆ พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไป จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สนใจมากขึ้น และกราฟิกจะเป็นสิ่งดึงดูดใจผู้เรียน
4. ด้านการศึกษารายบุคคล เนื่องจากผู้เรียนถ้ามีโอกาสได้เรียนรู้ตามความสามารถ และความสนใจของตนเองแล้วการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุด และได้เปรียบบทเรียนแบบโปรแกรม คือ สามารถนำมาใช้ได้อีก เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ
5. ด้านกิจกรรม เพราะลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสเลือก ตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเอง ได้ด้วยการเติมข้อมูล

6. ด้านความรู้สึก ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังเรียน ศึกษาหรือกำลังคุยอยู่กับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนออกที่จะเรียนรู้

7. ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตนเองทำไป หรือตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไร และเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งข้อดีก็คือสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็วในลักษณะที่เป็นทั้งภาพ และเสียง

8. ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากเด็กไม่สามารถบอกได้ว่าเขาจะพบอะไรในหน้าต่อไป

9. ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรม ได้เร็วกว่าผู้อื่น ๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียน และไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้

10. สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนวิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคนได้

11. ลดเวลาเรียนลง เมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

2.5.4.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (จรูญ จิตรักษ์, 2539 : 18)

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลา และความสามารถมาก และครูผู้สอนรู้เนื้อหาวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงต้องพบอุปสรรค และข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูง ๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective Domain และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้น และแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์บางครั้งให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลา และทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอน หรือเพื่อร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

5. ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นหรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียนไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์จะลดลงแต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูง และจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางการศึกษาตลอดจนโปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังขาดแคลน - การพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายซอฟต์แวร์จะมีตัวคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อย เมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์ทางด้านธุรกิจ

8. ผู้เรียน และผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไปแต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวัง และธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้จะประกอบด้วยปัจจัยอื่น ๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเบื้องต้นก็จะทำให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่จ่ายเงินกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีโปรแกรมเมอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบผู้ที่สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

10. ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่าง ๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกการตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขาย และอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางการชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชชุดาวลัย พิทักษ์ผล. (2529 : 65-66) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการซ่อมเสริมของนักเรียนมัธยมปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมโดยครู กับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศรีอยุธยาบุรีรัมย์ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2528 ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไม่ต่างกันเท่าไร ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกเรียนซ่อมเสริม โดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ กลุ่มที่ 2 ให้เรียนซ่อมเสริมปกติที่โรงเรียนจัดสอนให้ ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่เรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนโปรแกรม ที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการซ่อมเสริมปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมโดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนซ่อมเสริมอีกด้วย

สุวิทย์ สินที. (2538 : ก) การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ ในวิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบใน 4 ลักษณะ ในวิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 60 คนผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบแบ่งชั้น (Stratified Sampling) โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ตามผลการทดสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ พร้อมทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และหาความแตกต่างรายคู่ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำและแบบทดสอบก่อน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) โดยใช้ t-test ผลการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. รูปแบบเรียน กับนักเรียนที่มีผลทางการเรียนสูงและต่ำ ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันคือรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งสองแบบกับระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ ไม่ส่งผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์แต่อย่างใด

7. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังจากที่ได้ผลการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับทั้ง 2 แบบ

ธรรมบุญ นิลวรรณ. (2537 : 7-11) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับ นักศึกษาที่มีบุคลิกภาพต่างกัน ในวิชาการเขียนภาพฉาย การศึกษารั้วนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีบุคลิกภาพต่างกัน 3 แบบ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาการเขียนภาพฉายเรื่องการเขียนภาพไอโซเมตริกที่มีส่วนโค้งวงกลมประกอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา สถาบันราชมนฑล วิทยาเขตภาคพายัพ แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะออกแบบจำนวน 90 คน แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ M.P.L. (Maudsley Personality Inventory) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการเขียนภาพฉาย และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการทดลองโดยใช้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม เข้าเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จนครบทุกกลุ่ม จากนั้นทำการทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVAs) โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน (Turkey Test) ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ของกลุ่มบุคลิกภาพ แบบเก็บตัว (Introvert) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และกลุ่มบุคลิกภาพแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างจากกลุ่มบุคลิกภาพแบบเก็บตัว

กำพล คำรงวงศ์. (2528 : 32-150) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิสัยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ 2 วิธี ใช้ตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน กลุ่มหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ อีกกลุ่มหนึ่งจากแบบมีครูชี้แนะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องจุด เส้นตรงและแบบทดสอบ ผลการวิจัยปรากฏว่าผล

เอกสสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Friedman (1974 : 799-A) ได้ศึกษาการนำบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนด้วยภาษาอาร์พีจี (RPG) มาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่นิวยอร์กบทเรียนนี้สร้างขึ้นโดยยึดวัตถุประสงค์ด้านเนื้อหาและความต้องการของผู้เรียน ผลปรากฏว่าระยะแรกนักเรียนมีปัญหาด้านความเข้าใจในบทเรียน แต่ต่อมาก็เข้าใจได้ดีและรวดเร็วขึ้น ในตอนท้ายของบทเรียนไม่มีนักเรียนคนใดเลยที่บอกว่าบทเรียนนี้ยาก นอกจากนี้บทเรียน โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ยังช่วยประหยัดเวลาเรียนไปได้อีก 3-4 สัปดาห์ เพราะถ้าใช้การเรียนการสอนแบบบรรยายจะเสียเวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์

Koch (1973 : 28-29) ได้กล่าวถึงงานวิจัยของสมาคมครูใหญ่ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งชาติและคณะกรรมการเทคโนโลยีทางการศึกษาของสหรัฐซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจโรงเรียนต่าง ๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนและส่งบุคลากรออกไปเยี่ยมชมโรงเรียนเหล่านี้ด้วยผลการวิจัยพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างรูปแบบและจำลองสถานการณ์กำลังมีเพิ่มมากขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษาเช่นในวิชาเศรษฐศาสตร์ชีววิทยาเคมีและฟิสิกส์ส่วนโปรแกรมสำหรับฝึกหัดทักษะนั้นได้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากในวิชาภาษาต่างประเทศและวิชาชีววิทยา

Modisette (1980 : 5770-A) ทำการศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบ ที่จะช่วยการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น 2 รูปแบบ คือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการใช้หนังสือแบบฝึกหัด ทำการทดลองกับนักเรียนที่เรียนอ่อน จำนวน 72 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้แบบฝึกหัด

กลุ่มที่ 2 เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรม

กลุ่มที่ 3 เรียนแบบธรรมดาหรือใช้แบบฝึกหัด

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่ากลุ่มที่ใช้แบบฝึกหัดธรรมดา และการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสียค่าใช้จ่ายแพงกว่าธรรมดาถึง 3.5 เท่าแต่เมื่อเทียบค่าใช้จ่ายต่อเดือนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วพบว่ามีค่าต่างกันน้อยมาก คือนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5 เดือนเท่ากับที่เรียนแบบธรรมดา 10.5 เดือน

Tauro (1981 : 643 - A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนวิชาเคมี และเจตคติต่อวิชาเคมีของนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมี มหาวิทยาลัยคอนเนคติกัตในสหรัฐอเมริกา โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างประชากรออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นกลุ่มที่มีการเรียนการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีเจตคติต่อวิชาเคมีในเชิงบวกสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่มีการเรียนการสอนตามปกติ นอกจากนี้ นักศึกษา ยังแสดง

เอกส ความความคิดเห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาเคมีเป็นรูปแบบของการเรียนการ ไรค์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอนที่มีประสิทธิภาพ โปรแกรมที่มีการอธิบายหน้าเกี่ยวกับสสาร จะสามารถช่วยเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนและชักจูงใจนักศึกษาในการเรียนได้มากยิ่งขึ้นและยังให้ความเห็นว่าการฝึกทักษะกับคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนจะช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับ ตัวเลขต่าง ๆ ในวิชาเคมีประสบการณ์ในการเรียนกับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนเป็นประสบการณ์ทางการศึกษาที่มีประโยชน์และน่าพึงพอใจ

Oden (1982 : 355 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเรียนจากการสอนแบบบรรยาย ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งคะแนนที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดทัศนคติ

Bobbert (1983 : 2300 - A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบการทดลองวิชาเคมีกับการเรียนวิชาเคมีด้วยการฝึกฝนการทดลองด้วยตนเองตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยเคนตักกีในสหรัฐอเมริกาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมี 101,105 และ 111 จำนวน 153 คน โดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้วิธีการเรียนการสอนตามปกติ กลุ่มที่ใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ใช้ทั้งวิธีการเรียนการสอนตามปกติและแบบจำลองคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า ในการทดสอบสสารประสบการณ์ โดยการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์จะมีประสิทธิภาพด้านการเรียนการสอนเหมือนกับการทำการทดลองตามปกติสำหรับการทดลองเรื่องกฎแห่งกาซของบอยล์นักศึกษาที่ทำการทดลองด้วยตนเอง และมีประสบการณ์กับแบบจำลองคอมพิวเตอร์ด้วยจะได้คะแนนมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญว่ากลุ่มนักศึกษาที่ทำการทดลองด้วยตนเองเพียงอย่างเดียวหรือมีประสบการณ์กับแบบจำลองคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ทำการทดลองตามปกติกับกลุ่มที่ใช้แบบจำลองโดยคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้นักศึกษายังให้ความเห็นว่าเขาสนใจที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับการฝึกแบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่มีวิธีการเรียนเป็นที่พึงพอใจ และนักศึกษาจำนวนมากว่าครั้งปรารถนาที่จะร่วมกิจกรรมกับคอมพิวเตอร์ในการเรียนครั้งต่อไป

Wright (1984 : 1063 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ PLATO กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนซ่อมเสริมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ Apple II และกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติ ใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ในช่วงภาคฤดูร้อน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Brumbaugh (1975 : 4271 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตัวอย่างประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในรัฐมิชิแกนในสหรัฐอเมริกาจำนวน 37 โรงเรียน โดยแบ่งตัวแปรออกเป็น 4 ด้านด้วยกันคือ ด้านความรู้ และความรู้สึกรู้สึกของครู ด้านข้อมูลส่วนตัวของครู ด้านความสามารถของครูในเรื่องอุปกรณ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ และด้านประสิทธิภาพในการเรียนการสอนปัจจุบันผลการวิจัยพบว่าสิ่งที่ไม่มียุทธศาสตร์ต่อการใช้คอมพิวเตอร์ในชั้นเรียน คือ ประสิทธิภาพในการสอนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้พบว่าครูวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้จะใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนด้วย ถ้าหากว่าเขาได้รับการฝึกฝนให้มีประสิทธิภาพในการใช้ โรงเรียนที่มีคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องควรมีการเชื่อมโยงต่อกันในแต่ละห้องเรียนคอมพิวเตอร์ควรมีลักษณะคล้ายกับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะในกรณีที่ให้ความสะดวกแก่ครูทุกคนที่ต้องการและสามารถเคลื่อนย้ายได้ในกรณีจำเป็น

เมอร์เรล (Merrell, 1985 : 3502–A) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อความสามารถด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ในวิชาคณิตศาสตร์ และการอ่าน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 67 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยให้

กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 2 มีประสิทธิภาพในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหา

กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยตรง จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถ ด้านพุทธิพิสัย สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหา และนักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย

Samson (1982 : 5079 – A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความมีประโยชน์และความเหมาะสมของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ในการนำไปปรับปรุงทักษะที่ใช้ในการวิเคราะห์ในวิชาพันธุศาสตร์ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาพันธุศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยบอลด์ สเตท ในสหรัฐอเมริกา จำนวน 65 คน ได้ทำการวิจัยโดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทั้งสองกลุ่มแบบจำลองมีประสิทธิภาพเท่ากับการทดลองด้วยสิ่งมีชีวิตแต่ประสิทธิภาพของการใช้แบบจำลองไม่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับการทดลองด้วยสิ่งมีชีวิตและแบบจำลองสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในกรณีที่ไม่สามารถมีการทดลองปฏิบัติการด้วยสิ่งมีชีวิต

Hopmeier (1984 : Ej 286 637) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลของบุคลิกภาพต่อการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ไมเซอร์ – บริกส์ ไทป์ อินดิเคเตอร์ (Myers-Briggs Type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Indicator) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่มีบุคลิกภาพเก็บตัวจะได้รับประโยชน์จากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัว

Lucking (1985 : E2 305 – 207) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาทัศนคติของผู้ที่ได้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าจะมีความแตกต่างของทัศนคติระหว่างชายและหญิงก่อนการเรียนและหลังการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่ ผลปรากฏว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้เรียนเพศชายจะมีทัศนคติต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดีกว่าทัศนคติของนักเรียนเพศหญิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.2.1 การพัฒนาใบทดลองที่สอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
 - 3.2.2 การสร้างแบบทดสอบ
 - 3.2.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
 - 3.2.4 การสร้างคู่มือการใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ
- 3.3 การดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 160 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 40 คน จากจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 160 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1.2.1 กำหนดหมายเลขให้นักศึกษาทุกคนให้เป็น 001-160

3.1.2.2 สุ่มโดยอาศัยตารางตัวเลขสุ่ม (Random number) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 255-258)

3.1.2.3 จับฉลากแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน

1. กลุ่มทดลองที่ 1 ทดลองโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์

อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ

การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กลุ่มทดลองที่ 2 ทดลองตามปกติ

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ใบทดลอง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คู่มือการใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ

3.2.1 การพัฒนาใบทดลองที่สอน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.2.1.1 ขั้นตอนการพัฒนาใบทดลองมีดังนี้ คือ

1. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

กรมอาชีวศึกษา

2. ศึกษาเนื้อหาวิชา เพื่อพิจารณาว่าเนื้อหาในหัวข้อใดเหมาะสมที่จะ

ให้ผู้เรียนทดลอง

3. ศึกษาความสามารถที่จะได้จากการทดลอง

4. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดตามความสามารถ

ในข้อที่ 3

5. สร้างใบทดลอง โดยในใบทดลองประกอบด้วย หัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 ชื่อเรื่อง

5.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5.3 อุปกรณ์การทดลอง

5.4 วงจรการทดลอง

5.5 ลำดับขั้นการทดลอง

5.6 ผลการทดลอง

5.7 สรุปผลการทดลอง

3.2.1.2 การสร้างใบทดลอง ตามขั้นตอน

ผู้วิจัยได้นำเอาใบทดลอง สำหรับการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้า 1 ของแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี มาทำการปรับปรุงแก้ไข ดังต่อไปนี้

1) อุปกรณ์การทดลองจริง ตัวอย่างเช่น แหล่งจ่ายไฟ ตัวต้านทาน เครื่องมือวัด เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ที่จำลองในโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ แทน

2) วงจรการทดลอง ผู้วิจัยได้เปลี่ยนสัญลักษณ์จากเดิมเป็นระบบอเมริกันให้เป็นระบบเยอรมัน เพื่อให้ตรงกับสัญลักษณ์ที่มีอยู่ในโปรแกรม

3.2.1.3 นำใบทดลองที่เขียนเสร็จเรียบร้อยแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.4 นำใบทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบดังมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1) นายสรรเพชร นุสรินทร์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2) นายชาญชัย ชาญสุข หัวหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3) นายเฉลิม ชุมภุณท์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครพนม 2 อำเภอบ้านแพง กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

4) นายแหยม กาสี อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

5) นายรณฤทธิ์ ชื่นอุทัย อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3.2.1.5 ทำการปรับปรุงใบทดลองตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง

3.2.1.6 นำใบทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน จำนวน 1 คน

1) ในขณะที่นักศึกษาทดลองด้วยตัวเองอยู่นั้น ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมการทดลองของนักศึกษาว่า ไม่เข้าใจในจุดใด และขณะที่ทำการทดลอง นักศึกษาสามารถซักถามเพื่อหาสาเหตุที่ไม่เข้าใจได้ แล้วจดบันทึกพฤติกรรมของนักศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขใบทดลองต่อไป

2) เมื่อทดลองจบแต่ละใบทดลอง นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง และเมื่อนักศึกษาทดลองครบทุกการทดลองแล้ว จะต้องทำแบบทดสอบหลังการทดลอง

3) นำข้อบกพร่องที่ได้จากการจดบันทึกไว้มาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่นักศึกษาไม่เข้าใจ

3.2.1.7 นำใบทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยเป็นนักศึกษาที่เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 1 คน เรียนอ่อน

1 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขใบทดลองให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมส่งเสริมการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ในขณะที่นักศึกษาทดลองด้วยตัวเองอยู่นั้น ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมทดลองของนักศึกษาว่า ไม่เข้าใจในจุดใด และขณะที่ทำการทดลอง นักศึกษาสามารถซักถามเพื่อหาสาเหตุที่ไม่เข้าใจได้ แล้วจดบันทึกพฤติกรรมของนักศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขใบทดลองต่อไป

2) เมื่อทดลองจบแต่ละใบทดลอง นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง และเมื่อนักศึกษาทดลองครบทุกการทดลองแล้ว จะต้องทำแบบทดสอบหลังการทดลอง

3) นำข้อบกพร่องที่ได้จากการจดบันทึกไว้มาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่นักศึกษาไม่เข้าใจ

3.2.1.8 นำใบทดลองที่แก้ไขจากข้อ 3.2.2.1 แล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 10 คน และให้ทำแบบทดสอบหลังจากนั้นนำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

3.2.1.9 นำใบทดลองไปใช้ในการวิจัยต่อไป

3.2.2 การสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ และวิธีการสร้างแบบทดสอบ

3.2.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของใบทดลอง และสร้างผังข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาในแต่ละใบทดลอง และจำนวนข้อสอบ

3.2.2.3 สร้างแบบทดสอบตามผังข้อสอบ (Test Blueprint)

3.2.2.4 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางเนื้อหาวิชา เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา

3.2.2.5 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.6 – 1 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้าที 81)

3.2.2.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนผ่านวิชา วงจรไฟฟ้า 1 มาแล้ว จำนวน 40 คน เสร็จแล้วตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกันให้เป็น 0 คะแนน

3.2.2.7 นำคะแนนจากข้อ 3.2.2.6 มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ดังนี้ ให้ค่าความยาก (P) อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ให้ค่าอำนาจจำแนก (r) ไม่ต่ำกว่า 0.20 ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าความยาก (P) ของข้อสอบ อยู่ระหว่าง 0.30 - 0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.8 (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179-180)

3.2.2.8 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) ได้ค่าเท่ากับ 0.89 โดยใช้สูตร KR20 ของ Kuder – Richardson (วิเชียร เกตุสิงห์. 2526 : 139) (ดูรายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 82 – 83)

3.2.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.2.3.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

3.2.3.2 สร้างแบบประเมินเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ มากที่สุด (5 คะแนน), มาก (4 คะแนน), ปานกลาง (3 คะแนน), น้อย (2 คะแนน), และน้อยที่สุด (1 คะแนน) จำนวน 10 ข้อ

3.2.3.3 นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

3.2.3.4 แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.2.3.5 นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง

3.2.3.6 แก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำ ครั้งที่ 2

3.2.3.7 นำไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.2.3.8 นำผลมาวิเคราะห์ หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามได้ค่าเท่ากับ 0.91

โดยหาแบบ α - Coefficient ของ Cronbach (วิเชียร เกตุสิงห์. 2526 : 140)

3.2.4 การสร้างคู่มือการใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ

3.2.4.1 เขียนคู่มือการใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ ซึ่งประกอบด้วย

- 1) การเริ่มต้นการใช้โปรแกรม
- 2) ส่วนต่างๆ ในโปรแกรม
- 3) อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดไฟฟ้าต่าง ๆ
- 4) การใช้เมาส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับตัวอย่างการใช้งานศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) คำสั่งเพิ่มเติม

3.2.4.2 ทำคู่มือการใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษา
ตรวจสอบ

3.2.4.3 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปใช้ในการ
ปฏิบัติทดลองต่อไป

3.3 การดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE ₁	T _{1E1}	X ₁	T _{2E1}
RE ₂	T _{1E2}	X ₂	T _{2E2}

เมื่อ	แทน	กลุ่มทดลองที่
RE ₁	แทน	กลุ่มทดลองที่ 1
RE ₂	แทน	กลุ่มทดลองที่ 2
T _{1E1}	แทน	การทดสอบก่อนทดลอง กลุ่มที่ 1
T _{1E2}	แทน	การทดสอบก่อนทดลอง กลุ่มที่ 2
X ₁	แทน	การทดลองแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์
X ₂	แทน	การทดลองแบบปกติ
T _{2E1}	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง กลุ่มที่ 1
T _{2E2}	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง กลุ่มที่ 2

3.3.2 การดำเนินการทดลอง

3.3.2.1 ก่อนปฏิบัติการทดลอง จะต้องทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำหนังสือจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงวิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี เพื่อขอตกลงใช้ห้องปฏิบัติการ
คอมพิวเตอร์ของวิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี จำนวน 20 เครื่อง ในการปฏิบัติการทดลอง

2) จัดสภาพห้อง โดยจัดโต๊ะคอมพิวเตอร์ให้ห่างกันประมาณ 1 เมตร
และ ก๊อบปี้ โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อนาคต็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ ลงใน
ฮาร์ดดิสก์ ให้ครบจำนวนเครื่องที่ใช้ในการทดลองแล้วทดลองใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แจกเอกสารคู่มือการใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ อธิบายวิธีใช้โปรแกรม พร้อมทั้งชี้แจงวัตถุประสงค์วิธีการทดลอง โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ แทนการทดลองที่ใช้ชุดฝึกตามปกติ

4) ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้โปรแกรมตามตัวอย่างในคู่มือ เพื่อให้เกิดความเคยชิน

3.3.2.2 การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยทดลองสอนพร้อมกันทั้งสองกลุ่ม การทดลองครั้งนี้ในแต่ละกลุ่มทดลองจะต้องดำเนินกิจกรรมดังต่อไปนี้

1) ทดสอบก่อนสอน เพื่อเปรียบเทียบความเท่าเทียมกันก่อนจะเริ่มทดลอง

2) ทำการทดลองสอนโดย กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0เอ กลุ่มทดลองที่ 2 สอนตามปกติ

3) ทดสอบ หลังจากทดลองสอนจบทั้งสองกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 59)

โดยใช้สูตร
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} คือ คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนในกลุ่มทั้งหมด
 N คือ จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 ความแปรปรวน (Variance) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 63)

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

เมื่อ s^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนน
 X คือ คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มตัวอย่าง
 N คือ จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยมีดังนี้ (ประคอง กรรณสูตร. 2538:117)

4.50 – 5.00	มากที่สุด
3.50 – 4.49	มาก
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด

3.4.3 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 179-180)

โดยใช้สูตร

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

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	P	คือ	ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	R	คือ	จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อนั้นถูก
	R_U	คือ	จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	คือ	จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	คือ	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน

3.4.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (วิเชียร เกตุสิงห์. 2526 : 139) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ \frac{s_t^2 - \sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	คือ	ค่าความเชื่อมั่น
	s_t^2	คือ	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
	p	คือ	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
	$q = 1 - p$	คือ	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักศึกษาที่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 (เสาวนีย์ ลิกขา บัณฑิต. 2536 : 56)

โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{(\sum X / N)}{A} \times 100$$

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

เมื่อ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างการทดลองทั้งหมด

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังการทดลองทั้งหมด

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างการทดลอง

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังการทดลอง

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างการทดลองทั้งหมด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการทดลองทั้งหมด

N คือ จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

3.4.6 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยใช้

t-test แบบ t-Independent Sample (วิเชียร เกตุสิงห์. 2526 : 59)

โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right\}}}$$

เมื่อ t คือ สถิติ t-test

\bar{X}_1 คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

\bar{X}_2 คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

s_1^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

s_2^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลองตามปกติ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยได้ทดลองใช้กับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังรายละเอียดการนำเสนอผลของการวิจัยดังต่อไปนี้

- 4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ
- 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลองตามปกติ
- 4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้จากการนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่เคยเรียนผ่านวิชาวงจรไฟฟ้า 1 มาแล้ว จำนวน 40 คน ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าความยาก (P) ของข้อสอบแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.30 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.80 และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.89 (ดูภาคผนวก ก หน้า 80-83)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนด์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนครั้งนี้ ได้ดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

นำใบทดลองไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่เคยเรียนเนื้อหานี้ มาก่อน จำนวน 1 คน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนด์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน
2.0 เอ แบบหนึ่ง ต่อหนึ่ง

รายการ	คะแนนระหว่างการทดลอง	คะแนนหลังการทดลอง
คะแนนรวม	23	21
คะแนนเฉลี่ย	23	21
เฉลี่ยร้อยละ	$E_1 = 76.66$	$E_2 = 70.00$

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนที่เกิดจากการทดสอบระหว่างการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 76.66 และคะแนนที่เกิดจากการทดสอบหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 70.00 แสดงว่า บทเรียนที่ใช้ในการทดลองมีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.2.2 ผลการทดลองแบบกลุ่มย่อย

นำไปทดลองที่ได้แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยเลือกนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ระดับละ 1 คน ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของนักเรียน จากการทดลองแบบกลุ่มย่อย

รายการ	คะแนนระหว่างการทดลอง	คะแนนหลังการทดลอง
คะแนนรวม	75	72
คะแนนเฉลี่ย	25	24
เฉลี่ยร้อยละ	$E_1 = 83.33$	$E_2 = 80.00$

จากตาราง 4.2 พบว่า คะแนนที่เกิดจากการทดสอบระหว่างทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 83.33 และคะแนนที่เกิดจากการทดสอบหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 80.00 แสดงว่า บทเรียนที่ใช้ในการทดลองมีค่าประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

4.2.3 ผลการทดลองแบบภาคสนาม

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวิร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ จากการทดสอบภาคสนามกับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.3 (รายละเอียดดูในภาคผนวก ค หน้าที่ 84-86)

ตารางที่ 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

รายการ	คะแนนระหว่างการทดลอง	คะแนนหลังการทดลอง
คะแนนรวม	260	253
คะแนนเฉลี่ย	26	25.3
เฉลี่ยร้อยละ	$E_1 = 86.67$	$E_2 = 84.33$

จากตารางที่ 4.3 ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างการทดลอง มีค่าเท่ากับ 26 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 86.67 และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังการทดลอง มีค่าเท่ากับ 25.3 คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.33 แสดงว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลองตามปกติ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลองตามปกติ โดยคิดคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แล้วเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้ t -test ดังแสดงในตารางต่อไป (รายละเอียดดูในภาคผนวกที่ ก หน้าที่ 87-88)

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่างการสอนโดยบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เกับการทดลองตามปกติ

กลุ่ม	n	\bar{X}	S^2	t
1. การทดลองโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์	20	11.95	3.94	0.337*
2. การทดลองตามปกติ	20	11.70	4.33	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้ t – test ได้ค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 0.337 ซึ่งน้อยกว่าค่า t ที่ได้จากการเปิดตารางมีค่าเท่ากับ 2.024 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างการสอน โดยบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เกับการทดลองตามปกติ

กลุ่ม	n	\bar{X}	S^2	t
1. การทดลองโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์	20	25.65	3.61	2.155*
2. การทดลองตามปกติ	20	24.05	7.42	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผลจากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ t – test ได้ค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 2.155 ซึ่งมากกว่าค่า t ที่ได้จากการเปิดตาราง มีค่าเท่ากับ 2.024 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยจะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการสอนโดยบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ ดีกว่าผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทดลองตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

ผลวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ ซึ่งได้นำไปทดลองภาคสนามกับนักศึกษาจำนวน 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามมีค่าเท่ากับ 0.91

ผู้วิจัยจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ ดังตารางที่ 4.6 (รายละเอียดดูในภาคผนวกที่ ค หน้าที่ 89-91)

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่องการทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

เรื่องที่ประเมิน (ข้อที่)	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	4.65	0.12	มากที่สุด
2	4.15	0.33	มาก
3	4.20	0.24	มาก
4	4.30	0.16	มาก
5	4.25	0.31	มาก
6	4.45	0.13	มาก
7	4.15	0.44	มาก
8	4.35	0.33	มาก
9	4.50	0.18	มากที่สุด
10	4.40	0.23	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.34	0.25	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ ในระดับที่พึงพอใจ มาก โดยมี ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.65 และค่าที่ต่ำสุดเท่ากับ 4.15



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ กับการทดลองตามปกติ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยขอสรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. สมมุติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป
2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ของการเรียน

- 1.1 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ
- 1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ กับการทดลองตามปกติ

1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง ที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

2. สมมุติฐานของการเรียน

2.1 บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ 80/80

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้ โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ แตกต่างการ ทดลองตามปกติ

2.3 ความพึงพอใจหลังการใช้บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ ของ นักศึกษาอยู่ในระดับมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์

3. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่าง ไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 40 คน จากจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 160 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่ม 20 คน โดย กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ และกลุ่มที่ 2 สอนตามปกติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของทั้งสองกลุ่ม

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ เป็นเนื้อหาที่ใช้ทำการ ทดลองในภาควิชาปฏิบัติของวิชา วงจรไฟฟ้า 1 รหัสวิชา 31041001 ซึ่งใช้เวลา ประมาณ 3 คาบ

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 30 ข้อ โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ ดำเนินการหาค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยให้ผู้ เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.6 – 1 มีค่าความ ยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.80 และค่าความ

เที่ยงของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.89 หมายความว่า แบบทดสอบทั้ง 30 ข้อ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกให้เลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว

- 4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีทั้งหมด 10 ข้อ โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการหาค่าความเหมาะสมของแบบสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.80 – 1 หมายความว่าแบบสอบถามทั้ง 10 ข้อ มีค่าความเหมาะสมกับเนื้อหา โดยมีค่าความเชื่อมั่นแบบสอบถาม เท่ากับ 0.91

5. สรุปผลการวิจัย

- 5.1 บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.67/84.33
- 5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ แตกต่างกับการทดลองตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
- 5.3 ความพึงพอใจหลังการใช้บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อะนาล็อก โมดูล เวอร์ชัน 2.0 เอ ของนักศึกษาเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก คือ มีค่าเฉลี่ยรวมที่ 4.34 ซึ่งความพึงพอใจของนักศึกษาที่มากที่สุดคือ วิธีการเรียนด้วยโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบเนซ และ สัญลักษณ์ที่ใช้กับวงจรในการทดลอง

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏว่า บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ ที่ปรับปรุงแก้ไขและสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างสอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ กับการสอนปกติ ปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนเรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ และจากผลการศึกษาความพึงพอใจหลังการใช้บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ ปรากฏว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก อาจเนื่องเป็นผลมาจากที่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ ได้สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพผ่านการทดสอบคุณภาพแล้ว จึงเป็นสิ่งกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระ ความรับผิดชอบในการเรียน การช่วยเหลือตนเองในด้านเนื้อหา การทำแบบฝึกหัด และทำแบบทดสอบได้อย่างมั่นใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพศาล ทรักษา (2540 : ข) ที่พัฒนาบทเรียนเรื่องการทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ ฟอว์วินโดว์ 3.11 และทดลองใช้กับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2536 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ผลการวิจัย พอสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01

การสร้างบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ นี้ ผู้วิจัยสร้างตามแนวทางการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขณะเดียวกันก็ไม่ละเลยธรรมชาติของวิชาที่มีทั้งทฤษฎี และปฏิบัติ ดังนั้น จึงออกแบบบทเรียนโดยมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนตามปกติด้วย แต่ปฏิบัติโดยเน้นกิจกรรมที่ผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ลำดับกิจกรรมมาแล้วเป็นอย่างดี จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู่มากขึ้น ดังนั้น แม้ว่าการสร้างบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบเนซ อาจจะลำบากและเสียเวลา แต่ให้ประโยชน์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างดี จึงควรที่จะให้อาจารย์ผู้สอนในวิทยาลัยเทคนิค ได้ลองนำไปสร้าง นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วยังสามารถนำไปใช้สอนแทน หรือมอบหมายงานให้กับผู้เรียน ในเวลาที่ผู้สอนไม่สามารถสอนได้ตามปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับสื่อสิ่งพิมพ์ของ สุกีร์ รอดโพธิ์ทอง (2532) พบว่าข้อได้เปรียบจากการเรียนในคอมพิวเตอร์กับสื่อสิ่งพิมพ์ หรือหนังสือ ดังนี้

1. ด้านสีสัน คอมพิวเตอร์ สามารถแสดงสีบนจอภาพได้หลายสีและหลายลักษณะ ทั้งสีพื้นหน้า (Foreground) สีหลัง (Background) สีของหลอดภาพ และกำหนดให้เปลี่ยนสีหรือสลับสีได้ ข้อความหรือภาพกราฟฟิกที่มีสีสันเหล่านี้ย่อมช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และช่วยคงทนในการจำ แม้ว่าสื่อสิ่งพิมพ์ หรือหนังสือ สามารถจะพิมพ์ให้มีสีสันได้ก็ตาม แต่ต้นทุนการพิมพ์จะสูงและเทคนิคการนำเสนอจะยุ่งยากมากขึ้น
2. ด้านกราฟฟิก การเสนอภาพและข้อความให้เกิดการเคลื่อนไหว ทำให้ผู้เรียนสนใจและผู้เรียนสามารถสร้างภาพเองได้
3. ด้านกิจกรรมร่วม การอ่านจากจอคอมพิวเตอร์เป็นการติดต่อระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสและมีส่วนร่วมในการเลือกตัดสินใจหรือแสดงความคิดเห็น ได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้เมื่อ โปรแกรมกำหนดไว้ให้พิมพ์ ที่เป็นพิมพ์ หรือผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสาร **อุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ** ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ด้านการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจูงใจผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถเปิดดูเนื้อหาในส่วนที่ต้องการอ่านได้ก่อน ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการอ่านเพิ่มสูงขึ้น และรอคอยเนื้อหาที่จะปรากฏในรอบต่อ ๆ ไป ซึ่งเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้อ่าน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการเรียนบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ นักศึกษาควรจะได้เรียนทฤษฎี ของวิชา วงจรไฟฟ้า 1 มาก่อน ซึ่งจะทำให้นักศึกษาสรุปผลการทดลองได้เป็นอย่างดี
2. บทเรียนจะสามารถใช้งานได้ดี และให้ประสิทธิภาพกับผู้เรียนสูงสุดเมื่อผู้เรียนปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทดลองของบทเรียน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาบทเรียนการทดลองวงจรไฟฟ้า 3 เฟส โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. ควรมีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ในหน่วยอื่นอีก
3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับตัวโปรแกรมที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นแนวทางในการนำโปรแกรมมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

บรรณานุกรม

- กำพล คำรงค์วงศ์. 2528. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากวิธีใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี.” ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- จรรณู จิตรักษ์. 2539. “การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2529 – 2538.” ปรินูญาคูศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เฉลิม ชุมภูนท์. 2540. “การพัฒนาบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้โปรแกรม Electronics Workbench Analog Module Version 2.0a” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชรัค เทพชยุตินันต์. 2531. เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การจัดหลักสูตร และการประเมินผลการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชูศักดิ์ เปลี้นภู. 2535. การเลือกเนื้อหา และการสร้างกิจกรรมสำหรับ Laboratory Experiment. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชูศักดิ์ เปลี้นภู. 2537. คู่มือการสอนปฏิบัติการทดลอง ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. สำนักงานคณะกรรมการศึกษาเอกชน.
- ธรรมบุญ นิลวรรณ. 2537. “การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่มีบุคลิกต่างกัน ในวิชา การเขียนภาพฉาย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ประคอง วรรณสูตร. 2538. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ผดุง อารยะวิญญู. 2541. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร :
ซีไอเคยูเคชั่น.
- พรทิพย์ ไชยโส. 2535. การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 8-9.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ไพศาล ทักษ์ภา. 2540. “การพัฒนาบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยใช้
โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ ฟอร์ วินโดว์ 3.11.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไพศาล หวังพานิช. 2535. การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 1-7.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มะลิ จุลวงษ์. 2530. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสารมิตร.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2538. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน.” หน้า 31 - 33.
รายงานการสัมมนาบทบาท ของเทคโนโลยีขั้นสูงต่อการพัฒนาการศึกษาไทยในอนาคต.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ยี่น ภู่วรรณ. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน.” วารสารไมโคร
คอมพิวเตอร์. ฉบับที่ 35, กุมภาพันธ์ 2531. หน้า 120-129.
- รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2538. วิธีวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร :
ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.
- ถ้วน สายยศ, อังคนา สายยศ. 2531. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร :
ศึกษาพร.
- วิชชุดาวลัย พิทักษ์พล. 2529. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์
จากการซ่อมเสริมของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยครูที่ใช้
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- วิเชียร เกตุสิงห์. 2526. สถิติวิเคราะห์ สำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนา
พานิช.
- _____. 2530. หลักการสร้าง และวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพมหานคร :
ไทยวัฒนาพานิช.
- วีระ ไทยพานิช. 2526. บทบาท และปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. เทคโนโลยี
การศึกษา, ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ. 2530. “การพัฒนาบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับสอนซ่อมเสริมในวิชาคณิตศาสตร์ ค.204 เรื่อง สมการ.” ปรินญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรีสมร ชูฉาย. 2536. “การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ที่เสนอภาพเคลื่อนไหว และแบบซ้อนภาพ ผ่านจอ แอล ซี ดี ในการสอนวิชา การถ่ายภาพ 1.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. คอมพิวเตอร์ดีกว่าตำราเรียนตรงไหน. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. 2526. การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพรรณ แก้วผืน. 2539. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอน เรื่อง สไลด์เรลเกอินดักชันมอเตอร์.” ปรินญาณิพนธ์ครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยี และสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคยูเคชั่น.
- สุวิทย์ ไวยกุล. 2528. “ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการตัดสินใจการออกแบบ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุวิทย์ สินที. 2538. “การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการใช้ข้อมูลป้อนกลับ แบบอธิบาย และไม่อธิบายคำตอบในวิชาความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2536. โมดูล. โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Aless, S.M. and Trollip, S.R. 1991. Computer-Based Instructional : Methods and Development. 2nd ed. Englewood cliffs New Jersey : Prentice-Hall.
- Bobbert, Larry Clyde. 1973. “The Effects of Using Interactive Computer Simulated Laboratory Experiments College Chemistry Course.” Dissertation Abstracts International. Vol. 43, No. 7 :2300-A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Brumbaugh, Kenneth Ellis. 1975. "An Analysis of the Effect of Selected Factors upon The Implementation of Computer Usage in Secondary School Science Instruction." *Dissertation Abstracts International*. Vol.35, No. 7 :4271-A.
- Friedman, Lucille T. 1974. "Programmed Lesion in Computer Programming for New York City High School Senior." *Dissertation Abstracts International*.
- Hopmeier, George. 1983 "New Study Says CAI May Favor Introvert." *Current Index To Journal in Education*. CIJE Jan-Jun : Ej 268 637.
- Interactive Image Technologies Ltd. 1991. *Help for Electronics Workbench, Version 2.0 Analog Circuit*. (copy)
- Koch, Warren J.1973 "Basic Facts about Using the Computer in Instruction." *The Education Digest* : 197 : 28-31.
- Lucking, Robert. 1984. "Gender Differences in Attitudes Toward Computers." *Voice of Youth Advocates*. Vol. 7, No. 2, : 80-82.
- Merrell, Leonard Edd. 1985. "The Effects of Computer - Assisted Instruction on the Cognitive Ability Gain of Third, Fourth and Fifth Grade Students." *Dissertation Abstracts International*.
- Modisette, Douglas Mitchell. 1980. "Effect of Computer Assisted Instruction on Achievement in Remedial Secondary Mathematics Computation." *Dissertation Abstracts International*.
- Oden, Robin Earl. 1982. "An Assessment of the Effectiveness of Computer Assisted Instruction on Altering Teacher Behavior and the Achievement and Attitudes of Ninth Grade Pre-Algebra Mathematics Student." *Dissertation Abstracts International*.
- Sampson, Erwin David. 1982. "The Development, Implementation, and Evaluation of A Computerized Laboratory Simulation Package for Introductory College Genetics." *Dissertation Abstracts International*. Vol. 42, No. 12 : 5079-A.
- Tauro, John Peter. 1981 "A Study of Academically Superior Students Response to Particular Computer -Assisted Programs in Chemistry." *Dissertation Abstracts International*. Vol.42, No.2, : 643-A.
- Wright, Pamela A. 1984. "Study of Computer Assisted Instruction for Redemption in Mathematics on the Secondary Level." *Dissertation Abstracts International*.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 414 /2542

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นายนรินทร์ สิงห์สกุล

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของนายนรินทร์ สิงห์สกุล เป็นไปด้วยความเรียบร้อย
และมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
รศ.ดร.บุญมี	พันธุ์ไทย	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

อาจารย์โอวาท	พูลศิริ	ประธานกรรมการ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	กรรมการประจำสาขาวิชา
อาจารย์อรรถพร	ฤทธิเกิด	กรรมการประจำสาขาวิชา
ผศ.ดร.สมพร	ไชยะ	กรรมการ
รศ.ดร.บุญมี	พันธุ์ไทย	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ // พฤษภาคม พ.ศ. 2542

(รศ.ดร.ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติ ให้ดำเนินการ ดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 11 มกราคม 2543

1. นายนรินทร์ สิงห์สกุล ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์กับการทดลองปกติ ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง” โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.บุญมี พันธุ์ไทย เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 21 มกราคม พ.ศ.2543

(รศ.ดร.มนัส ตั้งวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1504/ 4602

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๒ กันยายน ๒๕๔๓

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. คำโครงการวิทยานิพนธ์
 2. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและคำโครงการวิทยานิพนธ์

ด้วย นายนรินทร์ สิงห์สกุล นักศึกษาปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์กับการทดลองปกติ ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง " และได้รับอนุมัติหัวข้อและคำโครงการวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 11 มกราคม ๒๕๔๓ ในการทำวิจัยเรื่องนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่าน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาต ให้นักศึกษาทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 3271199-7373000 ต่อ 3679

โทรสาร.3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 0153

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

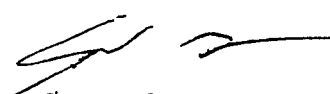
เรียน ดร.สรรเพชร นุศรีอิน

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบสอบถาม แบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามแบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษา ชื่อนายนรินทร์ สิงห์สกุล ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ กับการทดลองปกติ ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร 3266052-6101 ต่อ 2663,2642 ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า
โทรสาร 3269040 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

01/01/43

12 ม.ค. 43



ที่ ทม 1504/0153

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย


เรียน นายเฉลิม ชุมภูงนท์

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบสอบถาม แบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามแบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษา ชื่อนายนรินทร์ สิงห์สกุล ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ กับการทดลองปกติ ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(รศ.ดร.วิวิรรณ ชินะตระกูล)

คนบตี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642 ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โทรสาร 3269040 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่รับ
12 ม.ค. 43

วันที่
12 ม.ค. 43



ที่ ทม 1504/ 0153

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายชาญชัย ชาญสุข

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบสอบถาม แบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามแบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษา ชื่อนายนิรันดร์ สิงห์สกุล ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ กับการทดลองปกติ ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

๑๗:๑๕
12 ๑๓ ๒3

๑๕๖๖

โทร: 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำในเชิงพาณิชย์

โทรสาร 3269040

ไม่สงวนลิขสิทธิ์อื่นอีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/
0153

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 มกราคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

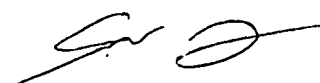
เรียน นายรณฤทธิ์ ชื่นอุทัย

ด้วยคณะกรรมการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบสอบถาม แบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามแบบทดสอบ และบทเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของนักศึกษา ชื่อ นายนรินทร์ สิงห์สกุล ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการใช้อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ กับการทดลองปกติ ในการเรียนการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง"

คณะกรรมการอุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คนบตี

งานบัณฑิตศึกษา

เอกสารที่ 3266052-6101 ต่อ 2663,2642 ช่างานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โทรสาร 3269040 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารที่นำมาใช้

01/01/43

12 2543

15/01/43

12 ม.ค. 43

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.สรรเพชร นุศรีอ้น
 วุฒิการศึกษา ค.อ.บ. ไฟฟ้ากำลัง (เกียรตินิยม), วศ.บ. (ไฟฟ้ากำลัง)
 ค.อ.ม. (ไฟฟ้า), Ph.D. (Technology Management)
 ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี
2. นายเฉลิม ชุมภนต์
 วุฒิการศึกษา ค.อ.บ. (ไฟฟ้ากำลัง)
 ค.อ.ม. (ไฟฟ้ากำลัง)
 ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายส่งเสริมการศึกษา วิทยาลัยเทคนิคนครพนม
 แห่งที่ 2
3. นายชาญชัย ชาญสุข
 วุฒิการศึกษา ค.อ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)
 วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้าและระบบ)
 ตำแหน่ง หัวหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี
4. นายแหยม กาสี
 วุฒิการศึกษา ค.อ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)
 ค.อ.ม. (ไฟฟ้ากำลัง)
 ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี
5. นายรณฤทธิ์ ชื่นอุทัย
 วุฒิการศึกษา ค.อ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)
 ค.อ.ม. (ไฟฟ้ากำลัง)
 ตำแหน่ง รองหัวหน้าคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมฝ่ายวิชาการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผังการสร้างข้อสอบ

ตารางที่ 6.1 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบจากวัตถุประสงค์ (ข้อสอบเป็นชนิดปรนัย)

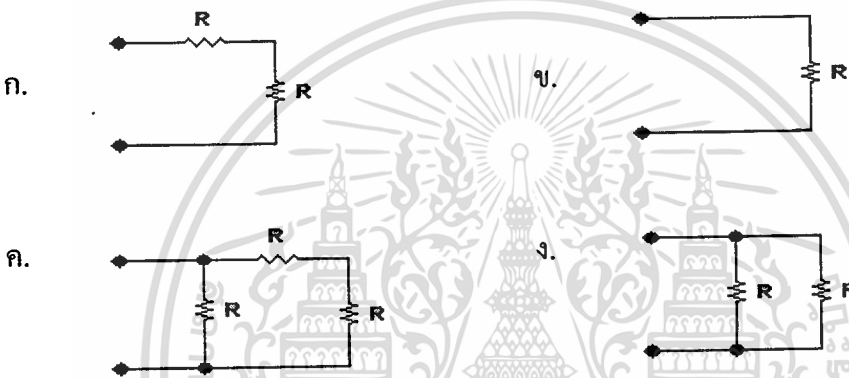
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม			จำนวน ข้อสอบ
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	
การทดลองที่ 1 วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด				
1. ต่อตัวต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลดได้	1	1		2
2. วัดและคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลดได้	-	8		8
รวม	1	9		10
การทดลองที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด				
1. ต่อตัวต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลดได้	1	1		2
2. วัดและคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานในวงจรได้	1	4		5
3. บอกผลของแรงดันและความต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลดได้	-	1		1
4. เขียนกราฟ $V_{RL} = f(R_L)$ เมื่อปรับค่า R_L ได้	-	1		1
5. อธิบายกราฟ $V_{RL} = f(R_L)$ เมื่อปรับค่า R_L ได้	-	1		1
รวม	2	8		10
การทดลองที่ 3 วงจรแบ่งกระแส				
1. ต่อตัวต้านทานในวงจรแบ่งกระแสได้	2	-	-	2
2. วัดและคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานในวงจรแบ่งกระแสได้	1	5	-	6
3. บอกคุณสมบัติของวงจรแบ่งกระแสได้	-	1	1	2
รวม	3	6	1	10
รวมทั้งหมด	6	23	1	30

แบบทดสอบ

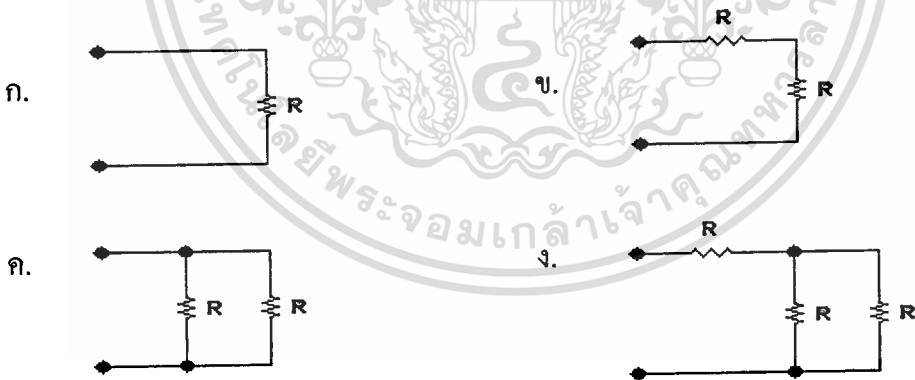
เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรม Electronics Workbench

- คำสั่ง 1. จงเขียนเครื่องหมาย X ลงใน ให้ตรงกับข้อคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
2. ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

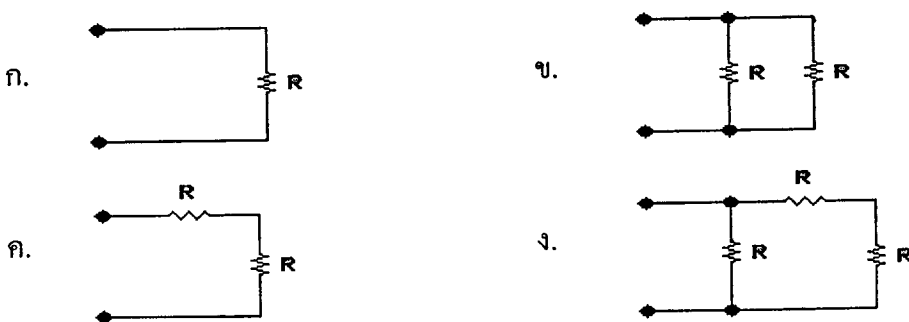
1. วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด คือวงจรในข้อใด



2. วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด หมายถึงวงจรข้อใด

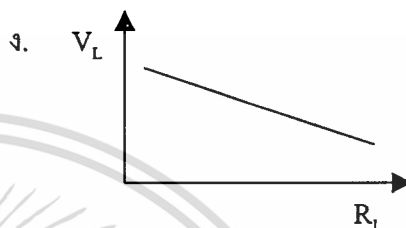
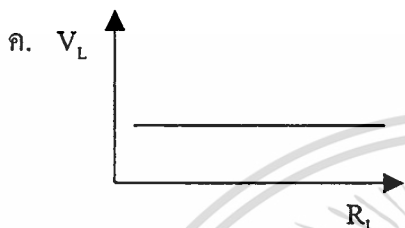
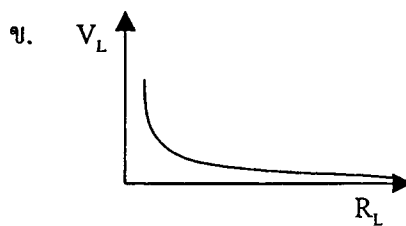
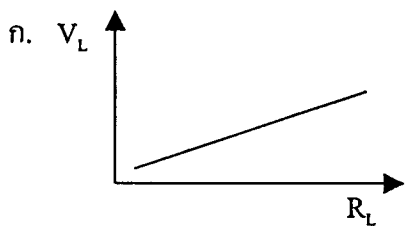


3. วงจรแบ่งกระแส หมายถึงข้อใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อใดคือลักษณะกราฟของ $V_L = f(R_L)$



5. ความสัมพันธ์ระหว่าง V_L กับ R_L คือข้อใด

ก. V_L จะแปรผันโดยตรงกับ R_L

ข. V_L จะแปรผกผันกับ R_L

ค. V_L จะคงที่เมื่อ R_L เปลี่ยนแปลง

ง. V_L จะเปลี่ยนแปลงเมื่อ R_L คงที่

6. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุด

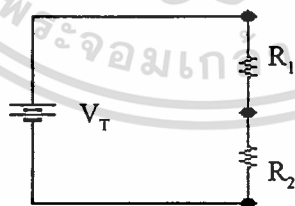
ก. วงจรแบ่งกระแสเป็นวงจรอนุกรม

ข. วงจรแบ่งกระแสเป็นวงจรขนาน

ค. วงจรแบ่งกระแสเป็นวงจรที่มีความต้านทานตัวเดียว

ง. วงจรแบ่งกระแสเป็นวงจรที่ไม่มีความต้านทาน

7. จากวงจรข้างล่าง R_1 มีค่าเท่าใด เมื่อ $R_T = 320 \Omega$ และ $R_2 = 100 \Omega$



ก. 320Ω

ข. 100Ω

ค. 220Ω

ง. 420Ω

11. จากรูป จงหาแรงดันตกคร่อม V_1 มีค่าเท่าใด

ก. 5 V

ข. 10 V

ค. 15 V

ง. 20 V

12. จากรูป จงหาแรงดันตกคร่อม V_2 มีค่าเท่าใด

ก. 5 V

ข. 10 V

ค. 15 V

ง. 20 V

13. จากรูป จงหาแรงดันตกคร่อม V_3 มีค่าเท่าใด

ก. 5 V

ข. 10 V

ค. 15 V

ง. 20 V

14. จากรูป จงหาแรงดันตกคร่อม V_4 มีค่าเท่าใด

ก. 5 V

ข. 10 V

ค. 15 V

ง. 20 V

15. จากรูป จงหาแรงดันตกคร่อม V_5 มีค่าเท่าใด

ก. 25 V

ข. 30 V

ค. 35 V

ง. 40 V

16. จากวงจรข้างล่าง ความต้านทาน R_1 ที่จะนำมาต่อในวงจรมีค่าเท่าใด



ก. 105 Ω

ข. 115 Ω

ค. 125 Ω

ง. 135 Ω

17. อัตราส่วนของกระแส $I_1 : I_L$ ในวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด คือข้อใด

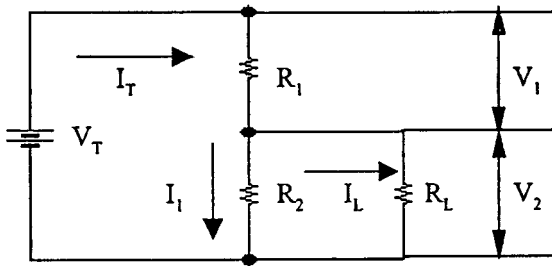
ก. 1 : 10

ข. 10 : 1

ค. 1 : 100

ง. 100 : 1

จากวงจรใช้ตอบคำถามข้อ 18–21



กำหนดให้

$$V_T = 24 \text{ V}$$

$$V_L = 9 \text{ V}$$

$$I_T = 460 \text{ mA}$$

$$I_L = 10 \text{ mA}$$

18. จากรูปจงหากระแส I_1 มีค่าเท่าใด

ก. 250 mA

ข. 350 mA

ค. 450 mA

ง. 550 mA

19. จากรูปจงหาแรงดัน V_1 มีค่าเท่าใด

ก. 10 V

ข. 15 V

ค. 20 V

ง. 25 V

20. จากรูปจงหาตัวต้านทาน R_1 มีค่าเท่าใด

ก. 23.6 Ω

ข. 32.6 Ω

ค. 36.2 Ω

ง. 26.3 Ω

21. จากรูปจงหาตัวต้านทาน R_2 มีค่าเท่าใด

ก. 10 Ω

ข. 15 Ω

ค. 20 Ω

ง. 25 Ω

22. วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด เมื่อเพิ่มโหลด แรงดันที่ตกคร่อมโหลดจะเป็นอย่างไร

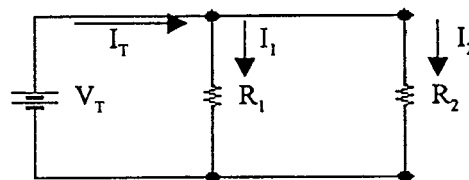
ก. เพิ่มขึ้น

ข. ลดลง

ค. คงที่

ง. ไม่มีแรงดันตกคร่อม

23. จากวงจรข้างล่าง สมควรหาค่ากระแส I_1 คือข้อใด



ก. $I_1 = (I_2 \times R_1) / (R_1 + R_2)$

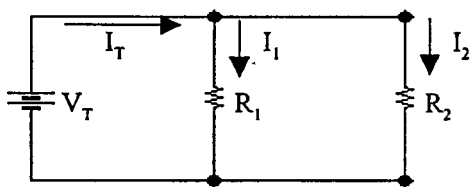
ข. $I_1 = (I_T \times R_1) / (R_1 + R_2)$

ค. $I_1 = (I_T \times R_2) / (R_1 + R_2)$

ง. $I_1 = (I_2 \times R_2) / (R_1 + R_2)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรใช้ตอบคำถามข้อ 24 – 26



กำหนดให้

$$V_T = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 100 \ \Omega$$

$$R_2 = 500 \ \Omega$$

24. จากรูปจงหากระแสรวม I_T มีค่าเท่าใด

ก. 144 mA

ข. 154 mA

ค. 244 mA

ง. 254 mA

25. จากรูปจงหากระแส I_1 มีค่าเท่าใด

ก. 110 mA

ข. 120 mA

ค. 130 mA

ง. 140 mA

26. จากรูปจงหากระแส I_2 มีค่าเท่าใด

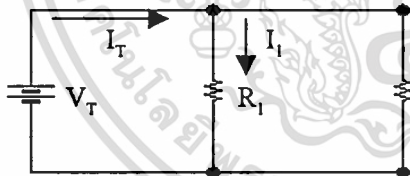
ก. 4 mA

ข. 14 mA

ค. 24 mA

ง. 34 mA

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 27 – 28



กำหนดให้

$$R_T = 200 \ \Omega$$

$$I_T = 60 \text{ mA}$$

$$I_1 = 45.33 \text{ mA}$$

27. จากรูปจงหากระแส I_2 มีค่าเท่าใด

ก. 14.67

ข. 16.47

ค. 14.76

ง. 16.74

28. จากรูปจงหาแรงดัน V_T มีค่าเท่าใด

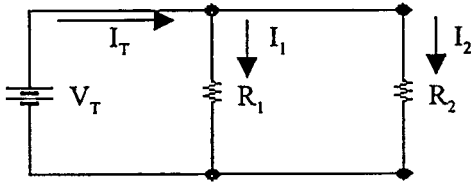
ก. 10 V

ข. 12 V

ค. 20 V

ง. 24 V

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 29 – 30



29. จากรูปข้อใดคือคุณสมบัติของกระแสในวงจร

- ก. กระแส I_T จะเท่ากับ กระแส I_1 และกระแส I_2
- ข. กระแส I_T จะเท่ากับ กระแส I_1 แต่ไม่เท่ากับกระแส I_2
- ค. กระแส I_T จะเท่ากับ กระแส I_1 รวมกับกระแส I_2
- ง. กระแส I_T จะเท่ากับ กระแส I_1 ลบกับกระแส I_2

30. จากรูปถ้ากระแส I_T คงที่ ตัวต้านทาน R_1 คงที่ ตัวต้านทาน R_2 เพิ่มขึ้น กระแส I_2 จะเป็นอย่างไร

- ก. เพิ่มขึ้น
- ข. ลดลง
- ค. คงที่
- ง. เท่ากับกระแส I_T

เฉลยแบบทดสอบ

เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรม Electronics Workbench

- | | |
|-------|-------|
| 1. ก | 29. ก |
| 2. ง | 30. ข |
| 3. ข | |
| 4. ก | |
| 5. ก | |
| 6. ข | |
| 7. ก | |
| 8. ข | |
| 9. ง | |
| 10. ข | |
| 11. ก | |
| 12. ค | |
| 13. ง | |
| 14. ข | |
| 15. ง | |
| 16. ค | |
| 17. ข | |
| 18. ค | |
| 19. ข | |
| 20. ข | |
| 21. ค | |
| 22. ก | |
| 23. ค | |
| 24. ก | |
| 25. ข | |
| 26. ค | |
| 27. ก | |



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

ตารางที่ 6.2 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ ของผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็น					รวม	ค่าเฉลี่ย
	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	1	5	1
5	1	1	1	0	1	4	0.8
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	1	5	1
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	5	1
11	1	1	1	0	1	4	0.8
12	1	1	1	0	0	3	0.6
13	1	1	0	1	1	4	0.8
14	1	1	1	1	1	5	1
15	1	1	1	1	1	5	1
16	1	1	1	1	0	4	0.8
17	1	1	1	1	0	4	0.8
18	1	1	0	1	1	4	0.8
19	1	1	1	1	1	5	1
20	1	1	1	0	1	4	0.8
21	1	1	1	1	1	5	1
22	1	1	1	0	0	3	0.6
23	1	1	1	1	1	5	1
24	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 (ต่อ)

แบบทดสอบ (ข้อที่)	ความคิดเห็น					รวม	ค่าเฉลี่ย
	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
25	1	1	1	1	1	5	1
26	1	1	1	1	1	5	1
27	1	1	1	1	1	5	1
28	1	1	1	1	0	4	0.8
29	1	1	1	1	1	5	1
30	1	1	1	1	1	5	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ
ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อสอบที่	P	r	q	p.q
1	0.48	0.45	0.53	0.25
2	0.50	0.40	0.50	0.25
3	0.45	0.40	0.55	0.25
4	0.63	0.25	0.38	0.23
5	0.65	0.30	0.35	0.23
6	0.43	0.35	0.58	0.24
7	0.30	0.50	0.70	0.21
8	0.60	0.60	0.40	0.24
9	0.68	0.35	0.33	0.22
10	0.68	0.65	0.33	0.22
11	0.70	0.30	0.30	0.21
12	0.63	0.65	0.38	0.23
13	0.55	0.75	0.45	0.25
14	0.68	0.45	0.33	0.22
15	0.75	0.50	0.25	0.19
16	0.63	0.25	0.38	0.23
17	0.48	0.25	0.53	0.25
18	0.63	0.65	0.38	0.23
19	0.63	0.35	0.38	0.23
20	0.60	0.40	0.40	0.24
21	0.55	0.30	0.45	0.25
22	0.53	0.25	0.48	0.25
23	0.43	0.25	0.58	0.24
24	0.70	0.60	0.30	0.21
25	0.65	0.70	0.35	0.23
26	0.68	0.65	0.33	0.22
27	0.68	0.45	0.33	0.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 (ต่อ)

ข้อสอบที่	P	r	q	p·q
28	0.65	0.60	0.35	0.23
29	0.75	0.50	0.25	0.19
30	0.58	0.80	0.43	0.24
รวม	17.80	13.90	12.20	6.91
เฉลี่ย	0.59	0.46	0.41	0.23
K = 30	$\Sigma pq = 6.91$	$S_t^2 = 49.66$	$r_{tt} = 0.89$	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน เกี่ยวกับคุณภาพของใบทดลอง

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. ชื่อเรื่อง			
1.1 มีลักษณะทำทาบหรือชวนให้ศึกษา	4	0.25	ดี
1.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	4.4	0.15	ดีมาก
1.3 มองเห็นภาพพจน์ของการทดลอง	4.2	0.10	ดี
1.4 ได้มาจากการวิเคราะห์เนื้อหา	3.8	0.35	ดี
รวม	4.1	0.21	ดี
2. วัตถุประสงค์			
2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.2	0.35	ดี
2.2 สามารถปฏิบัติและวัดผลได้	4.8	0.10	ดีมาก
2.3 เขียนจากความรู้ ทักษะ ที่จะได้รับการทดลอง	4.2	0.35	ดี
รวม	4.4	0.27	ดี
3. อุปกรณ์การทดลอง			
3.1 บอกชนิดของอุปกรณ์ได้ครบถ้วน	4.8	0.10	ดีมาก
3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์	4.4	0.25	ดี
รวม	4.6	0.18	ดีมาก
4. วงจรทดลอง			
4.1 ภาพวงจรชัดเจน	4.4	0.40	ดี
4.2 สัญลักษณ์ถูกต้องตามมาตรฐาน	4.8	0.10	ดีมาก
4.3 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.2	0.10	ดี
4.4 รูปแบบง่ายต่อการประกอบวงจร	4.2	0.10	ดี
รวม	4.4	0.18	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
5. ลำดับขั้นการทดลอง			
5.1 ข้อมูลที่ใช้มีความชัดเจน	4.4	0.15	ดี
5.2 บอกขั้นตอนการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จ	4.4	0.15	ดี
5.3 ข้อมูลที่สามารถปฏิบัติได้โดยตรง	4.4	0.15	ดี
5.4 มีข้อมูลที่จะช่วยใหเกิดแนวคิดในการทำงาน	4.6	0.15	ดีมาก
รวม	4.5	0.15	ดีมาก
6. ตารางบันทึกข้อมูล			
6.1 ช่องว่าง สัญลักษณ์ และขนาดของหน่วยวัด	4.6	0.15	ดีมาก
6.2 สอดคล้องกับลำดับขั้นการทดลอง	4.6	0.15	ดีมาก
6.3 การเก็บข้อมูลสะดวกต่อการวิเคราะห์ และแปลผล	4.6	0.15	ดีมาก
รวม	4.6	0.15	ดีมาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.4	0.19	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง
เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอน
โดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนซ์

คนที่	คะแนนระหว่างการทดลอง			คะแนนหลังการทดลอง 30 คะแนน
	ใบทดลองที่ (คะแนนเต็ม)			
	1 (10)	2 (10)	3 (10)	
1	10	10	9	28
2	10	9	9	27
3	9	8	8	24
4	9	10	10	29
5	9	8	9	25
6	9	7	7	22
7	8	10	8	26
8	7	9	7	22
9	8	9	7	23
10	7	10	10	27
รวม	86	90	84	253
เฉลี่ย	8.6	9	8.4	25.3
เฉลี่ยร้อยละ	86.00	90.00	84.00	84.33
เฉลี่ยร้อยละทั้งหมด	$E_1 = 86.67$			$E_2 = 84.33$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียน เรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนท์

คนที่	คะแนนก่อนการทดลอง 30 คะแนน	คะแนนระหว่างการทดลอง			คะแนนหลังการทดลอง 30 คะแนน
		ใบทดลองที่ (คะแนนเต็ม)			
		1 (10)	2 (10)	3 (10)	
1	14	9	8	9	26
2	12	10	8	9	27
3	11	8	7	9	26
4	10	8	9	8	24
5	14	9	10	9	28
6	9	8	8	10	27
7	11	10	9	10	28
8	12	10	7	9	25
9	11	9	7	8	24
10	10	9	8	7	25
11	9	9	8	8	24
12	11	8	9	8	26
13	15	8	9	10	26
14	12	7	9	9	20
15	13	10	10	9	27
16	16	9	9	9	27
17	11	8	10	8	25
18	12	9	10	9	28
19	11	9	8	10	26
20	15	8	9	9	24
รวม	239	175	172	177	513
รวมทั้งหมด	239	524			513
เฉลี่ย	11.95	26.2			25.65

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าโดยไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในสื่อมวลชน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองและ
หลังการทดลอง เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนปกติ

คนที่	คะแนนก่อนการทดลอง 30 คะแนน	คะแนนระหว่างการทดลอง			คะแนนหลังการทดลอง 30 คะแนน
		ใบทดลองที่ (คะแนนเต็ม)			
		1 (10)	2 (10)	3 (10)	
1	11	9	8	8	25
2	9	10	10	9	28
3	9	8	8	6	20
4	15	6	8	6	19
5	10	8	9	9	24
6	9	9	8	8	24
7	12	9	8	9	25
8	11	10	10	9	28
9	16	8	9	9	24
10	12	6	7	8	20
11	11	7	7	9	21
12	13	8	9	9	24
13	15	10	9	9	26
14	12	10	10	9	27
15	10	10	10	10	28
16	13	6	8	8	24
17	14	8	9	9	26
18	11	8	8	8	24
19	10	6	7	8	22
20	11	6	7	8	22
รวม	234	162	169	168	481
รวมทั้งหมด	234	499			481
เฉลี่ย	11.7	24.95			24.05
เฉลี่ยร้อยละทั้งปกรเรียน		$E_1 = 83.17$			$E_2 = 80.17$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ ความเที่ยงตรง ของแบบประเมินความพึงพอใจ
ของนักศึกษา

แบบประเมินความ คิดเห็นของผู้เรียน (ข้อที่)	ความคิดเห็น					รวม	เฉลี่ย
	ผู้ทรงคุณวุฒิ						
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	1	1	1	1	1	5	1
3	1	1	1	1	1	5	1
4	1	1	1	1	0	4	0.8
5	1	1	1	1	0	4	0.8
6	1	1	1	1	1	5	1
7	1	1	1	1	0	4	0.8
8	1	1	1	1	1	5	1
9	1	1	1	1	0	4	0.8
10	1	1	1	1	1	5	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.9 แสดงผลการวิเคราะห์ ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบประเมินความพึงพอใจ
ของนักศึกษา

นักศึกษา คนที่	เรื่องที่ประเมิน										คะแนน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม
1	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	42
2	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	35
3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	33
4	5	5	5	5	3	5	5	5	4	3	45
5	5	4	5	5	5	5	5	3	3	5	45
6	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	35
7	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	46
8	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	47
9	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	47
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
X	44	42	44	44	41	44	44	42	41	39	425
X ²	200	182	200	198	175	198	202	184	171	157	1867
\bar{X}	4.4	4.2	4.4	4.4	4.1	4.4	4.4	4.2	4.1	3.9	
SS _{item} =2.85	SS _{ind} =32.45	SS _{total} =60.75	SS _{error} =25.45	MS _{ind} =3.61	MS _{error} =0.31						r_{tt}=0.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

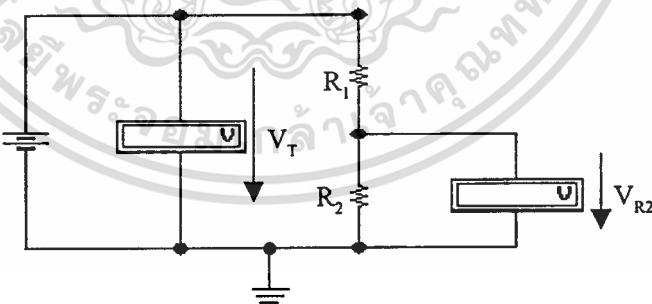
ตารางที่ 6.10 แสดงผลการศึกษาคำพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน เรื่อง การทดลอง วงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่สอนโดยใช้โปรแกรมอิเล็กทรอนิกส์เวอร์คเบนท์ อะนาล็อก ไมครูล เวอร์ชัน 2.0 เอ

นักศึกษา คนที่	เรื่องที่ประเมิน										คะแนน รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	4	4	3	4	3	4	5	4	5	4	40
2	4	5	4	5	5	4	3	4	4	5	43
3	5	3	3	4	4	4	3	3	4	3	36
4	5	5	4	4	3	4	5	5	5	5	45
5	5	3	5	4	5	4	3	3	3	3	38
6	5	3	3	4	3	4	2	4	4	4	36
7	5	3	5	4	3	4	4	5	5	4	42
8	5	3	4	5	4	5	4	3	4	5	42
9	4	5	4	4	4	5	3	3	4	4	40
10	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	46
11	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	47
12	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	45
13	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	45
14	5	5	4	3	5	4	5	5	4	4	44
15	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	45
16	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	48
17	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	49
18	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	46
19	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	46
20	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	45
X	93	83	84	86	85	89	83	87	90	88	868
\bar{X}	4.65	4.15	4.20	4.30	4.25	4.45	4.15	4.35	4.50	4.40	4.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 1
<p><u>วัตถุประสงค์</u> : ผู้เรียนมีความสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. คำนวณค่าต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลดได้ 2. วัด และคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลดได้ 		
<p><u>อุปกรณ์การทดลอง</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. คอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเทียบเท่า <ul style="list-style-type: none"> - มีหน่วยความจำ Conventional memory ไม่ต่ำกว่า 500 kbyte - มีโปรแกรม Electronics Workbench อยู่ในฮาร์ดดิสก์/ดิสก์ 1.44 MB - มี Mouse และเรียก Driver ไว้แล้ว 2. เครื่องคำนวณสำหรับคำนวณสูตรหาค่าต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว 		
<p><u>วงจร</u></p>  <p>รูปที่ 1.1</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 2

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่ วงจรตามรูปที่ 1.1 โดยใช้ความต้านทาน $R_1 = 200 \Omega$ และ $R_2 = 100 \Omega$
2. ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 12 \text{ V}$
3. ต่อโวลต์มิเตอร์ไฟตรง วัดแรงดัน V_{R2} แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 1.1
4. คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม R_2 บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 1.1 โดยใช้สูตร

$$V_{R2} = \frac{V_T R_2}{(R_1 + R_2)}$$
5. เปลี่ยนตัวต้านทาน R_2 เป็น 200, 300, 400 และ 500 Ω ตามลำดับทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2 - 4
6. สรุปผลการทดลอง
7. ทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1.1

$R_1 = 200 \Omega$, $V_T = 12 \text{ V}$					
$R_2 (\Omega)$	100	200	300	400	500
$V_{R2} (\text{V})$ ที่วัดได้					
$V_{R2} (\text{V})$ ที่คำนวณ					

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 3

สรุปผลการทดลอง



วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 1

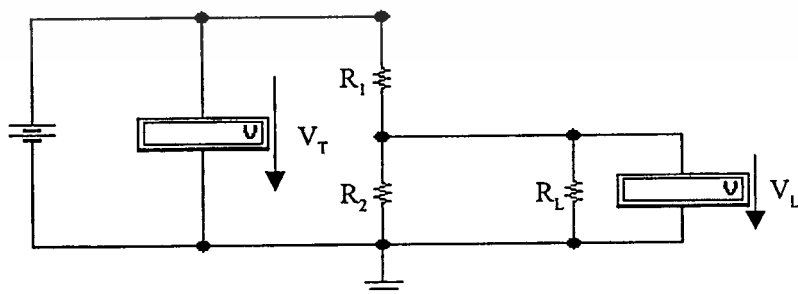
วัตถุประสงค์ : ผู้เรียนมีความสามารถ

1. ต่อดัดต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลดได้
2. วัด และคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรได้
3. บอกผลของแรงดัน และความต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลดได้
4. เขียนกราฟ $V_{RL} = f(R_L)$ เมื่อปรับค่า R_L ได้
5. อธิบายกราฟ $V_{RL} = f(R_L)$ เมื่อปรับค่า R_L ได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. คอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเทียบเท่า
 - มีหน่วยความจำ Conventional memory ไม่ต่ำกว่า 500 kbyte
 - มีโปรแกรม Electronics Workbench อยู่ในฮาร์ดดิสก์/ดิสก์ 1.44 MB
 - มี Mouse และเรียก Driver ไว้แล้ว
2. เครื่องคำนวณสำหรับคำนวณสูตรหาค่าต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

วงจร



รูปที่ 2.1

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 2
<p><u>ลำดับขั้นการทดลอง</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ต่อวงจรตามรูปที่ 2.1 โดยใช้ตัวต้านทาน $R_1 = 100 \Omega$ $R_2 = 500 \Omega$ และ $R_L = 100 \Omega$ 2. ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 12 V$ 3. ต่อโวลต์มิเตอร์ไฟตรง วัดแรงดัน V_L แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 2.1 4. ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 0 V$ 5. เปลี่ยนตัวต้านทาน R_L เป็น 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1000 Ω ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2-4 6. จากตารางผลการทดลองที่ 2.1 เขียนกราฟ $V_L = f(R_L)$ ลงในตารางกราฟที่ 2.1 7. สรุปผลการทดลอง 8. ทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง 		

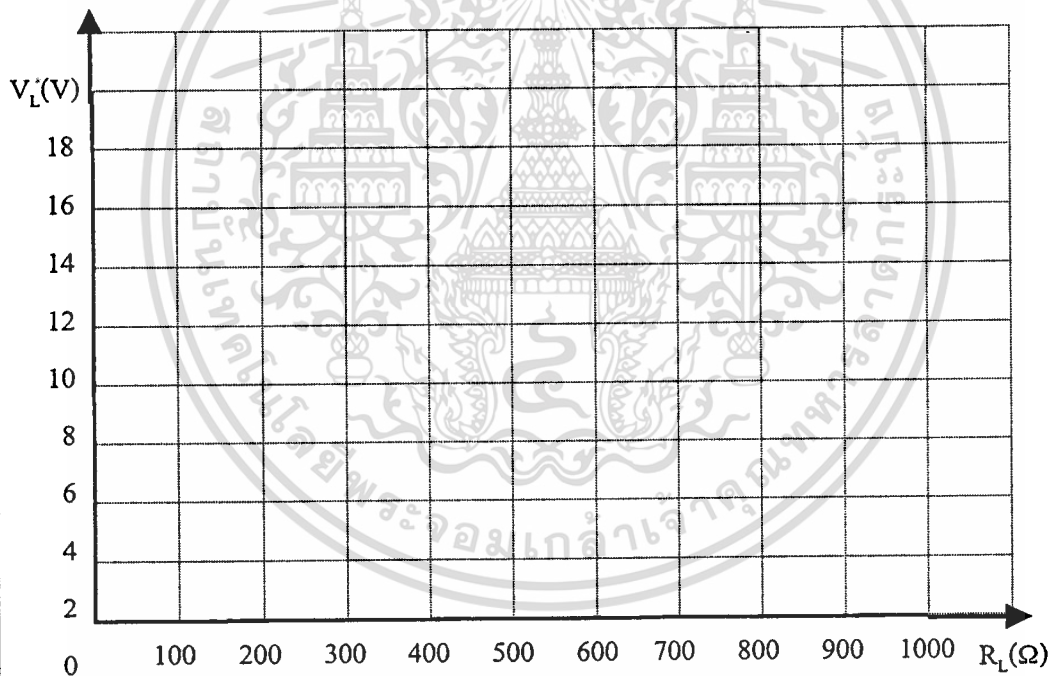
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 3

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2.1

$R_2 = 500 \Omega$, $R_1 = 100 \Omega$, $V_T = 12 \text{ V}$										
$R_L (\Omega)$	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$V_L (\text{V})$										



ตารางกราฟที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (Load)	แผ่นที่ 4
<p>สรุปผลการทดลอง</p> 		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 2 วงจรแบ่งกระแส	1 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	แผ่นที่ 1

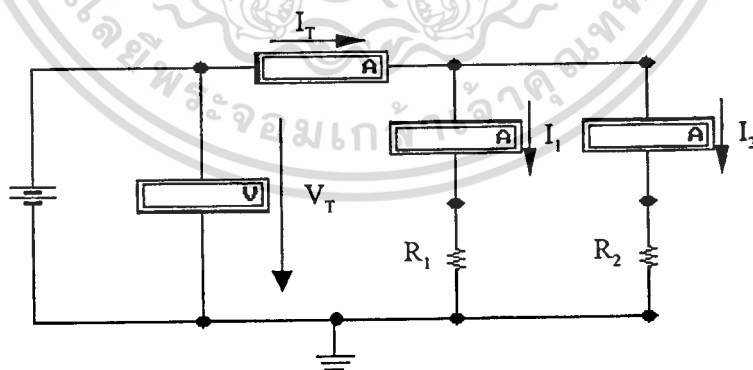
วัตถุประสงค์ : ผู้เรียนมีความสามารถ

1. ต่อด้านทานในวงจรแบ่งกระแสได้
2. วัด และคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจรแบ่งกระแสได้
3. บอกคุณสมบัติของวงจรแบ่งกระแสได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. คอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเทียบเท่า
 - มีหน่วยความจำ Conventional memory ไม่น้อยกว่า 500 kbyte
 - มีโปรแกรม Electronics Workbench อยู่ในฮาร์ดดิสก์/ดิสก์ 1.44 MB
 - มี Mouse และเรียก Driver ไว้แล้ว
2. เครื่องคำนวณสำหรับคำนวณสูตรหาค่าต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

วงจร



รูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 2 วงจรแบ่งกระแส	1 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	แผ่นที่ 2

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 3.1 โดยใช้ตัวต้านทาน $R_1 = 500 \Omega$ และ $R_2 = 1 \text{ K}\Omega$
2. ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 12 \text{ V}$
3. ต่อมัลติมิเตอร์ไฟตรง หรือมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า I_T, I_1 และ I_2 ตามลำดับบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 3.1
4. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า I_T, I_1 และ I_2 บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 3.1 โดยใช้สูตร

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T}$$

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

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

5. จากรูปที่ 3.1 เปลี่ยนค่าตัวต้านทาน R_1 เป็น $1 \text{ K}\Omega$ และ R_2 เป็น $2 \text{ K}\Omega$ ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2-4
6. สรุปผลการทดลอง
7. ทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 2 วงจรแบ่งกระแส	1 คาบ																											
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	แผ่นที่ 3																											
<p><u>ผลการทดลอง</u></p> <p style="text-align: center;">ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3.1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>I_T (mA)</th> <th>I_1 (mA)</th> <th>I_2 (mA)</th> <th>I_1+I_2 (mA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>กระแสที่วัดได้</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>กระแสที่คำนวณได้</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3.2</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>I_T (mA)</th> <th>I_1 (mA)</th> <th>I_2 (mA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>กระแสที่วัดได้</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>กระแสที่คำนวณได้</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><u>สรุปผลการทดลอง</u></p>				I_T (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_1+I_2 (mA)	กระแสที่วัดได้					กระแสที่คำนวณได้						I_T (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	กระแสที่วัดได้				กระแสที่คำนวณได้			
	I_T (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_1+I_2 (mA)																									
กระแสที่วัดได้																													
กระแสที่คำนวณได้																													
	I_T (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)																										
กระแสที่วัดได้																													
กระแสที่คำนวณได้																													

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 1

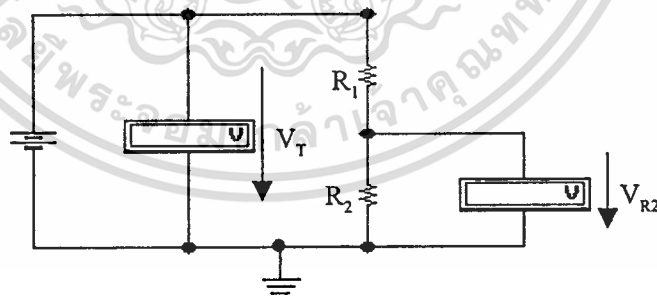
วัตถุประสงค์ : ผู้เรียนมีความสามารถ

1. ต่อด้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลดได้
2. วัด และคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลดได้

อุปกรณ์การทดลอง


1. คอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเทียบเท่า
 - มีหน่วยความจำ Conventional memory ไม่ต่ำกว่า 500 kbyte
 - มีโปรแกรม Electronics Workbench อยู่ในฮาร์ดดิสก์/ดิสก์ 1.44 MB
 - มี Mouse และเรียก Driver ไว้แล้ว
2. เครื่องคำนวณสำหรับคำนวณสูตรหาค่าต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

วงจร

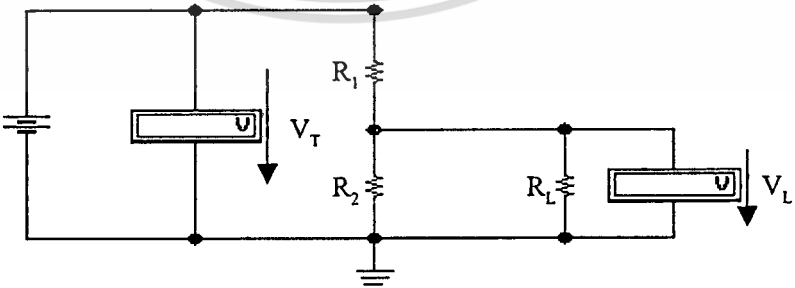


รูปที่ 1.1

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ																								
การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 2																								
<p><u>ลำดับขั้นการทดลอง</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ต่อวงจรตามรูปที่ 1.1 โดยใช้ความต้านทาน $R_1 = 200 \Omega$ และ $R_2 = 100 \Omega$ ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 12 \text{ V}$ ต่อโวลต์มิเตอร์ไฟตรง วัดแรงดัน V_{R_2} แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 1.1 ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 0 \text{ V}$ คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม R_2 บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 1.1 โดยใช้สูตร $V_{R_2} = \frac{V_T R_2}{(R_1 + R_2)}$ เปลี่ยนตัวต้านทาน R_2 เป็น 200, 300, 400 และ 500 Ω ตามลำดับทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2 – 4 สรุปผลการทดลอง ทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง 																										
<p><u>ผลการทดลอง</u></p> <p>ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1.1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">$R_1 = 200 \Omega, V_T = 12 \text{ V}$</th> </tr> <tr> <th>$R_2 (\Omega)$</th> <th>100</th> <th>200</th> <th>300</th> <th>400</th> <th>500</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$V_{R_2} (\text{V})$ ที่วัดได้</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>7.2</td> <td>8</td> <td>8.57</td> </tr> <tr> <td>$V_{R_2} (\text{V})$ ที่คำนวณ</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>7.2</td> <td>8</td> <td>8.57</td> </tr> </tbody> </table>			$R_1 = 200 \Omega, V_T = 12 \text{ V}$						$R_2 (\Omega)$	100	200	300	400	500	$V_{R_2} (\text{V})$ ที่วัดได้	4	6	7.2	8	8.57	$V_{R_2} (\text{V})$ ที่คำนวณ	4	6	7.2	8	8.57
$R_1 = 200 \Omega, V_T = 12 \text{ V}$																										
$R_2 (\Omega)$	100	200	300	400	500																					
$V_{R_2} (\text{V})$ ที่วัดได้	4	6	7.2	8	8.57																					
$V_{R_2} (\text{V})$ ที่คำนวณ	4	6	7.2	8	8.57																					

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 1	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 3
<p><u>สรุปผลการทดลอง</u></p> <p>V_{R2} ที่วัดได้ เท่ากับ V_{R2} ที่คำนวณ</p> 		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 1
<p>วัตถุประสงค์ ; ผู้เรียนมีความสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. คำนวณค่าต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลดได้ 2. วัด และคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรได้ 3. บอกผลของแรงดัน และความต้านทานในวงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลดได้ 4. เขียนกราฟ $V_{RL} = f(R_L)$ เมื่อปรับค่า R_L ได้ 5. อธิบายกราฟ $V_{RL} = f(R_L)$ เมื่อปรับค่า R_L ได้ 		
<p>อุปกรณ์การทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. คอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเทียบเท่า <ul style="list-style-type: none"> - มีหน่วยความจำ Conventional memory ไม่น้อยกว่า 500 kbyte - มีโปรแกรม Electronics Workbench อยู่ในฮาร์ดดิสก์/ดิสก์ 1.44 MB - มี Mouse และเรียก Driver ไว้แล้ว 2. เครื่องคำนวณสำหรับคำนวณสูตรหาค่าต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว 		
<p>วงจร</p>  <p style="text-align: center;">รูปที่ 2.1</p>		

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 2
<p><u>ลำดับขั้นการทดลอง</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ต่อวงจรตามรูปที่ 2.1 โดยใช้ตัวต้านทาน $R_1 = 100 \Omega$ $R_2 = 500 \Omega$ และ $R_L = 100 \Omega$ ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 12 V$ ต่อโวลต์มิเตอร์ไฟตรง วัดแรงดัน V_L แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 2.1 ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 0 V$ เปลี่ยนตัวต้านทาน R_L เป็น 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1000 Ω ตามลำดับ ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2-4 จากตารางผลการทดลองที่ 2.1 เขียนกราฟ $V_L = f(R_L)$ ลงในตารางกราฟที่ 2.1 สรุปผลการทดลอง ทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง 		

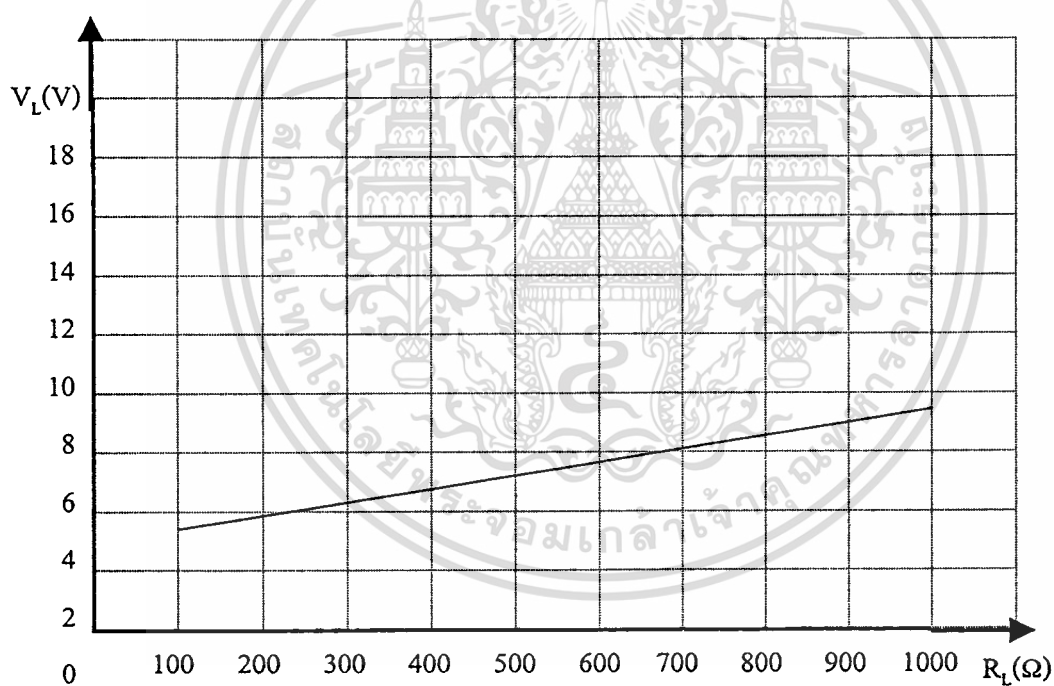
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (No - Load)	แผ่นที่ 3

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2.1

$R_2 = 500 \Omega$, $R_1 = 100 \Omega$, $V_T = 12 \text{ V}$										
$R_L (\Omega)$	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$V_L (\text{V})$	5.47	7.06	7.83	8.28	8.57	8.78	8.94	9.06	9.15	9.23



ตารางกราฟที่ 2.1

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 1 วงจรแบ่งแรงดัน	2 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งแรงดันที่มีโหลด (Load)	แผ่นที่ 4

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง เมื่อเพิ่มความต้านทาน R_L แรงดัน V_L จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน



วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 2 วงจรแบ่งกระแส	1 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	แผ่นที่ 1

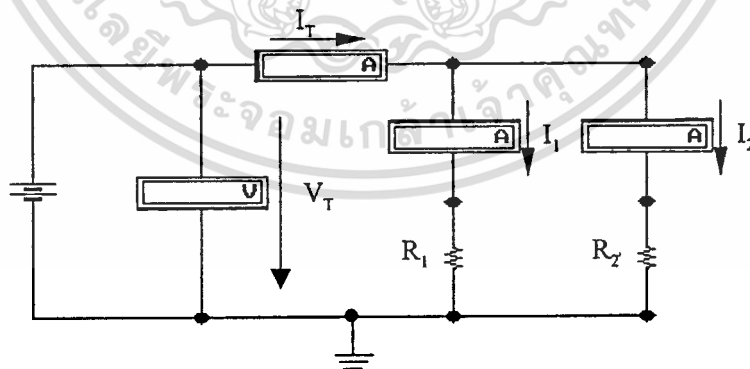
วัตถุประสงค์ : ผู้เรียนมีความสามารถ

1. ต่อตัวต้านทานในวงจรแบ่งกระแสได้
2. วัด และคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจรแบ่งกระแสได้
3. บอกคุณสมบัติของวงจรแบ่งกระแสได้

อุปกรณ์การทดลอง

1. คอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเทียบเท่า
 - มีหน่วยความจำ Conventional memory ไม่ต่ำกว่า 500 kbyte
 - มีโปรแกรม Electronics Workbench อยู่ในฮาร์ดดิสก์/ดิสก์ 1.44 MB
 - มี Mouse และเรียก Driver ไว้แล้ว
2. เครื่องคำนวณสำหรับคำนวณสูตรหาค่าต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

วงจร



รูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 2 วงจรแบ่งกระแส	1 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	แผ่นที่ 2

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อดังวงจรตามรูปที่ 3.1 โดยใช้ตัวต้านทาน $R_1 = 500 \Omega$ และ $R_2 = 1 \text{ K}\Omega$
2. ปรับ D.C. Power Supply ให้ได้แรงดันไฟฟ้า $V_T = 12 \text{ V}$
3. ต่อมัลติมิเตอร์ไฟตรง หรือมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า I_T, I_1 และ I_2 ตามลำดับบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 3.1
4. กำหนดค่ากระแสไฟฟ้า I_T, I_1 และ I_2 บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางผลการทดลองที่ 3.1 โดยใช้สูตร

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad \longrightarrow \quad \textcircled{1}$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} \quad \longrightarrow \quad \textcircled{2}$$

$$I_1 = I_T \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \longrightarrow \quad \textcircled{3}$$

$$I_2 = I_T \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad \longrightarrow \quad \textcircled{4}$$

5. จากรูปที่ 3.1 เปลี่ยนค่าตัวต้านทาน R_1 เป็น $1 \text{ K}\Omega$ และ R_2 เป็น $2 \text{ K}\Omega$ ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 2 - 4
6. สรุปผลการทดลอง
7. ทำแบบทดสอบระหว่างการทดลอง

วิชา วงจรไฟฟ้า 1	หน่วยที่ 2 วงจรแบ่งกระแส	1 คาบ
การทดลองที่ 2	เรื่อง วงจรแบ่งกระแส	แผ่นที่ 3

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3.1

	I_T (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_1+I_2 (mA)
กระแสที่วัดได้	36	24	12	36
กระแสที่คำนวณได้	36	24	12	36

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3.2

	I_T (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)
กระแสที่วัดได้	18	12	6
กระแสที่คำนวณได้	18	12	6

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง I_T เท่ากับ $I_1 + I_2$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Electronics Workbench

1. การเริ่มต้นการใช้โปรแกรม

เมื่อทำการติดตั้งสถานะเรียบร้อยแล้ว ถ้าต้องการเรียก Program Electronics Workbench ซึ่งอยู่ในราก C:\EN_WORK\ANALOG> โดยพิมพ์คำว่า analog แล้วกดแป้น Enter จอภาพจะปรากฏ โลโก้ของ Program Electronics Workbench ดังแสดงในรูปที่ จ.1. (เฉลิม ชุมภูนท์. 2540:235-244)

ELECTRONICS WORKBENCH™

ANALOG MODULE
VERSION 2.0a

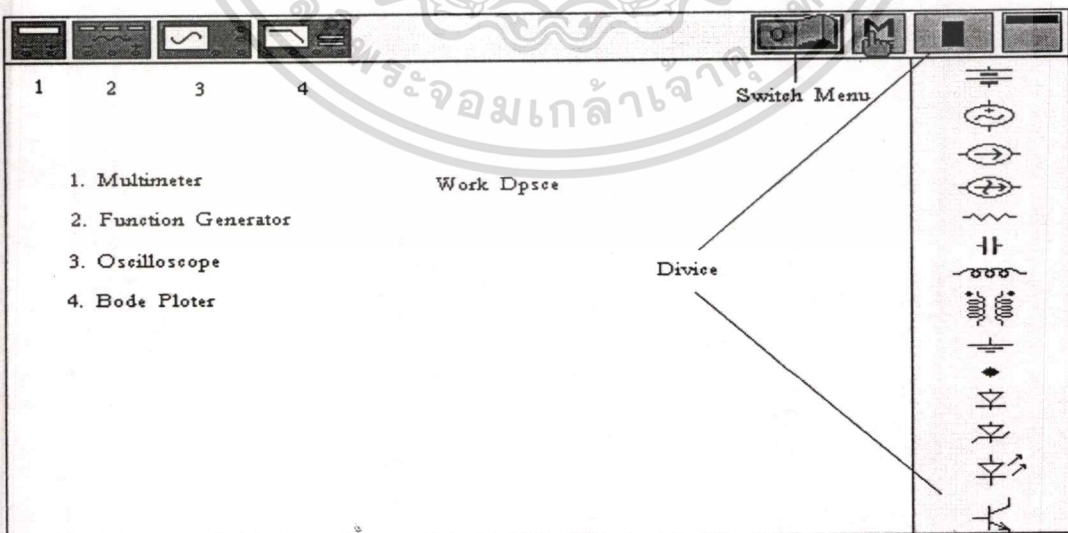


INTERACTIVE IMAGE TECHNOLOGIES LTD.

© 1989, 1991 Interactive Image Technologies, Ltd. All rights reserved.
Suite 401, 49 Bathurst St., Toronto, Ontario M5V 2P2 (416) 361-0333.

รูปที่ จ.1 แสดงโลโก้ของ Program Electronics Workbench

เมื่อเห็นรูปของโปรแกรม Program Electronics Workbench แล้วกด Enter 1 ครั้ง
จอภาพจะปรากฏรูปใหม่ขึ้นมาดังรูปที่ จ.2



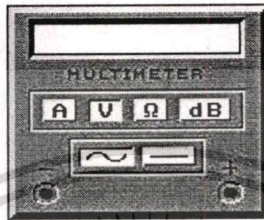
รูปที่ จ.2 แสดงรูปของหน้าจอและส่วนประกอบที่นำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนประกอบของโปรแกรม Electronics Workbench Analog Module Version 2.0a

2.1. ด้านซ้ายมือจะเป็นกลุ่มของเครื่องมือวัดต่าง ๆ

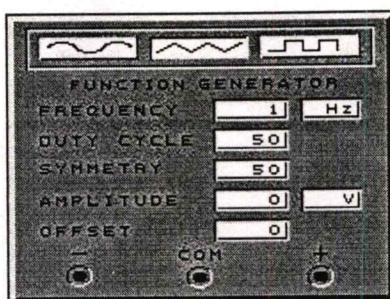
2.1.1 มิเตอร์เอนกประสงค์ (Multimeter) จะมีอินพุตขั้ว (+) และขั้ว (-) ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ยังสามารถวัดค่าโอห์ม และเครื่องวัดค่าเดซิเบล (db) ได้อีกด้วย



รูปที่ จ.3 มิเตอร์เอนกประสงค์ (Multimeter)

2.1.2 ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator) เป็นตัวกำเนิดสัญญาณรูปคลื่น-ซายน์สามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม โดยมีเอาต์พุต (+), (-), com และเก็ยต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ จ.4

- FREQUENCY ใช้ปรับค่าความถี่ได้ตั้งแต่ 1-999 โดยสามารถเปลี่ยนจากหน่วยได้จาก Hz ถึง kHz
- DUTY CYCLE สามารถปรับจาก 1-99 เปอร์เซ็นต์ และมีผลต่อรูปร่างสัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยม ในกรณีของรูปคลื่นสี่เหลี่ยมสามารถควบคุมไซเคิลของสัญญาณด้าน High และ Low ให้คาบเวลาเท่ากันได้ที่ควิต์ไซเคิล 50% ส่วนของรูปคลื่นสามเหลี่ยม สามารถควบคุมความชันของสัญญาณทั้งขึ้นและลงเท่ากันได้ที่ควิต์ไซเคิล 50% เท่ากัน
- Symmetry ควบคุมผลของสัญญาณที่ผลิตขึ้นมาให้สูงหรือต่ำกว่าระดับสัญญาณ DC โดยกำหนดตั้งแต่ 0-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่ 50% ยอดของสัญญาณทั้งไซเคิล (+) และไซเคิล (-) จะมีขนาดเท่ากัน
- AMPLITUDE ควบคุมระดับสัญญาณว่าจะให้มากน้อยเพียงใด มีหน่วยวัดเป็น เป็น โวลท์ (V)
- OFFSET ใช้ปรับสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาให้มีผลรวมของสัญญาณ DC ด้วย



รูปที่ จ.4 แสดงรูปของ Function Generator

2.1.3 ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เป็นเครื่องมือใช้แสดงผลสัญญาณ (amplitude) และความถี่ frequency เป็นออสซิลโลสโคปชนิด 2 ช่องวัดคือ แชนแนล A และ แชนแนล B สามารถวัดได้ทั้งสัญญาณ DC และ AC

- TIME BASE หรือไทม์เบส (เวลา/ช่อง) เป็นฟังก์ชันที่เลือกเวลาในการกวาดของสัญญาณเชิงโครโนซ์ ในขณะที่วัดซึ่งจะต้องปรับค่าให้คาบเวลาหรือความถี่ตรงกับสัญญาณพัลส์ที่จะวัดเพื่อให้ได้สัญญาณนิ่งที่มีรายละเอียดเพียงพอสำหรับการอ่าน

- X Pos ใช้ปรับให้เส้นแกนเลื่อนไปทางซ้ายหรือขวา

- Y Pos ใช้ปรับสัญญาณตามแนวตั้งที่ต้องการ

- TRIGGER ใช้ตรึงเกอ์สัญญาณเชิงโครโนซ์กวาดภาพสัญญาณจากขอบขาลงสัญญาณทริกของสัญญาณเป็นค่าสูงสุดโดยอัตโนมัติ ถ้าปรับไปทางบวกสัญญาณที่ทริกจะอยู่ในระดับเลื่อนขึ้น ถ้าปรับไปทางลบสัญญาณที่ทริกจะเลื่อนลง

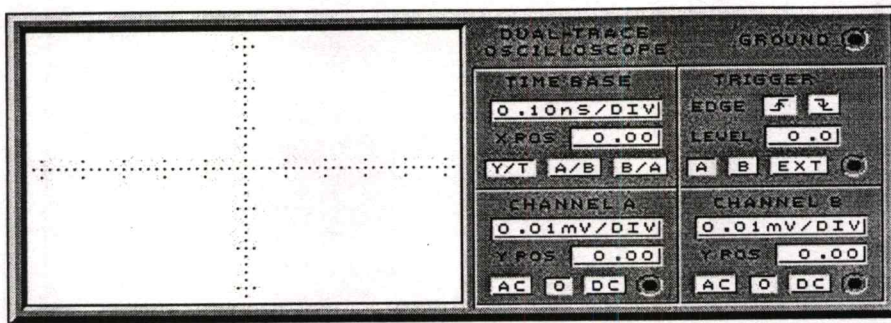
- A,B,EXIT ใช้เลือกตำแหน่งจากสัญญาณทริกภายในแชนแนล A แชนแนล B หรือรับสัญญาณจากภายนอก

- VOLT/DIV ใช้สำหรับเพื่อวัดสัญญาณหรือแรงดันที่ต้องการวัดให้เหมาะสม

- AC สำหรับวัดสัญญาณ AC หรือสัญญาณต่าง ๆ โดยไม่แสดงแรงดัน DC ที่ป้อนมาด้วย

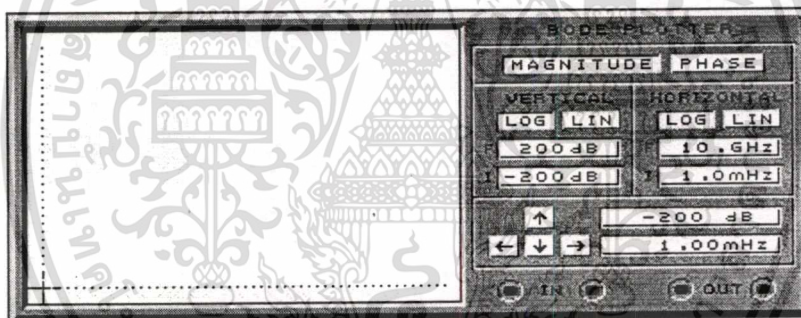
- DC สำหรับวัดสัญญาณ DC โดยแสดงภาพที่แท้จริงของสัญญาณ

- 0 สำหรับลัดวงจรทางด้านอินพุทเพื่อการปรับตำแหน่งเส้นอ้างอิงให้ระดับก่อนที่จะทำการวัดทุกครั้ง



รูปที่ จ.5 แสดงรายละเอียดของ Oscilloscope

2.1.4 โบทพล็อตเตอร์ (Bode Plotter) เป็นเครื่องมือที่ใช้ Plot ความถี่ที่ตอบสนองของวงจรโดยจะแสดงเป็น Amplitude/Frequency โดยที่ขา V1 เข้าที่เอาต์พุตของวงจรในเวลานี้. สามารถที่จะตั้งค่าด้านทาง และปลายทางของ Amplitude - Frequency ที่พล็อตแบบลอการิทึมเป็นแบบลิเนียร์ได้ตามปุ่ม ที่เลือกตามด้านหน้าของเครื่องมือ

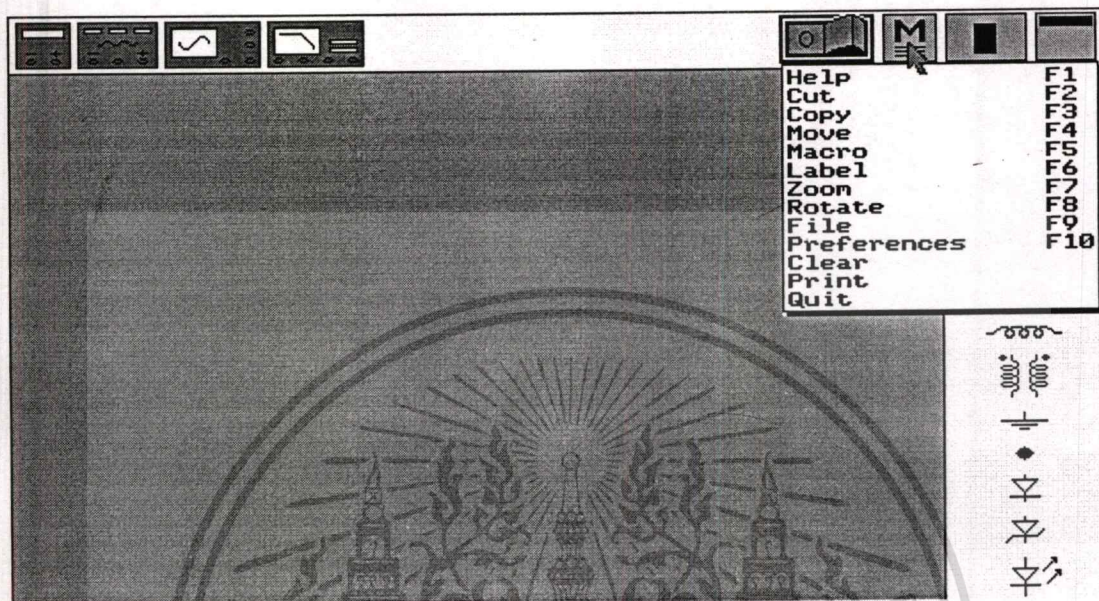


รูปที่ จ.6 แสดงรายละเอียดของ Bode Potter

2.2. กลุ่มบนขวามือจะเป็น Operating Switch ,Menu การเลื่อนแผ่นกระดาษเลื่อนดูอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามลำดับ

2.2.1 สวิตช์เปิดปิด (Operating Switch) มีลักษณะเป็นรูปสวิตช์ใช้สำหรับให้หยุดหรือเริ่มการทำงานของวงจรที่ทดลอง

2.2.2 เมนู (Menu) เป็นส่วนแสดงคำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรม Electronics Workbench ใช้งานได้ โดยการเลื่อนเมาส์มาชี้แล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมื่อก็คจะมีคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาจากนั้นให้เลื่อนเมาส์ชี้ที่เมนูย่อยที่ต้องการแล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือที่กดค้างไว้หรือกดฟังก์ชันคีย์ก็ได้



รูปที่ จ.7 แสดงเมนูหลักทั้ง 13 เมนูของ Electronics Workbench

ให้นำเมาส์ไปชี้ที่เมนู แล้วกดค้างไว้เพื่อเข้าสู่เมนูหลักซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 13 คำสั่งดังแสดงในรูปที่ จ.7 เราสามารถเลื่อนไฮไลต์บาร์โดยการ Drag mouse แล้วเลื่อนขึ้นลงก็ได้ถ้าต้องการที่จะเลือกคำสั่งใดให้เลื่อนไฮไลต์บาร์มาไว้ที่เมนูที่ต้องการแล้วปล่อย mouse หรือกดรหัส เช่น ต้องการเมนู Help ให้กด F1 แทนก็ได้

ต่อไปจะอธิบายคำสั่งของเมนูหลักทั้ง 13 คำสั่ง เพื่อจะสามารถนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

1) HELP (F 1) ใช้เมื่อต้องการดูคำอธิบายการใช้งานโปรแกรมในแต่ละส่วนของโปรแกรม ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้เมาส์ไปชี้ที่รูปที่ต้องการและกดคีย์ F1 ก็จะมีคำอธิบายความหมาย และวิธีการอื่น ๆ มาให้ทราบ

2) CUT (F2) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการลบอุปกรณ์ เมื่อต้องการลบอุปกรณ์ใดก็ให้คลิกเมาส์ปุ่มขวา 1 ครั้งตรงอุปกรณ์ที่ต้องการจะลบ จะเห็นว่าอุปกรณ์นั้นเป็นสีดำ แล้วให้เลือกเมนู CUT หรือกด F2 แทนก็ได้อุปกรณ์ตัวนั้นก็จะหายไป

3) COPY (F3) ใช้ในการก๊อปปี้ส่วนวงจร หรือตัวอุปกรณ์เพียงเลื่อนเมาส์ไปชี้ที่อุปกรณ์ตัวนั้น แล้วกด F3 ก็เกิดอุปกรณ์ตัวนั้นเพิ่มขึ้นมาอีกตัว

4) MOVE (F4) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์โดยการเลื่อนเมาส์ไปชี้ที่อุปกรณ์หรือเครื่องมือตัวนั้นแล้วกดคีย์ F4 เคอร์เซอร์ของเมาส์ที่เป็นรูปมือจะหายไป แต่เวลาเลื่อนเมาส์ไปที่สิ่งใดสิ่งนั้นก็เคลื่อนตามไปด้วย

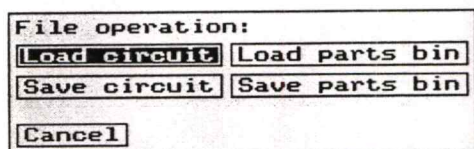
5) Macro (F5) ใช้การทำอุปกรณ์ขึ้นมาใหม่จากอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่แล้ว เช่น ถ้าจะต่อวงจรใหม่รวมเป็นไอซีใหม่ๆ ขึ้นมาจากอุปกรณ์ธรรมดาที่มีมาให้แล้วก็โดยการนำเอาอุปกรณ์มาต่อกันให้เรียบร้อยจากนั้นกำหนดเลือกขอบเขตของวงจรโดยการกดปุ่มขวามือของเมาส์ค้างไว้แล้วกดคีย์ F5 เคลื่อนเมาส์กำหนดขอบของอุปกรณ์จากนั้นปล่อยเมาส์ แล้วโปรแกรมจะขึ้นเมนูย่อยให้ตั้งชื่ออุปกรณ์และลักษณะการต่อขาอุปกรณ์ออก

6) Label (F6) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดชื่อ หรือเขียนตัวอักษรของตัวอุปกรณ์หรือวงจรโดยเคลื่อนเมาส์ไปยังอุปกรณ์นั้น และกดคีย์ (F6) ก็จะขึ้นช่องคีย์อักษรได้ (ถ้าต้องการให้จอแสดงอักษรด้วยต้องการกำหนดค่าในส่วน PREFERENCES (F10) ด้วย

7) ZOOM (F7) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการขยาย หรือลดขนาดของกลุ่มเครื่องมือวัดซึ่งประกอบด้วย Multimeter, Function Generator, Oscilloscope and Bode Plotter เมื่อต้องการที่จะขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น (ZOOM IN) ก็ให้ใช้ Mouse Double Click ที่อุปกรณ์ตัวนั้นและเมื่อต้องการที่จะลดขนาด (ZOOM OUT) ก็ให้ทำในลักษณะเดียวกันกับ ZOOM IN

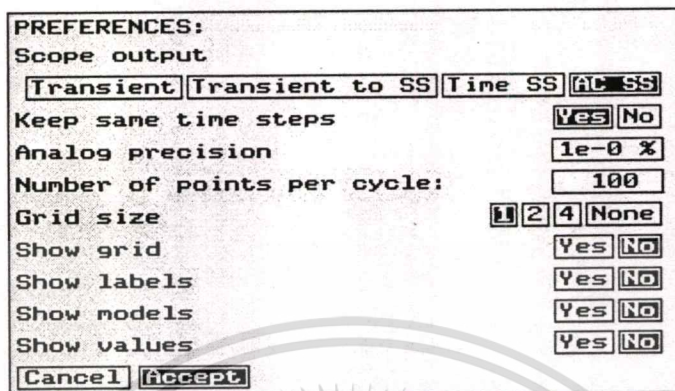
8) ROTATE (F8) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการหมุนอุปกรณ์ เมื่อต้องการหมุนอุปกรณ์ใดก็ได้ให้ Click Mouse ข้างขวา 1 ครั้ง ตรงอุปกรณ์ที่ต้องการหมุน โดยการเลือกเมนู Rotate หรือกด F8 ตามทิศทางที่ต้องการ (สามารถหมุนได้ 4 ทิศทาง) เมื่อเราเลือกได้ตามต้องการแล้ว ให้ Click Mouse ข้างซ้าย 1 ครั้ง สีดำก็จะหายไป

9) File Operation (F9) ใช้ในการโหลดไฟล์จากแผ่นดิสก์ หรือเก็บไฟล์ลงดิสก์โดยทำการโหลดหรือเก็บไฟล์ของอุปกรณ์หรือวงจรที่ทำขึ้นมาเก็บเป็น Macro ไว้ก็ได้ ดังแสดงในรูป จ.8



รูปที่ จ.8 แสดงการใช้เมนู File Operation

10) Preference (F10) เป็นเมนูใช้อักษร กำหนดการแสดงผลและตั้งระยะของกริดได้ เมื่อเลือก เมนู Preference จะปรากฏรูปขึ้นมาดังรูปที่ จ.9



รูปที่ จ.9 แสดงการใช้เมนู Preferences

- Grid Size เป็นการเลือกขนาดของเส้นซึ่งสามารถที่จะเลือกได้ทั้ง 4 รูปแบบ เมื่อเราต้องการเลือกขนาดใดก็ให้นำ Mouse Click ตรงนั้น


- Show size เป็นการเลือกว่าเราต้องการที่จะโชว์สายเส้น หรือไม่ถ้าต้องการก็ให้เลือก yes แต่ถ้าไม่ต้องการก็ให้ตอบ No


- Show Values เป็นการเลือกว่าเราต้องการที่จะโชว์อักษรของตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้าต้องการให้เลือก Yes ถ้าไม่ต้องการเลือก No แต่ถ้าเราโชว์ Show labels เอาไว้แล้วเราไม่สามารถที่จะโชว์ Show Values ได้เมื่อทำการตั้งค่าต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วให้กด Accept เมื่อต้องการตกลง

11) Clear เป็นคำสั่งที่ใช้ในการลบวงจรหรืออุปกรณ์ที่อยู่บนหน้าจอส่วนที่เป็นพื้นที่ทดลองทั้งหมดได้

12) Print เป็นคำสั่งที่ใช้ในการปริ้นวงจร หรืออุปกรณ์เครื่องมือวัดต่าง ๆ ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

13) Quit เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเลิกใช้ Program โดยการเลือกเมนู Quit

2.2.3  ใช้เลื่อนไปยัง Work Space ต่าง ๆ ที่ไม่อาจแสดงบนหน้าจอได้โดยเลื่อนเมาส์ไปชี้แล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างเอาไว้แล้วเลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

2.2.4  ใช้เคลื่อนที่แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ไม่อาจแสดงบนหน้าจอโดยการเลื่อนเมาส์ไปชี้แล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างเอาไว้แล้วเลื่อนเมาส์ ขึ้นลง เพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ในแนวตั้งด้านขวามือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3. แถบแนวตั้งขวามือเป็นรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- แบตเตอรี่ (Battery)
- แหล่งกำเนิดแรงดันสลับ (AC Voltage Source)
- แหล่งกำเนิดกระแสสลับ (AC Current Source)
- ตัวต้านทาน (Resistor)
- คาปาซิเตอร์ (Capacitor)
- ขดลวด (Inductor)
- หม้อแปลง (Transformer)
- กราวด์ (Ground)
- คอนเน็กเตอร์ (Connector)
- ไดโอด (Diode)
- ไดโอดเปล่งแสง (Light - Emitting Diode)
- ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN (TR NPN)
- ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP (TR PNP)
- ออปแอมป์ (OP - AMP)
- โวลท์มิเตอร์ (Voltmeter)
- แอมมิเตอร์ (Ammeter)
- หลอดไฟ (Bulb)
- รีเลย์ (Relay)
- ไฟบวก (+VCC)
- ไฟลบ (-VCC)

3. การใช้เมาส์

1) การชี้โดยการใช้ลูกศรของเมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือ ใช้ในการเคลื่อนย้ายโดยการกดปุ่มซ้ายของเมาส์ค้างไว้จะเหมือนจับ หรือเคลื่อนย้ายอุปกรณ์

2) ใช้ลากเส้น โดยจุดเมาส์จะเปลี่ยนเป็นลูกศร ถ้าเคลื่อนย้ายไปอยู่ในตำแหน่งการต่อ จุดปลายขาอินพุต หรือ เอาท์พุทของอุปกรณ์หรือจุดต่อจากเครื่องมือวัด ในการใช้เส้นให้ชี้ไปยังจุดต่อเหล่านั้นแล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างเอาไว้แล้วลากเส้น ไปยังจุดต่อที่ต้องการ

3) ใช้ในการกำหนดขอบเขตในการใช้คำสั่ง เช่น CUT , MOVE ทำได้โดยการกดปุ่ม ขวามือของเมาส์ค้างเอาไว้แล้วเคลื่อนเมาส์ตามต้องการ ถ้าขยับเล็กให้กดปุ่มซ้ายมืออีกครั้งหนึ่ง

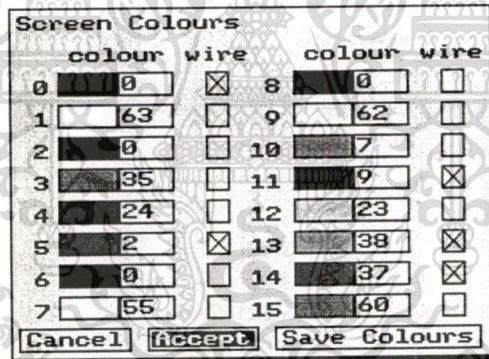
4. คำสั่งเพิ่มเติม

นอกจากนี้ยังมีคำสั่งให้เราเลือกใช้อีก 2 คำสั่ง นอกจากคำสั่งในเมนูคือ

1) การปรับเปลี่ยนกรณีจอสี สามารถปรับแต่งสีต่าง ๆ ได้โดยการกด Key ตัว C (ต้องเป็นอักษรตัวใหญ่) จะขึ้น Menu ว่า Screen Colours ให้เราเคลื่อนเมาส์ไปยังตารางสีนั้น ๆ แล้วกดปุ่มเมาส์ด้านซ้ายมือแล้วเลื่อนขึ้นลงจะเห็นสีเปลี่ยนไป เมื่อเลือกสีได้ ตามต้องการแล้ว ก็ให้นำเมาส์ไปชี้ที่ Save Colours แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือ 1 ครั้งก็เสร็จขั้นตอนการ

Set สี

- ถ้าต้องการให้สีของสายต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ กับเครื่องมือวัดให้มีสีต่าง ๆ นอกเหนือจากสีดำได้โดยกระทำเช่นเดียวกับข้อหนึ่ง แต่ให้นำเมาส์ไปชี้ที่ช่อง Wire ของแต่ละสีที่ต้องการถ้าต้องการสีใดก็ให้กดเมาส์ด้านซ้ายมือ 1 ครั้ง ให้มีเครื่องหมาย X ที่ช่อง Wire ของสีนั้น ซึ่งแสดงดังรูปที่ จ. 10



รูปที่ จ.10 แสดงเมนู Screen Colours เพื่อใช้ในการเลือกสี

การเลือกสีของโปรแกรมทั้งหมด

0 = การตัดเส้นขอบทั้งหมด

1 = สีของจอพื้น

2 = สีของจอภาพที่อยู่ด้านบนบนเสมอในกรณีที่เกิดปุ่มขวามือของเมาส์ ที่เครื่องมือจะมีสี

เข้มขึ้น

3 = สีของเครื่องมือในการวัดที่ Zoom ลงมาดู และสีของโปรแกรม

4 = สีของตัวอักษรในคอนตันที่บอกที่มาของโปรแกรม

6 = สีของตัวอุปกรณ์ในระหว่างหีบมา, ตัวอักษรในพื้นที่ของเครื่องมือวัดและสีของ

เอกสาร อุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ไม่ได้เลือกฟังก์ชัน นั้น

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 7 = สีของพื้นด้านนอกที่เป็นกรอบ, พื้นของชื่อโปรแกรมในตอนแรก และพื้นของจอ
เครื่องมือวัด
- 8 = สีแสดงบนจอเครื่องมือวัดต่าง ๆ ที่เรากำลังเลือกฟังก์ชันนั้นอยู่
- 9 = สีของพื้น Screen Colors เอง
- 11 = สีของตัวอักษรที่เน้นใน Help Menu ใน F1 และกรอบฟังก์ชันต่าง ๆ ในการเลือก
บนเครื่องมือวัด
- 12 = สีของชื่อโปรแกรมบริเวณตัดขอบตัวอักษร
- 15 = สีของสวิทช์ เปิด - ปิด และลูกศรด้วย

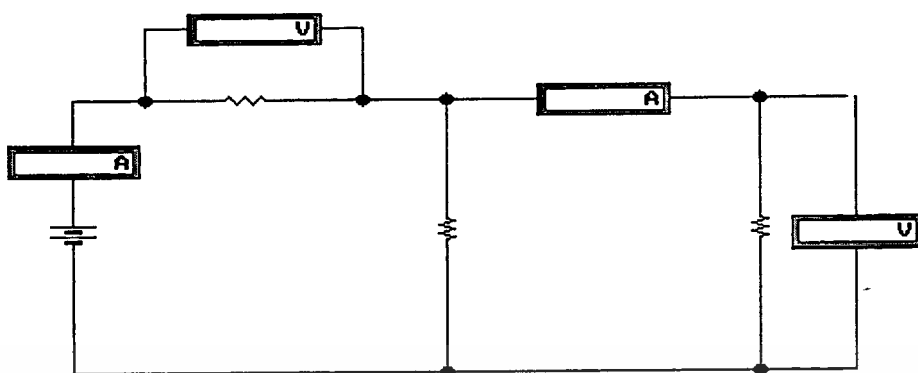
- เวลาที่ต้องการเปลี่ยนสีของสายต่อระหว่างอุปกรณ์หรือ เครื่องมือวัด โดยเคลื่อน
เมาส์ให้ลูกศรไปที่ขั้วต่อของอุปกรณ์ หรือเครื่องมือวัด และกด Alt พร้อมด้วยปุ่มขวามือของ
เมาส์ค้างไว้ เคลื่อนเมาส์ไปที่ที่ต้องการแล้วปล่อย สายต่อเส้นนั้นก็จะเป็นสีนั้นวิธีนี้มี
ประโยชน์ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบสัญญาณ input และ output ของวงจรบน Oscilloscope และ
อื่น ๆ

2) การที่เราจะดูหน่วยความจำที่มีอยู่โดยการกดคีย์ M (ตัวใหญ่) จะแสดงจำนวน
Memory ที่ยังว่างอยู่ที่มุมด้านล่างซ้ายมือ ข้อสังเกต ในการคำนวณค่าที่เป็นจุดทศนิยมนั้น
โปรแกรม Electronics Workbench Analog Module Version 2.0a จะคิดเพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น

5. ตัวอย่างการสร้างวงจรทดลอง

เมื่อเราเข้าใจในส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรม Electronics Workbench Analog
Module Version 2.0a แล้วก็มาต่อวงจรใช้งานจริง ๆ ทำได้โดยการเคลื่อนเมาส์ไปยังขวามือใน
ส่วนของอุปกรณ์นั้น ๆ เมื่อ จุดเมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปมือแล้วจึงจะสามารถนำอุปกรณ์นั้น ๆ มาใช้
ได้

จากนั้นนำจุดมาต่อมาวางแล้วลากเส้นต่อโดยการกดเมาส์ที่ขาอินพุต หรือเอาท์พุทของ
อุปกรณ์ เพียงแค่บอกจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางเท่านั้น ที่เหลือโปรแกรมจะคำนวณ และ
ลากเส้นให้เองอัตโนมัติ



รูปที่ จ.11 แสดงตัวอย่างวงจรการทดลอง

จากรูปที่ จ.11 แสดงลำดับขั้นในการสร้างวงจร และการทดลองได้ดังนี้

1) เคลื่อนเมาส์ไปยังด้านบนมุมซ้ายในส่วนของอุปกรณ์แล้วนำเมาส์ไปชี้ที่ Battery จากนั้นจะพบว่าลูกศรจะเปลี่ยนเป็นรูปมือ แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือค้างเอาไว้เคลื่อนเมาส์มาที่ Work Space ซึ่ง Battery ก็จะเลื่อนมาพร้อมกันด้วย เมื่อเลือกที่จะวางได้แล้วก็ให้ปล่อยเมาส์

2) เคลื่อนเมาส์ไปยังส่วนบนมุมซ้ายของอุปกรณ์แล้วนำเมาส์ไปชี้ที่ ความต้านทาน จากนั้นก็จะพบว่าลูกศรเปลี่ยนเป็นรูปมือ แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือค้างเอาไว้ เคลื่อนเมาส์มาที่ Work Space ซึ่ง ความต้านทานตัวที่ 1 ก็จะเคลื่อนตามมาด้วย เมื่อเลือกที่จะวางได้แล้วก็ปล่อยเมาส์ จากนั้นก็เลือกความต้านทานตัวที่ 2 และตัวที่ 3 ตามลำดับ จะพบว่า ความต้านทานตัวที่ 2 และตัวที่ 3 วางในแนวอน เราสามารถที่จะเปลี่ยนให้เป็นแนวตั้งได้ โดยนำเมาส์ไปชี้ที่ความต้านทานตัวนั้น แล้วกดเมาส์ด้านขวา 1 ครั้ง จะพบว่า ความต้านทานเปลี่ยนเป็นสีดำเข้ม แล้วให้เคลื่อนเมาส์ไปชี้ที่เมนู และกดเมาส์ด้านซ้ายมือค้างไว้ก็จะมีคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาให้เลือก จากนั้นให้เคลื่อนเมาส์ลงมาชี้ที่เมนูย่อย Rotate (F8) แล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือที่กดค้างไว้ หรือจะกดคีย์ F8 แทนก็ได้ ความต้านทานตัวที่ 2 และตัวที่ 3 จะเปลี่ยนไปเป็นแนวตั้งให้นำเมาส์ไปวางในพื้นที่ว่างของ Work Space ต่อจากนั้นกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์อีก 1 ครั้ง จะพบว่า สีดำเข้มที่ความต้านทานตัวที่ 2 และตัวที่ 3 จะหายไป

3) เคลื่อนเมาส์ไปยังส่วนขวาของอุปกรณ์แล้วนำเมาส์ไปชี้ที่ จุดต่อ (Point) จะพบว่า ลูกศรนั้นจะเปลี่ยนเป็นรูปมือ แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือค้างไว้ เคลื่อนเมาส์มาที่ Work Space ซึ่งจุดต่อ (Point) ก็จะเคลื่อนตามมา เมื่อเลือกที่จะวางได้แล้วให้ปล่อยเมาส์

4) เคลื่อนเมาส์ไปยังส่วนขวาของอุปกรณ์แล้วนำเมาส์ไปชี้ที่ Voltmeter จะพบว่า ลูกศรเปลี่ยนเป็นรูปมือ แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือค้างไว้เคลื่อนเมาส์มาที่ Work Space ซึ่ง Voltmeter ก็

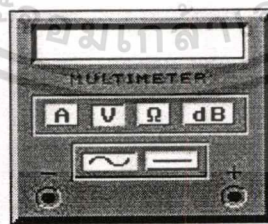
จะเคลื่อนตามมา เมื่อเลือกที่จะวางได้แล้วให้ปล่อยเมาส์ จะพบว่า Voltmeter ที่ต่อพร้อมความต้านทาน

ทวนตัวที่ 1 วางในแนวตั้ง เราสามารถที่จะเปลี่ยนให้เป็นแวนอนได้โดยนำเมาส์ไปชี้ที่ Voltmeter ตัวนั้น แล้วกดเมาส์ด้านขวา 1 ครั้ง Voltmeter ก็จะเปลี่ยนเป็นสีคำเข้ม แล้วให้เลื่อนเมาส์ไปชี้ที่เมนู และกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างไว้ ก็จะมีคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาให้เลือกใช้ จากนั้นเลื่อนเมาส์ลงมายังเมนูย่อย Rotate (F8) แล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือที่กดค้างไว้ หรือจะกดคีย์ F8 แทนก็ได้ จากนั้น จะพบว่า Voltmeter เปลี่ยนไปเป็นแวนอน ให้นำเมาส์ไปชี้ที่ Voltmeter ตัวนั้น ต่อจากนั้นกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ 1 ครั้ง จะพบว่า สีคำเข้มที่ Voltmeter จะหายไป

5) สำหรับ Ammeters ก็ให้ทำในทำนองเดียวกันกับ Voltmeters ในข้อที่ 4

6) หลังจากที่นำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาวางตามที่กำหนดแล้ว ต่อจากนั้น เราก็สามารถที่จะต่อวงจรได้ โดยการนำเมาส์ไปชี้ที่ปลายของอุปกรณ์ จะพบว่า ด้านปลายของอุปกรณ์จะเปลี่ยนเป็นจุดสีดำ แล้วให้เรากดเมาส์ด้านซ้ายมือค้างเอาไว้ แล้วลากเส้นเชื่อมตามจุดต่าง ๆ ของวงจร ดังแสดงในรูปที่ จ.11

7) เราสามารถที่จะใส่ค่าของ Battery ได้โดยนำเมาส์ไปชี้ที่ Battery ให้เปลี่ยนเป็นรูปมือชี้ แล้วกดปุ่มขวาของเมาส์อีก 1 ครั้ง พบว่า Battery เปลี่ยนเป็นสีคำเข้ม จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปยังเมนู แล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างไว้ หลังจากนั้นก็มีคำสั่งขึ้นมาให้เลือกใช้ ให้เลื่อนเมาส์ไปยังเมนูย่อย Label (F6) แล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือที่กดค้างเอาไว้ หรือกดคีย์ F6 แทนก็ได้ จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมา เพื่อให้เรากำหนดค่าแรงดันดังรูปที่ จ.12 แล้วใส่ค่าโดยพิมพ์ "20" ลงไป จากนั้นจะพบว่า แรงดันมีหน่วยเป็น μV เราสามารถที่จะเปลี่ยนหน่วยให้เป็น V โดยการนำเมาส์ไปชี้ที่ช่อง μV แล้วกดปุ่มซ้ายมือค้างไว้ จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปทางขวามือ จะพบว่า หน่วยจะเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จาก μV เป็น mV และ V ตามลำดับ เมื่อเราดังค่าได้ตามต้องการแล้วให้นำเมาส์ไปชี้ที่ Accept แล้วกดปุ่มซ้ายมือ 1 ครั้ง หรือกดปุ่ม Enter ที่คีย์บอร์ดแทนก็ได้

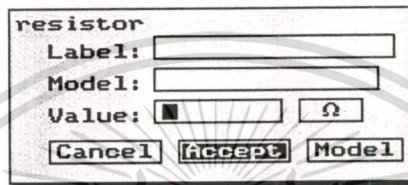


รูปที่ จ.12 แสดงการกำหนดคุณสมบัติให้กับแบตเตอรี่

8) เราสามารถที่จะกำหนดค่าให้กับความต้านทาน โดยนำเมาส์ไปชี้ที่ความต้านทาน แล้วกดเมาส์ด้านขวามือจะสังเกตเห็นว่า ความต้านทานจะกลายเป็นสีคำเข้ม หลังจากนั้นเลื่อนเมาส์ไปยังเมนู แล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างเอาไว้ หลังจากนั้นก็มีคำสั่งขึ้นมาให้เลือกใช้ ให้เลื่อนเมาส์มายังเมนูย่อย Label (F6) แล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือที่กดค้างเอาไว้ หรือจะกดคีย์ F6 แทนก็ได้

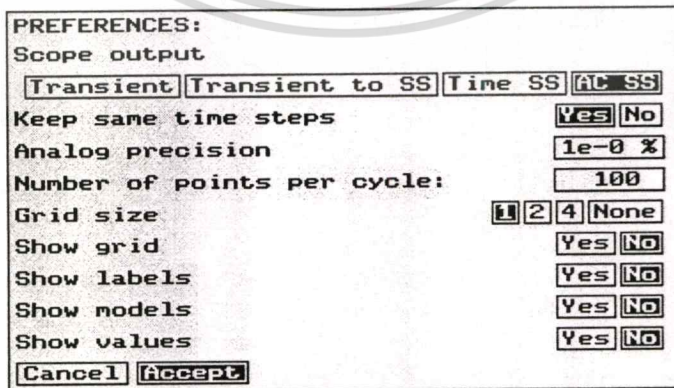
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ขึ้นมาเพื่อให้เรากำหนดค่าความต้านทาน ดังรูปที่ จ.13 โดยกำหนดช่อง Label เป็นชื่อความต้านทาน เช่น R1 และที่ Value กำหนดให้เป็นค่าของความต้านทาน เช่น 10 k Ω โดยพิมพ์ "10" ลงไปในช่อง จะพบว่าแรงดันนั้นมีหน่วยเป็น Ω เราสามารถที่จะเปลี่ยนให้เป็นหน่วย k Ω ได้ โดยการนำเมาส์ไปชี้ที่ช่องหน่วย (Ω) แล้วคลิกปุ่มซ้ายมือค้างเอาไว้ จากนั้นเลื่อนเมาส์ไปทางขวามือจะพบว่า หน่วยจะเพิ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จาก Ω เป็น k Ω ตามลำดับ เมื่อเราตั้งค่าได้ตามต้องการแล้ว ให้นำเมาส์ไปชี้ที่ Accept แล้วคลิกปุ่มซ้ายมือ 1 ครั้ง หรือกด Enter ที่คีย์บอร์ดแทนก็ได้ ทำในทำนองเดียวกันไปเรื่อย ๆ จนครบทุกตัว



รูปที่ จ.13 แสดงการกำหนดคุณสมบัติให้กับตัวต้านทาน

9) หลังจากที่เรใส่ค่าลงไปแล้ว เราจะพบว่าค่าความต้านทาน และเบคเตอร์ จะไม่แสดงค่าให้เห็นบนจอ เราสามารถที่จะแสดงค่าให้เห็นบนจอได้ โดยการเลื่อนเมาส์ไปยังเมนูแล้วคลิกปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างเอาไว้ หลังจากนั้นก็มีคำสั่งขึ้นมาให้เลือกใช้ จากนั้นให้เลื่อนเมาส์มายังเมนูย่อย Preference (F10) แล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือที่กดค้างเอาไว้ หรือจะกดคีย์ F10 แทนก็ได้ จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ขึ้นมาดังแสดงในรูปที่ จ.14 จากนั้นให้นำเมาส์ไปชี้ที่ช่อง Yes ในบรรทัดของ Show Values แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือ 1 ครั้ง เมื่อเลือกได้ตามต้องการแล้วให้เลื่อนเมาส์ไปคลิกที่ช่อง Accept ค่าที่เราเลือกเอาไว้ก็จะแสดงให้เห็นบนจอภาพ



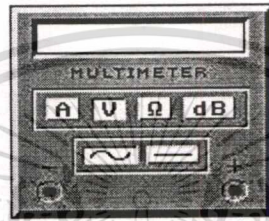
รูปที่ จ.14 แสดงการกำหนดคุณสมบัติให้กับวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) เมื่อเราต้องการจะวัดค่าของแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทาน และกระแสที่ไหลในวงจร เราสามารถทำได้ดังนี้

10.1 เคลื่อนเมาส์ไปชี้ที่ มิเตอร์เอนกประสงค์ (Multimeter) แล้วให้กดเมาส์ติดต่อกัน 2 ครั้ง อย่างรวดเร็ว (Double Click) จะปรากฏรูปของมิเตอร์เอนกประสงค์ (Multimeter) ขึ้นมาดังแสดงในรูปที่ จ.15

10.2 เลื่อนเมาส์ไปชี้ที่มิเตอร์เอนกประสงค์ (Multimeter) ให้เปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรง



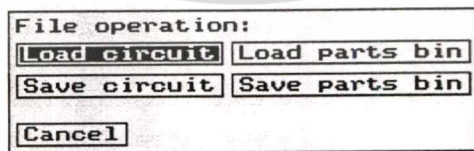
รูปที่ จ.15 แสดงการใช้งาน มิเตอร์เอนกประสงค์

11) เลื่อนเมาส์ไปชี้ที่ สวิตซ์ กดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ 1 ครั้ง

12) ค่าของกระแส และแรงดันที่แอมป์มิเตอร์ และ โวลท์มิเตอร์ ก็จะโชว์ค่าขึ้นมาให้เห็น โดยค่าที่แสดงนั้นจะใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

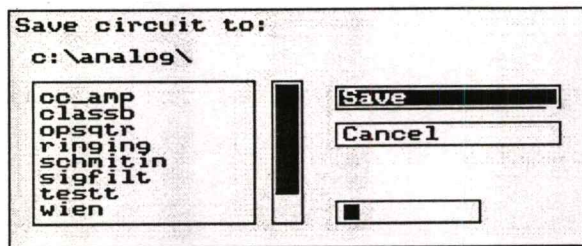
13) เมื่อต้องการที่จะบันทึกวงจรที่สร้างเอาไว้ เราสามารถทำได้ดังนี้

13.1 เคลื่อนเมาส์ไปยังเมนู แล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างเอาไว้ หลังจากนั้นก็จะมีการสั่งขึ้นมาให้เลือกใช้ แล้วให้เคลื่อนเมาส์มายังเมนูย่อย File (F9) แล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือที่กดค้างเอาไว้หรือกดคีย์ F9 แทนก็ได้ จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกขึ้นมาดังแสดงในรูปที่ จ.16



รูปที่ จ.16 แสดงการบันทึกวงจรด้วยการใช้เมนู File Operation

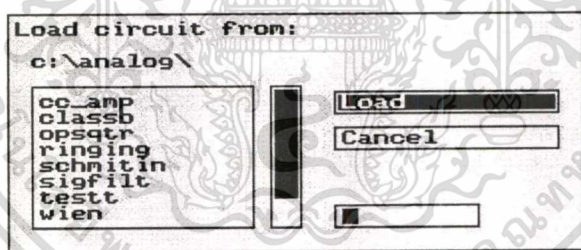
13.2 นำเมาส์ไปชี้ที่ Save Circuit แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือ 1 ครั้งหลังจากนั้นจะพบว่ามิไดอะล็อกบ็อกดังแสดงในรูปที่ จ.17



รูปที่ จ.17 แสดงการบันทึกวงจรการทดลอง หลังจากใช้เมาส์คลิกที่ Save circuit

13.3 เพื่อที่จะให้ใส่ชื่อของวงจรนั้นโดยการพิมพ์ชื่อตรงลูกศรชี้ โดยพิมพ์ชื่อนั้นไม่เกิน 8 ตัวอักษรหลังจากที่ตั้งชื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำเมาส์ไปชี้ที่ Save แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือ 1 ครั้ง

14) เมื่อต้องการที่จะเรียกวงจรที่สร้างเอาไว้มาใช้ สามารถที่จะทำได้ดังนี้คือ เคลื่อนเมาส์ไปยังเมนูแล้วกดปุ่มซ้ายมือของเมาส์ค้างเอาไว้ หลังจากนั้นก็จะมีการสั่งขึ้นมาให้เลือกใช้แล้วให้เลือกเมาส์ไปยังเมนูย่อย File (F9) แล้วปล่อยปุ่มซ้ายมือค้างเอาไว้ หรือกดคีย์ F9 ก็ได้เช่นกันก็จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์มาแสดงในรูปที่ จ.18



รูปที่ จ.18 แสดงการโหลดวงจรการทดลองที่บันทึกไว้

เพื่อที่จะให้เราใส่ชื่อวงจร ที่เราต้องเราเรียกมาใช้ โดยพิมพ์ชื่อวงจรที่ต้องการตรงลูกศรชี้หลังจากนั้นให้นำเมาส์ไปชี้ที่ Load แล้วกดเมาส์ด้านซ้ายมือ 1 ครั้ง ก็จะปรากฏรูปวงจรตามที่เราต้องการขึ้นมาแสดงใน Work Space



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง หลังจากที่ท่านได้ศึกษาบทเรียนเรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ แล้วให้ท่านแสดงความรู้สึกพึงพอใจ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกนึกคิดของท่าน

บทเรียนเรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. ท่านคิดว่าวิธีการเรียนด้วยโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ ดีกว่าการเรียนแบบปกติเพียงใด					
2. การเรียนด้วยโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ ท่านสามารถทำความเข้าใจได้ดีเพียงใด					
3. การเรียนด้วยโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ ทำให้ท่านมีความรับผิดชอบในการทำใบทดลองอย่างน้อยเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับบททดลองแบบปกติ					
4. การเรียนด้วยโปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ ทำให้ท่านมีความกระตือรือร้นเพียงใด					
5. การทดลองในแต่ละเรื่อง ได้บอกขั้นตอนการปฏิบัติชัดเจนเพียงใด					
6. ในการทดลองเรื่องอื่น ๆ ถ้าท่านมีโอกาสเลือกท่านจะเลือกใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนท์ ในการทดลองเพียงใด					

บทเรียนเรื่อง การทดลองวงจรไฟฟ้า กระแสตรง โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
7. การต่อวงจรและการใช้เครื่องมือวัด โดยใช้โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์คเบนซ์ ให้ทักษะแก่ท่านมาก น้อยเพียงใด					
8. ท่านคิดว่าเนื้อหาในภาคปฏิบัติวงจร ไฟฟ้ากระแสตรง ควรเรียนด้วย โปรแกรม อิเล็กทรอนิกส์ เวอร์ค เบนซ์ มีความเหมาะสมเพียงใด					
9. สัญลักษณ์ที่ใช้กับวงจรในการ ทดลองมีความเหมาะสมกับเนื้อหา เพียงใด					
10. ผลการทดลองในแต่ละใบทดลอง ทำให้ท่านสามารถเข้าใจและนำไปใช้ ในการคำนวณมากน้อยเพียงใด					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายนรินทร์ สิงห์สกุล
วัน เดือน ปี เกิด	20 กันยายน 2513
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุตรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 46/14 ถนนสีศรีทธา ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุตรธานี
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคอุตรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุตรธานี
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2536 สำเร็จการศึกษา อุดสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) จากวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีการศึกษา 2540 เข้าศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะครุศาสตร์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้