ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

PLC LABORATORY SET ON INDUSTRIAL COMPUTER FOR BACHELOR OF SCIENCE IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS TECHNOLOGY SURINDRA RAJABHAT UNIVERSITY

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม
SURACHET VONGCHAIPRATOOM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2552

KMITL-2009-ED-M-231-126

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

PLC LABORATORY SET ON INDUSTRIAL COMPUTER FOR BACHELOR OF SCIENCE IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS TECHNOLOGY SURINDRA RAJABHAT UNIVERSITY

T105201

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม
SURACHET VONGCHAIPRATOOM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2552

KMITL-2009-ED-M-231-126

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 105201
วัน,เดือน,ปี 17 พ.ย. 2552
.b.....
.i.....
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC LABORATORY SET ON INDUSTRIAL COMPUTER FOR BACHELOR OF SCIENCE IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS TECHNOLOGY SURINDRA RAJABHAT UNIVERSITY

SURACHET VONGCHAIPRATOOM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2009

KMITL-2009-ED-M-231-126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

PLC Laboratory Set on Industrial Computer for Bachelor of Science in Electrical and Electronics Technology Surindra Rajabhat University

นักศึกษา นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม

รหัสประจำตัว 47065422

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดินณ อยุธยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.กิติพงค์ มะโน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.วิสุทธิ์	สุนทรธนานิพงศ์	
ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสดินณ อยุธยา	
ผศ.กิติพงค์	มะโน	
ดร.สุขสันต์	พาณิชพาพิบูล	
รศ.ดร.กัลยาณี	จตุตการุณย์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 23 เมษายน 2552 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ 27 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
นักศึกษา	นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม
รหัสประจำตัว	47065422
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.กิติพงค์ มะโน

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการ ใบงานการทดลอง แบบทดสอบ และแบบประเมินคุณภาพ

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ส่วนใบงานการทดลอง มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี เท่ากับ 81.20/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	PLC Labolatory Set On Industrial Computer for Bachelor of Science in Electrical and Electronics Technology Surindra Rajabhat University
Student	Mr. Surachet Vongchaipratoom
Student ID.	47065422
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2009
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr.Threraphon Thephasadin Na Ayuthya
Thesis Co-Advisor	Assist. Prof. Kitipong Mano

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop and to find out the quality and effectiveness of PLC labolatory set on Industrial Computer course for Bachelor of Science in Electrical and Electronics Technology of Surindra Rajabhat University. The sampling group of this study was selected from thirty third-year students in Electrical Industrial Technology program and Electrical and Electronics Technology program at Faculty of Industrial Technology, Surindra Rajabhat University. The research tools consisted of PLC labolatory set, lab sheets, achievement test and quality evaluation .

It was show in This research That The PLC labolatory set had the efficiency of 81.20/80.50 on The E1/E2 scale this was higher than the 80/80 criterion and theufore confirmed the hypothesis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงค์ มะโน อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งประกอบไปด้วย ผศ.ดร.นิคม ลนขุนทด ผศ.ดร.สมโภชน์ สุดาจันทร์ ผศ.วรวิทย์ สมหา อาจารย์สันติ ครึ่งมี อาจารย์กิติพงษ์ แซ่เตียว และคุณประทิน พิมสวรรค์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์ จนประสบความสำเร็จ ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อัจฉรา ภาณุรัตน์ อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ผศ.ดร.นิคม ลนขุนทด คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ตลอดจนคณาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่อำนวยความสะดวก และให้การสนับสนุนในการทดลองการใช้เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ผ่องใส วงศ์ชัยประทุม ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งที่ได้มอบความรักคอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณ อาจารย์ชัชฎาภรณ์ ไชยฤทธิ์ ที่ช่วยในการพิมพ์วิทยานิพนธ์ และคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

ขอขอบคุณท่านประธานและสมาชิกสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารรุ่นที่ 8 ทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจที่ดีให้แก่กันในการสอบวิทยานิพนธ์

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... VI

สารบัญ..... VII

สารบัญตาราง..... IX

สารบัญภาพ..... X

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 2

1.3 สมมติฐานในการวิจัย..... 2

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย..... 3

1.5 ขอบเขตการวิจัย..... 3

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย..... 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พุทธศักราช 2549..... 7

2.2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของพีแอลซี..... 9

2.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง..... 23

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 29

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 33

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 33

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 33

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 42

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 43

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 48

4.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี 48

4.2 ผลการประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง 50

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี 51

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 54

5.1 สรุปผลการวิจัย 54

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 56

5.3 ข้อเสนอแนะ 57

บรรณานุกรม 58

ภาคผนวก 60

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ 61

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 70

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพ 72

ภาคผนวก ง ใบงานการทดลองและแบบทดสอบ 79

ภาคผนวก จ ตารางแสดงค่าการวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี 120

ประวัติผู้เขียน 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 คำสั่งพื้นฐานของ พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO..... 22

2.2 ความหมายของคำสั่งพื้นฐาน..... 23

4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิต่อการประเมิน ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี..... 48

4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของการประเมินใบงานการทดลอง..... 50

4.3 คะแนนของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวมของกลุ่มตัวอย่าง..... 51

4.4 ผลสรุปการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองพีแอลซี จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน..... 53

จ.1 ผลการวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ..... 121

จ.2 ผลการวิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก 123

จ.3 ผลการวิเคราะห์การหาค่าความแปรปรวน..... 125

จ.4 ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี..... 126

จ.5 ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ ใบงานการทดลอง 127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างส่วนประกอบของ พีแอลซี	16
2.2 ลำดับขั้นการกวาดการทำงานของ พีแอลซี	18
2.3 วงจรการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าของหน่วยอินพุต	19
2.4 วงจรหน่วยอินพุต	19
2.5 ก. โมดูลเอาต์พุตแบบ RELAY	20
2.5 ข. โมดูลเอาต์พุตแบบ TRANSISTOR	20
2.5 ค. โมดูลเอาต์พุตแบบ TRIAC	20
2.6 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง STR, OR, AND NOT, OUT, END	24
2.7 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง AND STR (1)	25
2.8 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง AND STR (2)	26
2.9 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง OR STR (1)	27
2.10 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง OR STR (2)	28
2.11 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรมแกรมการใช้คำสั่ง TMR	29
2.12 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรมแกรมการใช้คำสั่ง CNT	30
3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี	36
3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลอง	38
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ	40
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พีแอลซี หรือ โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC : Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ พีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก พีแอลซี ใช้สำหรับควบคุมการกระบวนการทำงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม พีแอลซี สามารถนำไปใช้งานในระบบควบคุมอัตโนมัติได้ทุกระบบ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นระบบควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมความดัน ควบคุมการไหล ควบคุมระดับ หรือระบบอื่นๆ เพียงแต่ต้องเลือกใช้งานพีแอลซีร่วมกับหน่วยอินพุต/เอาต์พุตให้ถูกต้อง เช่น ในระบบควบคุมอุณหภูมิสามารถเลือกใช้งานพีแอลซี กับ Temperature Control Unit หรือจะใช้พีแอลซีร่วมกับหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอะนาล็อกเพื่อรับสัญญาณจาก Temperature Sensor เช่น เทอร์โทคัปเปิล อาร์ทีดี เป็นต้น ที่ให้สัญญาณเป็นอะนาล็อกก็สามารถทำได้ (ธีรศิลป์ ทุมวิภาต .2547 : 72-74)

การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและการศึกษาในปัจจุบัน เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพของมนุษย์ทุกหน่วยงาน มีแนวความคิดที่จะพัฒนาหน่วยงานของตนให้เจริญก้าวหน้าโดยการจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับสภาพความต้องการ และความสอดคล้องในการพัฒนาประเทศอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะประเทศไทย ต้องมีการพัฒนาด้านการศึกษาให้ทันสมัยกับความเจริญทางด้านวิชาการและเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านสื่อสารและโทรคมนาคมได้รับการพัฒนาและมีความเจริญก้าวหน้าไปได้ไกล ดังจะเห็นได้จากระบบรับส่งสัญญาณโทรศัพท์ สัญญาณภาพสื่อสารข้อมูล เครื่องมือวัดและตรวจสอบต่างๆ และมีแนวโน้มจะขยายตัวเข้าไปมีบทบาทต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอื่นๆ แทบทุกด้าน เป็นผลให้ทางด้านการศึกษามีบทบาทสำคัญในการผลิตบุคลากรเพื่อตอบสนองหน่วยงานต่างๆ จึงต้องมีการพัฒนาให้ทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปดังกล่าว การฝึกภาคปฏิบัติเป็นการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นการเรียนการสอนเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎีที่เรียนมา โดยที่ผู้เรียนจะได้พิสูจน์หลักการทางทฤษฎีด้วยการทดลองจริง ช่วยให้เกิดประสบการณ์ตรง เกิดทักษะ และสามารถพิสูจน์หาข้อเท็จจริงได้การปฏิบัติจึงเป็นวิธีที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาในทุกสาขาวิชาชีพ (สุรพงษ์ เอิมอุทัย .2546 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ในการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม ของสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิคส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ในปัจจุบันผู้วิจัยได้นำเอา พีแอลซี มาใช้เป็นสื่อการสอนโดยการต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ ให้ผู้เรียนทำการทดลองเขียนโปรแกรมแล้วป้อนเข้าเครื่อง พีแอลซี ทดสอบการทำงานโดยการสังเกตุผลที่จอคอมพิวเตอร์และที่เครื่อง พีแอลซี ปัญหาที่เกิดขึ้นคือผู้เรียนยังขาดความเข้าใจ และขาดแนวความคิดที่จะนำโปรแกรมไปใช้งานจริงร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกได้ เนื่องจากไม่มีชุดปฏิบัติการที่ใช้สำหรับการทดลองร่วมกับเครื่องพีแอลซี ทำให้นักศึกษาขาดทักษะ และไม่สามารถเข้าใจในส่วนของการเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นรูปธรรมได้ ทำให้นักศึกษาขาดโอกาสในการนำไปใช้งานจริง

ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี มีความสำคัญในการในเรียนเป็นอย่างมาก เพราะจะทำให้ผู้ทดลองสามารถมองเห็นภาพการทำงานที่แท้จริงได้ และเห็นกระบวนการทำงานได้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้ทดลองเกิดแนวความคิดและเกิดทักษะในการเรียน และสามารถออกแบบเพื่อพัฒนากระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากความสำคัญของปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี เพื่อใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม รหัส 5503101 ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พุทธศักราช 2549 และผู้วิจัยมุ่งหวังให้นักศึกษาได้รับประโยชน์จาก ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่สร้างขึ้นอย่างสูงสุดในการเรียน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพหลังสำเร็จการศึกษา และยังสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ในรุ่นใหม่ๆ ได้อีก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี
2. เพื่อหาคุณภาพ และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ($\overline{X} \geq$ 3.5) สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิด ในการสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี มีแนวทางการออกแบบ และสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี เป็นขั้นตอนดังนี้ (วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543 : 111-114)

1. กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตไปใช้ในการสอน
2. กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์
3. ศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานได้ตามรายการหน้าที่
4. วิเคราะห์ และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
5. สร้างต้นแบบ และตรวจสอบ
6. เขียนแบบงาน
7. การเตรียมเอกสารประกอบ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 115 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

1.5.3 ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ประกอบด้วย

1. เบสิกอินพุต/เอาต์พุตพื้นฐาน
2. การควบคุมมอเตอร์ ดีซี และสเต็ปปิ้งมอเตอร์
3. การควบคุมไซโล
4. การควบคุมสัญญาณไฟจราจร
5. การควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 ใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

ใบงานการทดลอง พีแอลซี ประกอบด้วย

1. การใช้งานโปรแกรมพื้นฐาน
2. การเชื่อมต่อพีแอลซี กับสัญญาณไฟจราจร
3. การเชื่อมต่อพีแอลซี กับการควบคุมไซโล
4. การเชื่อมต่อพีแอลซี กับการควบคุมมอเตอร์ ดีซี และสเต็ปปิ้งมอเตอร์
5. การเชื่อมต่อพีแอลซีกับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า

1.5.5 คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการ หมายถึง ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี (โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ Direc Sofe 05) เป็นชุดที่ประกอบจากแผ่นวงจรพิมพ์ สายไฟ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ อุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย เบสิกอินพุต/เอาต์พุตพื้นฐาน การควบคุมมอเตอร์ ดีซี และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ การควบคุมไซโล การควบคุมสัญญาณไฟจราจร การควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า

2. ใบงานการทดลอง หมายถึง เอกสารที่ใช้อธิบายรายละเอียด และขั้นตอนการทดลอง เพื่อให้นักศึกษา บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ที่ได้จากชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. แบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังจบการทดลองในแต่ละใบงานการทดลอง เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

4. แบบทดสอบรวม หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังสิ้นสุดการทดลองใบงานการทดลองรวม เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

5. คุณภาพ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการประเมินชุดปฏิบัติการ พีแอลซี และใบงานการทดลอง จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน

6. ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ของชุดปฏิบัติการโดยวัดจากผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ทำการปฏิบัติการทดลอง ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (E1/E2)

80 ตัวแรก (E1) หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานการทดลองระหว่างเรียนที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบใบงานการทดลองระหว่างเรียนของนักศึกษา คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 ตัวหลัง (E2) หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานการทดลองรวมที่ได้จากคะแนนของแบบทดสอบใบงานการทดลองรวมของนักศึกษา คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายใบงาน และแบบทดสอบใบงานรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูล เอกสาร จากแหล่งความรู้ต่างๆ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้เรียงลำดับความสำคัญดังนี้

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พุทธศักราช 2549

2.2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของพีแอลซี

2.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ พุทธศักราช 2549

ชื่อหลักสูตร

ชื่อภาษาไทย หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ชื่อภาษาอังกฤษ Bachelor of Science Program in Electronics and Electrical Technology

ชื่อปริญญา

ชื่อภาษาไทย : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์)

: วท.บ. (เทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์)

ชื่อภาษาอังกฤษ : Bachelor of Science (Electronics and Electrical Technology)

: B.Sc. (Electronics and Electrical Technology)

ปรัชญาและวัตถุประสงค์หลักสูตร

ปรัชญา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นนักวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้ โดยมีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณแห่งวิชาชีพและแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเองและท้องถิ่นอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้และประสบการณ์ สามารถประกอบอาชีพด้านเทคโนโลยีทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถใช้เทคโนโลยีทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และระเบียบวิธีวิจัยเป็นเครื่องมือสร้างองค์ความรู้ เพื่อพัฒนาวิชาชีพ พัฒนาตนเองในระดับปฏิบัติการทางวิศวกรรมได้อย่างเหมาะสม

2. มีความรอบรู้และมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อย่างเชี่ยวชาญ

3. เป็นผู้นำซึ่งมีความใฝ่รู้ใฝ่สร้างสรรค์ มีวิจารณญาณ มีการนำผลงานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์และพัฒนา ตลอดจนมีวิธีการเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

4. มีความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างถ่องแท้ โดยสามารถใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในระดับสากล แสวงหาและถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีประสิทธิผล

5. มีทักษะทางภาษาต่างประเทศในการสื่อสาร และใช้คู่มือทางด้านเทคโนโลยี

6. มีความรักและภูมิใจในภูมิปัญญาท้องถิ่น และมุ่งมั่นในความรู้คู่คุณธรรมที่จะสืบสานเทคโนโลยีท้องถิ่นให้ยั่งยืนตลอดไป

2.1.1 วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานอุตสาหกรรม ระบบการประมวลข้อมูลการนำโปรแกรมมาใช้กับการจัดการอุตสาหกรรม การออกแบบต่าง ๆ ตลอดจนการนำข้อมูลจากระบบอินเตอร์เน็ท มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมจนสามารถพัฒนางานด้านอุตสาหกรรมในแผนงานที่เกี่ยวข้อง

ใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบ และเขียนโปรแกรมในการควบคุมระบบต่างๆของกระบวนการผลิต ในโรงงานอุตสาหกรรม และการแก้ไขปัญหาในขบวนการการผลิต ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เน้นการใช้โปรแกรมพีแอลซี เพื่อออกแบบและควบคุมระบบในงานอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาถึงพื้นฐานของระบบพีแอลซี ที่ใช้งานร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์

2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาถึงหลักการทำงาน และโครงสร้างของอุปกรณ์ต่างๆในระบบพีแอลซี

3. เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการทดลอง ออกแบบและนำไปปฏิบัติได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยการสอน (สังเขป)

หน่วยที่ 1 พื้นฐานพีแอลซี โครงสร้างและส่วนประกอบ

หน่วยที่ 2 ภาษาและการเขียนขั้นพื้นฐาน

หน่วยที่ 3 ปฏิบัติการติดตั้งโปรแกรม การเขียนโปรแกรม

หน่วยที่ 4 ปฏิบัติตามใบงาน

หน่วยที่ 5 ออกแบบและสร้างชิ้นงานควบคุมด้วยพีแอลซี

หน่วยที่ 6 ทดสอบและประลองชิ้นงาน

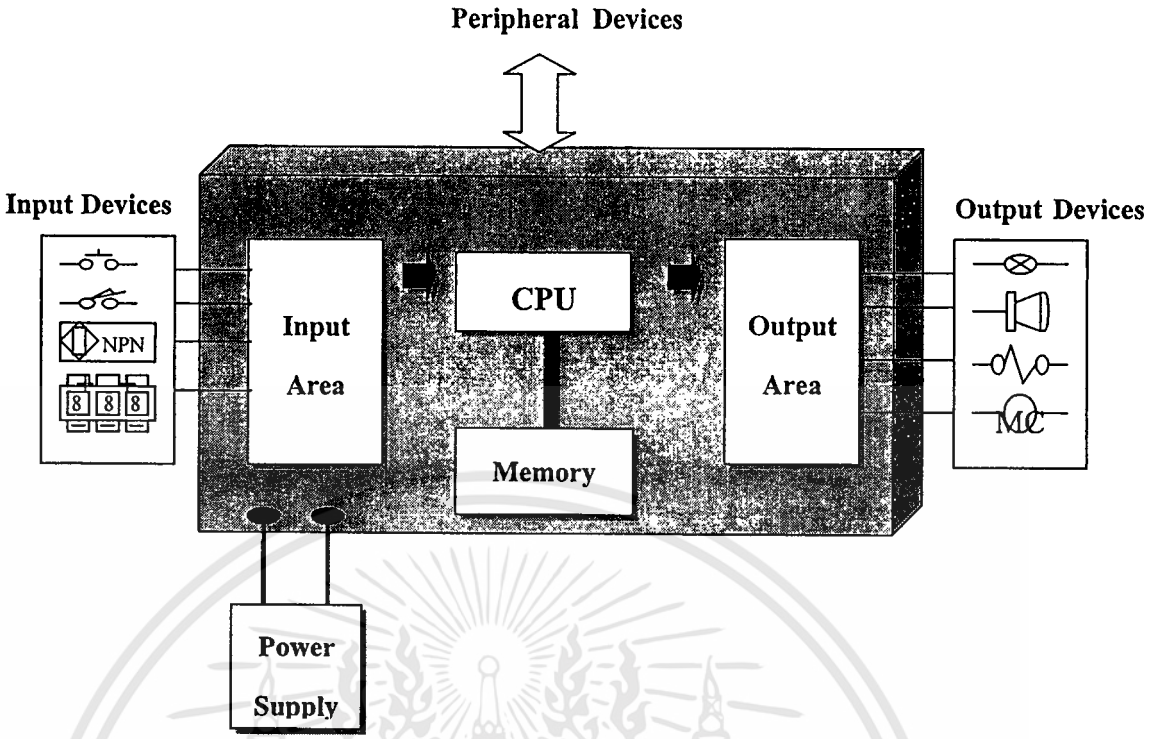
2.2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของ พีแอลซี

โครงสร้างพื้นฐานของ พีแอลซี

ส่วนประกอบที่สำคัญของพีแอลซีแบ่งออกเป็น 6 ส่วนดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) หรือ CPU UNIT ประกอบด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยรับข้อมูลอินพุทเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำ CPU จะทำการประมวลผลโปรแกรม ตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไปและส่งผลนั้นไปสั่งให้อุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกทำงานทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ พีแอลซี ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based)ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างส่วนประกอบของ พีแอลซี

(ที่มา:ธีรศิลป์ ทุมวิภาต. 2547 : 63)

2. หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล(Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง พีแอลซี ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ RAM และ ROM

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ พีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมากับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ พีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หน่วยอินพุต (Input Unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปยังตัวประมวลผล(CPU) เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป สัญญาณอินพุตจะเป็นสัญญาณแบบรีเลย์, พัลส์, แรงดัน(VDC) หรือกระแส (mA) สัญญาณเหล่านี้ได้จะถูกส่งมาจากอุปกรณ์อินพุท เมื่อ พีแอลซี ได้รับสัญญาณอินพุทแล้ว หลังจากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ไปประมวลผลต่อไป อุปกรณ์อินพุทที่ให้สัญญาณดังกล่าวได้แก่ สวิตช์ Encoder, Proximity switch และ Photo Sensor เป็นต้น

4. เอาต์พุต (Output Unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว สัญญาณที่ออกมาจากภาคเอาท์พุทของ พีแอลซีไม่ว่าจะเป็นเอาต์พุตแบบรีเลย์ หรือทรานซิสเตอร์

ก่อนทีสัญญาณจะผ่านไปยังอุปกรณ์เอาต์พุตได้ต้องผ่าน Buffer Relay ก่อน จึงจะสามารถต่อเข้าโหลดได้ หรือต้องต่อผ่านวงจรไดร์ฟก่อน เช่นถ้าต้องการสัญญาณเอาต์พุตไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน ต้องผ่านวงจรไดร์ฟก่อนเนื่องจากกระแสที่จ่ายออกมาจาก พีแอลซี มีค่าน้อยเกินไป เป็นต้น อุปกรณ์อินพุตต่างๆเป็นต้น

5. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุท/ เอาท์พุท

6. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Device) เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรม การโหลดโปรแกรม การดูสภาวะการทำงาน การพิมพ์คำสั่ง ตลอดจนอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ ซอฟแวร์สำหรับใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ เครื่องมือโปรแกรมแบบมือถือ ฯลฯ อุปกรณ์ต่อร่วมบางตัวสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่างเช่น ซอฟแวร์สำหรับใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์สามารถป้อน แก้ไข โหลดใหม่ พิมพ์ ดูสภาวะทำงาน รวมถึงการจำลองสภาวะการทำงานจากคอมพิวเตอร์ได้

หลักการทำงานของ พีแอลซี

การทำงานของ พีแอลซี มีการทำงานตามโปรแกรมที่ผู้ใช้เป็นผู้เขียนโปรแกรมสั่งให้ทำงาน โดยลำดับขั้นการกวาดการทำงานจะเรียงลำดับการเริ่มต้นกวาดโปรแกรมจนถึงคำสั่ง END ซึ่งเป็นคำสั่งจบโปรแกรม หน่วยอินพุตเป็นตัวรับสัญญาณจากอุปกรณ์อินพุตภายนอก และส่งสัญญาณให้กับ CPU เพื่อประมวลผลตามโปรแกรมและส่งสัญญาณที่ได้จากการประมวลผล ไปสั่งงานให้อุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกทำงาน

1. ตัวแสดงสถานะการทำงาน (Indicators)

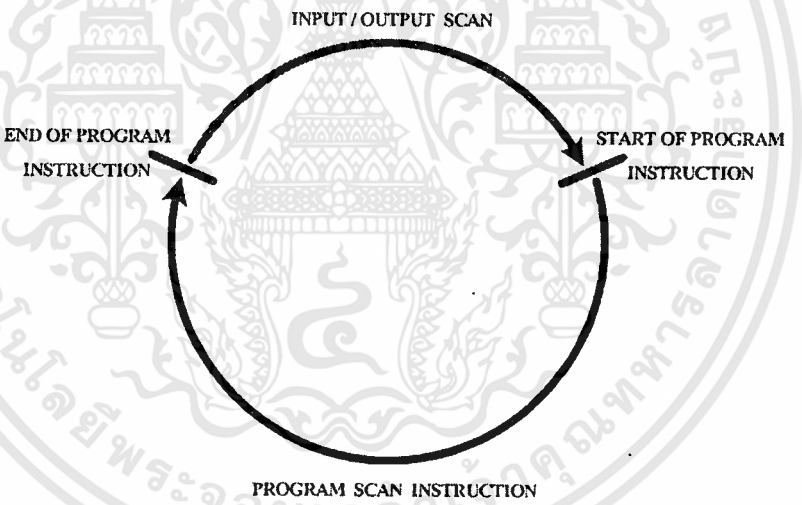
ใช้แสดงการทำงานเพื่อบอกว่า พีแอลซี กำลังทำอะไรอยู่ เช่น Run Indicators ทำงานแสดงถึง CPU กำลังทำงานในโหมด RUN Error / Alarm Indicators ทำงานแสดงว่าโปรแกรมมีความผิดพลาดเกิดขึ้น หรือมีความผิดพลาดของส่วนประกอบของระบบขึ้น Input /

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output Indicators เป็นตัวชี้การทำงานของอินพุต / เอาต์พุต ของ พีแอลซี ว่าขณะนี้อินพุตหรือเอาต์พุตตัวใดกำลังทำงานอยู่โดยการแสดงสถานะจะแสดงด้วยสัญญาณไฟ LED หรือ LCD

2. การกวาดการทำงาน (Scanning)

เมื่อเปิดเครื่องเริ่มต้นการทำงานสิ่งแรกที่ CPU จะทำคือการสั่งให้มีการตรวจสอบวิเคราะห์ระบบภายในของตัวเอง หรือเป็นโปรแกรมทดสอบตัวเอง ซึ่งจะทำให้แน่ใจว่าทุกอย่างจะทำงานได้อย่างถูกต้อง หากมีส่วนใดทำงานไม่ถูกต้องก็จะมีการแสดงความผิดปกติออกมา เมื่อ CPU มีการตรวจสอบวิเคราะห์ตัวเองผ่านแล้ว ก็พร้อมที่จะเริ่มต้นทำการประมวลผลโปรแกรม หลังจากนั้น CPU จะทำการกวาดการทำงานของอินพุต และเก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ และเริ่มต้นการกวาดการทำงานของโปรแกรม โดยเริ่มต้นตั้งแต่ Address เริ่มต้นของโปรแกรมไปจนถึงคำสั่ง END ซึ่งเป็น Address สุดท้ายของโปรแกรม CPU จะประมวลผลตามโปรแกรม และสั่งให้เอาต์พุตทำงานการกวาดการทำงานจะทำซ้ำไปเรื่อย ๆ ตราบเท่าที่ พีแอลซี ยังคงทำงานอยู่ เวลาที่ใช้ในการกวาดการทำงาน 1 รอบ เรียกว่า 1 Scan Time ลำดับการกวาดการทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ แสดงไว้ในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ลำดับขั้นการกวาดการทำงานของพีแอลซี

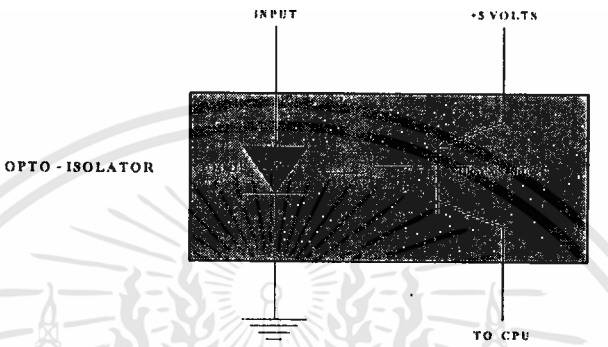
3. หน่วยอินพุต

สัญญาณอินพุตได้รับจากอุปกรณ์อินพุต ที่เป็นแบบดิจิตอลหรืออนาล็อกก็ได้ อุปกรณ์ประเภทดิจิตอลได้แก่สวิตช์ปิดเปิดต่างๆ เช่น สวิตช์ปุ่มกด ลิมิตสวิตช์ สวิตช์ความดัน ฯลฯ ส่วนอุปกรณ์อินพุตแบบ อนาล็อกคืออุปกรณ์ที่ให้สัญญาณที่แปรค่าได้ช่วงหนึ่ง ช่วงของสัญญาณที่เข้าไปในอินพุตชุดหนึ่งโดยทั่วไปจะเป็น 4 ถึง 20 มิลลิแอมป์ สำหรับพวกที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

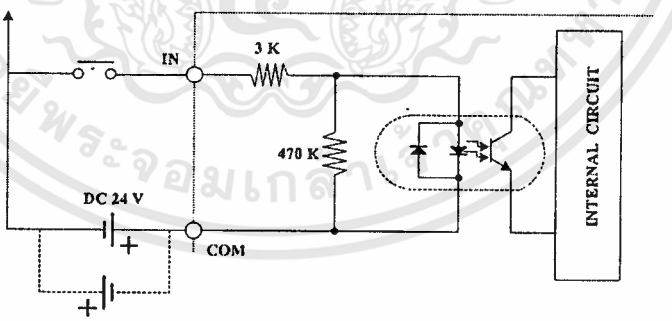
ทรานส์ดิวเซอร์แบบกระแส และระดับแรงดัน 0 ถึง 10 โวลต์ สำหรับพวกที่เป็นทรานส์ดิวเซอร์แบบแรงเคลื่อนไฟฟ้า ฯลฯ

การแยกส่วนทางไฟฟ้า เพื่อเป็นการป้องกัน CPU จึงต้องแยกส่วนไม่ให้ CPU ต่อโดยตรงกับอุปกรณ์ภายนอก การแยกส่วนของอินพุตโดยปกติจะใช้ตัวทำงานคู่ทางแสง Opto Couplers อยู่ภายในชุดอินพุต โดยปกติแล้วอินพุตแต่ละตัวจะมีการแยกส่วนโดย Opto Couplers ของตัวมันเอง



ภาพที่ 2.3 วงจรการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าของหน่วยอินพุต

จากภาพที่ 2.3 สัญญาณจะส่งผ่านจากอินพุตไปยัง CPU โดยการใช้แสง เมื่อสัญญาณอินพุตมีแรงดันไฟฟ้าถึงระดับที่จะทำงานได้ LED ก็จะทำงาน และจะไปเปิดการทำงานของทรานส์ซิสเตอร์รับแสง (Photo Sensitive Transistor) ทำให้สัญญาณอินพุตถูกส่งไปยัง CPU ตัวอย่างวงจรภายในของหน่วยอินพุตแสดงไว้ในภาพที่ 2.4

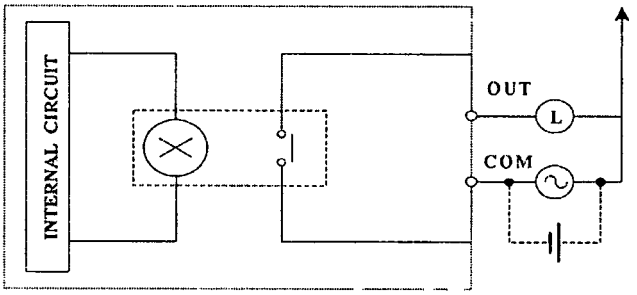


ภาพที่ 2.4 วงจรหน่วยอินพุต

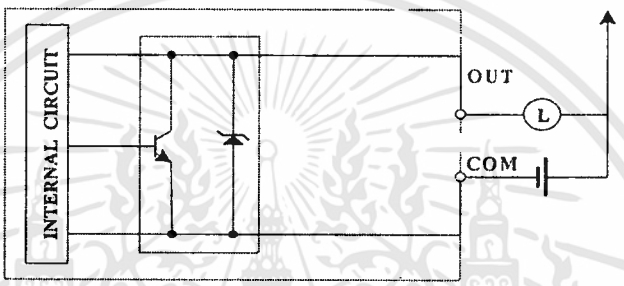
4. หน่วยเอาต์พุต

หน่วยเอาต์พุตจะเป็นชุดโมดูลเอาต์พุตซึ่งเป็นส่วนของ พีแอลซี ที่จะไปทำการควบคุมสั่งให้อุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกทำงาน สำหรับโมดูลเอาต์พุตของ พีแอลซี มีหลายแบบตามตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.5 ก. – 2.5 ค.

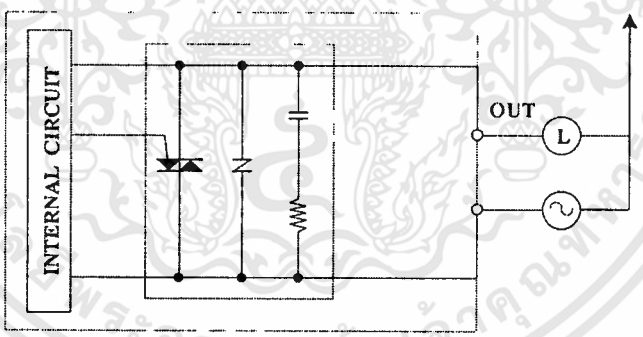
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ก. โมดูลเอาต์พุตแบบ RELAY



ภาพที่ 2.5 ข. โมดูลเอาต์พุตแบบ TRANSISTOR



ภาพที่ 2.5 ค. โมดูลเอาต์พุตแบบ TRIAC

จากชุดโมดูลเอาต์พุตก็จะถูกต่อเข้ากับเทอร์มินอล เพื่อที่จะต่อสายไฟฟ้าไปควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกต่อไป การต่อโหลดไม่สามารถใช้แบบผสมภายในเทอร์มินอลเดียวกันได้ ถ้าเป็นประเภทใดก็ต้องเป็นประเภทเดียวกันทั้งหมด แต่ถ้าเอาต์พุตเป็นแบบต่าง Common กัน ก็จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้กับชนิดของกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าได้หลายระดับ

ความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด โมดูลเอาต์พุตแต่ละชนิดมีความสามารถในการจ่ายกระแสแตกต่างกัน การใช้งานควรเลือกให้เหมาะสมกับโหลด มาตรฐานของโมดูลเอาต์พุตแบบรีเลย์โดยทั่วไป สามารถทนกระแสได้ประมาณ 2 แอมแปร์ ในกรณีที่

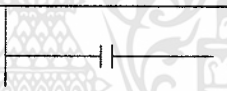
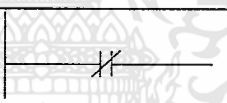
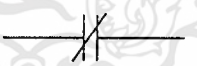
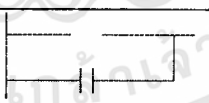
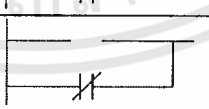
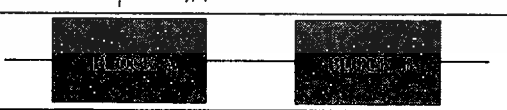
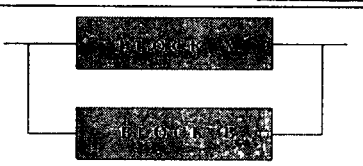
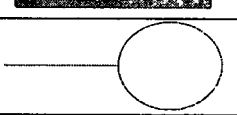
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดต้องการกระแสมากกว่านี้ จะต้องนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับหรือขยายอีกต่อหนึ่ง เช่น รีเลย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เป็นต้น

การใช้คำสั่งเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม

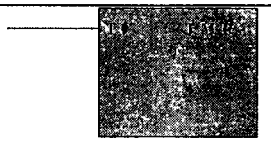
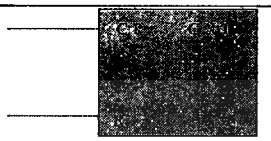
พีแอลซี บางยี่ห้อ สามารถเขียนโปรแกรมแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมลงในเครื่องมือเขียนโปรแกรมได้โดยตรง โดยไม่ต้องใช้ Mnemonic Code ทำให้ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น แต่พีแอลซี โดยทั่วไปไม่สามารถทำแบบนั้นได้ เมื่อเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมแล้ว การเขียนโปรแกรมลงในเครื่องมือเขียนโปรแกรม จะต้องเขียนคำสั่งเป็น Mnemonic Code เครื่อง พีแอลซี จึงจะรับทราบคำสั่ง และทำการประมวลผลได้ตามแลดเดอร์ไดอะแกรม คำสั่งที่เป็นคำสั่งพื้นฐานในการเขียนคำสั่งแบบแลดเดอร์ไดอะแกรม โดยทั่วไป พีแอลซี ทุกยี่ห้อจะมีรูปแบบที่คล้ายกัน ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้คำสั่งพื้นฐานของ พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO

ตารางที่ 2.1 คำสั่งพื้นฐานของ พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO

INSTRUCTION	SYMBOL	MNEMONIC CODE
STORE		STR
STORE NOT		STR NOT
AND		AND
AND NOT		AND NOT
OR		OR
OR NOT		OR NOT
AND STORE		AND STR
OR STORE		OR STR
OUT		OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คำสั่งพื้นฐานของ พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO (ต่อ)

INSTRUCTION	SYMBOL	MNEMONIC CODE
TIMER		TMR
COUNTER		CNT
END		END

ตารางที่ 2.2 ความหมายของคำสั่งพื้นฐาน

INSTRUCTION	MEANING
STR	เป็นการนำค่าสภาวะปัจจุบันของอุปกรณ์ตำแหน่งต่างๆ ที่กำหนดเข้ามา คำสั่งนี้จะใช้ในการเริ่มต้นของ LADDER DIAGRAM หรือ เริ่มต้น BLOCK
AND	เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดมากระทำลอจิก AND กับค่าสภาวะปัจจุบัน
OR	เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดมากระทำลอจิก OR กับค่าสภาวะปัจจุบัน
OUT	เป็นการให้ค่าสภาวะแก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนด
STR NOT	เช่นเดียวกับคำสั่ง STR แต่เป็นการนำค่าสภาวะที่เป็นตรงกันข้ามกับสภาวะที่เข้ามา
AND NOT	เช่นเดียวกับคำสั่ง AND แต่เป็นการนำค่าสภาวะที่เป็นตรงข้ามกับสภาวะที่เข้ามา
OR NOT	เช่นเดียวกับคำสั่ง OR แต่เป็นการนำค่าสภาวะที่เป็นตรงกันข้ามกับปัจจุบัน
AND STR	เป็นคำสั่งเกี่ยวกับ BLOCK โดยการกระทำลอจิก AND ซึ่งกันและกัน
OR STR	เป็นคำสั่งเกี่ยวกับ BLOCK โดยการกระทำลอจิก OR ซึ่งกันและกัน
TMR	เป็นสัญลักษณ์ของตัวตั้งเวลา
CNT	เป็นสัญลักษณ์ของตัวนับ
END	เมื่อสิ้นสุดการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

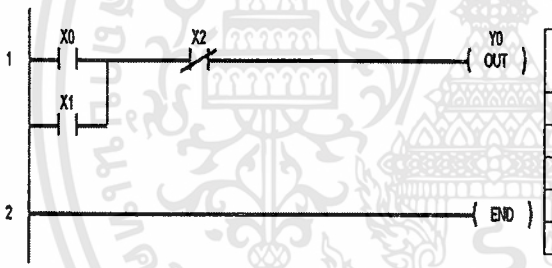
เทคนิคการเขียนโปรแกรม

การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมจะเป็นตัวที่กำหนดการใช้คำสั่ง ในการทำงานที่เหมือนกันกับการเขียนโปรแกรมอาจจะไม่เหมือนกันก็ได้ นั่นคือขึ้นอยู่กับการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมและการเลือกใช้คำสั่ง การเขียนโปรแกรมสามารถเขียนได้ด้วยคำสั่งพื้นฐาน แต่ในงานที่ยุ่งยากการใช้คำสั่งพิเศษจะทำให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น และใช้สเต็ปของคำสั่งน้อยลง การรู้วิธีการเขียนโปรแกรมที่ถูกต้อง สามารถทำให้งานที่ยุ่งยากกลายเป็นงานที่ง่ายขึ้นการเรียนรู้การใช้คำสั่ง พีแอลซี ยี่ห้อใด ๆ ก็ตาม จะเป็นหลักประกันได้ว่าจะเรียนรู้ยี่ห้อนั้น ๆ ได้ เพราะการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม การใช้คำสั่ง ทุกยี่ห้อจะคล้ายกัน

การใช้คำสั่งพื้นฐาน พีแอลซี KOYO

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ ใช้พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO เป็นสื่อการสอนที่ใช้ในรายวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม

การใช้คำสั่ง STR , OR , AND NOT, OUT , END



Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	OR	X1
2	ANDN	X2
3	OUT	Y0
4	END	

ภาพที่ 2.6 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง STR , OR , AND NOT, OUT , END

1. STR เป็นคำสั่งเริ่มต้นของการเขียนโปรแกรม จากแลดเดอร์ไดอะแกรม คำสั่ง STR X0 เป็นคำสั่งให้อินพุต X0 ต่อกับบัสบาร์

2. OR เป็นคำสั่งให้ต่อเชื่อมแบบขนาน จากแลดเดอร์ไดอะแกรม คำสั่ง OR X1 เป็นคำสั่งให้คอนแทคของอินพุต X1 แบบปกติเปิด ต่อขนานกับอินพุต X0

3. AND เป็นคำสั่งที่สั่งให้ต่อเชื่อมแบบอนุกรม จากแลดเดอร์ไดอะแกรม คำสั่ง AND NOT X2 เป็นคำสั่งที่สั่งให้อินพุต X2 แบบปกติปิด ต่ออนุกรมหลังจากที่สั่งให้อินพุต X0 ต่อกับบัสบาร์ และคอนแทคของอินพุต X1 แบบปกติเปิด ต่อขนานเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4. OUT เป็นคำสั่งที่สั่งให้เอาต์พุตทำงาน ON หรือ OFF ตามการประมวลผลของโปรแกรม คำสั่ง OUT จะเป็นคำสั่งสุดท้ายในแต่ละแถวของแลดเดอร์ไดอะแกรม ในโปรแกรมนี้ใช้ Y0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. END เป็นคำสั่งจบการทำงานของโปรแกรม โดยการกวาดการทำงานจะสิ้นสุดที่คำสั่ง END ถึงแม้ว่าจะมีคำสั่งต่อท้ายคำสั่ง END เหลืออยู่ก็ตาม

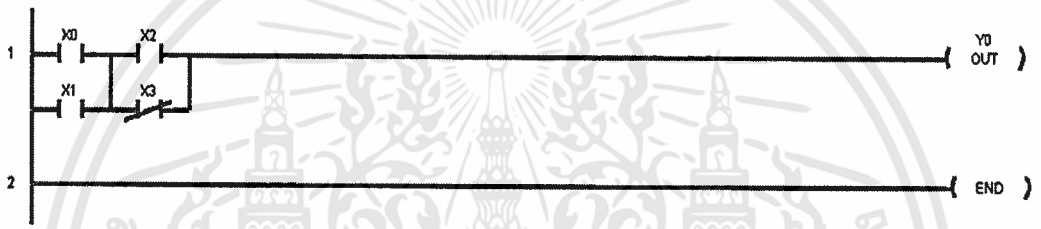
การทำงาน จากแลดเดอร์ไดอะแกรมให้เปรียบเทียบการทำงานกับวงจรควบคุมด้วยแมคเนติคคอนแทคเตอร์ ได้ดังนี้

1. ON อินพุต X0 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ ON

2. OFF อินพุต X0 และ ON อินพุต X1 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ ON

3. ถ้า ON อินพุต X2 เมื่อใดทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ OFF ทันที ไม่ว่าอินพุต X0 และ อินพุต X1 จะอยู่ในสภาวะใดก็ตาม

การใช้คำสั่ง AND STR



Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	OR	X1
2	SRT	X2
3	ORN	X3
4	ANDSTR	
5	OUT	Y0
6	END	

ภาพที่ 2.7 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง AND STR (1)

คำสั่ง AND STR เป็นคำสั่งที่สั่งให้กลุ่มแต่ละบล็อกต่อกันแบบอนุกรมจากแลดเดอร์ไดอะแกรม

1. ให้แบ่งการใช้คำสั่งเป็น 2 บล็อก

บล็อกที่ 1 คือคำสั่งเริ่มต้น

Line Number	INSTRUCTION	Operand
0	STR	X0
1	OR	X1

บล็อกที่ 2 คือคำสั่งถัดมา

Line Number	INSTRUCTION	Operand
0	STR	X2
1	ORN	X3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

105201

หลังจากเขียนคำสั่งในบล็อกที่ 1 และบล็อกที่ 2 เสร็จแล้ว ให้ใช้คำสั่ง AND STR เพื่อให้คำสั่งในบล็อกที่ 1 ต่ออนุกรมกับบล็อกที่ 2

การทำงาน จากแลดเดอร์ไดอะแกรม

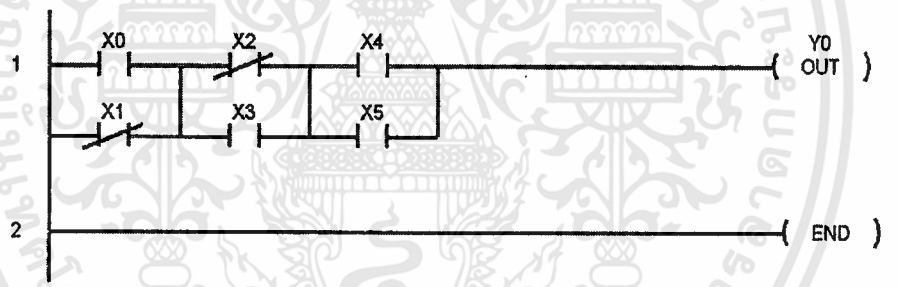
1. ON อินพุต X0 หรือ อินพุต X1 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ ON ถึงแม้จะไม่ ON อินพุต X2 ก็ตาม เพราะอินพุต X3 เป็นคอนแทคแบบปกติเปิด ถ้าเปรียบเทียบกับการควบคุมด้วยแมคเนติคคอนแทคเตอร์กระแสไฟฟ้าจะผ่านได้

2. อินพุต X0 และ อินพุต X1 อยู่ในสภาวะ OFF ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ OFF

3. ON อินพุต X0 หรือ อินพุต X1 และ ON อินพุต X3 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ OFF เพราะคอนแทคของอินพุต X3 จะเปิด

4. ON อินพุต X0 ON หรือ อินพุต X1 และ ON อินพุต X3 และ ON อินพุต X2 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ ON ถึงแม้ว่าคอนแทคของอินพุต X3 จะเปิดก็ตามแต่อินพุต X2 จะปิด

สรุป เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ ON ได้ 5 กรณีคือ X0 หรือ X1 ON กรณีต่อไป X0 และ X2 ON กรณีที่ X1 และ X2 ON และกรณีสุดท้าย X0,X1,X2 ON



Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	ORN	X1
2	STRN	X2
3	OR	X3
4	ANDSTR	
5	STR	X4
6	OR	X5
7	ANDSTR	
8	OUT	Y0
9	END	

Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	ORN	X1
2	STRN	X2
3	OR	X3
4	STR	X4
5	OR	X5
6	ANDSTR	
7	ANDSTR	
8	OUT	Y0
9	END	

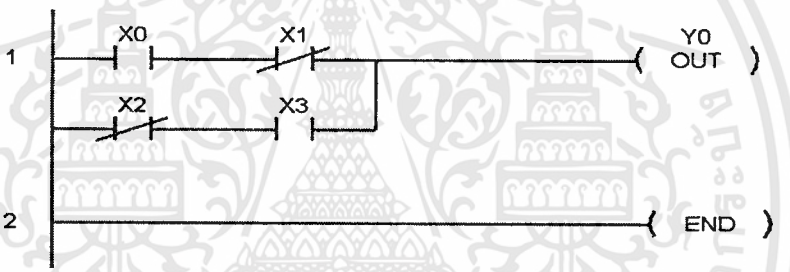
ภาพที่ 2.8 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง AND STR (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่งเดียวกับข้อแรก เพียงแต่จำนวนบล็อกจะมี 3 บล็อก เพราะฉะนั้นการใช้คำสั่ง AND STR ต้องใช้ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 เป็นสั่งให้บล็อกที่ 1 และบล็อกที่ 2 ต่อกันแบบอนุกรมครั้งที่ 2 เป็นคำสั่งให้บล็อกที่ 3 ต่ออนุกรมกับทั้งหมด

วิธีเขียนคำสั่งเลือกได้ 2 แบบ แบบที่ 1 เขียนคำสั่ง AND STR เมื่อเขียนคำสั่งบล็อกที่ 1 และบล็อกที่ 2 เสร็จแล้ว และหลังจากเขียนคำสั่งในบล็อกที่ 3 เสร็จแล้วตามโปรแกรมหรือจะเลือกเขียนคำสั่งในแต่ละบล็อกให้เสร็จเรียบร้อยก่อนแล้วเขียนคำสั่ง AND STR ให้ครบ ตามโปรแกรมในการเขียนโปรแกรมจะต้องทำให้ครบ คือ คำสั่ง AND STR ครั้งที่ 1 จะเป็นการสั่งให้คำสั่งในบล็อกที่ 1 ต่ออนุกรมกับคำสั่งในบล็อกที่ 2 และคำสั่ง AND STR ครั้งที่ 2 จะเป็นการสั่งให้คำสั่งบล็อกที่ 3 ต่ออนุกรมกับทั้งหมด ถ้าใช้คำสั่ง AND STR ไม่ครบ การทำงานของโปรแกรมจะไม่ทำงานตามแลดเดอร์ไดอะแกรม

การใช้คำสั่ง OR STR



Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	ANDN	X1
2	STRN	X2
3	AND	X3
4	ORSTR	
5	OUT	Y0
6	END	

ภาพที่ 2.9 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง OR STR (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่ง OR STR เป็นคำสั่งให้กลุ่มคำสั่งแต่ละบล็อกต่อกันแบบขนานจากแลดเดอร์ไดอะแกรม

1. ให้แบ่งการใช้คำสั่งเป็น 2 บล็อก

บล็อกที่ 1 คือคำสั่งเริ่มต้น

Line Number	INSTRUCTION	Operand
0	STR	X0
1	ANDN	X1

บล็อกที่ 2 คือคำสั่งถัดมา

Line Number	INSTRUCTIO	Operand
0	STRN	X2
1	AND	X3

หลังจากเขียนคำสั่งในบล็อกที่ 1 และบล็อกที่ 2 เสร็จแล้ว ให้ใช้คำสั่ง OR STR เพื่อให้คำสั่งในบล็อกที่ 1 ต่อขนานกับบล็อกที่ 2

การทำงาน จากแลดเดอร์ไดอะแกรม

1. ON อินพุต X0 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ ON

2. ON อินพุต X0 และ ON อินพุต X1 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ OFF เพราะคอนแทคของอินพุต X1 จะเปิด

3. ON อินพุต X2 และ ON อินพุต X3 ทำให้เอาต์พุต Y0 อยู่ในสภาวะ ON

Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	ANDN	X1
2	STRN	X2
3	AND	X3
4	ORSTR	
5	STR	X4
6	AND	X5
7	ORSTR	
8	OUT	Y0
9	END	

Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	ANDN	X1
2	STRN	X2
3	AND	X3
4	STR	X4
5	AND	X5
6	ORSTR	
7	ORSTR	
8	OUT	Y0
9	END	

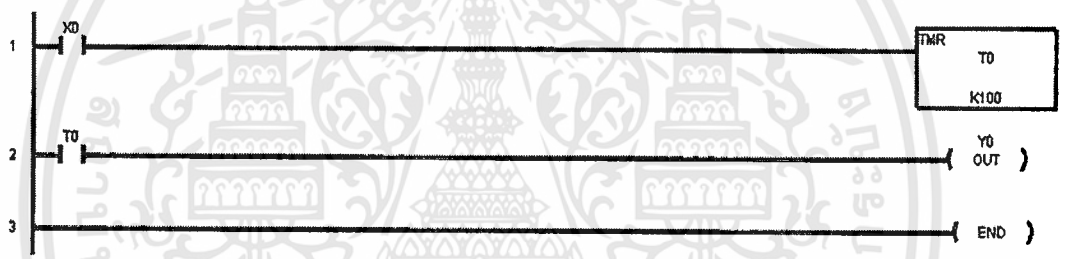
ภาพที่ 2.10 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการใช้คำสั่ง OR STR (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่งวิธีเดียวกับข้อแรก เพียงแต่จำนวนบล็อกจะมี 3 บล็อก เพราะฉะนั้นการใช้คำสั่ง OR STR ต้องใช้ 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 เป็นสั่งให้บล็อกที่ 1 และบล็อกที่ 2 ต่อกันแบบขนาน ครั้งที่ 2 เป็นสั่งให้บล็อกที่ 3 ต่อขนานกับทั้งหมด

วิธีเขียนคำสั่งบล็อกได้ 2 แบบ แบบที่ 1 เขียนคำสั่ง OR STR เมื่อเขียนคำสั่งบล็อกที่ 1 และบล็อกที่ 2 เสร็จแล้ว และหลังจากเขียนคำสั่งในบล็อกที่ 3 เสร็จแล้ว ตามโปรแกรมหรือจะเลือกเขียนคำสั่งในแต่ละบล็อกให้เสร็จเรียบร้อยก่อนแล้วเขียนคำสั่ง OR STR ให้ครบตามโปรแกรม ในการเขียนโปรแกรมตามภาพจะต้องทำให้ครบ คือคำสั่ง OR STR ครั้งที่ 1 จะเป็นการสั่งให้คำสั่งในบล็อกที่ 1 ต่อขนานกับคำสั่งในบล็อกที่ 2 และคำสั่ง OR STR ครั้งที่ 2 จะเป็นการสั่งให้คำสั่งบล็อกที่ 3 ต่อขนานกับทั้งหมด ถ้าใช้คำสั่ง OR STR ไม่ครบ การทำงานของโปรแกรมจะไม่ทำงานตามแลดเดอร์ไดอะแกรม

การใช้คำสั่ง TIMER

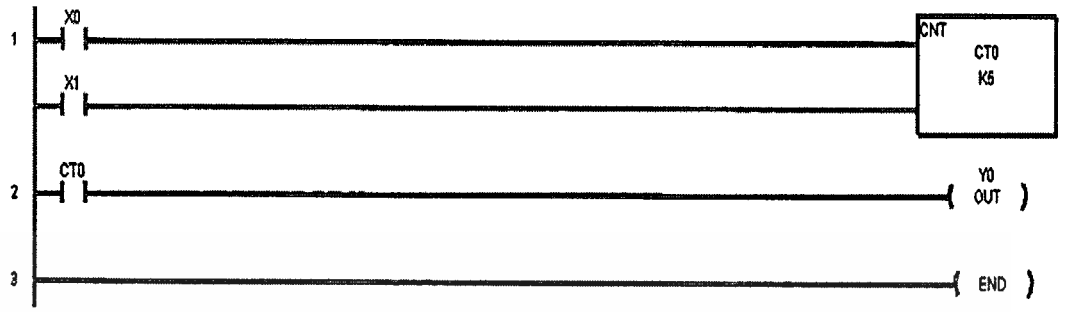


Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	TMR	T0 K100
4	STR	T0
5	OUT	Y0
6	END	

ภาพที่ 2.11 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรมแกรมการใช้คำสั่ง TMR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่ง COUNTER



Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)
0	STR	X0
1	STR	X1
2	CNT	CT0 K10
5	STR	CT0
6	OUT	Y0
7	END	

ภาพที่ 2.12 แลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรมแกรมการใช้คำสั่ง CNT

2.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

2.3.1 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

วัลลภ จันทร์ตระกูล (2543 : 110-114) ได้อธิบายถึงแนวทาง และขั้นตอนในการออกแบบการสร้างชุดทดลองว่า โดยทั่วไปแนวทางในการออกแบบสร้างจะมี 2 แบบ คือ การออกแบบสร้างตามแบบนิยม (Conventional Design) และแบบระเบียบวิธี (Methodical Design) ความแตกต่างของสองแนวทางนี้ คือ แนวทางแรกเป็นการออกแบบในลักษณะที่ปฏิบัติต่อๆ กันมาไม่มีรูปแบบหรือขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นแบบแผนแน่นอน แต่จะออกแบบกันตามความรู้ความเชี่ยวชาญแห่งตนจึงต่างจากแนวทางแบบที่สอง ซึ่งใช้วิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ คือ มีขั้นตอนงานที่เด่นชัดแน่นอน เป็นตรรกและสามารถประยุกต์ให้เหมาะสมกับงานออกแบบสร้างในสาขาต่างๆ ได้

ดังนั้น การออุกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตก็ได้นำหลักวิชาการทางด้านการออกแบบสร้าง มาประยุกต์เป็นหลักการที่มีขั้นตอนในการออกแบบสร้างเป็นขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจุดประสงค์ในการนำอุปกรณ์ทดลองหรือสาธิตไปใช้ในการสอน

เป็นขั้นตอนที่ต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อให้การออกแบบสร้างอุปกรณ์ทดลอง หรือสาธิตนั้นเกิดความเป็นจริง สำเร็จผลตามเป้าหมาย ควรจะต้องศึกษาถึงสภาพการณ์ ในการเรียนการสอนศึกษาข้อมูลทางด้านวิชาการในเรื่องนั้น ในบางครั้ง ถ้าหากเรื่องนั้นได้มีการพัฒนาอุปกรณ์มาแล้วโดยผู้อื่น เช่น บริษัทในต่างประเทศก็ควรจะศึกษารายละเอียดต่างๆ ด้วย เป็นต้น

เมื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ แล้ว จึงนำมาใช้เขียนจุดประสงค์ของอุปกรณ์ในลักษณะคำบรรยาย แต่จะไม่ระบุรูปร่างลักษณะทางด้านเทคนิคอย่างเฉพาะเจาะจง ข้อมูลต่างๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นขอบเขตคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่จะออกแบบสร้างก็ได้ บางครั้งอาจจะกำหนดเป็นข้อๆ ก็ได้และสุดท้ายจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอีกครั้ง จนกระทั่งได้ผลว่าเกิดความสอดคล้องครอบคลุมตามเป้าหมาย

2. ขั้นตอนที่ 2 กำหนดหน้าที่ (Function) ของอุปกรณ์

จากคำบรรยายคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่กำหนดขึ้นในข้อ 1 จะนำมาดำเนินการวิเคราะห์คำบรรยายดังกล่าว เพื่อค้นหาค่าพื้นฐาน (Basic Term) ซึ่งทำให้ทราบรายการหน้าที่ (Function Element) ของอุปกรณ์และได้กำหนดตัวรายการหน้าที่เป็นกลางทั่วๆ ไป ไม่ระบุเฉพาะเจาะจงว่าต้องใช้ชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์แบบใด รูปร่างอย่างไร อย่างไรก็ตาม เฉพาะค่าพื้นฐานก็อาจจะไม่ได้รายการหน้าที่ครอบคลุมลักษณะของอุปกรณ์ ดังนั้น จึงต้องวิเคราะห์ค่าประกอบสัมพันธ์ (Relation Term) ด้วย

3. ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาพิจารณาปัจจัยที่จะทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ (Function Element)

เป็นการคิดค้นสิ่งที่จะทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามรายการหน้าที่ที่กำหนด (Function Carrier) ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของ วัสดุ (Materials) พลังงาน (Energy) และสัญญาณ (Signal) วิทยาการที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ คือ วิชาฟิสิกส์ ได้แก่ ทางด้านกลไก (Mechanic) เคมี ไฟฟ้า แสง เสียง ความร้อน เป็นต้น

สิ่งที่จะต้องกำหนดอาจเป็นคำเขียนสั้นๆ หรือภาพสเก็ตช์ง่ายๆ เพื่อจะใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์ (Construction Element) จะต้องพยายามเขียนกำหนดให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้สำหรับเป็นทางเลือกต่างๆ ที่จะทำการตัดสินใจเลือกในลำดับต่อไป แนวทางที่จะได้ทางเลือกต่างๆ คือ การศึกษาพิจารณาในเรื่องลักษณะรูปทรงแบบต่างๆ และลักษณะของการเคลื่อนไหวของส่วนประกอบนั้นๆ อาจจะต้องมีการระดมสมอง (Brain Storming) ร่วมกัน ต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่ แม้กระทั่งผลงานของผู้อื่น (บริษัทคู่แข่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นควรจะต้องพิจารณาเงื่อนไขบางประการ เช่น การใช้ชิ้นส่วนสำเร็จ ความยากง่ายในการผลิตและค่าใช้จ่าย เป็นต้น นอกจากนั้น ควรจะให้ชิ้นส่วนประกอบบางชิ้น ทำหน้าที่ได้หลายๆ หน้าที่ด้วย สิ่งสำคัญยิ่งในจุดนี้ คือ การพยายามใช้ชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์บางอย่าง ซึ่งมีอยู่หรือได้พัฒนามาแล้ว

4. ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์

เป็นขั้นตอนที่ต้องการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากทางเลือกต่างๆ โดยการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือก ซึ่งมีวิธีการที่แตกต่างออกไป การตัดสินใจเลือกมีสิ่งสำคัญ คือ แนวทางหรือมาตรการในการตัดสินใจเลือกเกณฑ์ โดยทั่วไปเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ เรื่องประสิทธิภาพในการทำงาน ขนาดรูปร่าง การบำรุงรักษา ความคงทน ราคา เป็นต้น ส่วนน้ำหนักของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ ก็แตกต่างกันไปตามแต่ความสำคัญ หรือจะเน้นหนักในเรื่องใด เช่น จะเน้นทางด้านเทคนิคหรือด้านเศรษฐศาสตร์ การตัดสินใจเลือกจะต้องมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือในการตัดสินใจเลือก จึงควรประกอบด้วยบุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายจัดการ เป็นต้น

การพัฒนาอุปกรณ์ซึ่งมีลักษณะประกอบต่างๆ จำนวนมาก อาจต้องทำการตัดสินใจเลือกถึงสองขั้นตอน กล่าวคือ ขั้นแรก ตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบแต่ละชิ้น ขั้นที่สอง จะต้องวิเคราะห์ความเข้ากันได้ หรือประกอบกันได้ของชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ที่ได้เลือกมา แล้วจึงทำการตัดสินใจเลือกชุดประกอบย่อยๆ แต่ละชุด

5. ขั้นตอนที่ 5 สร้างต้นแบบและตรวจสอบ

จากผลลัพธ์การตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบในข้อ 4 จะต้องนำมาร่างเป็นภาพประกอบต้นแบบโดยคร่าวๆ หรือเป็นแบบงานง่ายๆ ก่อน จากนั้นจึงทำการสร้างเป็นต้นแบบ ในบางครั้งขั้นตอนนี้อาจจะต้องมีการประลองหรือทดลองกลไกหน้าที่ของอุปกรณ์บางอย่าง เพื่อให้การสร้างต้นแบบประสบความสำเร็จ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามต้องการและจะทำให้ได้ข้อมูลด้านขนาดระยะ รูปร่างของอุปกรณ์นี้ด้วย

อุปกรณ์ต้นแบบจะต้องทำการตรวจสอบทางด้านเทคนิคค้นหาข้อมูล (Data) บางอย่าง เพื่อทำให้แน่ใจว่าอุปกรณ์นั้นมีคุณลักษณะตรงตามต้องการ นอกจากนั้นก็จะศึกษาพิจารณาเรื่องแนวทางการผลิตต่อไป รวมทั้งกฎความปลอดภัยต่างๆ ด้วย ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการตรวจสอบจะนำไปใช้ประกอบในการเขียนเอกสารประกอบของอุปกรณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ขั้นตอนที่ 6 เขียนแบบงาน

ในกรณีที่พัฒนาออกแบบสร้างอุปกรณ์เพียงชิ้นเดียวงานเขียนแบบอาจไม่จำเป็นแต่ถ้าหากจะทำการผลิต หรือต้องการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการดำเนินงานต่อไปงานเขียนแบบนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก

แบบงานจะเป็นข้อมูลสำหรับการดำเนินการผลิต ดังนั้น แบบงานอุปกรณ์จะต้องมีแบบแยกชิ้นจนเป็นชิ้นเดียวที่มีข้อมูลอย่างครบถ้วน สำหรับช่างที่จะทำการผลิตได้ เช่น ขนาด พิกัดความเผื่อ วัสดุ เป็นต้น นอกจากนั้นก็ต้องมีข้อมูล หมายเลขชิ้นส่วนทั้งที่จะต้องสร้างขึ้นใหม่และชิ้นส่วนมาตรฐาน ดังนั้น งานเขียนแบบจึงต้องมีการกำหนดระบบ เลขหมายแบบ ซึ่งอาจจะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แบบรวม แบบประกอบกลุ่มหลัก แบบประกอบกลุ่มย่อยและแบบชิ้นเดียว ระบบในงานเขียนแบบมีความสำคัญต่อการคำนวณราคา การวางแผนการผลิตและการเก็บข้อมูลทางด้านชิ้นส่วนและวัสดุของหน่วยงาน

7. ขั้นตอนที่ 7 การเตรียมเอกสารประกอบ

อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้างโดยทั่วไป ควรจะต้องจัดเตรียมเอกสารประกอบและคู่มือการใช้งาน เพื่อผู้ใช้จะได้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและสอดคล้องตามจุดประสงค์ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์นั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ที่ออกแบบ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนก็จะต้องเตรียมเอกสารประกอบสำหรับใช้ในงานสอนด้วย

ในขั้นตอนงานที่ 5 คือ การสร้างต้นแบบและตรวจสอบจะได้รับข้อมูลส่วนหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการจัดเตรียมเอกสารประกอบและในภายหลังเมื่อได้ผลิตออกมาเป็นอุปกรณ์จริงๆ แล้วก็จะต้องนำมาหาข้อมูลต่างๆ ต่อไปอีก

เอกสารประกอบที่จะต้องจัดเตรียม อาจจะกำหนดให้มีในลักษณะต่างๆ กัน ตามแต่ความมุ่งหมายของงาน โดยอาจจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ คู่มือแนะนำการใช้งาน (Instruction Sheet) เอกสารประกอบในการศึกษาทดลอง (ตำรา ใบงาน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ใบเฉลยของผู้สอนและผู้เรียน เป็นต้น) เอกสารรายการสินค้า (Catalog) และใบเอกสารเสนอลูกค้า (Prospect)

ผู้ออกแบบสร้างอาจจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้จัดเตรียมเอกสาร แต่ในบางกรณีก็อาจจะต้องตั้งเป็นทีมงาน หรือให้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกเป็นฝ่ายพัฒนาขึ้นมา

ผลงานที่ได้ดำเนินงานในขั้นตอนงานที่ 7 สามารถจะดำเนินการผลิตอุปกรณ์ในลักษณะการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) ได้เลย โดยที่การเตรียมเอกสารประกอบก็ดำเนินการควบคู่กันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

2.3.2.1 การประเมินคุณภาพชุดทดลอง

คุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้นมานั้น ใช้สอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่นั้น จะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อ (พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธีกุล. 2539)

1. องค์ประกอบในด้านการสื่อความหมาย (ด้านวิชาการ)

1) ด้านวัตถุประสงค์

1. สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์
2. สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

2) ด้านเนื้อหา

1. เนื้อหาถูกต้องไม่มีจุดผิด
2. เนื้อหาวิชาแยกย่อยได้
3. เนื้อหาวิชาเรียงลำดับเป็นตรรก

3) ประสิทธิภาพและประสิทธิผลในด้านการสื่อความหมาย

1. บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์
2. สามารถลดปริมาณการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอย (Abstract) ให้มีความหมายและเป้าหมาย (Concrete) มากขึ้น
3. สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีและสั้นลง
4. ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมาก
5. ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีขึ้น

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

1) ด้านผู้เรียน

1. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน
2. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับการรับรู้ของผู้เรียน

2) ด้านผู้สอน

1. สื่อไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการสอน
2. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน
3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

1) ด้านวัสดุอุปกรณ์

1. ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น
2. ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
3. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่หาได้ตามสถานศึกษาทั่วไป

2) ด้านเวลา

1. เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
2. เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่อนั้นไม่มากเกินไป

3) ด้านการใช้งาน

1. สามารถนำไปใช้ได้ง่าย และสะดวก
2. ไม่ยุ่งยากในการเตรียมงาน
3. ไม่ต้องการอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆขณะใช้งาน

2.3.2.2 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ประสิทธิภาพของชุดทดลอง หมายถึง คุณภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยวัดจากผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดทดลอง และประสิทธิภาพเป็นเครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มากโดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย และลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย (ภัทรา นิคมานนท์. 2539)

เพื่อเป็นการรับรองว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้วิจัยจึงต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมบรรลุผลคำนึงถึงกระบวนการและผลสัมฤทธิ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2 ดังนี้

การคิดค่าประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น คำนวณได้จากสูตร ต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\sum X / N}{A} x100$$

$$E_2 = \frac{\sum Y / N}{B} x100$$

เมื่อ E_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

E_2 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษา

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวมของนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานรวม

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.3.3 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นวิธีการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดลองสมมติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยมีปัญหา ที่จะวิจัยแล้ว ก็ตั้งสมมุติฐาน ซึ่งสมมติฐานนี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมติจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสำพันธ์ระหว่างตัวแปร ว่ามีความถูกต้องเพียงใด จุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปที่เกี่ยวกับความสำพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ (พุธทอง โพธิปัญญา. 2540: 6)

วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหา ที่จำเป็นให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมุตฐาน นิยามศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือและแปลงสมมติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมการทดลองให้คงที่
6. จำกัดลักษณะการกระทำที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิดและมีอิทธิผลต่อการทดลอง
7. นำวิธีทางสถิติมาทดลองสมมติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เมืองมล เสนเพ็ง (2548 : บทคัดย่อ) การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ 4 ชั้น ด้วยเครื่องโปรมแกรมมาเบิลคอนโทรลเลอร์ มีวิธีการดำเนินงานดังนี้คือ การศึกษาเรื่องการควบคุมลิฟต์ 4 ชั้น ด้วยเครื่องโปรมแกรมมาเบิล คอนโทรลเลอร์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ 4 ชั้น ด้วยเครื่องโปรมแกรมมาเบิลคอนโทรลเลอร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ใบงาน และกำหนดจุดประสงค์เชิงประพฤติกรรม ให้ครอบคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาของแต่ละใบงาน สร้างชุดทดลอง ใบงานและสร้างแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบการปฏิบัติงานของนักศึกษาตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดให้ ประกอบด้วยแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละใบงาน และแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นสุดท้าย

ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองควบคุมลิฟต์ 4 ชั้น ด้วยเครื่องโปรแกรมมาเบิลคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 93.89/97.56 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

พิเชษฐ์ ฉิมรัตน์ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซ็นเซอร์และทรานดิวเซอร์ ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซ็นเซอร์และทรานดิวเซอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.33/85.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

สุนทร ก้องสินธุ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านเนื้อหาในระดับดีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.46 และมีคุณภาพทางด้านการผลิตสื่อในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.45 ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย

ยุทธพิชัย กล้าหาญ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดปฏิบัติการและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ ผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.85/85.60 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

พิพัฒน์ สมใจ (2546 : 33) การทดลองการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบ ท้ายการทดลอง และจากการทำแบบทดสอบหลังจากการทดลองครบ 6 ใบงานแล้วได้โดยคิดเป็นร้อยละ 84.17/83.27 ซึ่งสูงกว่าที่เกณฑ์กำหนด 80/80 การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โดยชุดปฏิบัติการจะเป็นการกระตุ้นให้นักศึกษามีความเข้าใจในการทดลองแต่ละในงาน และนักศึกษาก็จะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตนเอง จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี (2546:61) ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 โดยกลุ่มตัวอย่างทางด้านวิศวกรรมได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.58 พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรและโมดูลบอร์ดทั้ง 13 บอร์ด มีการระบุชื่ออย่างชัดเจน มีขนาดโมดูลบอร์ดที่เหมาะสม กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ได้ดี ออกแบบพอร์ตเชื่อมต่อเหมาะสำหรับใช้งานฟังก์ชั่นการทำงานในแต่ละโมดูลบอร์ดมีความเหมาะสม มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าลัดวงจรในขณะที่ใช้งาน โมดูลบอร์ดที่สร้างขึ้นมีลักษณะน่าสนใจเรียนรู้ เหมาะสำหรับการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข (2547 : บทคัดย่อ) ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พร้อมกับใบงานจำนวน 12 ใบงาน ในการวิจัยได้เลือกใบงาน 4 ใบงาน โดยนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แผนกอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยให้นักศึกษาทำการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนเป็นจำนวน 4 ใบงาน และนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนไปใช้ในการปฏิบัติใบงานรวม ในระหว่างปฏิบัติใบงานมีการประเมินความสามารถทางการปฏิบัติ โดยการสังเกตด้วยแบบวัดความสามารถทางการปฏิบัติและเมื่อปฏิบัติงานเสร็จจะมีการทดสอบด้วยแบบทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51

ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.89/81.45 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

คมเพ็ชร หิรัญพานิช (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาชุดทดลองการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP และหาคุณภาพ จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP จำนวน 10 คน ซึ่งจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวได้มาจากวิธีการเลือกแบบเจาะจง การพัฒนาชุดทดลองการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้คือ กำหนดหัวข้อใบงานการทดลอง ออกแบบและสร้างชุดการทดลองการต่อขยายระบบเชื่อมต่อกับ TMS320C50 DSK เชื่อมต่อกับชุดต้นแบบ จำนวน 6 บอร์ด 10 การทดลองซึ่งประกอบไปด้วยบอร์ด DSK Expansion I/O Board, Basic I/O Board, Keypad 4x4, 7-Segment Display, LCD Module Board และชุดแหล่งจ่ายไฟ ใบงานการทดลอง จำนวน 10 ใบงาน แบบประเมินคุณภาพชุดการทดลอง โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นผู้เชี่ยวชาญการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP ตรวจสอบความพร้อม ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของชุดทดลองและแบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง

ผลการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP จำนวน 10 คน พบว่าการพัฒนาชุดทดลองการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในเกณฑ์ที่ดีโดยคุณภาพของชุดการทดลองได้ผลเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.56 และส่วนของใบงานการทดลองก็ได้ผลเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นกันได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตาฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.57 ชุดการทดลองการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP ที่ได้นี้จึงเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

อนันศักดิ์ พงษ์เสถียรศักดิ์ (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเชียลโดยใช้ CPLD จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติการสอนหรือเป็นผู้ฝึกอบรมเกี่ยวกับวิชาดิจิตอล ระดับอุดมศึกษา จำนวน 10 ท่าน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งใช้เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเชียลโดยใช้ CPLD 2) ใบงานการทดลอง จำนวน 12 ใบงาน 3) แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

การสร้างชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเชียลโดยใช้ CPLD มี 2 ส่วนประกอบคือ ชุดปฏิบัติการและใบงานการทดลอง ได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้ 1. ศึกษาคำอธิบายรายวิชาดิจิตอลเทคนิค ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง 2. ออกแบบและสร้าง พร้อมไปกันกับแบบประเมินคุณภาพ 3. เสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบหาข้อบกพร่องเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้เรียบร้อย 4. นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพ

ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเชียลโดยใช้ CPLD ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพของชุดปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์ระดับดีซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.57 และคุณภาพของใบงานการทดลองอยู่ในเกณฑ์ระดับดีซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.62 ดังนั้นชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเชียลโดยใช้ CPLD ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพตามสมมติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยได้ค้นคว้า ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำมาสรุปเป็นแนวทางในการทำวิจัยเพื่อเป็นแบบอย่างในการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ การสร้างใบงานการทดลอง และรูปแบบการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนกระบวนการและวิธีการ เพื่อให้มีขีดความสามารถและมีประสิทธิภาพในระดับสูง ตอบสนองผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์ โดยผู้วิจัยได้จัดกลุ่มที่นำมาเป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้

1. ด้านการออกแบบและสร้างชุดปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้นำแนวทางของ สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี ที่ได้ทำการออกแบบและหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876, คมเพ็ชร หิรัญพานิช การพัฒนาชุดทดลองการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP เป็นต้นแบบของชุดปฏิบัติการ, เมืองมล เสนเพ็ง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ 4 ชั้น ด้วยเครื่องโปรมแกรมมาเบิลคอนโทรลเลอร์,อนันศักดิ์ พงษ์เสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศักดิ์ การสร้างและหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเชียลโดยใช้ CPLD เป็นต้นแบบในการสร้างชุดปฏิบัติการ

2. ด้านใบงานการทดลอง แบบทดสอบ แบบประเมิน ผู้วิจัยได้ศึกษาจากงานวิจัยหลายๆ เล่มที่ได้นำมาเป็นต้นแบบ โดยมุ่งเน้นศึกษาถึงกระบวนการ แนวทาง และวิธีการในการออกแบบ ดังเช่นงานวิจัยของ สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข ที่ได้ทำการสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พร้อมกับใบงานจำนวน 12 ใบงาน, พิพัฒน์ สมใจ การทดลองการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการออปแอมป์, อนันศักดิ์ พงษ์เสถียรศักดิ์ เป็นต้น

3. ด้านกระบวนการทดลอง วิธีดำเนินการวิจัย และอื่นๆ ผู้วิจัยได้ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทุกเล่ม เพื่อนำมาเป็นแบบอย่างในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากร

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 115 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองประกอบด้วย

3.2.1 แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

3.2.2 ใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

3.2.3 แบบทดสอบ

3.2.4 ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

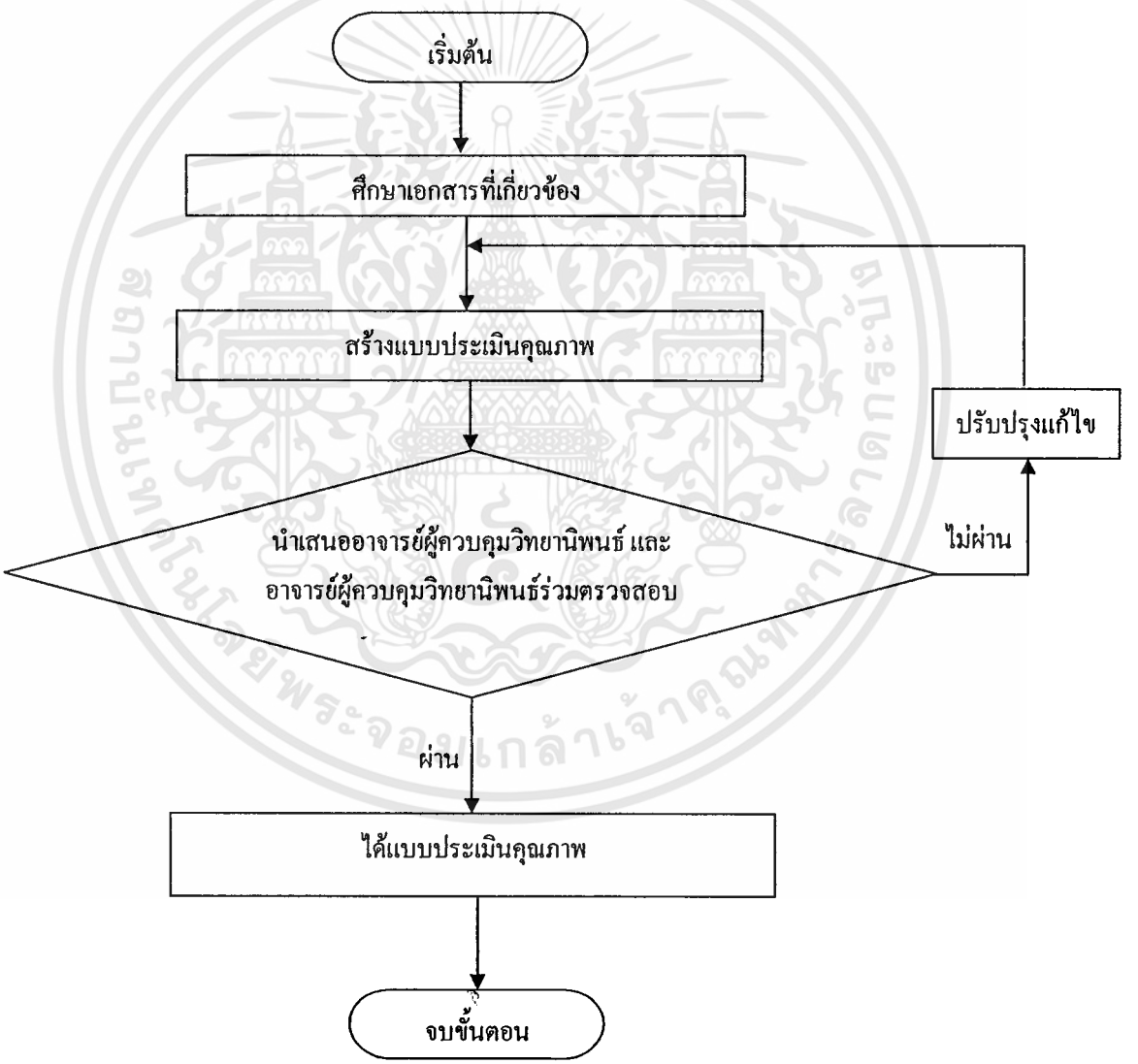
ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและรายละเอียดต่างๆ จากใบงานการทดลองและชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่สร้างขึ้น

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพ

3. นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ ได้ทำการปรับปรุงแก้ไข และเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะ

4. ได้แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี และใบงานการทดลอง สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ในการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิมี 5 ระดับ ดังนี้

1. ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

5	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับดีมาก
4	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับดี
3	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

2. เกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดทดลอง

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	ระดับคุณภาพ ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพ ดี
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพ น้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	ระดับคุณภาพ น้อยที่สุด

การตรวจสอบคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

การประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี คุณภาพของใบงานการทดลอง และคุณภาพของแบบทดสอบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิรวม 6 ท่าน ดังนี้

1. ผศ.ดร.นิคม ลนขุนทด	คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
2. ผศ.ดร.สมโภชน์ สุดาจันทร์	หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. ผศ.วรวิทย์ สมหา	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. นายสันติ ครึ่งมี	อาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
5. นายประทิน พิมสวรรค์	วิศวกร บริษัทแอโรออโตเมชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร
6. นายกิติพงษ์ แซ่เตียว	อาจารย์ประจำสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

การสร้างใบงานการทดลองผู้วิจัยได้เน้นให้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับชุดปฏิบัติการ พีแอลซี โดยมีรายละเอียดการสร้างขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ค้นคว้าจากเอกสารและตำรา

2. ออกแบบใบงานการทดลอง ประกอบด้วย หัวข้อการทดลอง เนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยสรุป วัตถุประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ลำดับขั้นตอนการทดลอง วงจรการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง รวมทั้งคำถามท้ายการทดลอง

3. นำเสนอกับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ เพื่อขอคำแนะนำ และนำมาทำการปรับปรุงแก้ไข

4. สร้างใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

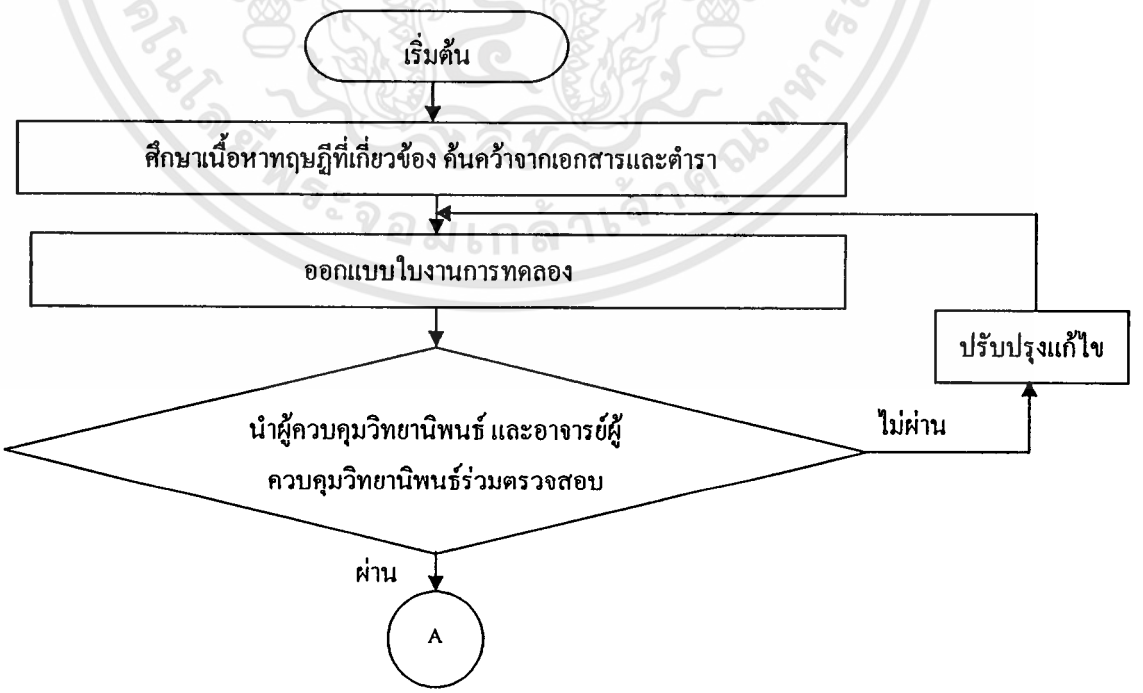
5. นำใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ และนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6. นำใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ไปใช้กับนักศึกษากลุ่มย่อยที่เคยเรียน วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมมาแล้ว จำนวน 3 คน

7. ปรับปรุงใบงานการทดลองที่ 5 ซึ่งวงจรมีความซับซ้อน จากการทดลองของกลุ่มย่อย

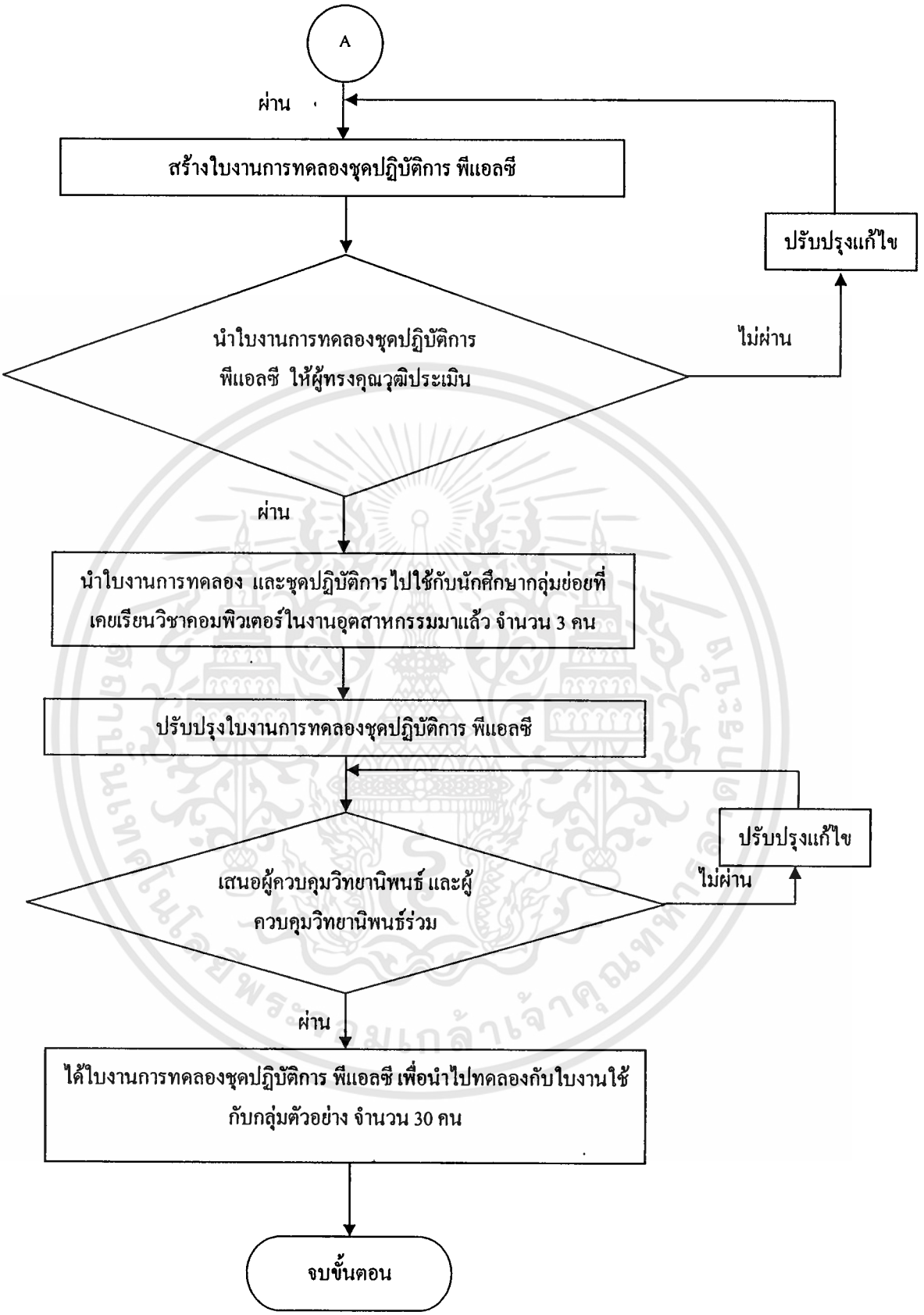
8. ปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

9. ได้ใบงานการทดลองชุดปฏิบัติการ พีแอลซี



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างใบงานการทดลองของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

1. ทำการศึกษาเอกสารเรื่องที่เกี่ยวข้อง และรายละเอียดต่างๆจากใบงานที่สร้างขึ้นจากวงจรที่ใช้ทดลอง จากผลการทดลองที่ได้

2. สร้างแบบทดสอบ

3. นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ หากมีข้อบกพร่องจะทำการปรับปรุงแก้ไข

4. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หากมีข้อบกพร่องจะทำการปรับปรุงแก้ไข

หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นผู้ตรวจสอบประเมิน พิจารณาความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้ข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์ 2538 : 88-89) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

ค่าความสอดคล้องที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจความสอดคล้อง ระหว่างรายการในแบบทดสอบของโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการทดลอง พีแอลซี และใบงานการทดลอง กับแบบแบบทดสอบ ในแต่ละรายการจะต้องมากกว่า 0.5

กรณีค่าความสอดคล้องที่หาได้จากแบบทดสอบตามความคิดเห็น มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ในรายการใดรายการหนึ่ง จะต้องทำการปรับแก้ไขในรายการนั้นๆ ให้มีความสอดคล้องกันเพิ่มขึ้น

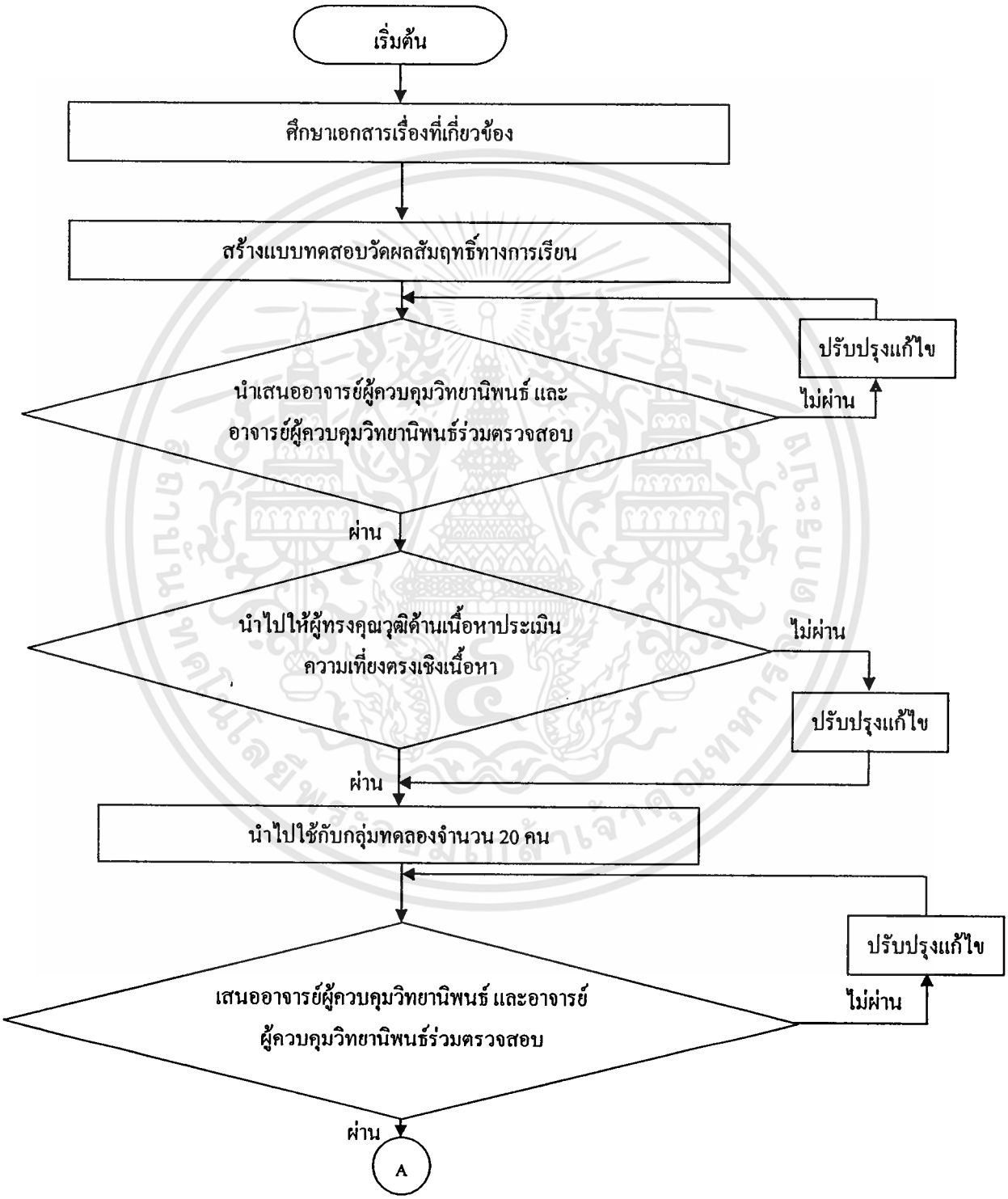
5. นำไปใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 20 คน นักศึกษาที่เคยเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมมาแล้ว โดยนำเอาผลการเรียนของนักศึกษามาคัดเลือกเป็นกลุ่มเก่ง และอ่อน กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละ 10 คน รวมจำนวน 20 คน นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปใช้ทดลองกับนักศึกษากลุ่มนี้เพื่อหาความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น

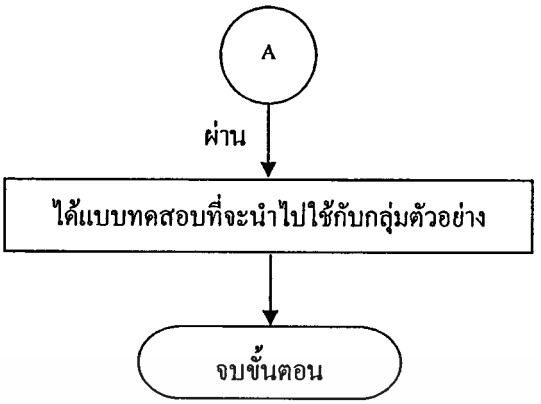
6. นำข้อมูลที่ได้ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบหากมีข้อบกพร่องจะทำการปรับปรุงแก้ไข

7. ได้แบบทดสอบที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ (ต่อ)

ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลรายละเอียดเนื้อหารายวิชา และเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

2. ออกแบบวงจรและชุดปฏิบัติการ กำหนดค่าอุปกรณ์ต่างๆสำหรับการทดลองในแต่ละหัวข้อทำการจัดลำดับการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลขั้นต้นของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

3. เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อขอคำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไข

4. สร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

5. นำชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน และได้นำกลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยเพิ่มเติมอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของระบบไฟฟ้ากระแสตรงทุกโมดูลบอร์ด

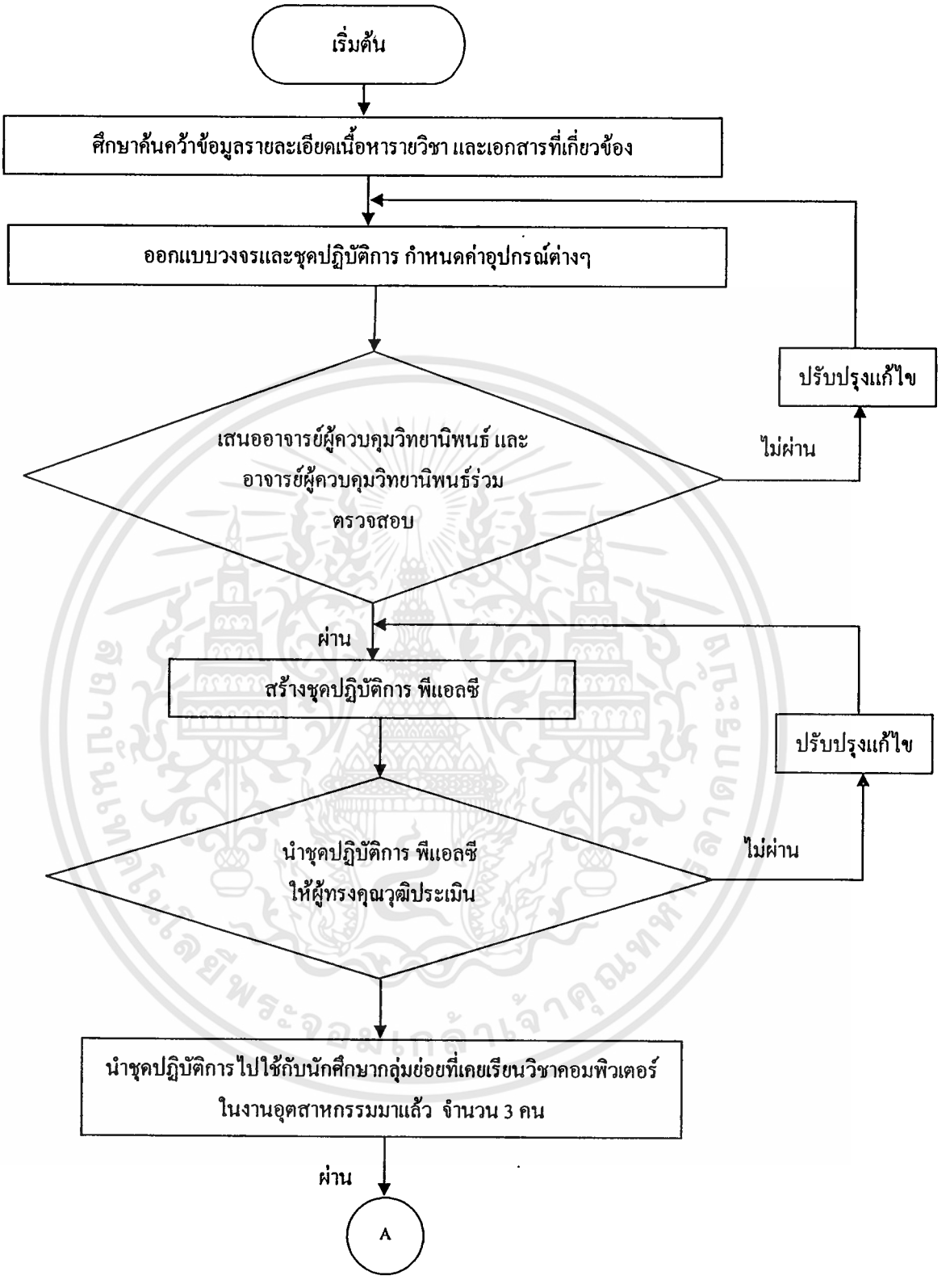
6. นำชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ไปใช้กับนักศึกษากลุ่มย่อยที่เคยเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมมาแล้ว จำนวน 3 คน

7. ปรับปรุงชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ตามผลที่ได้จากการทดสอบของกลุ่มย่อย

8. ปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข

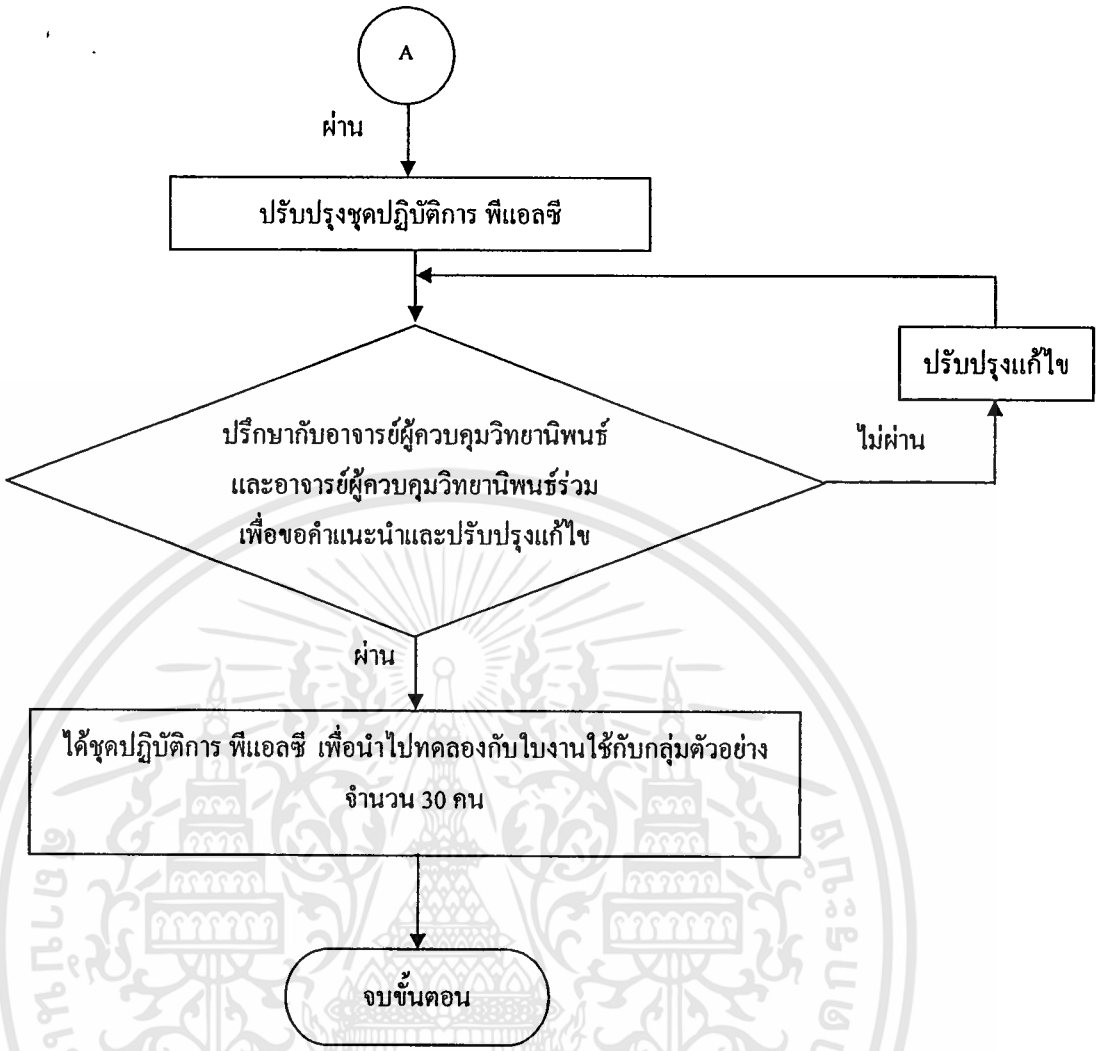
9. ได้ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี เพื่อนำไปทดลองกับใบงานใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี (ต่อ)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองใช้ใบงานการทดลอง และชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่สร้างขึ้นและการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆมีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. บันทึกเสนอขอความอนุเคราะห์ให้งานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกหนังสือขอความร่วมมือไปยังมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ในการนำเอาชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

2. นำใบงานและชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่สร้างขึ้น ไปดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุรินทร์ จำนวน 30 คน แนะนำชุดปฏิบัติการ พีแอลซี และใบงานการทดลอง แก่กลุ่มตัวอย่างโดยให้ทราบถึงขอบข่ายการใช้งาน หลักการในการทำงาน วิธีปฏิบัติก่อนการทดลอง และอธิบายทฤษฎีพร้อมคำแนะนำในการทดลองทุกครั้ง

3. ทดลองใบงานแต่ละใบงาน และทำแบบทดสอบท้ายใบงานจนครบ 5 ใบงาน นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของแต่ละใบงาน หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนจนครบทั้ง 5 ใบงานแล้ว ให้ทำใบงานรวมอีก 1 ใบงาน และแบบทดสอบรวมอีก 1 ชุด นำข้อมูลที่ได้มาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

การวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์ ในการประมวลผลค่าทางสถิติของแบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี มีการแปลความหมายของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมาย (John W.Best. 1977) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพชุดปฏิบัติการพีแอลซี อยู่ในระดับดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพชุดปฏิบัติการพีแอลซี อยู่ในระดับดี
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพชุดปฏิบัติการพีแอลซี อยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพชุดปฏิบัติการพีแอลซี อยู่ในระดับพอใช้
ค่าเฉลี่ย1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพชุดปฏิบัติการพีแอลซี อยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป (นวลวรรณ ทิพย์สุมณฑา. 2544: 61)

3.4.2 นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังต่อไปนี้

3.5.1. การหาค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สำหรับข้อมูลพื้นฐาน (วิไลพร วรจิตตานนท์.2549: 113)

สูตร $P = \frac{f}{N} \times 100$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นค่าร้อยละ

N แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด

3.5.2. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ย (วิไลพร วรจิตตานนท์. 2549: 113)

สูตร $\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

3.5.3. การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล (วิไลพร วรจิตตานนท์.2549: 113)

สูตร $SD = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็น

X คือ ค่าคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4. การหาประสิทธิภาพ

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

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

เมื่อ E_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

E_2 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการปฏิบัติใบงานรวม

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนของนักศึกษา

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวมของนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการปฏิบัติใบงานรวม

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.5.5 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2538 : 88-89)

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เกณฑ์การให้คะแนน

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่มีความเห็นว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่มีความเห็นว่าไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่มีความเห็นว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

สูตร $p = \frac{R}{N}$

เมื่อ p หมายถึง ความยากง่าย

R หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูก

N หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

3.5.7 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538: 210-211)

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

เมื่อ D = อำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_U = จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L = จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N = จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่า D และความหมาย

0.4 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพดีมาก
0.30 - 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพดีพอสมควร
0.20 - 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพพอใช้ได้
0.00 - 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพใช้ไม่ได้

3.5.8 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 198)

สูตร $r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right)$

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k หมายถึง จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

p หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ = 1-p

s^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวนของคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

4.2 ผลการประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

4.1 ผลการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการทดลอง พีแอลซี

การประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน มีผลการประเมินดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ต่อการประเมินชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

ข้อที่	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	มีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
2	เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.50	0.54	ดีมาก
3	มีความสัมพันธ์การใช้ร่วมกับใบงาน	4.66	0.51	ดีมาก
4	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.66	0.51	ดีมาก
5	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	4.33	0.51	ดี
6	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4.66	0.51	ดีมาก
7	ความเหมาะสมในการกำหนดตำแหน่งและติดตั้งอุปกรณ์	4.33	0.51	ดี
8	มีการระบุชื่อ ชุดปฏิบัติการให้ผู้เรียนเห็นได้ชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
9	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์	4.33	0.51	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ต่อการประเมินชุดปฏิบัติการ พีแอลซี (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	4.66	0.51	ดีมาก
11	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.66	0.51	ดีมาก
12	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.50	0.54	ดีมาก
13	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.33	0.51	ดี
14	รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม	4.33	0.51	ดี
15	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.50	0.54	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.56	0.44	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ารายการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ได้แก่รายการประเมินที่มีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียนรู้ และมีการระบุชื่อชุดปฏิบัติการให้ผู้เรียนเห็นได้ชัดเจน รองลงมาคือรายการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ได้แก่รายการประเมินที่มีความสัมพันธ์การใช้ร่วมกับใบงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง มีความสะดวกในการดำเนินการสอน รายการประเมินที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ได้แก่รายการประเมินความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์ และ ความสะดวกในการบำรุงรักษา

รายการประเมินที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ได้แก่รายการประเมินอุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ความเหมาะสมในการกำหนดตำแหน่งและติดตั้งอุปกรณ์ มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์ มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และรูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม

สรุปได้ว่าจากการประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

การประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง ทั้ง 5 ใบงาน จากผู้ทรงคุณวุฒิ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของการประเมินใบงานการทดลอง

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.66	0.51	ดีมาก
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	4.66	0.51	ดีมาก
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.50	0.54	ดีมาก
4	ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	4.33	0.51	ดี
5	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.50	0.54	ดีมาก
6	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.50	0.54	ดีมาก
7	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น	4.33	0.51	ดี
8	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	4.33	0.51	ดี
9	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง	4.33	0.51	ดี
10	คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย รูปวงจร ตาราง ถูกต้อง	4.33	0.51	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.45	0.52	ดี

จากตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพจากใบงานการทดลอง 1-5 ได้ดังนี้

จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รายการประเมินใบงานที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ได้แก่ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และรายรายการประเมินใบงานที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 ได้แก่ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน

รายการประเมินใบงานที่ได้ระดับคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ได้แก่ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้ ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง และคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่ายรูปวงจร ตาราง ถูกต้อง

สรุปได้ว่า จากการประเมินคุณภาพใบงานการทดลองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เห็นว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.45 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

4.3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี หาได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวมของกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน					คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน (25 คะแนน)	คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวม (20 คะแนน)
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4	ใบงานที่ 5		
1	5	3	4	4	4	20	15
2	4	4	3	4	4	19	15
3	5	4	3	4	3	19	15
4	4	4	4	4	4	20	16
5	4	4	4	4	3	19	16
6	5	5	4	4	5	23	18
7	4	4	4	3	4	19	16
8	4	4	4	4	4	20	16
9	4	3	4	3	3	17	15
10	4	4	4	4	4	20	16
11	5	4	3	4	4	20	16
12	5	4	4	4	4	21	16
13	5	5	4	5	4	23	17
14	5	5	4	5	4	23	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 คะแนนของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวมของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คนที่	คะแนนปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน					คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน (25 คะแนน)	คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวม (20 คะแนน)
	ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	ใบงานที่ 4	ใบงานที่ 5		
15	5	4	4	3	4	20	18
16	4	4	3	3	3	17	15
17	5	5	5	4	4	23	17
18	5	4	4	4	3	20	15
19	4	4	4	3	4	19	15
20	4	3	3	4	3	17	15
21	5	5	4	3	4	21	17
22	5	4	4	4	3	20	16
23	5	4	3	4	3	19	15
24	5	5	5	5	5	25	19
25	5	5	5	4	4	23	17
26	5	4	4	4	4	21	16
27	4	3	4	3	3	17	15
28	5	5	4	4	4	22	16
29	4	4	4	4	4	20	16
30	5	5	4	4	4	22	17
คะแนนรวม						$\sum X = 609$	$\sum Y = 483$
คะแนนเฉลี่ย						$\overline{X} = 20.30$	$\overline{X} = 16.10$
ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2						E1 = 81.20	E2 = 80.50

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนทั้งหมด 5 ใบงาน ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มีค่าคะแนนรวมเท่ากับ 609 คะแนน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.30 คะแนน ดังนั้นจะได้ค่าประสิทธิภาพการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน (E1) เท่ากับ 81.20 ในส่วนคะแนนรวมของการปฏิบัติใบงานรวมมีค่าคะแนนรวมเท่ากับ 483 คะแนน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.10 คะแนน ดังนั้นจะได้ค่าประสิทธิภาพการปฏิบัติใบงานรวม (E2) เท่ากับ 80.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลสรุปการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนการทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน	30	750	609	81.20	80
คะแนนการทำแบบทดสอบใบงานรวม	30	600	483	80.50	80

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า การปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 609 คิดเป็นร้อยละ 81.20 และคะแนนการปฏิบัติใบงานรวมได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 483 คิดเป็นร้อยละ 80.50 ดังนั้น โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.20/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดปฏิบัติการ พีแอลซี
2. เพื่อหาคุณภาพ และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ($\overline{X} \geq 3.5$) สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 115 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ใบงานการทดลอง แบบทดสอบ และแบบประเมินคุณภาพ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองใช้ใบงานและชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่สร้างขึ้นและการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆมีลำดับขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บันทึกเสนอขอความอนุเคราะห์ให้งานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกหนังสือขอความร่วมมือไปยังมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ในการนำเอาชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

2. นำใบงานและชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ที่สร้างขึ้น ไปดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 30 คน แนะนำชุดปฏิบัติการ พีแอลซี และใบงานการทดลอง แก่กลุ่มตัวอย่างโดยให้ทราบถึงขอบข่ายการใช้งาน หลักการในการทำงาน วิธีปฏิบัติก่อนการทดลอง และอธิบายทฤษฎีพร้อมคำแนะนำในการทดลองทุกครั้ง

3. ทดลองใบงานแต่ละใบงาน และทำแบบทดสอบท้ายใบงานจนครบ 5 ใบงาน นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของแต่ละใบงาน หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนจนครบทั้ง 5 ใบงานแล้ว ให้ทำใบงานรวมอีก 1 ใบงาน และแบบทดสอบรวมอีก 1 ชุด นำข้อมูลที่ได้มาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

จากการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

2. การวิเคราะห์คุณภาพใบงานการทดลอง

การประเมินคุณภาพใบงานการทดลองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

3. การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาความยากง่าย และหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพพบว่าโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.20/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยดังนี้

คุณภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี โดยการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นว่าชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีข้อที่ดีมากในลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียนรู้ มีการระบุชื่อชุดปฏิบัติการให้ผู้เรียนเห็นได้ชัดเจน มีความสัมพันธ์การใช้ร่วมกับใบงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน เป็นอุปกรณ์การสอนที่ให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้ มีความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง และมีความสะดวกในการดำเนินการสอน ส่วนที่ควรจะพัฒนาในเรื่องความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์ มีวิธีการใช้งานยุ่งยากซับซ้อน และรูปร่าง ขนาดของชุดทดลองซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี สรุปโดยรวมได้ว่าชุดปฏิบัติการทดลองพีแอลซี มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44

คุณภาพของใบงานการทดลองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นว่าใบงานที่สร้างขึ้นมีข้อที่ดีมากในเรื่องของเนื้อหาของใบงานก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน มีเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์ มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และใบงานมีเนื้อหาถูกต้องสมบูรณ์ แต่มีส่วนที่จะต้องพัฒนาในเรื่องของความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลองของแต่ละขั้น ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลองอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถสรุปได้ว่าใบงานการทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ พีแอลซี กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.20/80.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยชุดปฏิบัติการ พีแอลซี พบว่าชุดปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากเป็นส่วนมาก ทั้งนี้ผู้วิจัยมีกระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบทุกขั้นตอนผ่านการตรวจสอบและได้รับคำแนะนำจากผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ก่อนจะนำชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้ทำการทดลองกับกลุ่มนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมจำนวน 3 คน เพื่อหาข้อผิดพลาดและนำมาปรับปรุงแก้ไขชุดปฏิบัติการ พีแอลซี ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์เพื่อให้ได้ชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก่อนที่จะนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยโดยค่าผลสัมฤทธิ์ที่ได้มีค่าประสิทธิภาพ 81.20/80.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ทั้งนี้เพราะผู้ทดลองสนใจในการปฏิบัติใบงานการทดลอง เนื่องจากในการจัดทำใบงานการทดลองเป็นระบบ เนื้อหาใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความยาวเหมาะสม และมีความยากง่ายในการปฏิบัติเป็นไปอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เป็นการกระตุ้นให้ผู้ทดลองมีความสนใจ อีกทั้งเมื่อทดลองปฏิบัติใบงานการทดลองแล้วผู้ทดลองสามารถเล็งเห็นผลการปฏิบัติได้อย่างชัดเจนเป็นการเสริมแรงให้ผู้ทดลองมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติใบงานการทดลอง

ในการปฏิบัติใบงานการทดลองระหว่างเรียนจำนวน 5 ใบงานพบว่า คะแนนในการปฏิบัติใบงานที่ 1 มีค่าคะแนนรวมสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่าการปฏิบัติใบงานการทดลองอื่นๆ เนื่องมาจากใบงานการทดลองที่ 1 เป็นการใช้คำสั่งพื้นฐานที่ง่ายและไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน ไม่ต้องต่อวงจรกับชุดปฏิบัติการส่วนอื่นๆ ทำให้ผู้ทดลองมีเวลาในการทบทวนเนื้อหาที่ทดลอง ในส่วนใบงานที่มีคะแนนต่ำสุดคือใบงานการทดลองที่ 5 เนื่องจากมีเนื้อหามาก และเป็นการดัดแปลงการทำงานของใบงานการทดลองพื้นฐานที่มีความซับซ้อน ต้องใช้ความคิดและเทคนิคต่างๆ มาประกอบกัน มีส่วนของความรู้ใหม่ที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมและมีวงจรที่ต่อมากขึ้นทำให้คะแนนที่ได้มีค่าน้อยที่สุด ในการปฏิบัติใบงานการทดลองรวมพบว่ามีคะแนนน้อยกว่าการปฏิบัติใบงานการทดลองระหว่าเรียน เนื่องจากใบงานการทดลองรวมวงจรที่ต่อมีความยุ่งยาก โปรแกรมมีความซับซ้อนและมีเนื้อหามากอีกทั้งยังไม่มีเวลาในการทบทวนความรู้เดิมจากการปฏิบัติใบงานการทดลองระหว่าเรียน จึงมีผลทำให้ค่าคะแนนรวมเฉลี่ยที่ได้มีค่าน้อยกว่าการปฏิบัติใบงานการทดลองระหว่าเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุวัชชัย เลิศสถาพรสุข (2547) ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 พบว่า ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.89/81.45 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้

1. นำชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้นไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม และวิชาที่เกี่ยวข้องได้

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลอง ในรายวิชาเรียนอื่นๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

พัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองพีแอลซีหลายๆยี่ห้อ และพัฒนารูปแบบการควบคุมให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คมเพ็ชร หิรัญพานิช. 2548. "การพัฒนาชุดทดลองการเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์ประมวลผลสัญญาณดิจิตอล DSP" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2548. **ระบบ PLC.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ธีรศิลป์ ทุมวิภาต. 2547. **เรียนรู้ PLC ขั้นต้น ขั้นกลางและขั้นสูงด้วยตนเอง.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น.

บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2538. **การวัดและการประเมินผลการศึกษาและการประยุกต์.** กรุงเทพฯ. อักษรเจริญทัศน์.

พิพัฒน์ สมใจ.2545. "การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีระพล เมธีกุล. 2539. **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พิเชษฐ์ ฉิมรัตน์. 2549. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซ็นเซอร์และทรานดิวเซอร์" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พุธทอง โพธิปัญญา. 2540. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองการติดต่อสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภัทรา นิคมานนท์. 2539. **การวัดและการประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ.** กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.

เมืองมล เสนเพ็ง. 2548. "ชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ 4 ชั้น ด้วยเครื่องโปรแกรมมาเบิลคอนโทรลเลอร์" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุทธพิชัย กล้าหาญ. 2547. "การสร้างชุดปฏิบัติการและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : บริษัท ที.พี.พริ้นท์ จำกัด.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **หลักการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2542. **แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนประเภทอุปกรณ์สาธิต**. วารสารอาชีวศึกษา.

วิไลพร วรจิตตานนท์. 2549. **"วิจัยทางการศึกษา"**. ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุนทร ก้องสินธุ. 2547. "การพัฒนาชุดฝึกการเชื่อมต่อพื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี.2546. "การออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวัชชัย เลิศสถาพรสุข.2547. "ชุดทดลองการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อนันศักดิ์ เสถียรศักดิ์. 2548. "เพื่อการสร้างและหาคุณภาพของชุดปฏิบัติการวงจรคอมไบเนชันและซีเควนเชียลโดยใช้ CPLD" วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2552 ให้ดำเนินการดังนี้

นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม รหัสประจำตัว 47065422 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ (Modual Board PLC Set Industrial Computer for Bachelor of Science in Electrical and Electronics Technology Surindra Rajabhat University โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2552

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0833

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 มีนาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงานและคุณภาพของแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน นายประทิน พิมสวรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงค์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงาน และคุณภาพของแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0833

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๐ มีนาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงานและคุณภาพของแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์กิติพงษ์ แซ่เตียว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงค์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงาน และคุณภาพของแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0833

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 มีนาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงานและคุณภาพของแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สันติ ครึ่งมี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงค์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงาน และคุณภาพของแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 0833 วันที่ ๔๐ มีนาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงานและคุณภาพของแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.วรวิทย์ สมหา

ด้วย นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงค์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงาน และคุณภาพของแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0833

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 มีนาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงานและคุณภาพของแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.สมโภชน์ สุดาจันทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงค์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงาน และคุณภาพของแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0833

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

20 มีนาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงานและคุณภาพของแบบประเมินเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.นิคม ลนขุนทด

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินคุณภาพของชุดทดลอง คุณภาพของใบงาน และคุณภาพของแบบประเมินนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0857

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

23 มีนาคม 2552

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบทดสอบเพื่อการวิจัย

ด้วย นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรมตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2552 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม ทดลองใช้ชุดปฏิบัติการช่วยสอนกับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี วิชาคอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

1. ผศ.ดร.นิคม ลนขุนทด	คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
2. ผศ.ดร.สมโภชน์ สุดาจันทร์	หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. ผศ.วรวิทย์ สมหา	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. นายสันติ ครึ่งมี	อาจารย์ประจำสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
5. นายประทิน พิมสวรรค์	วิศวกร บริษัทแอโรออโตเมชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร
6. นายกิติพงษ์ แซ่เตียว	อาจารย์ประจำสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

แบบประเมินคุณภาพใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดปฏิบัติการทดลอง

คำชี้แจง

แบบเสดงความคิดเห็นชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการทดลอง

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

5	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด
4	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มาก
3	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
2	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อย
1	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดปฏิบัติการทดลอง

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ลำดับที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
	ชุดปฏิบัติการทดลอง					
1	เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	มีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียนรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	มีความสัมพันธ์การใช้ร่วมกับใบงาน.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไ	.....	.....	.....	.....	.....
6	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....
7	ความเหมาะสมในการกำหนดตำแหน่งและติดตั้งอุปกรณ์	.....	.....	.....	.....	.....
8	มีการระบุชื่อ ชุดปฏิบัติการให้ผู้เรียนเห็นได้ชัดเจน.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
11	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน.....	.....	.....	.....	.....	.....
12	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์.....	.....	.....	.....	.....	.....
13	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน.....	.....	.....	.....	.....	.....
14	รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม.....	.....	.....	.....	.....	.....
15	ความสะดวกในการบำรุงรักษา.....	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆเกี่ยวกับชุดปฏิบัติการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความคิดเห็นอื่นๆและข้อเสนอแนะโดยทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม

คำชี้แจง

แบบเสดงความคิดเห็นชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็นเกี่ยวกับใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การประเมิน

ตอนที่ 1 กรุณาใส่เครื่องหมาย ลงในช่องระดับการประเมินเพียงช่องเดียว โดยระดับคะแนนจะแสดงความหมายดังนี้

5	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มากที่สุด
4	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่มาก
3	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับปานกลาง
2	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อย
1	มีค่าเท่ากับ	เห็นด้วยในระดับที่น้อยที่สุด

ตอนที่ 2 โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ลงนามชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อใบงานระหว่างเรียนและใบงานรวม

คำชี้แจง : กรุณาใส่เครื่องหมาย ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ลำดับที่	ข้อความ	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
	ใบงาน					
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
7	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
	ของแต่ละขั้น.....	.....	.....	.....	.....	.....
8	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี.....	.....	.....	.....	.....	.....
9	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....
10	คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	.....	.....	.....	.....	.....
	รูปวงจร ตาราง ถูกต้อง.....	.....	.....	.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โปรดเขียนแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

1. ความคิดเห็นอื่นๆเกี่ยวกับใบงาน

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความคิดเห็นอื่นๆและข้อเสนอแนะโดยทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ใบงานการทดลอง

แบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1
คำสั่งพื้นฐาน และการทำงานของ บอร์ดพีแอลซี

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาคำสั่งพื้นฐาน และการทำงานของโมดูลบอร์ด พีแอลซี เบสิกอินพุต/เอาต์พุต

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ใช้คำสั่งพื้นฐานควบคุมการทำงานของโมดูลบอร์ด พีแอลซี เบสิกอินพุต/เอาต์พุตได้
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมโมดูลบอร์ด พีแอลซี เบสิกอินพุต/เอาต์พุตได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

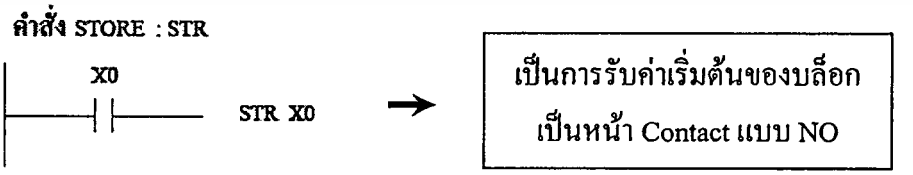
1. โมดูลบอร์ด พีแอลซี เบสิกอินพุต/เอาต์พุต
2. คอมพิวเตอร์และโปรแกรม พีแอลซี
3. สายต่อวงจร

ทฤษฎี

หลักการเขียน Ladder Diagram และคำสั่งพื้นฐานของ PLC

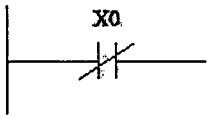
แลดเดอร์ไดอะแกรมจัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงาน แต่เวลาที่ PLC จะทำงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยชุดคำสั่ง (Instructions) ในการทำงาน ด้วยวิธีการเขียนคำสั่งลงในส่วนของหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บเป็นแลดเดอร์โดยตรงได้ ดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นต้องเข้าใจชุดคำสั่ง เพราะชุดคำสั่งนั้นก็แปลงภาษามาจากแลดเดอร์ไดอะแกรมนั่นเอง

คำสั่งต่างๆ เหล่านี้ใช้เป็นคำสั่งพื้นฐาน เพื่อการโปรแกรมเข้าไปในตัว PLC ให้ทำงานขั้นตอนง่ายๆ ทั้งในรูปของ Ladder Diagram หรือ บูลีนด์ ผ่านทางคอมพิวเตอร์



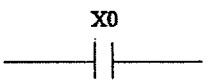
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง STORE NOT : STRN



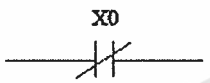
เป็นการรับค่าเริ่มต้นของบล็อก
เป็นหน้า Contact แบบ NC

คำสั่ง AND



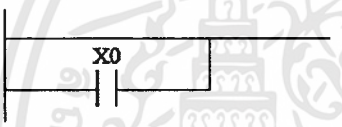
การ and หรือ การต่อแบบอนุกรม
เป็นหน้า Contact แบบ NO

คำสั่ง AND NOT



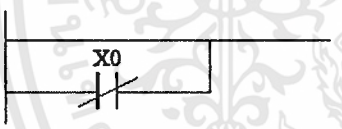
การ and not หรือ การต่อแบบอนุกรม
เป็นหน้า Contact แบบ NC

คำสั่ง OR



การ or หรือ การต่อแบบขนานเป็น
หน้า Contact แบบ NO

คำสั่ง OR NOT

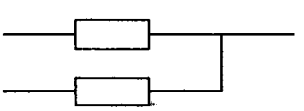


การ or หรือ การต่อแบบขนานเป็น
หน้า Contact แบบ NC

คำสั่ง AND STORE : AND STR

การ and block หรือ
การต่อแบบอนุกรมบล็อก

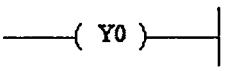
คำสั่ง OR STORE : OR STR



การ or block หรือ
การต่อแบบขนานบล็อก

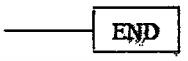
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง OUT



OUT Y0 → เอ้าพุตแบบรีเลย์

คำสั่ง END

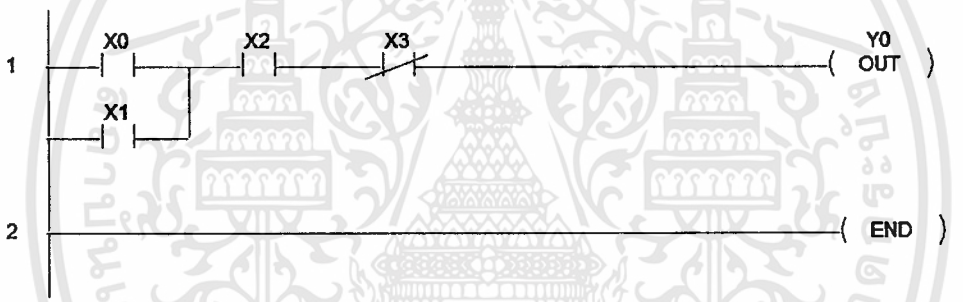


END → คำสั่งจบการเขียนโปรแกรม

ตอนที่ 1 การใช้งานอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

ลำดับขั้นการทดลอง

1. จากแลดเดอร์ไดอะแกรมที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ จงเขียนขั้นตอนการโปรแกรมบูลีนด์ลงในตารางข้างล่าง และป้อนโปรแกรมเข้าเครื่อง PLC



Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดสอบการทำงานของวงจรว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้ายังไม่ถูกต้องให้ตรวจสอบแล้วลองป้อนโปรแกรมใหม่อีกครั้ง

3. บันทึกสภาวะการทำงาน

* *หมายเหตุ* ON = 1

OFF = 0

Input				Output
X0	X1	X2	X3	Y0
1	0	0	0	
1	1	0	0	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

4. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

5. คำถามท้ายการทดลอง

5.1 คำสั่ง STORE : STR หมายถึงอะไร

.....

.....

5.2 จากแลดเดอร์ไดอะแกรม อินพุท X3 แตกต่างจากอินพุทตัวอื่นๆ อย่างไร

.....

.....

5.3 จากแลดเดอร์ไดอะแกรม ถ้าอินพุท X1 , X2 เป็นคอนแทคเตอร์แบบปกติปิด (NC) เอ้าพุทจะเป็นอย่างไร

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

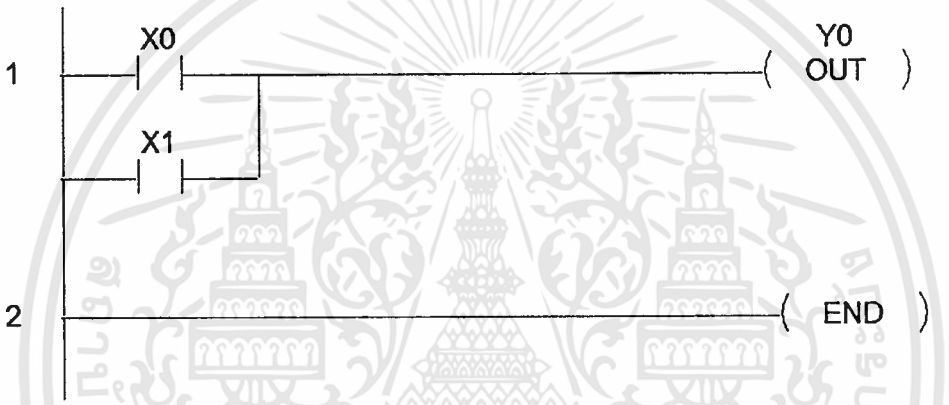
ตอนที่ 2 การอินเตอร์ล็อค (Inter lock)

ทฤษฎี

การอินเตอร์ล็อค (Inter lock) เป็นการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวโยงกัน ซึ่งจะทำงานก็ต่อเมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยการทำงานของอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวโยงกัน เพื่อเป็นการควบคุมการทำงานของตัวมันเองด้วยการใช้คอนแทคช่วย (Auxiliary relay) คร่อมผ่าน (By pass) เพื่อรักษาสถานะการทำงานของตัวมันเองไว้ การเขียนคำสั่งเหมือนกับคำสั่ง OR

ลำดับขั้นการทดลอง

1. จากแลดเดอร์ไดอะแกรมข้างล่างนี้ให้ทดลองศึกษาและทำความเข้าใจ



2. ทดลองอธิบายการทำงานพอสังเขป

.....

.....

.....

3. ทดลองป้อนโปรแกรมแลดเดอร์จากข้อที่ 1 เข้าเครื่อง PLC
4. บันทึกสภาวะการทำงาน

* *หมายเหตุ* ON = 1

OFF = 0

Input		Output
X0	X1	Y0
1	0	
0	1	
1	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทดลองเขียนบูลีนด์ ให้เอ้าท์พุท Y0 สามารถคงสภาวะได้โดยใช้เทคนิคการ Interlock ด้วยการนำคอนแทคช่วยของ Y0 มาใช้ โดยนำวงจรในข้อที่ 1 เป็นวงจรอ้างอิง

Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)

6. เขียนวงจรแลดเดอร์ที่ได้จากบูลีนด์ในข้อที่ 5

7 โปรแกรมเข้าเครื่อง PLC ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้

8 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม

9 บันทึกสภาวะการทำงาน

Input	**Output**
X0	Y0
0	
1	
0	

10. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

11. คำถามท้ายบท

11.1 การอินเตอร์ล็อค(Inter lock) มีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับเอาท์พุต (Output)

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.2 จากแลดเดอร์ที่ได้จากข้อที่ 6 หากเอาท์พุต (Output) ทำงานอยู่ จะทำอย่างไรให้เอาท์พุต (Output) หยุดทำงาน จงเขียนแลดเดอร์พร้อมอธิบาย

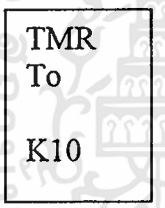
.....

.....

ตอนที่ 3 Timer Function Block

ทฤษฎี

Timer - TMR เป็นคำสั่งที่ใช้หน่วงเวลาเมื่อมีสัญญาณสั่งให้ TIM ทำงาน (Contact A มีสถานะ "ON") คำสั่ง TIM จะเริ่มนับเวลาตามค่าที่ตั้งไว้ใน Timer เมื่อนับครบเวลา หน้า Contact ของ Timer ตัวนั้นๆ ก็จะ "ON" แต่ถ้าสัญญาณที่สั่งให้ TIM ทำงานหายไป (Contact A มีสถานะ OFF) Timer จะถูก Reset



เอ้าพุตแบบไทเมอร์ใช้หน่วงเวลาหรือตัวจับเวลา

บูลีนของ Timer

TMR T0 K10

คำอธิบาย

TMR หมายถึง TMR เป็นตัวย่อของTimer ยี่ห้อ Koyo

TO หมายถึง เป็น Timer ตัวแรกใช้กำหนดว่าเป็น Timer ตัวที่เท่าใด T0,T1,T2....TN

K10 หมายถึง เวลาที่หน่วง K10 = 1 วินาที

K หมายถึง สัญลักษณ์แทนเวลาที่หน่วง

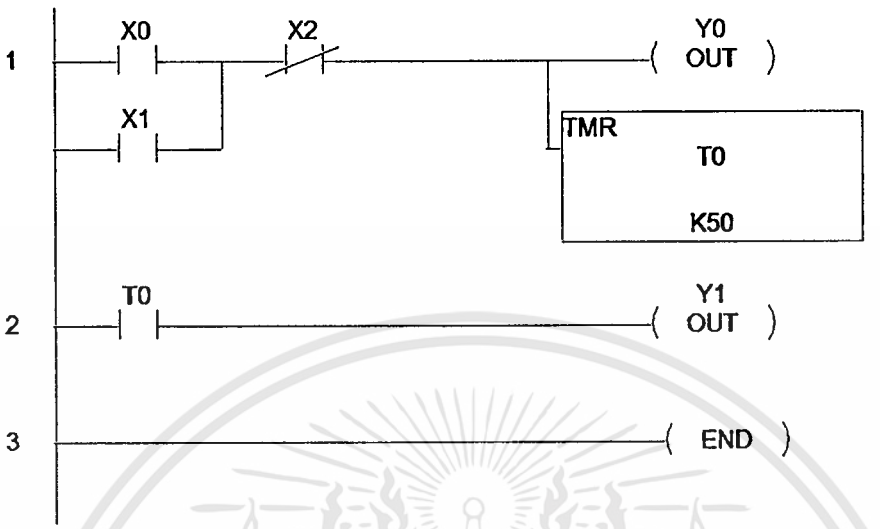
* 10 แทน 1 วินาที

100 แทน 10วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. จากแลดเดอร์ข้างล่างที่กำหนดให้ จงเขียนเป็นบูลีน



Line Number	Instruction	Operand (I/O Address)

2. การตั้งค่าให้กับ Timer ให้เข้าไปใน Configulaion Editor Mode เพื่อปรับตั้งค่าที่ต้องการ ในที่นี้ ให้ตั้งค่าไว้ที่ 50

3. ป้อนโปรแกรมเข้าเครื่อง PLC ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้

4. ทดสอบการทำงานของวงจรว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้ายังไม่ถูกต้องให้ตรวจสอบแล้วลองป้อนโปรแกรมใหม่อีกครั้ง

5. ทดสอบการทำงานของโปรแกรม

6. บันทึกสภาวะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* *หมายเหตุ* ON = 1

OFF = 0

Input		Output	
X0	X1	Y0	Y1
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

7. สรุปผลการการทดลอง

.....

.....

.....

8. คำถามท้ายการทดลอง

8.1 จากวงจรแลดเดอร์ในข้อที่ 1 Y1 จะทำงานเมื่อใดจงอธิบาย

.....

.....

.....

8.2 เมื่อต้องการให้ Y0, Y1 กลับสู่สภาวะเดิมจะต้องทำอย่างไร

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

การควบคุมระดับน้ำและปั๊มน้ำ

(Silo System Simulation)

วัตถุประสงค์

ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรไฟฟ้าจากไซโล เข้ากับ PLC
2. เขียนวงจรแล็คเดอร์สำหรับการควบคุมการทำงานของไซโลได้
3. แก้ไขปัญหาขณะทำการทดสอบวงจรแล็คเดอร์

ทฤษฎี

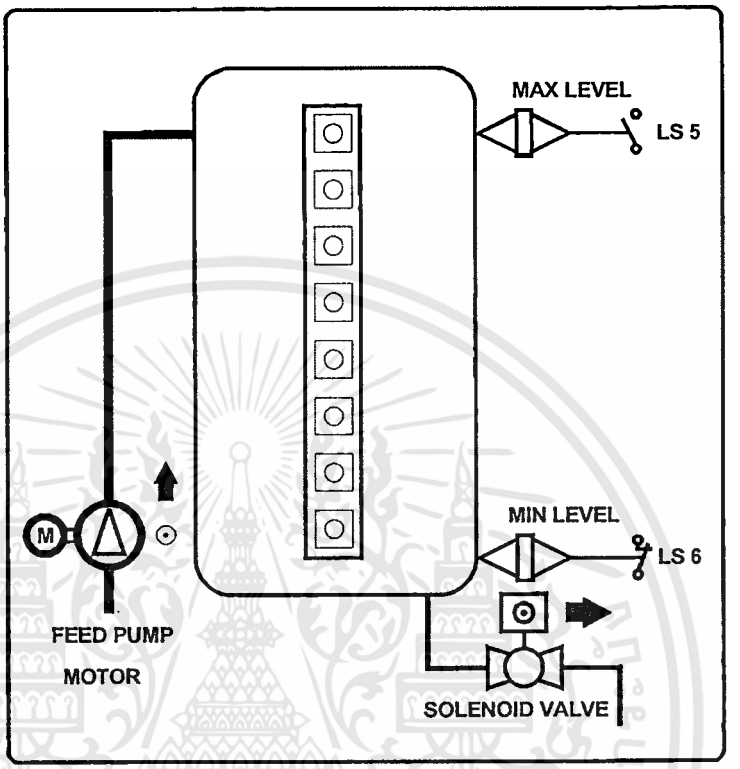
หลักการทำงานของไซโล

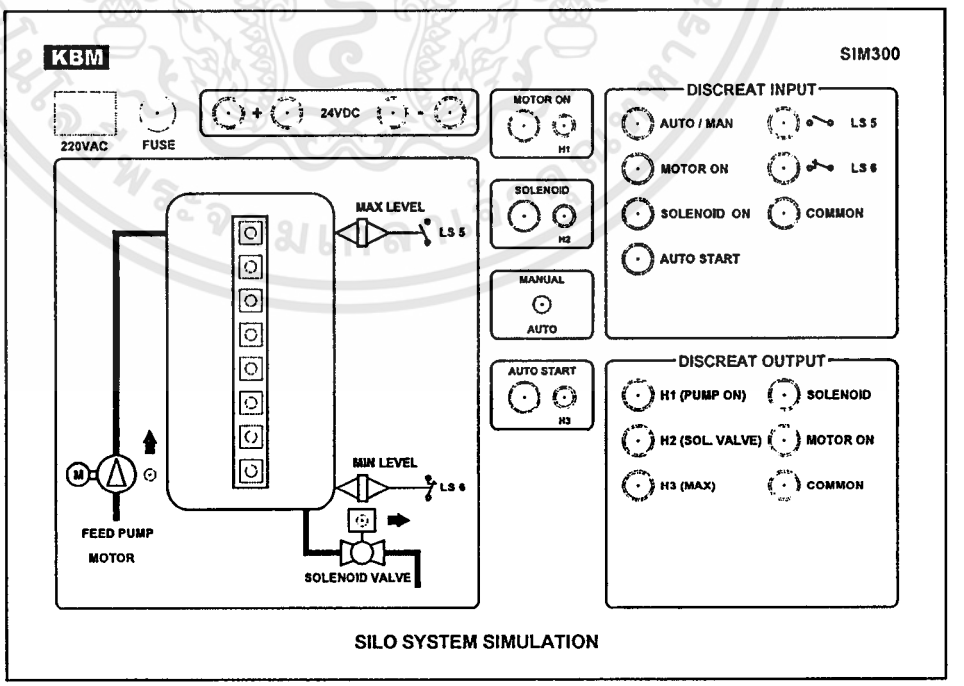
ไซโลเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บสำรองวัตถุไม่ว่าจะเป็นผง เช่น แป้ง, ปูนซีเมนต์, เป็นเมล็ดพันธุ์พืช เช่น ข้าวโพด ข้าว หรือ ของเหลว เช่น น้ำนม ในการทดสอบนี้จะเป็นไซโลที่ใช้เก็บของเหลว

ลักษณะการจัดเก็บจะมีปั๊มที่ขับด้วยมอเตอร์ จะปั๊มของเหลวเข้ากับไว้ในไซโล ซึ่งจะทำให้ระดับของเหลวในไซโลเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถ้าไม่มีการเปิดใช้งาน เมื่อระดับของเหลวเพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุดจะมีลิมิตสวิทซ์ (LS5) ทำงาน เพื่อบอกให้ทราบว่าของเหลวอยู่ในระดับที่สูงสุดแล้ว ถ้าปั๊มต่อไปอาจจะเป็นอันตรายได้ หรือ ล้นออกมาซึ่งจะต้องทำการหยุดปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการนำเอาของเหลวออกไปใช้งาน ก็ทำการเปิดวาล์วไฟฟ้า (SOLENOID VALVE) จะทำให้ระดับของเหลวลดลงมาเรื่อยๆ จนถึงระดับต่ำที่ตั้งไว้ ซึ่งจะทำให้ลิมิตสวิทซ์ (LS6) ทำงาน เพื่อบอกให้รู้ว่าของเหลวจะหมดถังแล้ว เพื่อแจ้งให้ทราบจะได้เตรียมหรือหยุดใช้ของเหลวนั้นๆ





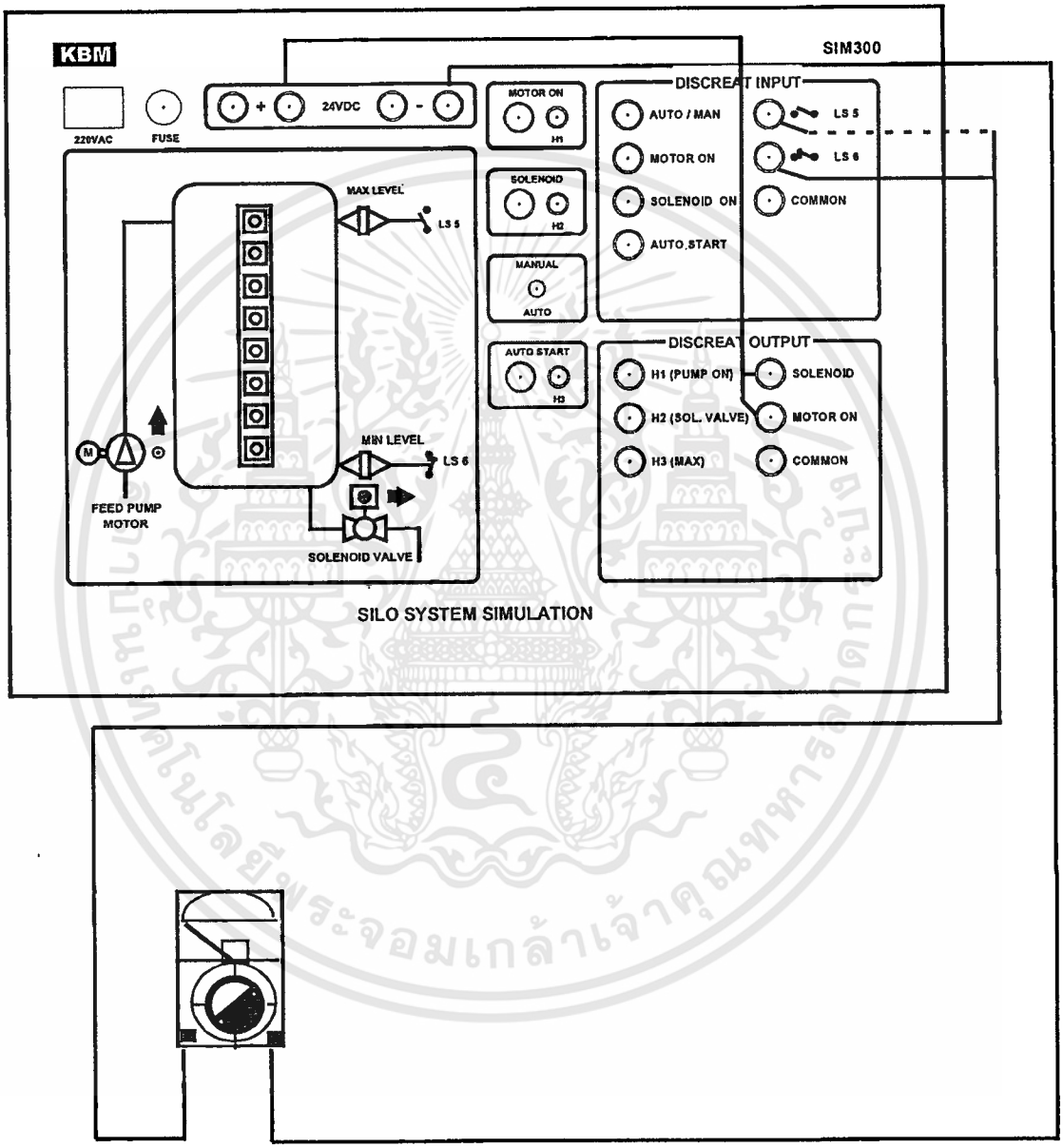
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับการทดลอง

1.1 นำชุด Silo System Simulation มาใช้ในการทดลองในใบงานนี้

1.2 นำแหล่งจ่ายไฟฟ้าขนาด 24VDC มาจ่ายให้กับชุด Silo System Simulation ที่จุด POWER SUPPLY 24VDC

(ดังรูป)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ใช้สายไฟต่อไฟ +24VDC เข้าที่ขั้ว MOTOR ON ให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ LED ที่วัดระดับของเหลวใน

ไซโล LED จะติดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากด้านล่างขึ้นด้านบนจนสุด บอกให้ทราบถึงระดับของเหลวภายในถัง

1.4 ใช้สายไฟต่อไฟ +24VDC เข้าที่ขั้ว SOLENOID ให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ LED ที่วัดระดับของเหลวในไซโล

LED จะค่อยๆ ดับจากด้านบนลงล่างจนหมด บอกให้ทราบระดับของเหลวในถังที่ค่อยๆ ลดลงจนหมด

1.5 เมื่อจ่ายไฟ +24VDC ให้กับ COMMON ของ INPUT ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ขั้ว LS6 กับขั้ว –24VDC โดยที่ให้ไฟ

บวกของโวลต์มิเตอร์อยู่ที่ขั้ว LS6 และไฟลบของโวลต์มิเตอร์อยู่ที่ขั้ว –24VDC สังเกตเข็มของมิเตอร์ เมื่อ LED ที่วัดระดับของเหลวดับหมด และเมื่อ LED ที่วัดระดับของเหลวติด

เมื่อ LED ที่วัดระดับของเหลวดับหมด เข็มของโวลต์มิเตอร์วัดได้ +24VDC เพื่อจาก LS6 เป็น NC

เมื่อ LED ที่วัดระดับติด เข็มของโวลต์มิเตอร์จะไม่บ่ายเบน เนื่องจาก LS6 เปลี่ยนสภาวะจาก NC เป็น NO

1.6 ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ขั้ว LS5 กับขั้ว –24VDC โดยวัดลักษณะเดียวกันกับข้อ 1.5 ให้สังเกตเข็มมิเตอร์

เมื่อ LED วัดระดับของเหลวติดหมด และเมื่อ LED ที่วัดระดับของเหลวดับ

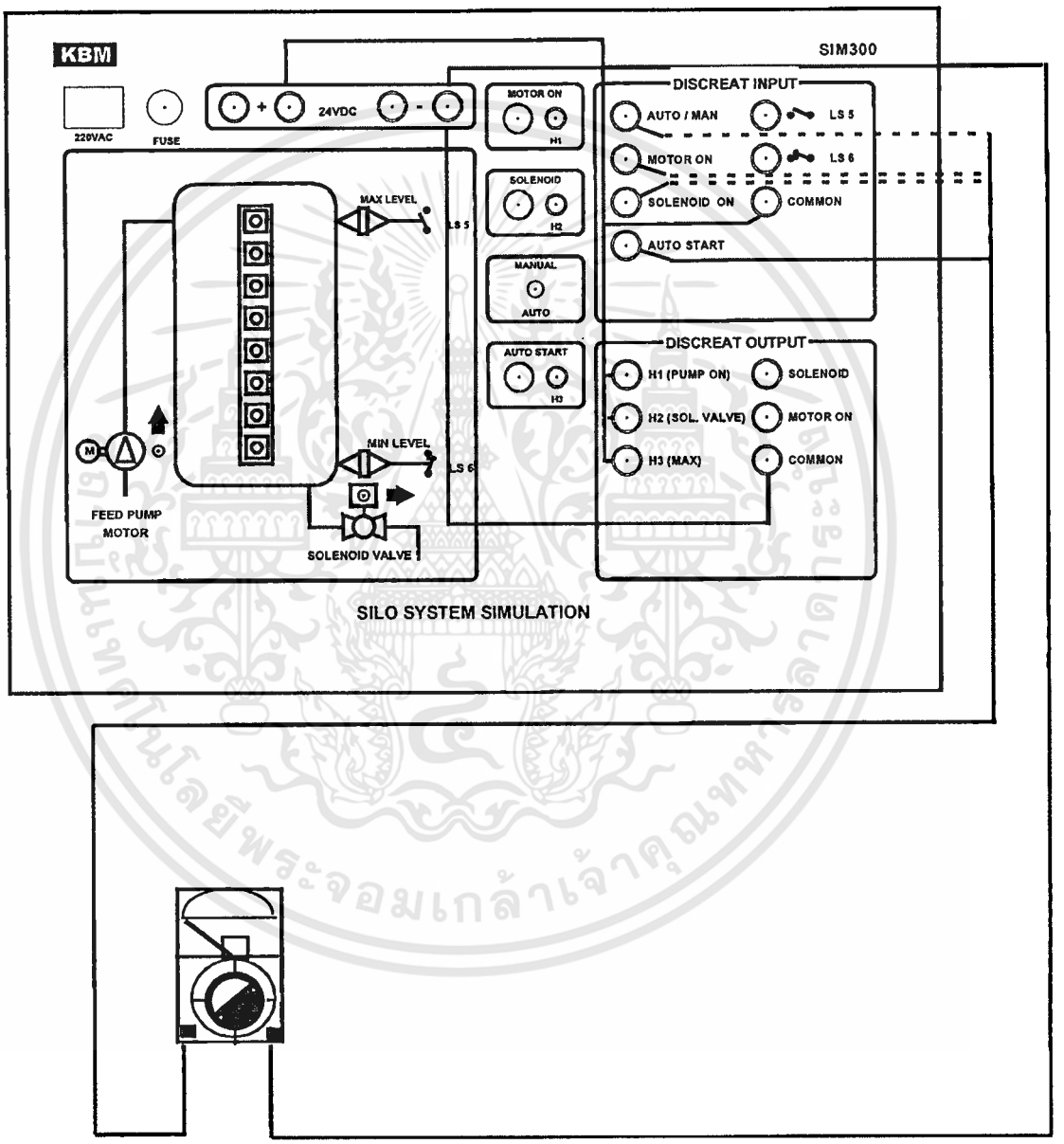
เมื่อ LED ที่วัดระดับของเหลวติดหมด เข็มของโวลต์มิเตอร์วัดได้ +24VDC เนื่องจากคอนแทคของ LS5 เปลี่ยนสภาวะจาก NO เป็น NC

เมื่อ LED ที่วัดระดับของเหลวดับ เข็มของโวลต์มิเตอร์จะไม่บ่ายเบน เนื่องจากคอนแทคของ LS5 กลับสู่สภาวะเดิม NO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

2.1 นำชุดทดลอง Silo System Simulation มาตรวจสอบหาการต่อวงจรภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ต่อไฟ +24VDC เข้าที่ขั้ว COMMON ของ INPUT ใช้โวลต์มิเตอร์วัดระหว่างขั้ว –24VDC กับ AUTO/MAN, MOTOR ON, SOLENOID ON, AUTO START สังเกตที่โวลต์มิเตอร์ เมื่อเรากดสวิทซ์ที่ตรงกับขั้วที่ต่อที่กล่าวมา

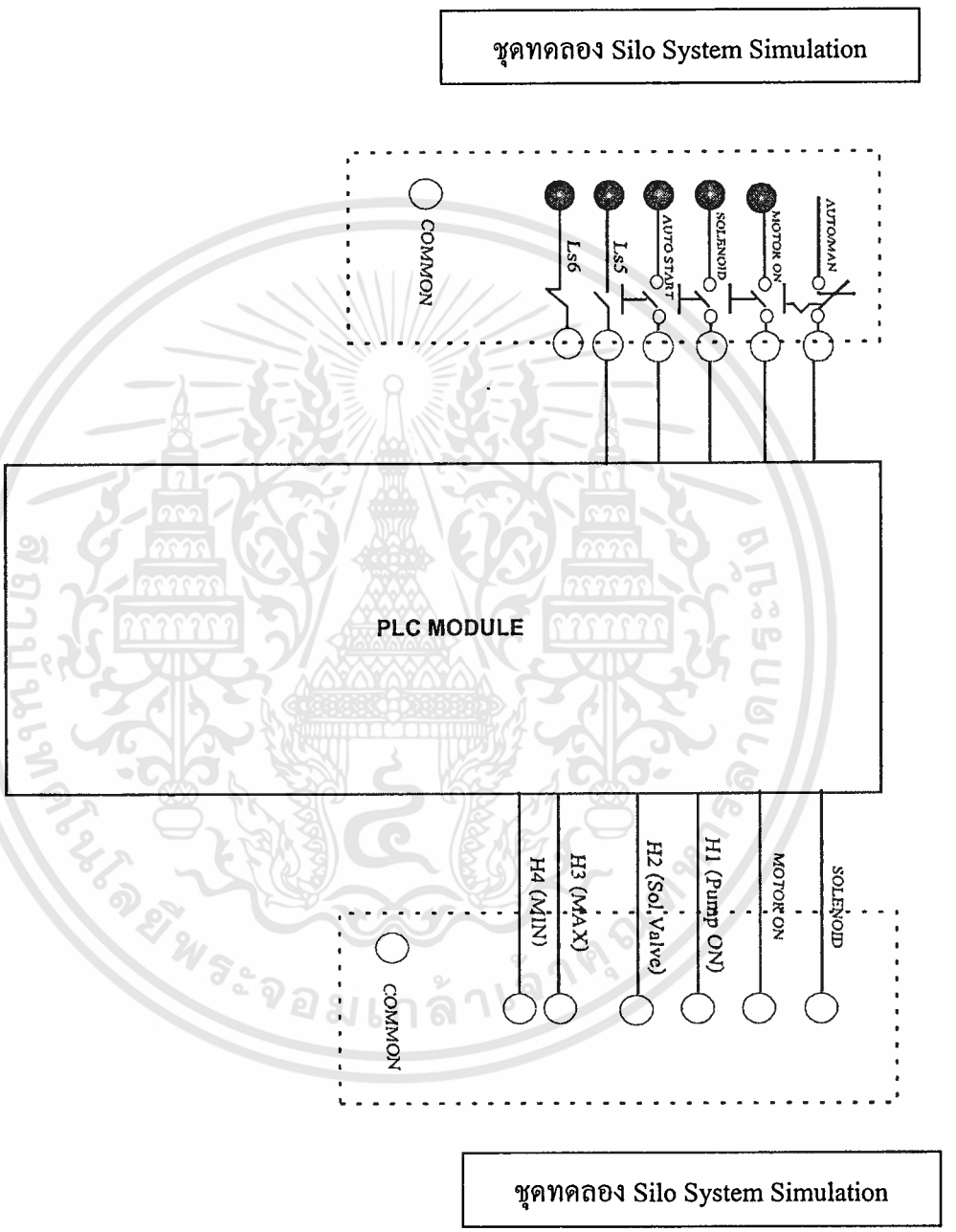
ขั้ววัดของโวลต์มิเตอร์ระหว่าง –24VDC และ	เมื่อทำการกดสวิทซ์	ค่าที่โวลต์มิเตอร์อ่านได้
AUTO/MAN	AUTO/MAN	+24VDC
MOTOR ON	MOTOR ON	+24VDC
SOLENOID ON	SOLENOID ON	+24VDC
AUTO START	AUTO START	+24VDC

2.3 ต่อไฟ –24VDC เข้าที่ขั้วCOMMON ของ OUTPUT ต่อไฟจาก +24VDC เข้าตามขั้วต่อของ H1(PUMP ON), H2 (SOL. VA;VE), H4 (MIN) ให้สังเกตหลอดไฟ LED ที่มีชื่อตรงกับขั้วที่เราต่อไฟ +24 VDC เข้า

ขั้วที่ต่อไฟ +24VDC เข้า	หลอด LED	สภาวะของหลอด LED
H1 (PUMP ON)	H1	ติด
H2 (SOL.VALVE)	H2	ติด
H3 (MAX)	H3	ติด
H4 (MIN)	H4	ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทำการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างชุดทดลองไซโลเข้ากับ PLC ตามไดอะแกรม ตามรูป



ให้สังเกต LED แสดงสภาวะของ PLC ของ INPUT เมื่อทำการกดสวิทซ์แต่ละตัว

ให้เขียนตารางกำหนดเบอร์ของ INPUT และ OUTPUT ของ PLC ที่ใช้รับสัญญาณจากสวิทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางกำหนดเบอร์ของ อินพุท

เบอร์อินพุท	คำอธิบาย
.....	AUTO / MANUAL SWITCH
.....	MOTOR ON SWITCH
.....	SOLENOID ON SWITCH
.....	AUTO START SWITCH
.....	MAX LEVEL (SL 5) LIMIT SWITCH
.....	MIN LEVEL (SL 6) LIMIT SWITCH

ตารางกำหนดเบอร์ของเอาท์พุท

เบอร์อินพุท	คำอธิบาย
.....	SOLINOID VALVE ON
.....	MOTOR ON
.....	H 1 (PUMP ON)
.....	H 2 (SOL.VALVE)
.....	H 3 (MAX)
.....	H 4 (MIN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทำการทดสอบความถูกต้องของการต่อวงจรไฟฟ้า โดยการต่อ KEY LOADDER หรือ คอมพิวเตอร์โปรแกรมเมอร์เข้ากับ PLC และทำการเข้าสู่โหมด On-Line ทำการเรียกเบอร์อินพุท มาดู และ ทำการกดสวิทซ์ทีละตัว และดูสภาวะ ON-OFF ที่ปรากฏในแต่ละเบอร์ของอินพุท และ ตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

เบอร์ภายใน PLC ของอินพุท	**สภาวะที่ปรากฏภายใน PLC**	**สวิทช์ที่กดทดสอบ**
.....	.....	สวิทช์ AUTO / MANUAL
.....	.....	สวิทช์ MOTOR ON
.....	.....	สวิทช์ SOLINOID
.....	.....	สวิทช์ AUTO START
.....	.....	ลิมิตสวิทช์ (LS 5)
.....	.....	ลิมิตสวิทช์ (LS 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ทำการทดสอบการต่อวงจรของเอาท์พุท โดยให้กระทำเหมือนกับข้อ 2.5 แต่ให้เรียกเบอร์เอาท์พุทขึ้นมาแทนทำการ FORCE (กำหนดให้เอาท์พุท ON โดยตรง) เอาท์พุททีละเอาท์พุท และให้ดูที่ชุดทดลอง เพื่อตรวจสอบการติด – ดับของ LED

เบอร์ของเอาท์พุทใน PLC	สภาวะที่ทำการ FORCE	LED ที่ชุดทดลอง	
		ตำแหน่ง	ติด - ดับ
.....	ON / OFF	SOLENOID VALVE	...../.....
.....	ON / OFF	FEED PUMP MOTOR	...../.....
.....	ON / OFF	H1	...../.....
.....	ON / OFF	H2	...../.....
.....	ON / OFF	H3	...../.....

3.1 ให้เขียนวงจรแล็ดเดอร์สำหรับควบคุมการทำงานของไซโล โดยมีเงื่อนไขอื่น

- **สวิทช์อยู่ในตำแหน่ง MANUAL**

เมื่อกดสวิทช์ MOTOR ON จะทำให้ FEED PUMP MOTOR ทำงานพร้อมกับหลอด H1 เมื่อปล่อย

สวิทช์ MOTOR ON จะทำให้ไฟหยุดหมด ให้สังเกตดู LED แสดงระดับเมื่อถึงจุดสูงสุดซึ่งจะทำให้ LS 5 ทำงาน นำมาติดให้ FEED PUMP MOTOR หยุดพร้อมกับหลอด H1

เมื่อกดสวิทช์ SOLENOID จะทำให้ SOLENOID VALVE ทำงานพร้อมกับหลอด H2 เมื่อปล่อยสวิทช์ SOLENOID จะทำให้ทุกอย่างกลับสภาพเดิม เมื่อกดสวิทช์ไฟสังเกต LED แสดงระดับในถัง เมื่อถึงจุดต่ำสุดจะทำให้ LS 6 ทำงาน มาตัดให้ SOLENOID VALVE หยุดพร้อมกับหลอด H2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **สวิทช์อยู่ในตำแหน่ง AUTO**

เมื่อกดปุ่ม AUTO START จะทำให้หลอด H3 ทำงานตลอด เมื่อระดับของเหลวตกลงมาต่ำกว่าระดับสูงสุด FEED PUMP MOTOR จะทำงานพร้อมหลอด H1 เมื่อระดับของเหลวขึ้นมาที่ตำแหน่งสูงสุด FEED PUMP MOTOR และหลอด H1 จะหยุดเอง

เมื่อเราต้องการของเหลวให้กดสวิทช์ SOLENOID จะทำให้ SOLENOID VALVE ทำงานพร้อมหลอด H2 ทำงาน

ให้เขียนวงจรแล็คเดอร์

4.1 ทำการเขียนวงจรแล็คเดอร์ลงใน PLC และทำการทดสอบการทำงานของ PLC และชุดทดลองไซโล ตามลำดับดังนี้

- กดสวิทช์ AUTO/ MANUAL ไปใช้ที่ตำแหน่ง MANUAL

  กดสวิทช์ MOTOR ON ให้สังเกตการทำงานของ FEED PUMP MOTOR และหลอด H1 ว่าเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่ ถ้ามีเสียงออดดัง แสดงว่าออกแบบผิด

กดสวิทช์ SOLENOID ให้สังเกตการทำงานของ SOLENOID VALVE และหลอด H2 ว่าเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่

- กดสวิทช์ AUTO/MANUAL ไปไว้ที่ตำแหน่งของ AUTO

  กดสวิทช์ AUTO START ให้สังเกตหลอด H3,H1 และ FEED PUMP MOTOR ว่าทำงานตามเงื่อนไขหรือไม่ ถ้ามีเสียงออดดังแสดงว่ามีการออกแบบผิดพลาด

เมื่อกดสวิทช์ SOLENOID ให้สังเกต SOLENOID VALVE , หลอด H2 และสังเกตการลดลงของระดับของเหลวและการทำงานของ FEED PUMP MOTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ให้อธิบายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4

การควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า

วัตถุประสงค์ในการทดลอง

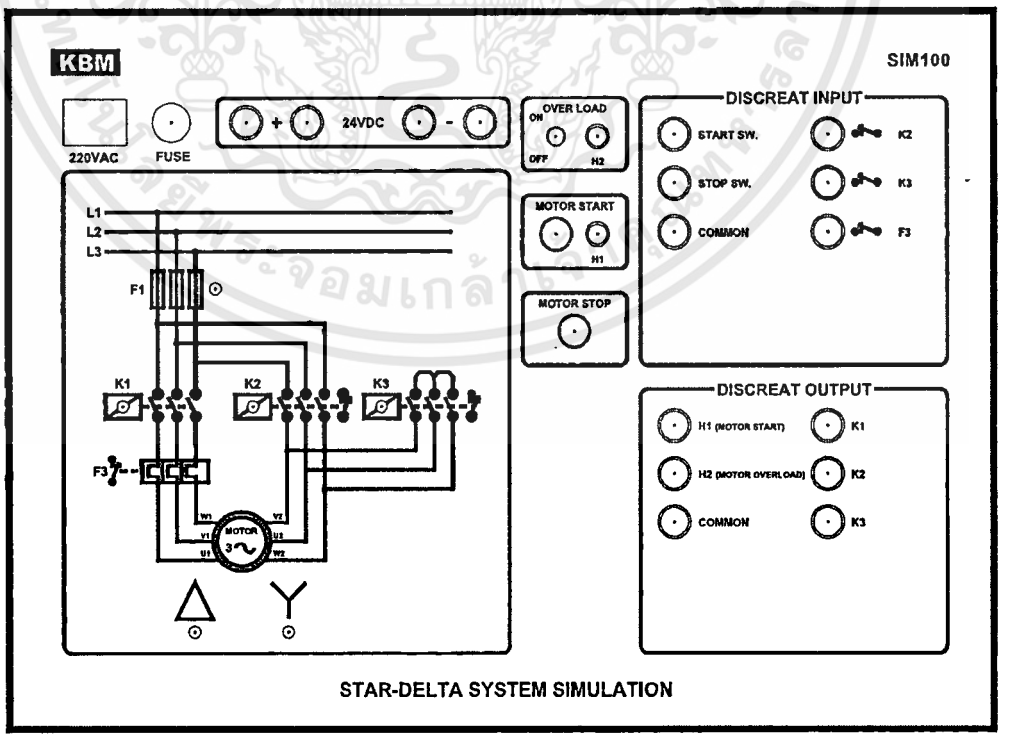
1. ศึกษาการทำงานของวงจรสตาร์-เดลต้า
2. สามารถต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างชุดฝึกกับ PLC ได้
3. สามารถเขียนวงจรแล็คเดอร์ของสตาร์-เดลต้าได้
4. สามารถทำงานการทดลองและแก้ไขปัญหาในการใช้ PLC ควบคุมวงจรสตาร์-เดลต้าได้

ใบงานที่ 1 ศึกษาการทำงานของชุดทดลอง Star-Delta System Simulation

ใบงานที่ 2 ศึกษาการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างชุดทดลอง Star-Delta System Simulation กับ PLC

ใบงานที่ 3 เขียนวงจรแล็คเดอร์สำหรับควบคุมชุดทดลอง Star-Delta System Simulation

ใบงานที่ 4 ทดสอบวงจรแล็คเดอร์ที่โหลดเข้ากับ PLC เพื่อใช้ควบคุมชุดทดลอง Star-Delta System Simulation

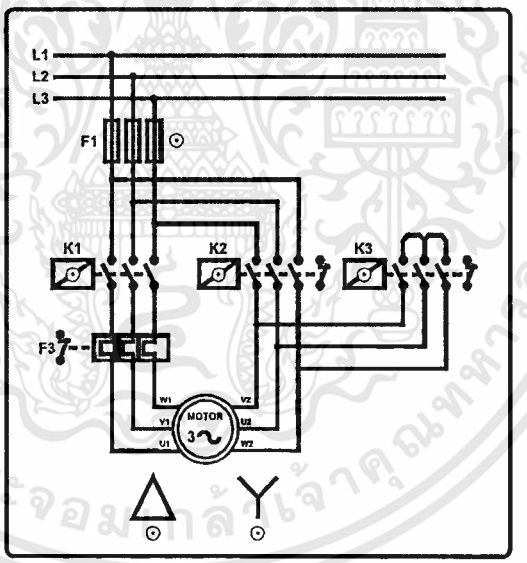


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของชุดทดลอง

การสตาร์ทมอเตอร์จะมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีเช่น การสตาร์ทโดยตรง สตาร์สตาร์-เดลต้า สตาร์ทแบบใช้ค่าความต้านทานต่อเข้ากับสลิปริง หรือการใช้โช๊คต่อเข้าสปริง ซึ่งวิธีการต่างกันนี้มีจุดประสงค์อันเดียวกันคือ การลดกระแสขณะเริ่มสตาร์ท หรืออาจช่วยเพิ่มแรงบิดหมุนเริ่มสตาร์ทร่วมไปด้วย

ในชุดทดลองนี้จะพูดถึงการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า ในชุดทดลองจะมีลำดับการสั่งงานให้ K1 และ K3 ทำงานพร้อมกันมอเตอร์จึงจะหมุนในแบบสตาร์ และเมื่อ K1 ทำงานพร้อม K2 มอเตอร์จะหมุนแบบเดลต้า ในการสั่งงานในแบบสตาร์-เดลต้านี้ K2 และ K3 จะทำงานพร้อมกันไม่ได้ จะทำให้เกิดการลัดวงจรระหว่างเฟสได้ ดังนั้นเราจึงต้องมีการตรวจสอบหน้าคอนแทคของ K2 และ K3 ให้กับ PLC เพื่อไปทำงานวงจรอินเตอร์ล๊อคภายใน PLC ซึ่งในวงจรสตาร์-เดลต้ามักจะพบการลัดวงจรระหว่าง K3 และ K2 บ่อยครั้ง อันเนื่องจากความไวในการทำงานของแม็กเนติก K2 และ K3 โดยที่ต้องแน่ใจว่า K3 เปิดวงจรก่อนจึงจะทำให้ K2 ทำงานได้ เพื่อความปลอดภัยของวงจร



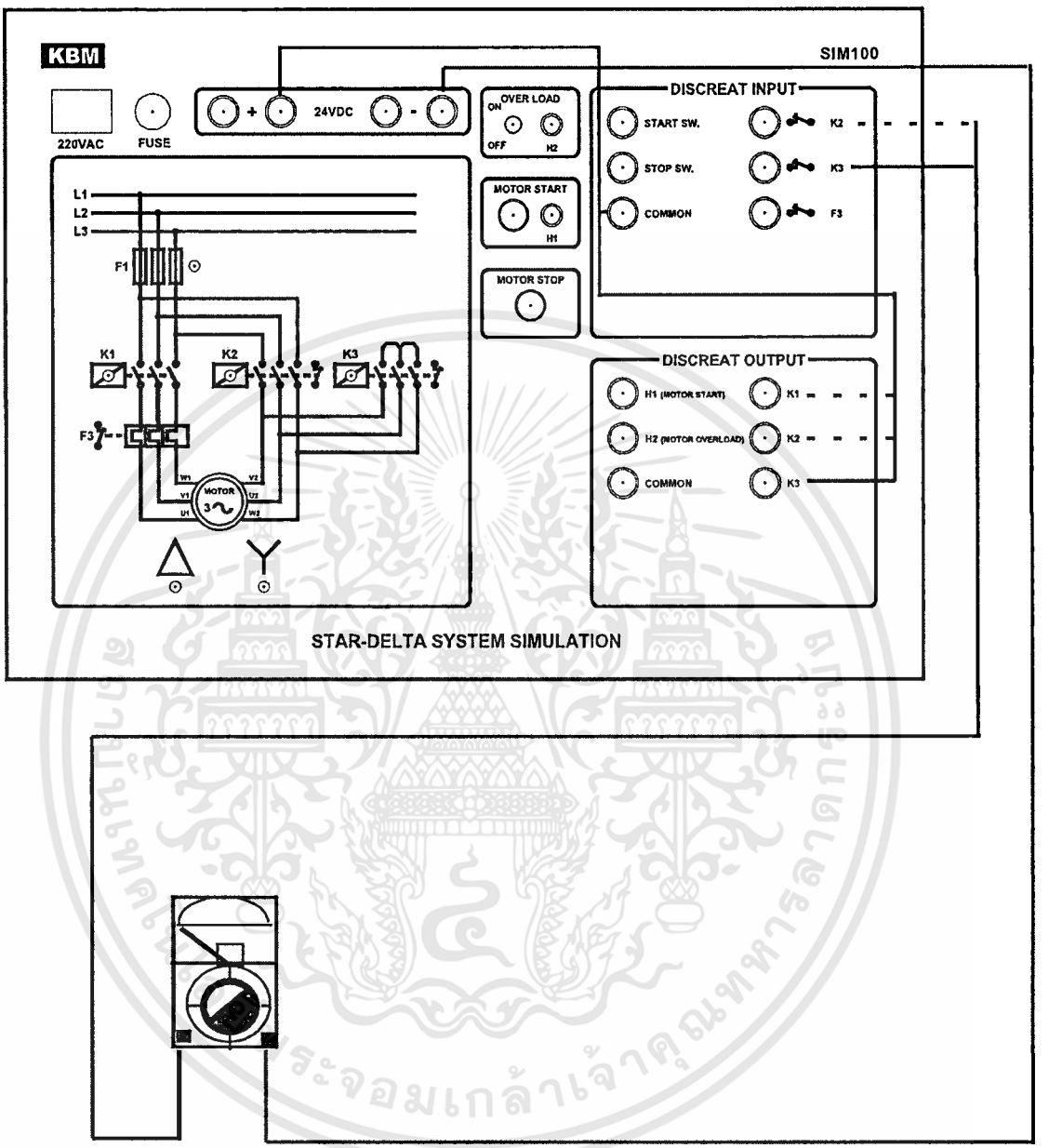
ลำดับการทดลอง

1.1. นำชุดทดลอง Star-Delta System Simulation มาใช้ในการทดลองนี้

1.2. นำแหล่งจ่ายไฟ DC 24V มาจ่ายให้กับชุดทดลอง Star-Delta System Simulation ที่จุดต่อ + และ – (POWER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUPPLY 24 DC)



1.3 ใช้สายไฟต่อไฟ + 24 VDC เข้าที่ขั้ว K1,K2,K3 ให้สังเกตหลอด LED ที่ K1,K2,K3 อธิบาย

เมื่อจ่ายไฟ +24 VDC เข้าที่ K1,K2,K3 หลอด LED ที่ K1,K2,K3 จะติดพร้อมกัน เนื่องจาก K2,K3 ทำงานพร้อม

กัน จึงทำให้เกิดการลัดวงจร LED ที่ OVERLOAD จึงติดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ใช้สายไฟต่อไฟ +24 VDC เข้าที่ขั้ว K1-K3 พร้อมกันให้สังเกต LED ที่ Δ-Y

เมื่อจ่ายไฟ +24 VDC เข้าที่ขั้ว K1-K3 พร้อมกัน LED ที่ K1,K3 จะติด มอเตอร์จะทำงานแบบสตาร์ Y LED ที่ Y

จะติด LED ที่ Δ จะไม่ติด

1.5 ใช้สายไฟต่อ +24 VDC เข้าที่ขั้ว K1-K2 พร้อมกันให้สังเกต LED ที่ Δ-Y

เมื่อจ่ายไฟ +24 VDC เข้าที่ขั้ว K1-K2 พร้อมกัน LED ที่ K1,K2 จะติด มอเตอร์จะทำงานแบบเดลต้า Δ LED ที่

Δ จะติด LED ที่ Y จะไม่ติด

1.6 เมื่อจ่ายไฟ +24 V ให้กับขั้ว COMMON ทางด้าน INPUT ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ขั้ว K2 กับขั้ว -24 VDC โดยให้ไฟบวกของโวลต์มิเตอร์อยู่ที่ขั้ว K2 และให้ขั้วลบของโวลต์มิเตอร์อยู่ที่ขั้ว –24 VDC ให้สังเกตเข็มมิเตอร์เมื่อต่อไฟ +24 VDC เข้าที่ขั้ว K2 และเมื่อปลดไฟ +24 VDC ออกจากขั้ว K2

เมื่อจ่ายไฟ +24VDC เข้าที่ขั้ว K2 เข็มของโวลต์มิเตอร์จะไม่บ่ายเบนเนื่องจากเมื่อ K2 ทำงาน คอนแทค K2

ก็จะเปิดวงจร เมื่อปลดไฟ +24 VDC ออก เข็มของโวลต์มิเตอร์จะวัดได้ +24 V เนื่องจากเมื่อ K2 หยุดทำงาน

คอนแทค K2 ก็จะกลับสู่สภาวะเดิม (ปกติปิด)

1.7 ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ขั้ว K3 และ –24 VDC ให้ทำในทำนองเดียวกันกับข้อ 1,6 สังเกตผล

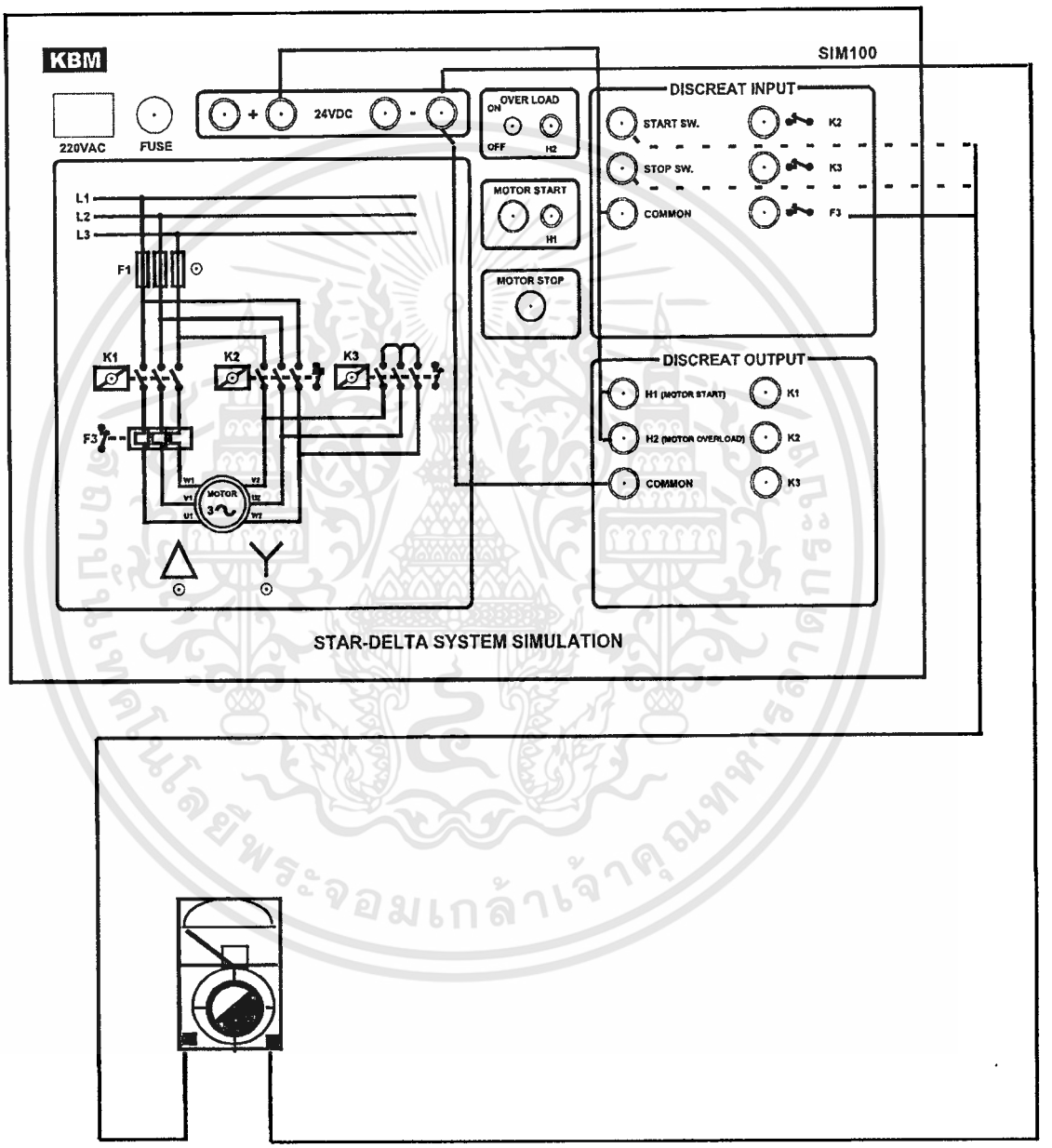
K3 ก็เช่นเดียวกับ K2 เมื่อจ่ายไฟให้ K3 คอนแทค K3 ก็จะเปิดเข็มของโวลต์มิเตอร์จะไม่บ่ายเบน เมื่อหยุดจ่ายไฟ

ให้ K3 คอนแทค K3 ก็จะกลับสู่สภาวะเดิม (ปกติปิด) ทำให้เข็มของโวลต์มิเตอร์วัดได้ +24V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

2.1 นำชุดทดลอง Star-Delta System Simulation มาตรวจสอบหาการต่อวงจรภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

2.2 จ่ายไฟ +24 VDC ให้กับขั้ว COMMON ของ INPUT ใช้โวลต์มิเตอร์วัดระหว่างขั้ว –24VDC กับ START SW.,

STOP SW., OVERLOAD SW. สังเกตที่โวลต์มิเตอร์เมื่อเรากดสวิทซ์ที่ตรงกับขั้วที่ต่อที่กล่าวมา

ขั้ววัดของโวลต์มิเตอร์ระหว่าง –24VDC และ	เมื่อทำการกดสวิตซ์	ค่าที่โวลต์มิเตอร์อ่านได้
START SW.	MOTOR START	+24V
STOP SW.	MOTOR STOP	+24V
OVERLOAD SW.	OVERLOAD ON/OFF	+24V

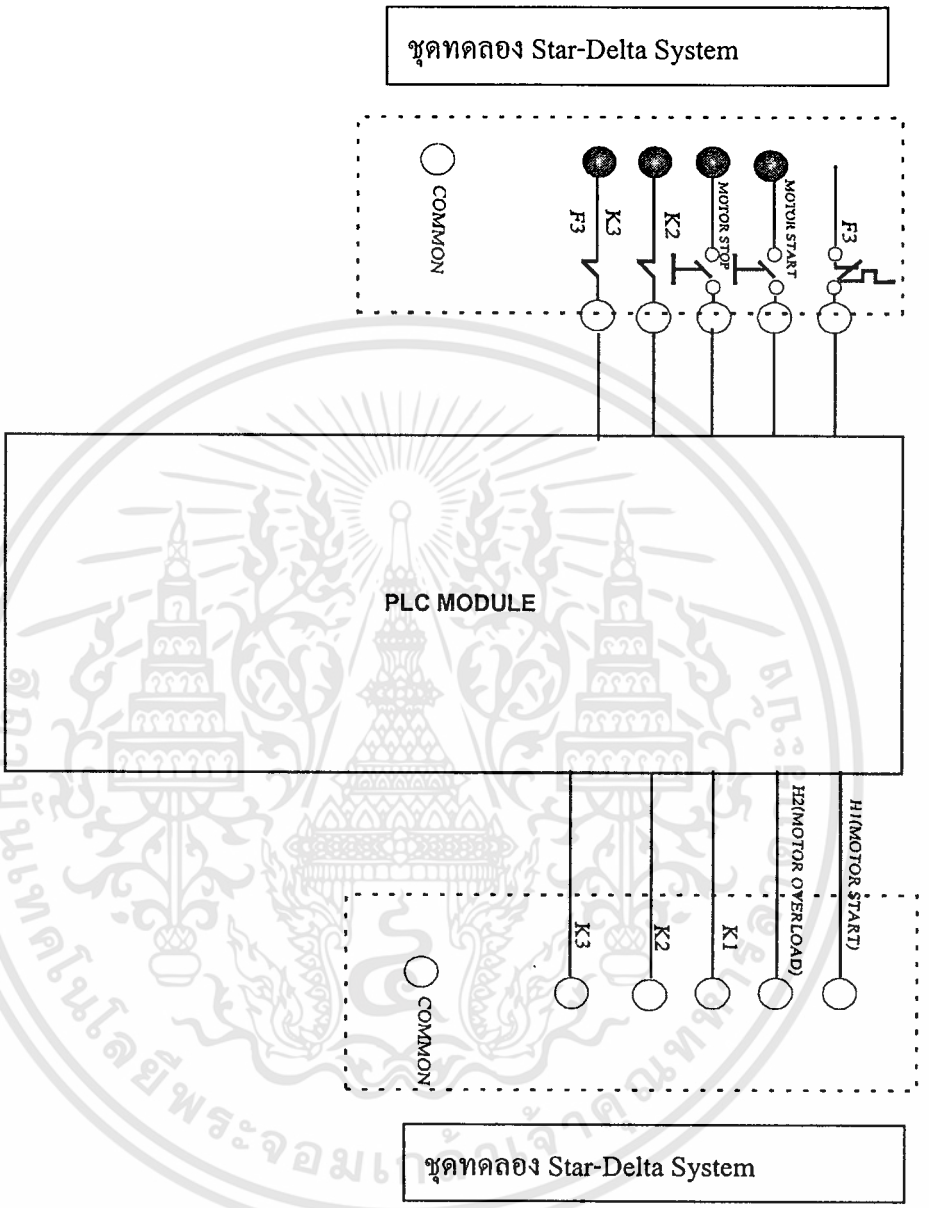
2.3 จ่ายไฟ –24VDC ให้กับขั้ว COMMON ของ OUT PUT ต่อไฟจาก +24VDC เข้าตามขั้วต่อของ H1 (MOTOR

START) , H2 (MOTOR OVERLOAD) ให้สังเกตหลอดไฟ LED ที่มีชื่อตรงกับขั้วที่เราต่อไฟ +24 VDC เข้า

ขั้วที่ต่อไฟ +24VDC เข้า	หลอดLED	สภาวะของหลอด LED
H1 (MOTOR START)	H1	ติด
H2 (OVERLOAD)	H2	ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทำการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างชุดทดลองเข้ากับ PLC ตามไดอะแกรม ตามรูป



ให้สังเกต LED แสดงสภาวะของ PLC ของ INPUT เมื่อทำการกดสวิตซ์แต่ละตัว

ให้เขียนตารางกำหนดเบอร์ของ INPUT และ OUTPUT ของ PLC ที่ใช้รับสัญญาณจากสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางกำหนดเบอร์ของ อินพุท

เบอร์อินพุท	คำอธิบาย
	START SWITCH
	STOP SWITCH
	K2 NC CONTACT
	K3 NC CONTACT
	F3 OVERLOAD CONTACT

ตารางกำหนดเบอร์ของ เอาท์พุท

เบอร์เอาท์พุท	คำอธิบาย
	H1 (AUTO START)
	H2 (MOTOR OVERLOAD)
	K1
	K2
	K3

2.5 ทำการทดสอบความถูกต้องของการต่อวงจรไฟฟ้า โดยการต่อ KEY LOADDER หรือ คอมพิวเตอร์

โปรแกรมเมอร์เข้ากับ PLC และทำการเข้าสู่โหมด On-Line ทำการเรียกเบอร์อินพุท มาดู และทำการกด สวิทซ์ที

ละตัว และดูสภาวะ ON-OFF ที่ปรากฏในแต่ละเบอร์ของอินพุท และตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ภายใน PLCของอินพุท	สภาวะที่ปรากฏภายใน PLC	สวิทซ์ที่กดทดสอบ
		OVERLOAD SW.
		MOTOR START
		MOTOR STOP
		K2 NC CONTACT
		K3 NC CONTACT

หมายเหตุ เบอร์ภายใน PLC ขึ้นอยู่กับชนิดและเครื่องหมายการค้าของ PLC

2.6 ทำการทดสอบการต่อวงจรของเอาท์พุท โดยให้กระทำเหมือนกับข้อ 2.5 แต่ให้เรียกเบอร์เอาท์พุทขึ้นมาเพื่อแทนทำการ FORCE (กำหนดให้เอาท์พุท ON โดยตรง) เอาท์พุททีละเอาท์พุท และให้ดูที่ชุดทดลองเพื่อตรวจสอบการติด-ดับของ LED

เบอร์ของเอาท์พุทใน PLC	สภาวะที่ทำการ FORCE	LED ที่ชุดทดลอง	
		ตำแหน่ง	ติด-ดับ
	ON/OFF	H1 (MOTOR START)	/
	ON/OFF	H2 (MOTOR OVERLOAD)	/
	ON/OFF	K1	/
	ON/OFF	K2	/
	ON/OFF	K3	/

3.1 ให้เขียนวงจรแล็ดเดอร์ สำหรับควบคุมการทำงานของชุดทดลอง Star-Delta System Simulation โดยมีเงื่อนไขว่า

เมื่อกดสวิทซ์ OVERLOAD ไปที่ ON และกดสวิทซ์ MOTOR START จะทำให้ K1 และ K3 ทำงานพร้อมกัน ให้มีการหน่วงเวลาไว้ 15 วินาที K3 จะหยุดทำงานและ K2 จะทำงานแทน และหลอด H1 จะติดเมื่อกดสวิทซ์ MOTOR STOP จะทำให้ K1-K2 หยุดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบวงจรจะต้องมีการต่อคอนแทค K2,K3 เข้า PLC เพื่อทำการอินเตอร์ภายในวงจรด้วย เมื่อโยก

สวิทซ์ OVERLOAD ไปที่ OFF จะทำให้ K1-K2 หยุดทันที พร้อมกับไฟหลอด H1 ดับ แต่หลอด H2 จะติดแทน

ให้เขียนวงจรแล็คเดอร์

4.1 ทำการเขียนวงจรแล็คเดอร์ลงใน PLC และทำการทดสอบการทำงานของวงจรแล็คเดอร์ใน PLC ที่ต่อควบคุมชุดทดลอง Star-Delta System Simulation ตามลำดับดังนี้

- เมื่อยกสวิทซ์ OVERLOAD ไปทาง ON และกดสวิทซ์ MOTOR START ให้สังเกต LED ที่ Δ , Y และที่ K1,K2,K3,H1 ว่าทำงานถูกต้องตามเงื่อนไขหรือไม่
- เมื่อมอเตอร์ทำงานมาที่ DELTA เรียบร้อยแล้วให้เอาสายไฟต่อจาก +24 VDC เข้าที่ขั้ว K3 ให้สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ให้ทำการสตาร์ทมอเตอร์ใหม่อีกครั้ง และทำการโยกสวิทซ์ OVERLOAD ไปทาง OFF ให้ตรวจสอบสภาวะที่เกิดขึ้นว่าถูกต้องตามเงื่อนไขหรือไม่

4.2 อธิบายผลทดสอบที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5
การควบคุมสัญญาณไฟจราจร

วัตถุประสงค์ในการทดลอง

1. ศึกษาการทำงานของระบบไฟจราจร
2. ศึกษาการต่อวงจรการควบคุมไฟจราจร
3. สามารถเขียนวงจรแล็ดเดอร์สำหรับการควบคุมระบบไฟจราจร
4. สามารถแก้ปัญหาขณะทำการทดสอบวงจรแล็ดเดอร์

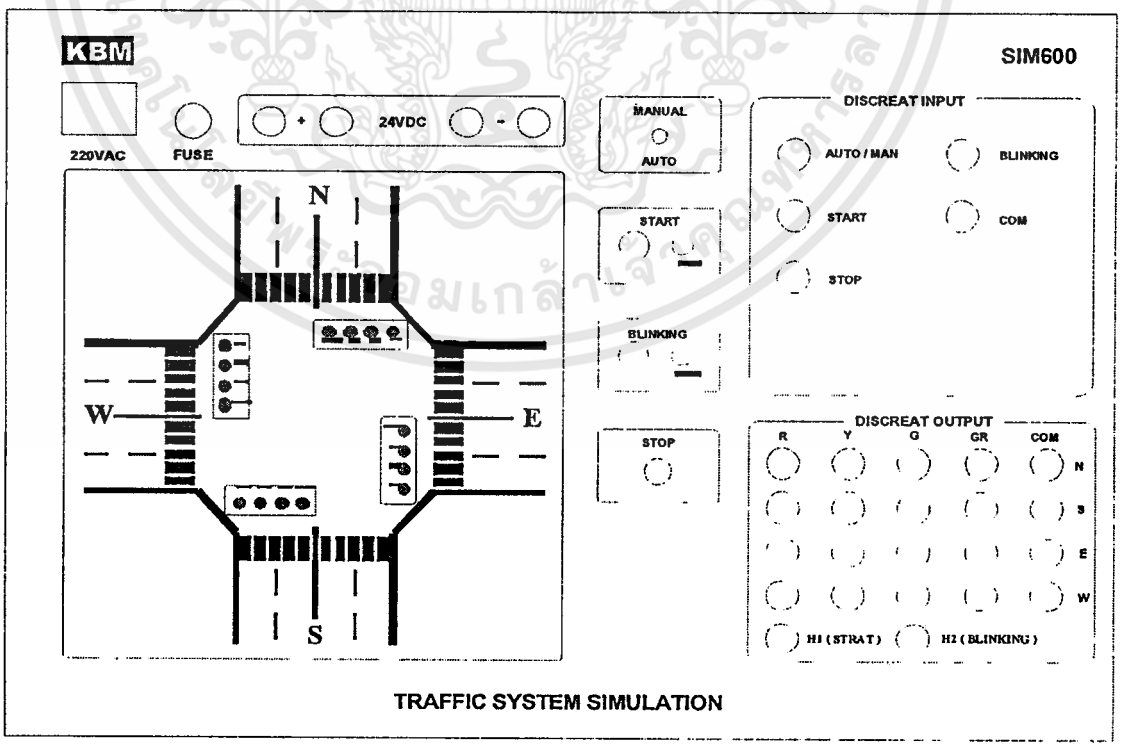
ใบงานที่ใช้ในการทดลอง

ใบงานที่ 1 ศึกษาการทำงานของชุดทดลอง Traffic System Simulation

ใบงานที่ 2 ศึกษาการต่อวงจรไฟฟ้ากับชุดทดลอง

ใบงานที่ 3 เขียนวงจรแล็ดเดอร์ สำหรับควบคุมการทำงานของชุดทดลอง Traffic System Simulation ตามเงื่อนไข

ใบงานที่ 4 ทดสอบวงจรแลดเดอร์ที่ on-line กับ PLC เพื่อควบคุมชุดทดลอง Traffic System Simulation



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของวงจรการควบคุมไฟจราจร

1. เมื่อกดสวิตซ์ Start กำหนดให้สัญญาณไฟเขียว (G, GR) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) สัญญาณไฟแดง (R) ทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) ทำงานพร้อมกัน เป็นเวลา 5 วินาที

   การแสดงผล : ทิศเหนือ (N) LED G , GR ติดสว่าง
   : ทิศใต้ (S) LED G , GR ติดสว่าง
   : ทิศตะวันออก (E) LED R ติดสว่าง
   : ทิศตะวันตก (W) LED R ติดสว่าง

2. หลังจากนั้นสัญญาณไฟเหลือง (Y) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) จะทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 2 วินาทีขณะที่สัญญาณไฟแดงทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) ยังทำงานอยู่

   การแสดงผล : ทิศเหนือ (N) LED Y ติดสว่าง
   : ทิศใต้ (S) LED Y ติดสว่าง
   : ทิศตะวันออก (E) LED R ติดสว่าง
   : ทิศตะวันตก (W) LED R ติดสว่าง

3. หลังจากนั้นสัญญาณไฟแดง (R) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) พร้อมทั้งสัญญาณไฟเขียว (G, GW) ทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) ทำงาน เป็นเวลา 5 วินาที

   การแสดงผล : ทิศเหนือ (N) LED R ติดสว่าง
   : ทิศใต้ (S) LED R ติดสว่าง
   : ทิศตะวันออก (E) LED (G, GR) ติดสว่าง
   : ทิศตะวันตก (W) LED (G, GR) ติดสว่าง

4. หลังจากนั้นสัญญาณไฟเหลือง (Y) ของทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) จะทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 2 วินาที ขณะที่สัญญานไฟแดง (R) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) ยังทำงานอยู่

   การแสดงผล : ทิศเหนือ (N) LED R ติดสว่าง
   : ทิศใต้ (S) LED R ติดสว่าง
   : ทิศตะวันออก (E) LED Y ติดสว่าง
   : ทิศตะวันตก (W) LED Y ติดสว่าง

5. หลังจากนั้นให้กลับไปเริ่มทำงานใหม่ตั้งแต่เงื่อนไขข้อที่ 1 อัตโนมัติ
6. เมื่อกดสวิทช์ BLINKING ให้สัญญาณไฟเหลือง (Y) ทั้งหมดกระพริบ ส่วนสัญญาณไฟอื่นๆ ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

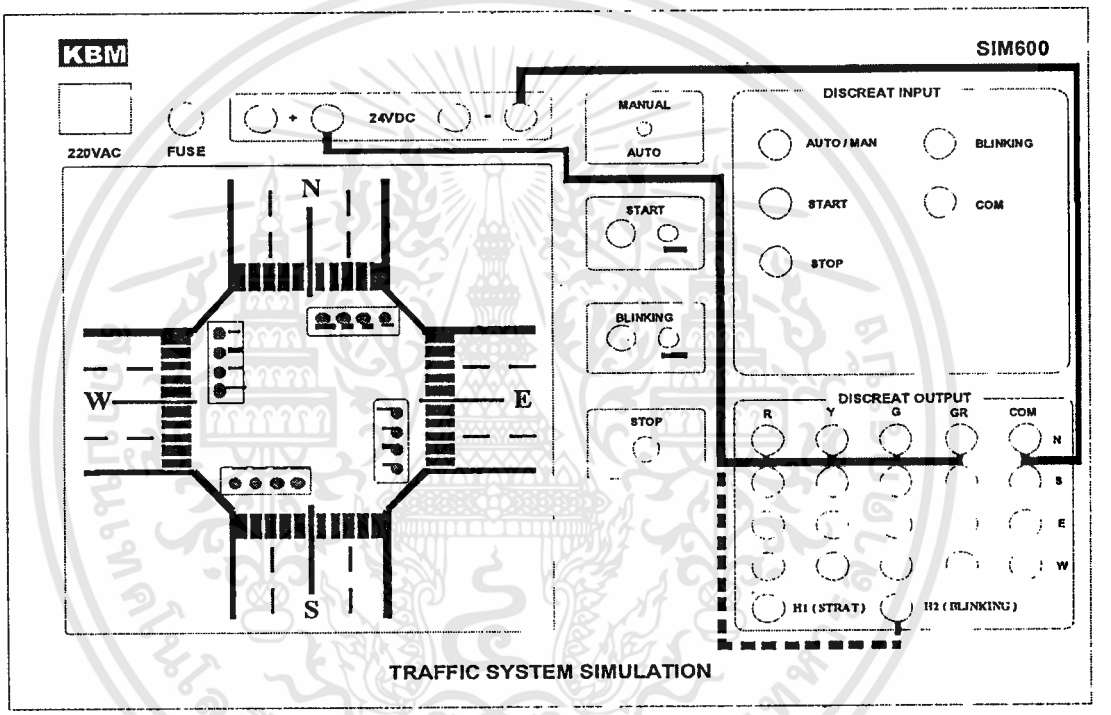
การแสดงผล : LED Y ทั้งหมดกระพริบ

ลำดับขั้นการการทดลอง

1.1 นำชุด Traffic System Simulation มาใช้ในการทดลองนี้

1.2 นำแหล่งจ่ายไฟฟ้าขนาด 24 VDC มาจ่ายให้กับชุด Traffic System Simulation ที่จุด POWER SUPPLY 24VDC

ดังรูป



1.3 ใช้สายไฟต่อไฟ +24 VDC เข้าที่ขั้ว R , Y , G , GR เข้าที่แยกของทุกทิศและนำสายไฟต่อไฟลบ – 24 VDC เข้าที่COMMON ดังรูป แล้วให้สังเกตุการเปลี่ยนแปลงของ LED บนชุดทดลอง

<u>หลอด LED R , Y , G , GR ของแยกทุกๆ ทิศจะติด</u>

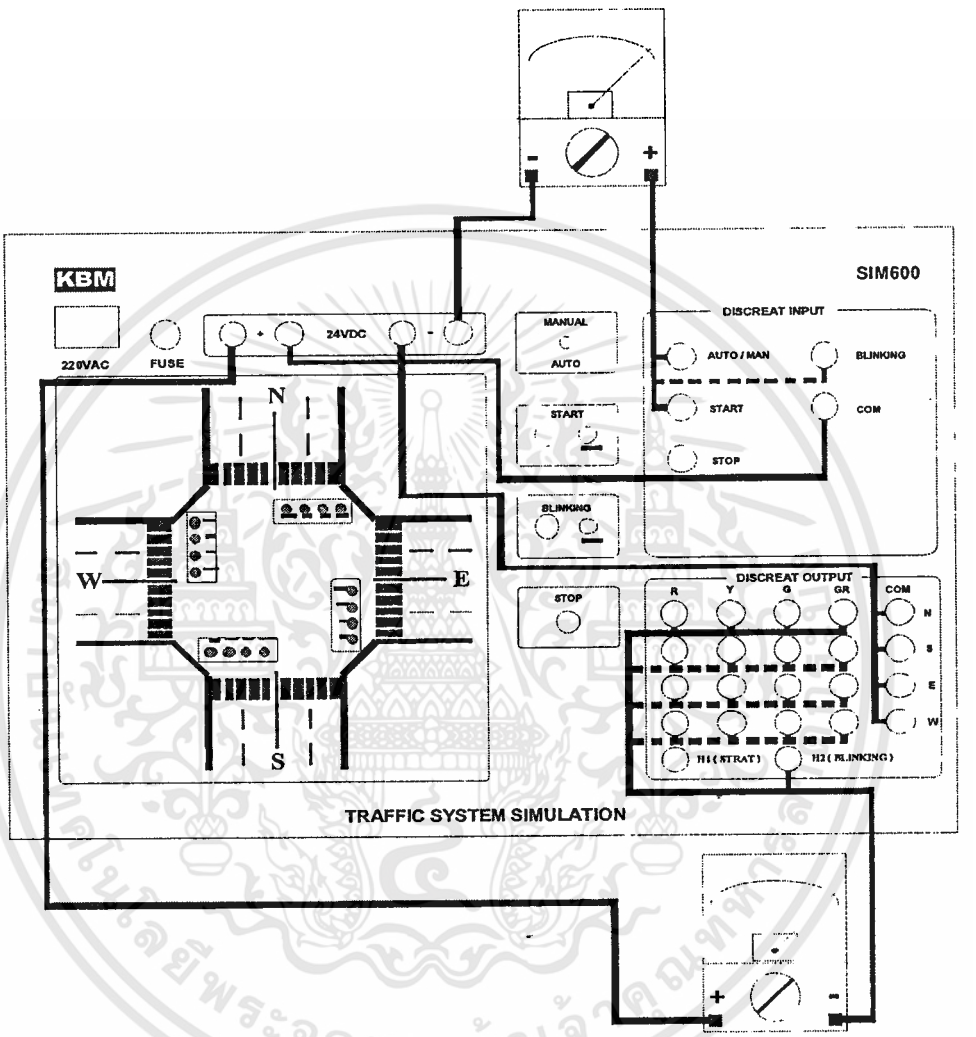
1.4 ใช้สายไฟต่อไฟ +24 VDC เข้าที่ขั้ว BLINKING ให้สังเกตุการเปลี่ยนแปลงของ LED บนชุดทดลอง

<u>สัญญาณไฟเหลือง (Y) ทั้งหมดจะกระพริบส่วนสัญญาณอื่นๆจะไม่ทำงาน</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการการทดลอง

2.1 นำชุดทดลอง มาตรวจสอบหาการต่อภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ต่อไฟ +24VDC เข้าที่ขั้ว COMMON ของ INPUT ใช้มิเตอร์วัดระหว่างขั้ว -24VDC กับ AUTO / MAN , START , BLINKING สังเกตุที่โวลต์มิเตอร์ เมื่อเรากดสวิทซ์ที่ตรงกับขั้วที่ติดที่ดังกล่าว

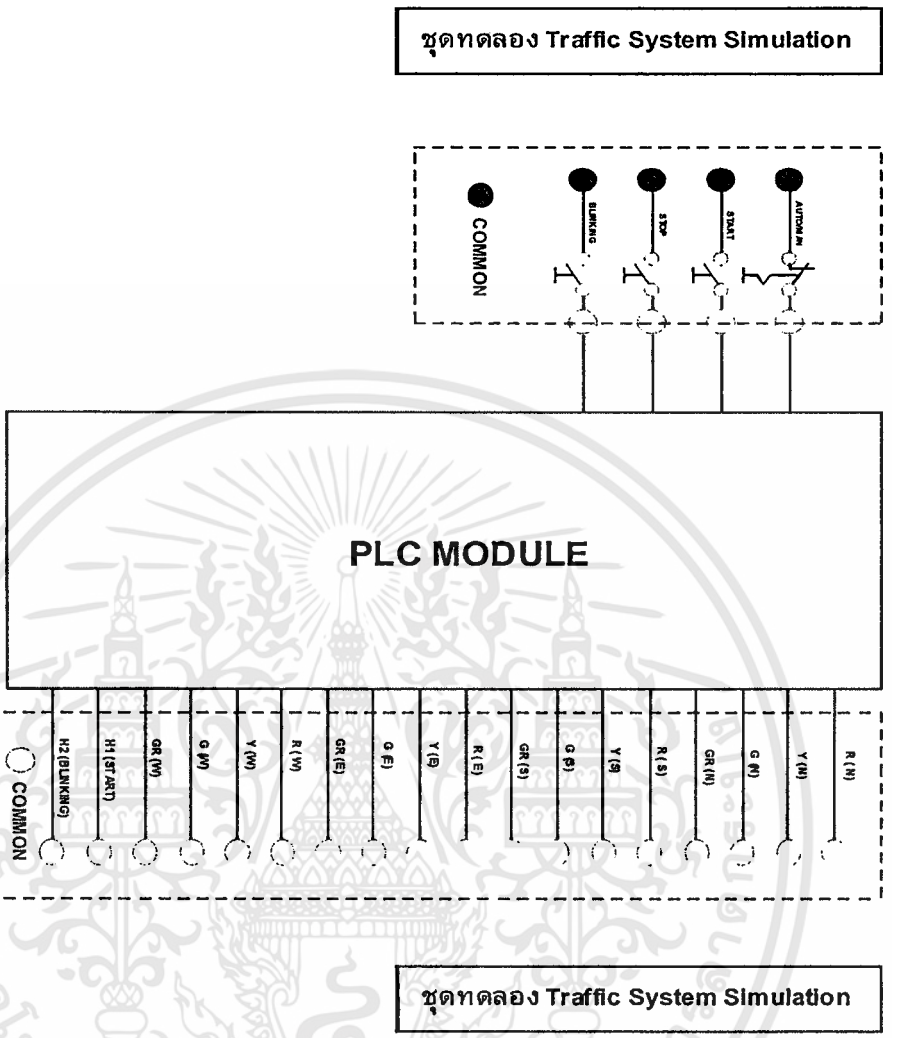
ขั้ววัดของโวลต์มิเตอร์ระหว่าง -24VDC	เมื่อทำการกดสวิทซ์	ค่าที่โวลต์มิเตอร์อ่านได้
AUTO / MAN	AUTO / MAN	+ 24 VDC
START	START	+24 VDC
BLINKING	BLINKING	+24 VDC

2.3 ต่อไฟ -24VDC เข้าที่ขั้ว COMMON ของ OUTPUT ใช้มิเตอร์วัดระหว่างขั้ว +24VDC กับเข้าตามขั้วต่อตามตารางแล้วสังเกตุหลอดไฟ LED ที่ชุดทดลอง

ขั้วที่ต่อไฟ+24VDC	หลอด LED	สภาวะของหลอด LED
R , Y , G , GR ทิศเหนือ (N)	R , Y , G , GR ทิศเหนือ (N)	ติด
R , Y , G , GR ทิศใต้ (S)	R , Y , G , GR ทิศใต้ (S)	ติด
R , Y , G , GR ทิศตะวันออก (E)	R , Y , G , GR ทิศตะวันออก (E)	ติด
R , Y , G , GR ทิศตะวันตก (W)	R , Y , G , GR ทิศตะวันตก (W)	ติด
H2 (BLINKING)	สัญญาณไฟเหลือง (Y) ทั้งหมด	กระพริบ

2.4 ทำการต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างชุดทดลองการควบคุมไฟจราจรเข้ากับ PLC ตามไดอะแกรม ตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ให้สังเกตุ LED แสดงสภาวะของ PLC ของ INPUT เมื่อทำการกดสวิทซ์แต่ละตัว

ให้เขียนตารางกำหนดเบอร์ของ INPUT และ OUTPUT ของ PLC ที่ใช้รับสัญญาณจากสวิทซ์

ตารางกำหนดเบอร์ของอินพุท

เบอร์อินพุต	คำอธิบาย
000.00	START SWITCH
000.01	STOP SWITCH
000.02	BLINKING SWITCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางกำหนดเบอร์ของเอาท์พุท

เบอร์เอาท์พุต	คำอธิบาย
010.00	R (N)
010.01	Y (N)
010.02	G (N)
010.03	GR (N)
010.04	R (S)
010.05	Y (S)
010.06	G (S)
010.07	GR (S)
011.00	R (E)
011.01	Y (E)
011.02	G (E)
011.03	GR (E)
011.04	R (W)
011.05	Y (W)
011.06	G (W)
011.07	GR (W)

2.5 ทำการทดสอบความถูกต้องของการต่อวงจรไฟฟ้า โดยการต่อ KEY LOADDER หรือคอมพิวเตอร์โปรแกรมเมอร์เข้ากับ PLC และทำการเข้าสู่โหมด On-Line ทำการเรียกเบอร์อินพุท มาดูและทำการกดสวิทซ์

เบอร์ภายใน PLC ของอินพุท	สภาวะที่ปรากฏภายใน PLC	สวิทซ์ที่กดทดสอบ
.....	.....	สวิทซ์ AUTO/MAN
.....	.....	สวิทซ์ START
.....	.....	สวิทซ์ STOP
.....	.....	สวิทซ์ BLINKING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ทำการทดสอบการต่อวงจรของเอาท์พุท โดยให้กระทำเหมือนกับข้อ 2.5 แต่ให้เรียกเบอร์เอาท์พุทขึ้นมาทำแทน

การ FORCE (กำหนดให้เอาท์พุท ON โดยตรง) เอาท์พุททีละเอาท์พุท และให้ดูที่ชุดทดลอง เพื่อตรวจสอบการติด-

ดับของ LED

เบอร์ของเอาท์พุท PLC	สภาวะที่ทำการ FORCE	LED ที่ชุดทดลอง	
		ตำแหน่ง	ติด / ดับ
.....	ON / OFF	H1 (START)	...../.....
.....	ON / OFF	H2 (BLINKING)	...../.....

3.1 ให้เขียนวงจรแล็ดเดอร์สำหรับวงจรควบคุมไฟจราจร ตามเงื่อนไขดังนี้

1. เมื่อกดสวิตซ์ Start กำหนดให้สัญญาณไฟเขียว (G, GR) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) สัญญาณไฟแดง
   (R) ทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) ทำงานพร้อมกัน เป็นเวลา 5 วินาที
2. หลังจากนั้นสัญญาณไฟเหลือง (Y) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) จะทำงานพร้อมกัน เป็นเวลา 2 วินาทีขณะที่สัญญาณไฟแดงทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) ยังทำงานอยู่
3. หลังจากนั้นสัญญาณไฟแดง (R) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) พร้อมทั้งสัญญาณไฟเขียว (G, GW) ทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) ทำงาน เป็นเวลา 5 วินาที
4. หลังจากนั้นสัญญาณไฟเหลือง (Y) ของทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันตก (W) จะทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 2 วินาที ขณะที่สัญญานไฟแดง (R) ของทิศเหนือ (N) ทิศใต้ (S) ยังทำงานอยู่
5. หลังจากนั้นให้กลับไปเริ่มทำงานใหม่ตั้งแต่เงื่อนไขข้อที่ 1 อัตโนมัติ
6. เมื่อกดสวิทช์ BLINKING ให้สัญญาณไฟเหลือง (Y) ทั้งหมดกระพริบ ส่วนสัญญาณไฟอื่นๆ จะไม่งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เขียนวงจรแล็คเดอร์

ให้อธิบายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>สรุปผลการทดลอง</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ผลการวิเคราะห์การหาค่าความแปรปรวน

ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ ใบงานการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่	ข้อที่	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ						∑R	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6			
1	1	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	2	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	3	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	4	1	1	1	1	0	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	5	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
2	1	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	2	1	0	1	1	1	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	3	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	4	1	1	1	0	1	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	5	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
3	1	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	2	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	3	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	4	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	5	1	0	1	1	1	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
4	1	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	2	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	3	1	0	1	1	1	1	4	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	4	1	1	1	0	1	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	5	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
5	1	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	2	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	3	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	4	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	5	1	1	0	1	1	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ.1 ผลการวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (ต่อ)

แบบทดสอบที่	ข้อที่	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ						∑R	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6			
รวม	1	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	2	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	3	1	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	4	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	5	1	1	1	1	0	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	6	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	7	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	8	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	9	1	0	1	1	1	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	10	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	11	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	12	1	1	1	0	1	1	5	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	13	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	14	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	15	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	16	1	1	0	1	1	1	4	0.83	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	17	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	18	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	19	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
	20	1	1	1	1	1	1	6	1.00	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
รวม								254	43.13	
ค่าเฉลี่ย								5.64	0.95	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์หาความยากง่าย และ ค่าอำนาจจำแนก

ข้อที่	(RU) N=10	(RL) N=10	$p=\frac{R}{N}$	$r=\frac{R_U-R_L}{\frac{N}{2}}$	q=1-p	Pq
1	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
2	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
3	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
4	9	5	0.70	0.4	0.30	0.2100
5	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
6	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
7	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
8	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
9	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
10	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
11	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
12	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
13	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
14	9	5	0.70	0.4	0.30	0.2100
15	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
16	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
17	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
18	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
19	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
20	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
21	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
22	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
23	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
24	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
25	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
26	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
27	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
28	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
29	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์หาความยากง่าย และ ค่าอำนาจจำแนก (ต่อ)

ข้อที่	(RU) N=10	(RL) N=10	$p=\frac{R}{N}$	$r=\frac{R_U-R_L}{\frac{N}{2}}$	q=1-p	Pq
30	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
31	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
32	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
33	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
34	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
35	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
36	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
37	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
38	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
39	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
40	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
41	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
42	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
43	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
44	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
45	9	5	0.70	0.4	0.30	0.2100
46	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
47	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
48	9	5	0.70	0.4	0.30	0.2100
49	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275
50	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
51	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
52	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
53	8	4	0.60	0.4	0.40	0.2400
54	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
55	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
56	9	5	0.70	0.4	0.30	0.2100
57	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
58	9	6	0.75	0.3	0.25	0.1875
59	7	4	0.55	0.3	0.45	0.2475
60	8	5	0.65	0.3	0.35	0.2275

จากตารางที่ จ.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และ ค่าอำนาจจำแนกที่ผ่านเกณฑ์โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.3 ผลการวิเคราะห์การหาค่าความแปรปรวน

คนที่	คะแนนเต็ม 45 คะแนน (X)	คะแนนยกกำลังสอง(X^2)
1	40	1600
2	30	900
3	45	2025
4	43	1849
5	44	1936
6	37	1369
7	35	1225
8	41	1681
9	31	961
10	33	1089
11	37	1369
12	43	1849
13	44	1936
14	38	1444
15	41	1681
16	35	1225
17	45	2025
18	31	961
19	35	1225
20	45	2025
รวม	781	31135

การหาค่าความแปรปรวน

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

ค่าความแปรปรวน $S_t^2 = 33.5237$

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

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

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ r_{tt} = 0.6134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.4 ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ ชุดปฏิบัติการ พีแอลซี

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ						$\sum x$	$\bar{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6				
1	มีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
2	เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	5	4	4	5	4	5	32.04	4.50	0.54	ดีมาก
3	มีความสัมพันธ์การใช้ร่วมกับใบงาน	5	5	5	5	4	4	33.17	4.66	0.51	ดีมาก
4	สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4	5	5	5	4	5	33.17	4.66	0.51	ดีมาก
5	อุปกรณ์การสอนทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้	5	4	4	5	4	4	30.84	4.33	0.51	ดี
6	อุปกรณ์การสอนให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4	33.17	4.66	0.51	ดีมาก
7	ความเหมาะสมในการกำหนดตำแหน่งและติดตั้งอุปกรณ์	4	4	5	5	4	4	30.84	4.33	0.51	ดี
8	มีการระบุชื่อ ชุดปฏิบัติการให้ผู้เรียนเห็นได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
9	มีความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์	4	5	4	4	5	4	30.84	4.33	0.51	ดี
10	ความปลอดภัยในขณะทำการทดลอง	5	5	5	4	5	4	33.17	4.66	0.51	ดีมาก
11	มีความสะดวกในการดำเนินการสอน	5	5	4	5	4	5	33.17	4.66	0.51	ดีมาก
12	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	5	4	5	5	4	4	32.04	4.50	0.54	ดีมาก
13	มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4	4	5	4	5	4	30.84	4.33	0.51	ดี
14	รูปร่าง ขนาดมีความเหมาะสม	5	4	5	4	4	4	30.84	4.33	0.51	ดี
15	ความสะดวกในการบำรุงรักษา	5	4	4	5	5	4	32.04	4.50	0.54	ดีมาก
	รวม	**71**	**64**	**69**	**71**	**67**	**65**	**407**	**4.56**	**0.44**	**ดีมาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.5 ผลการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ ใบงานการทดลอง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ						Σx	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6				
1	ใบงานครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	5	5	4	4	28	4.66	0.51	ดีมาก
2	ใบงานมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	5	5	4	5	4	28	4.66	0.51	ดีมาก
3	ใบงานมีเนื้อหาถูกต้อง	5	5	5	4	4	4	27	4.50	0.54	ดีมาก
4	ใบงานมีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	5	4	4	5	4	4	26	4.33	0.51	ดี
5	เนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	5	5	5	4	4	4	27	4.50	0.54	ดีมาก
6	ใบงานมีเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	4	5	4	5	27	4.50	0.54	ดีมาก
7	ความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นการทดลอง ของแต่ละขั้น	5	5	4	4	4	4	26	4.33	0.51	ดี
8	สามารถลดเวลาในการสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดี	5	4	5	4	4	4	26	4.33	0.51	ดี
9	ความสะดวกในการบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง	5	5	4	4	4	4	26	4.33	0.51	ดี
10	คำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย รูปวงจร ตาราง ถูกต้อง	5	5	4	4	4	4	26	4.33	0.51	ดี
	รวม	**50**	**47**	**45**	**43**	**41**	**41**	**267**	**4.45**	**0.52**	**ดี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุม
วัน เดือน ปี เกิด	20 มกราคม 2513
สถานที่เกิด	จังหวัดสุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	312 หมู่ที่ 13 ตำบล ท่าตูม อำเภอ ท่าตูม จังหวัด สุรินทร์ 32120
สถานที่ทำงาน	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ 186 หมู่ที่ 1 ถ.สุรินทร์-ปราสาท ตำบล นอกเมือง อำเภอ เมือง จังหวัด สุรินทร์ 32000
ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อส.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จากมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้