

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์  
วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

COMPETENCY BASED SKILLS TRAINING  
ON WATTHOUR METER OF  
ELECTRICAL AND ELECTRONICS MEASURING INSTRUMENT COURSE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็คทรอนิก

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็คทรอนิก

คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-ED-M-231-069

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอวาร์มิเตอร์

วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

COMPETENCY BASED SKILLS TRAINING

ON WATTHOUR METER OF

ELECTRICAL AND ELECTRONICS MEASURING INSTRUMENT COURSE



T105186

นิพนธ์ น้อยจินดา

NIPON NOIJINDA

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....105186

วัน,เดือน,ปี...1.6...11.ย...2552

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-ED-M-231-069

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPETENCY BASED SKILLS TRAINING**  
**ON WATTHOUR METER OF**  
**ELECTRICAL AND ELECTRONICS MEASURING INSTRUMENT COURSE**



**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-231-069**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2009**

**FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ บทเรียนการฝึกทักษะเบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า  
และอิเล็กทรอนิกส์

Competency Based Skills Training on Watthour Meter of Electrical and Electronics  
Measuring Instrument Course

นักศึกษา นายนิพนธ์ น้อยจินดา

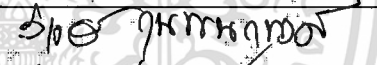


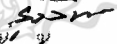

รหัสประจำตัว 47065406

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.วิสุทธิ สุนทรคุณวงศ์	
ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา	
รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี	
รศ.ดร.กัลยาณี ศกตปุณฺณเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จัดตั้งการุณย์	

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 25 มีนาคม 2552 เวลา 10.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่.....25.....เดือน.....มีนาคม.....พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หัวข้อวิทยานิพนธ์**

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง  
วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและ  
อิเล็กทรอนิกส์

**ชื่อนักศึกษา**

นิพนธ์ น้อยจินดา

**รหัสประจำตัว**

47065406

**ปริญญา**

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา**

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

**พ.ศ.**

2552

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

ผศ. ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

รศ. พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์

### **บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 2 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติจำนวน 9 หัวข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมในเรื่องของวัตต์อวาร์มิเตอร์ และแบบทดสอบในบทเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีขึ้นไป ส่วนประสิทธิภาพของบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 87.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 ขึ้นไป และมีผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินภาคปฏิบัติ จำนวน 18 คน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 89.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 ขึ้นไปของผู้เข้ารับการฝึก แสดงให้เห็นว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Competency Based Skills Training on Watthour Meter of Electrical and Electronics Measuring Instrument Course
<b>Student</b>	Mr. Nipon Noijinda
<b>Student ID.</b>	47065406
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Program</b>	Electrical Communications Engineering
<b>Year</b>	2009
<b>Thesis Advisor</b>	Assist. Prof. Dr.Threraphon Thephasadin Na Ayuthya
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assoc. Prof. Peerawut Suwanjan

## ABSTRACT

The purposes of this research were to develop and find out the efficiency of Competency based Skills Training on Watthour Meter of Electrical and Electronics Measuring Instrument course.

The sample consisted of the student which be 1 level of vocational in electrical power and group 2 groups that enroll in subject measuring electricity instrument and the electronics in semester 2/2008 totally 21 persons. The sample researcher learning by using competency based skills training on Watthour meter of electrical and electronics measuring instrument course, when finishing the lesson testing by do the practical total 9 parts and assessment with the practicing lesson based on percentage.

The analysis of data research to seek the efficiency competency based skills training on Watthour meter of electrical and electronics measuring instrument course and research founded Based on efficiency 87.73 % which higher than hypothesis standard value is 80 percentage of the student when practice with competency based skills training. The testing result of sample research pass the examination and over 80 % total 18 persons and the average point of sample research about 89.66 %, it's mean Competency based skills training on Watthour meter of electrical and electronics measuring instrument education committee can using for teaching and learning based on good efficiency.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ. ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรศ. พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน คือ รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด รศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี นายวรพจน์ สิทธิไกรพงษ์ นายภูวดล เปี่ยมจาด นายภุชฌน ประชุมพันธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตถุประสงค์ มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ช่วยตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า เป็นแนวทางในแนวทางในการจัดวิทยานิพนธ์ จนประสบความสำเร็จ ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

ขอขอบพระคุณ คุณป๋อณอม น้อยจินดา คุณย่าอัมจิตร น้อยจินดา คุณพ่อมานิตย์ น้อยจินดา คุณแม่ราตรี น้อยจินดา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่งที่ได้เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในการศึกษาแก่ผู้วิจัยอย่างดีตลอดมา

ขอขอบใจ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง) ที่ได้ให้ความร่วมมือเสียสละเวลาและกำลังความคิดในการร่วมมือ ในการวิจัยในครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือด้านการติดต่อสอบถามและแบบฟอร์มเอกสารต่าง ๆ

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นิพนธ์ น้อยจินดา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.....	5
2.2 การฝึกทักษะแบบสมรรถนะ.....	38
2.3 โปรแกรม Macromedia Authorware.....	44
2.4 ขอบเขตของการวัดผลทางการศึกษา.....	48
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	59
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	59
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	74
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	74
5.2 สมมติฐานของการวิจัย.....	74
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	74
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	75
5.5 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	76
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	76
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	77
บรรณานุกรม.....	79
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	82
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	91
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
ภาคผนวก ง แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติของบทเรียนการฝึกทักษะ แบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดตัดอ่าวร์มิเตอร์.....	102
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดตัดอ่าวร์มิเตอร์.....	114
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดตัดอ่าวร์มิเตอร์.....	119
ประวัติผู้เขียน.....	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแผนการสอนรายวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.....	6
4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา.....	69
4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	70
4.3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ .....	72
ค 1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง ส่วนประกอบ โครงสร้างของวัตต์อวาร์มิเตอร์.....	94
ค 2 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง การนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งาน.....	98
ค 3 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง การอ่านหน่วยและกิโลวัตต์สูงสุด.....	98
ค 4 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง วิธีการเช็ทกิโลวัตต์.....	99
ค 5 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง หลักในการพิจารณาติดตั้งวัตต์อวาร์มิเตอร์.....	99
ค 6 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง ตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่.....	100
ค 7 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง การตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน.....	100
ค 8 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง สาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า.....	108
ค 9 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ เรื่อง ข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์.....	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	วัดต์ฮาร์วมิเตอร์.....8
2.2	ชุดกำเนิดสนามแม่เหล็กและจานหมุนของวัดต์ฮาร์วมิเตอร์.....9
2.3	การต่อใช้งานวัดต์ฮาร์วมิเตอร์.....10
2.4	แสดงส่วนประกอบเนมเพลทของมิเตอร์.....11
2.5	วงจร Potential Transformer หรือ พีที.....12
2.6	Potential Transformer หรือ พีที.....13
2.7	Current Transformer หรือ ซีที.....13
2.8	ซีที แรงค่า ขนาดและแบบต่างๆ.....14
2.9	แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่หนึ่ง.....15
2.10	แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่สอง.....15
2.11	แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่สองอีกชนิด.....16
2.12	แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่สาม.....16
2.13	มิเตอร์ชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แบบแสดงค่าเป็นตัวเลขบนล้อหมุน.....17
2.14	มิเตอร์ชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แบบแสดงค่าเป็นตัวเลขบนล้อหมุนและมีตัวคูณ กิโลวัตต์สูงสุด.....17
2.15	มิเตอร์ชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แบบแสดงค่าเป็นตัวเลขบนล้อหมุน.....18
2.16	มิเตอร์แรงดันสูงแบบแสดงค่ากิโลวัตต์สูงสุดด้วยเข็มผลึก.....18
2.17	มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แสดงค่าด้วยแถบเลื่อนบอกค่าเป็นเปอร์เซ็นต์.....19
2.18	มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แสดงค่าด้วยแถบเลื่อนบอกค่าเป็นกิโลวัตต์.....19
2.19	มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สะสม แสดงค่าเป็นตัวเลขไม่มีตัวคูณ.....20
2.20	มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สะสม แสดงค่าเป็นตัวเลขแบบมีตัวคูณ.....20
2.21	หน้าตาของวัดต์ฮาร์วมิเตอร์ที่ต้องการเช็ท.....21
2.22	หน้าตาของวัดต์ฮาร์วมิเตอร์ที่ต้องการเช็ท.....22
2.23	หน้าตาของวัดต์ฮาร์วมิเตอร์ที่ต้องการเช็ท.....22
2.24	หน้าตาของวัดต์ฮาร์วมิเตอร์ที่ต้องการเช็ท.....23
2.25	คีมานด์มิเตอร์ซีเมนต์แบบสะสม.....24
2.26	วัดต์ฮาร์วมิเตอร์ที่ต้องการเช็ท.....24
2.27	คีมานด์มิเตอร์แกนคิสแบบสะสม.....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28	ตีมันต์มิเตอร์ CEM. แบบสะสม (แถบเลื่อน).....26
2.29	แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 1 เฟส 2 สาย.....26
2.30	แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 1 เฟส 2 ตัว ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 3 สาย .....27
2.31	แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 3 เฟส 3 สาย.....27
2.32	แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 1 เฟส 3 ตัว ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย .....28
2.33	แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 3 เฟส 4 สาย.....28
2.34	ตีมันต์มิเตอร์.....29
2.35	แผนผังแสดงการทำงานของตีมันต์มิเตอร์.....30
2.36	แสดงอุปกรณ์ประกอบภายในของตีมันต์มิเตอร์ผลิตภัณฑ์ เออีจี.....31
2.37	วงจรภายในของมิเตอร์.....33
2.38	แสดงการตรวจสอบมิเตอร์ว่า Creep หรือไม่.....33
2.39	แสดงการต่อสายเข้ามิเตอร์ถูกต้องมิเตอร์หมุนถูกต้อง.....34
2.40	แสดงการจับเวลาการหมุนของจานและวัด โทลคมิเตอร์แบบ ซิงเกิลเฟส.....35
2.41	เนมเพลทของมิเตอร์ซิงเกิลเฟสชนิดค่ากิโลวัตต์ – ชั่วโมงมีทศนิยม 1 ตำแหน่ง.....36
2.42	เนมเพลทของมิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์ – ชั่วโมง เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม.....36
2.43	มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์ / ชั่วโมงบอกไว้เป็นจำนวนเต็มและมีตัวคูณค่ากิโลวัตต์ ชั่วโมง.....37
3.1	แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.....63
3.2	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ.....65
7.1	แสดงชื่อของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์.....115
7.2	กรอกข้อมูลการเข้าใช้บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์.....115
7.3	แสดงหน้าเมนูหลักของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์...116
7.4	แสดงหน้าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์.....116
7.5	แสดงหัวข้อเนื้อหาของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์...117
7.6	แสดงหน้าส่วนประกอบที่สำคัญของวัดค่าอาร์มิเตอร์.....117
7.7	แสดงหน้าขลวดแรงดันและขลวดกระแสของวัดค่าอาร์มิเตอร์.....118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
8.1 หน้าเมนูของบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดต์มิเตอร์ และวัดต์อวาร์มิเตอร์.....	120
8.2 หน้าเมนูการกรอกข้อมูลบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดต์มิเตอร์และวัดต์อวาร์มิเตอร์.....	121
8.3 หน้าเมนูหลักของบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดต์มิเตอร์และวัดต์อวาร์มิเตอร์.....	121
8.4 แสดงหัวข้อของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน.....	122
8.5 แสดงเนื้อหาในแต่ละหัวข้อของบทเรียน.....	122
8.6 แสดงเนื้อหาและเมนูการใช้งานในบทเรียน.....	123
8.7 แสดงหน้าตอนรับเข้าสู่การทำแบบทดสอบ.....	124
8.8 แสดงชื่อของแบบทดสอบ.....	124
8.9 แสดงประวัติของผู้จัดทำ.....	125
8.10 แสดงเมนูการออกจากโปรแกรม.....	125

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งที่นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจและสามารถใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าต่างๆ ได้อย่างถูกต้องปลอดภัย เพื่อใช้เป็นแนวทางการศึกษาต่อไปในรายวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับรายวิชาในด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในส่วนองงานด้านอุตสาหกรรมก็ต้องการผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการใช้งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เช่นกัน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์การเป็นอาจารย์ผู้สอนพบว่า อาจารย์ผู้สอนยังขาดสื่อการเรียนการสอนในหน่วยของวัดค่าอาร์ทมิเตอร์ ที่จะให้นักเรียนสามารถเห็นภาพโครงสร้างของวัดค่าอาร์ทมิเตอร์ของจริง เนื้อหาของวัดค่าอาร์ทมิเตอร์ยังไม่เฉพาะเจาะจงและมีรายละเอียดที่น้อยไม่เพียงพอในการสอนในส่วนของนักเรียนก็ยังไม่สามารถปฏิบัติแก้ไขปัญหาและทำความเข้าใจในเนื้อหาในภาคปฏิบัติได้ ซึ่งอาจจะดูซับซ้อนในเรื่องส่วนประกอบที่สำคัญของวัดค่าอาร์ทมิเตอร์

ทางเลือกหนึ่งที่ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาได้ คือ การนำระบบการฝึกทักษะ CBST (Competency Based Skill Training) มาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละหัวข้อบทเรียนจะถูกย่อยลงเป็นทักษะความสามารถย่อย ซึ่งผู้เข้ารับการศึกษาแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติ โดยมีการเรียนรู้ จากเนื้อหาที่มีการแสดงผ่านสื่อภาพเคลื่อนไหว ที่มีการปฏิบัติแสดงให้จริง มีการทบทวนในเนื้อหาแต่ละส่วนและเมื่อศึกษาเนื้อหานั้นๆจบแล้วจะมีการทดสอบให้ผ่านอีกครั้ง ซึ่งเป็นระบบการฝึกที่มีประสิทธิภาพ

จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงได้นำเนื้อหาของวัดค่าอาร์ทมิเตอร์ ไปสร้างเป็นบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์ทมิเตอร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ขั้นตอนการใช้งานและการตรวจสอบได้ซึ่งจะได้สื่อที่มีการตอบสนองระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยเมื่อจบบทเรียนแล้วจะมีการทดสอบปฏิบัติจากของจริง และมีแบบทดสอบโดยเน้นการฝึกทักษะความสามารถของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการปฏิบัติงาน มีประสบการณ์ในการทำงาน ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้อง และมีความรู้ความสามารถให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานจริง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ โดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

แนวคิดในการวิจัยเรื่อง “บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์” นี้ อาศัยขั้นตอนการออกแบบจากคู่มือการสร้าง โมดูลการฝึก CBST หรือ Competency Based Skills Training (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม 2543: 11-14) มาประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1.4.1 เรียนรู้ (Know)

1.4.2 แสดง (Show)

1.4.3 ปฏิบัติงานจริง (Do)

1.4.4 ทบทวน (Review)

1.4.5 ทดสอบให้ผ่าน (Pass Through)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้ คือ

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง) จำนวน 66 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 2 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 21 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.5.2 เนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแบ่งออกเป็น

หัวข้อที่ 1 โครงสร้าง ส่วนประกอบและวิธีการเช็ทวัดต่ออวาร์มิเตอร์

หัวข้อที่ 2 หลักการทำงานวัดต่อมิเตอร์และวัดต่ออวาร์มิเตอร์

หัวข้อที่ 3 การนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งาน

หัวข้อที่ 4 การอ่านหน่วยและกิโลวัตต์สูงสุด

หัวข้อที่ 5 หลักในการพิจารณาติดตั้งวัดต่ออวาร์มิเตอร์

หัวข้อที่ 6 ตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่

หัวข้อที่ 7 การตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน

หัวข้อที่ 8 สาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

หัวข้อที่ 9 ข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์

โดยในหัวข้อที่ 1 โครงสร้าง ส่วนประกอบและวิธีการเช็ทวัดต่ออวาร์มิเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมเนื้อหาในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบ โครงสร้างของวัดต่ออวาร์มิเตอร์และวิธีการเช็ทวัดต่ออวาร์มิเตอร์ ไว้ด้วยกัน

1.5.3 คุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 กลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการเรียนรู้จากบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นในงานวิจัยต้องมีความรู้ในภาคทฤษฎี เรื่อง วัดต่อมิเตอร์และวัดต่ออวาร์มิเตอร์ มาแล้ว

1.6.2 บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นในงานวิจัยจะใช้ในการใช้ปฏิบัติจริงใน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1.6.3 การใช้บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการสร้างสถานการณ์การปฏิบัติงานจริง

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยนี้มีคำบางคำที่นำมาใช้และอาจมีความหมายแตกต่างไปจากคำที่ใช้กันโดยทั่วไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของคำต่างๆ ดังนี้

1.7.1 บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ หมายถึง โครงสร้าง ส่วนประกอบ วิธีการจัดทำ หลักการทำงาน การนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งาน การอ่านหน่วยและกิโลวัตต์สูงสุด หลักในการพิจารณาติดตั้ง ตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่ ตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน สาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า และข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์

1.7.2 แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบประเมินบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน ประกอบด้วย

1.7.2.1 แบบประเมินบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะด้านเนื้อหาวิชาโดยมีการประเมินประกอบด้วย ความสมบูรณ์และความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และขั้นตอน ความถูกต้อง ความสอดคล้อง ความน่าสนใจ ความเพียงพอกับเนื้อหา

1.7.2.2 แบบประเมินบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีการประเมินประกอบด้วย ด้านภาพและตัวอักษร วิดีโอ เสียง ปฏิสัมพันธ์และอื่นๆ

1.7.3 แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติ หมายถึง แบบประเมินนักเรียนระหว่างการทดสอบภาคปฏิบัติหลังจากนักเรียนได้ศึกษาจากสื่อบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์

1.7.4 แบบประเมินความสอดคล้อง หมายถึง แบบประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 9 หัวข้อ

1.7.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ หมายถึง คะแนนทางการเรียนของผู้เรียน จากบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้น

1.7.6 นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคจุฬารามณ์ (ลาดขวาง) ในปีการศึกษา 2551

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดคัมมิเตอร์และวัดค่าอาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทำความเข้าใจหลักการและทฤษฎี ตลอดจนข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- 2.2 การฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ
- 2.3 โปรแกรม Macromedia Authorware
- 2.4 การหาประสิทธิภาพและการประเมินผล
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชา ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานไฟฟ้ากำลัง รหัสวิชา 2104-2204 มีรายละเอียด ดังนี้

รหัสวิชา 2104-2204

ชื่อรายวิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจโครงสร้าง และหลักการทำงานของเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อให้มีทักษะในการวัดและการใช้งาน การบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องมือวัด ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ถูกต้องและปลอดภัย  
มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักการทำงานและการใช้งานเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วยมิเตอร์แบบแอนะล็อกและดิจิตอล
3. ใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าประกอบการวัดและทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
4. วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วยออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับ โครงสร้าง หลักการทำงาน โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ โอห์มมิเตอร์ มัลติมิเตอร์แบบใช้เข็ม คิจิตอลมัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป วัดค่า-ฮาวร์มิเตอร์ (Watt-hour Meter) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง เครื่องกำเนิดสัญญาณหลายรูปคลื่น การใช้มัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป วัด และทดสอบค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า และวงจรเครื่องขยายเสียง เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 ตารางแผนการสอนรายวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

แผนการสอน		จำนวนคาบ 4 ชั่วโมง / สัปดาห์	
หน่วยที่	ชื่อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	โครงสร้างมิเตอร์ไฟตรง	4	1
2	แอมมิเตอร์ไฟตรงและวิธีวัดค่า	8	2-3
3	โวลต์มิเตอร์ไฟตรงและวิธีวัดค่า	8	4-5
4	หลักการทำงานของมิเตอร์ไฟสลับ	4	6
5	ชนิดมิเตอร์ไฟสลับและวิธีวัดค่า	4	7
6	โอห์มมิเตอร์และวิธีวัดค่า	4	8
7	มัลติมิเตอร์	4	9
	สอบกลางภาค	4	10
8	การนำมัลติมิเตอร์ไปใช้งาน	8	11-12
9	คิจิตอลมัลติมิเตอร์	4	13
10	วัตต์มิเตอร์และวัตต์ฮาวร์มิเตอร์	8	14-15
11	ออสซิลโลสโคป	8	16-17
12	เครื่องกำเนิดสัญญาณ	4	18
13	ความคลาดเคลื่อนในการวัดทางไฟฟ้า	4	19
	สอบปลายภาค	4	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ชื่อเรื่องและงาน	สมรรถนะที่พึงประสงค์
วัดต์มิเตอร์และวัดต่ออาร์มิเตอร์	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ทำการประกอบส่วนประกอบ โครงสร้างของ วัดต่ออาร์มิเตอร์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ</li> <li>2. สามารถออกแบบการนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งาน ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>3. กระทำการอ่านหน่วยและกิโวลต์ได้ถูกต้อง คล่องแคล่ว</li> <li>4. ทำขั้นตอนตามวิธีการเช็ทวัดต่ออาร์มิเตอร์ได้อย่าง ถูกต้องแม่นยำ</li> <li>5. สามารถร่างหลักในการพิจารณาติดตั้งวัดต่ออาร์ มิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>6. ทำการซ่อมแก้ไขตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่ ได้อย่างถูกต้อง</li> <li>7. กระทำการตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ ติดตั้งใช้งาน ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ</li> <li>8. สามารถร่างวิเคราะห์สาเหตุของการชำรุดของ เครื่องมือวัดไฟฟ้า ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ</li> <li>9. แก้ไขข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์ได้อย่าง ถูกต้องแม่นยำ</li> </ol>

เนื้อหาเกี่ยวกับวัดต์มิเตอร์และวัดต่ออาร์มิเตอร์

กำลังไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถหาค่า กำลังไฟฟ้าได้ 2 วิธีการ คือ ใช้การวัดแรงดันและกระแสในวงจร นำมาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า อีกวิธีหนึ่งใช้วิธีวัดต์มิเตอร์ต่อวัดกำลังไฟฟ้าในวงจร โดยตรง เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการวัดค่า ลงได้ วัดต์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นมาใช้งานใช้หลักการของอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโคมมิเตอร์ มีขั้วต่อวัด 4 ขั้ว ขั้ววัด 2 ขั้วแรก เป็นของขดลวดคงที่หรือขดลวดกระแส ขั้ววัดอีก 2 ขั้วที่เหลือ เป็นของขดลวดเคลื่อนที่หรือ ขดลวดแรงดัน การบ้ายเบนของเข็มชี้ขึ้นอยู่กับภาระที่ต่อวงจรและแรงดันที่ป้อนให้วงจร

การต่อใช้งานวัดต์มิเตอร์ ต้องระวังในเรื่องการต่อวัด ไม่ให้กระแสไหลผ่านขดลวดคงที่หรือ ขดลวดกระแสมากเกินไปกว่าพิกัดของวัดต์มิเตอร์ที่บอกไว้ และไม่ให้แรงดันที่ป้อนเข้าขดลวดเคลื่อนที่ หรือขดลวดแรงดันเกินกว่าพิกัดของมิเตอร์ที่บอกไว้ ดังนั้น ก่อนต่อวัดต์มิเตอร์เข้าวงจร จึงควร ตรวจสอบทั้งแรงดันและกระแสของวงจรก่อนเสมอ เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหายของวัดต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญัตให้หาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

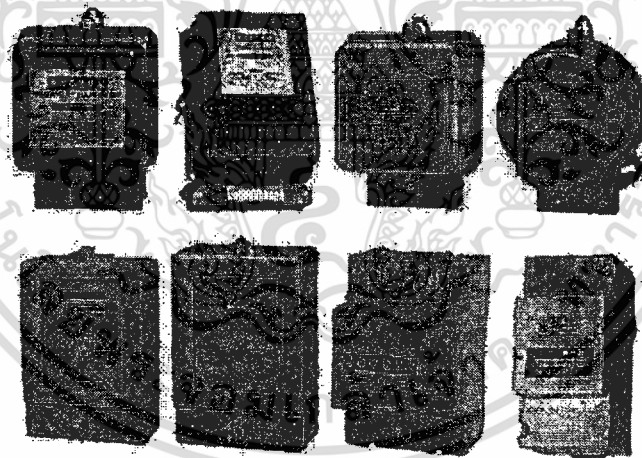
วัตต์อวาร์มิเตอร์ คือ วัตต์มิเตอร์แบบหนึ่ง คือ ใช้วัดค่าไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ แต่แตกต่างจากวัตต์มิเตอร์ธรรมดาตรงที่กัลังไฟฟ้าที่วัดออกมาได้เป็นกัลังไฟฟ้าที่เกิดจากวงจรที่มีส่วนประกอบค่าความเหนี่ยวนำหรือค่าความจุกระแสที่เกิดขึ้นใช้ในการหาค่ามีมุมต่างไป 90 องศา กัลังไฟฟ้าที่ได้อยู่ในรูป  $E \sin \theta$  หน่วยที่วัดเป็นวาร์

เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์เป็นมิเตอร์ที่สร้างขึ้นมาใช้วัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กัลังทำงาน

วัตต์อวาร์มิเตอร์เป็นวัตต์มิเตอร์อีกแบบหนึ่งวัดค่าออกมาเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง ถูกสร้างขึ้นมาให้ใช้งานสำหรับวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับตามบ้านเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรมและในที่อื่น

### 2.1.1 วัตต์อวาร์มิเตอร์

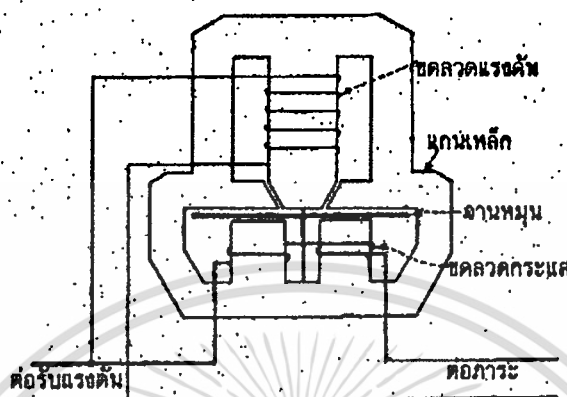
วัตต์อวาร์มิเตอร์ (Watt-hour Meter) เป็นมิเตอร์ที่ทำงานด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานเป็นมิเตอร์ วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเรือน ในโรงงานอุตสาหกรรมและในที่ต่างๆ ที่ต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงาน โดยวัดพลังงานไฟฟ้าออกมาเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง หรือกิโลวัตต์อวาร์ รูปร่างของวัตต์อวาร์มิเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วัตต์อวาร์มิเตอร์

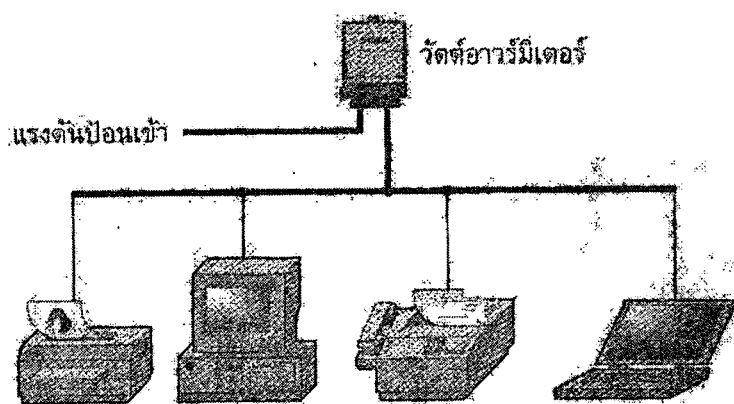
หลักการการทำงานของวัตต์อวาร์มิเตอร์เหมือนกับมิเตอร์วัดกัลังไฟฟ้าที่ทำงานด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า เช่น วัตต์มิเตอร์ มีส่วนประกอบเหมือนกัน คือ ประกอบด้วยขดลวดกระแสและขดลวดแรงดัน แต่ก็มีส่วนที่แตกต่างกันบ้าง ในการแสดงค่าการวัดปริมาณออกมาของวัตต์มิเตอร์แสดงค่าออกมาในลักษณะเข็มชี้บ้ายเบนชี้ค่าออกมาบนสเกล ส่วนของวัตต์อวาร์มิเตอร์แสดงค่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมาโดยใช้แม่เหล็กหน่วงการเคลื่อนที่ของจานหมุน และใช้ชุดเฟืองไปจับเข็มชี้ให้แสดงค่าออกมาบนสเกล หรืออาจใช้ชุดเฟืองไปจับค่าตัวเลขให้แสดงค่าออกมา โครงสร้างของชุดให้กำเนิดสนามแม่เหล็กและจานหมุนของวัตต์อวาร์มิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ชุดกำเนิดสนามแม่เหล็กและจานหมุนของวัตต์อวาร์มิเตอร์

ในรูปที่ 2.2 แสดงชุดกำเนิดสนามแม่เหล็กและจานหมุนของวัตต์อวาร์มิเตอร์ โครงสร้างประกอบด้วย ขดลวดกระแสต่ออนุกรมกับวงจร และขดลวดแรงคืนต่อแบบขนานกับวงจรขดลวดทั้ง 2 ชุด ถูกพับไว้บนโครงโลหะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เกิดเป็นวงจรแม่เหล็ก 2 ชุดแผ่นจานอลูมิเนียมกลมแบนถูกวางอยู่ในช่องว่างของสนามแม่เหล็กขดลวดกระแสและขดลวดแรงคืน เกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ในแผ่นจานอลูมิเนียม แรงต้านของกระแสไหลวนและสนามแม่เหล็กของขดลวดแรงคืนทำให้ผลึกขึ้นบนแผ่นจานอลูมิเนียม แรงต้านของกระแสไหลวนในแผ่นจานอลูมิเนียมจึงหมุน แรงที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนระหว่างความเข้มของสนามแม่เหล็กของขดลวดแรงคืนและกระแสไหลวนในแผ่นจานอลูมิเนียม ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดที่พันรอบแผ่นจานอลูมิเนียมขึ้นอยู่กับการที่ไอซ์ของภาระที่ต่ออยู่ในเวลาที่แตกต่างกัน แกนที่ยึดติดแผ่นจานอลูมิเนียมถูกต่อไว้กับเฟือง ฟังต่อ ไปยังเข็มชี้สเกลในแต่ละค่า และถูกปรับแต่งให้อ่านค่าออกมาเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง การต่อการใช้งานวัตต์อวาร์มิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การต่อใช้งานวัตต์อวาร์มิเตอร์

(โครงการกำหนดกรอบอาชีพและเทคนิคศึกษาแห่งชาติ กรมอาชีวศึกษา. 2545 : 2)

### 2.1.2 เครื่องวัดพลังงานและกำลังไฟฟ้า

การทำงานอาศัยหลักการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่นเดียวกับอินดักชันกัมมอเตอร์ กล่าวคือ เมื่อเส้นแรงแม่เหล็ก ที่เกิดจากขดลวดแรงดันและขดลวดกระแสผ่าน ไปบนแผ่นโลหะตัวนำ เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสสลับนี้จะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นบนแผ่นโลหะ ซึ่งทำให้เกิดกระแสวนเวียน ไหลวนอยู่ในแผ่นโลหะตัวนำนั้น จะเกิดแรงบิดขึ้นซึ่งเป็นแรงทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกระแสตัดกับสนามแม่เหล็กกระแสสลับบนแผ่นโลหะตัวนำนั้น ทำให้แผ่นโลหะตัวนำเกิดการเคลื่อนที่รอบแกนหมุน แรงบิดที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับกำลังไฟฟ้าที่ไหลผ่านมิเตอร์ไปยังโหลด

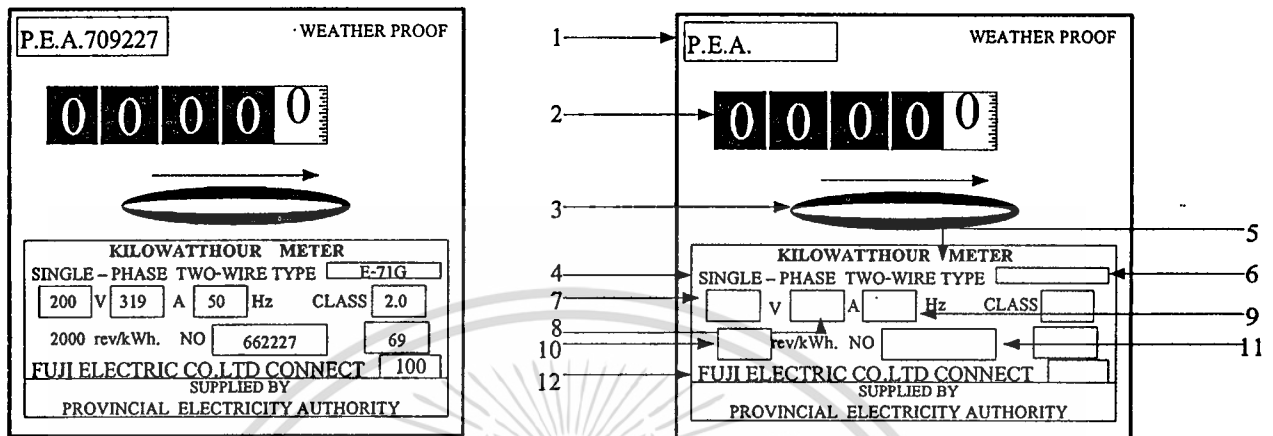
แสดงว่าอัตราเร็วของการหมุนของจานเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับกำลังไฟฟ้าที่ไหล (VI COS  $\theta$ ) ดังนั้น จำนวนรอบที่จานหมุนไปในช่วงเวลาหนึ่ง จึงจะเป็นปฏิกิริยากับพลังงานที่ต้องการวัดในช่วงเวลานั้น โดยการคิดเพียงทดแบบตัวหอน เข้ากับแกนหมุนของจานเพื่อให้ไปหมุนเข็มชี้หรือล้อตัวเลข และเข็มชี้หรือล้อตัวเลขก็จะบ่งบอกปริมาณของพลังงานที่วัดออกมาเป็น “หน่วยกิโลวัตต์ ชั่วโมง” (KWh)

ส่วนประกอบที่สำคัญของ (KWh) วัตต์อวาร์มิเตอร์มีดังนี้

1. ขดลวดแรงดัน (Potential Coil)
2. ขดลวดกระแส (Current Coil)
3. จานหมุน (Disk)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เฟือง (Gear)
5. ตัวเลขบอกหน่วย (Register)
6. แม่เหล็กหน่วงแรง (Damping Magnet)



รูปที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบเนมเพลทของมิเตอร์

### 2.1.3 เนมเพลทของมิเตอร์

เนมเพลทของมิเตอร์ไม่ว่าจะเป็นขนาดไหนผลิตภัณฑ์ของบริษัทใดก็ตาม จะต้องระบุรายละเอียดส่วนที่สำคัญๆ ดังนี้

1. หมายเลข P.E.A. เป็นหมายเลขประจำเครื่องที่กองมิเตอร์ออกให้เมื่อมิเตอร์เครื่องนั้นชำรุดหมายเลข P.E.A. จะถูกยกเลิกไปและไม่นำมาใช้อีก
2. ช่องแสดงหมายเลขบอกหน่วย เป็นช่องที่เจาะไว้เพื่ออ่านตัวเลขบนรีจิสเตอร์
3. ช่องที่เจาะไว้สำหรับตรวจดูการหมุนของจาน
4. จำนวนเฟส จะระบุไว้บนเนมเพลทว่าเป็นมิเตอร์ 1 เฟส หรือ 3 เฟส
5. จำนวนสาย จะระบุไว้ว่าใช้กับไฟ 2 สาย 3 สาย หรือ 4 สาย
6. แบบ (Type) เป็นสัญลักษณ์ที่ทางบริษัทผู้ผลิตระบุไว้แต่ละบริษัทจะมีแบบที่แตกต่างกันไปแม้ว่าจะเป็นมิเตอร์ชนิดและขนาดเดียวกันก็ตาม
7. แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด เป็นตัวบอกว่ามิเตอร์เครื่องนั้นใช้กับไฟระบบใด เช่น ใช้กับไฟฟ้า 220 หรือ 110 หรือ 100 โวลต์ เป็นต้น
8. กระแสไฟฟ้าที่กำหนด เป็นตัวบอกว่ามิเตอร์เครื่องนั้นทนกระแสไฟหรือใช้ได้กับโหลดกี่แอมป์
9. ความถี่ที่ใช้ คือ 50 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. จำนวนรอบ/กิโลวัตต์ – ชั่วโมง เป็นตัวคงที่ของมิเตอร์ที่บอกให้ทราบว่ามิเตอร์เครื่องนั้นหมุนกี่รอบเมื่อใช้ไฟ 1 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง ซึ่งสามารถใช้หาความคลาดเคลื่อนของมิเตอร์ได้
11. หมายเลขเครื่อง เป็นหมายเลขประจำเครื่อง ซึ่งทางบริษัทผู้ผลิตออกไว้
12. โรงงานผู้ผลิต

ในการนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งานนั้นจะต้องคำนึงถึง

1. พิกัดแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดบนเนมเพลทกับแรงดันไฟฟ้าของระบบ เช่น บนเนมเพลทระบุว่า 220 โวลท์ ก็ต้องใช้ติดตั้งกับระบบไฟ 220 โวลท์ จะไปใช้กับไฟ 380 โวลท์ไม่ได้

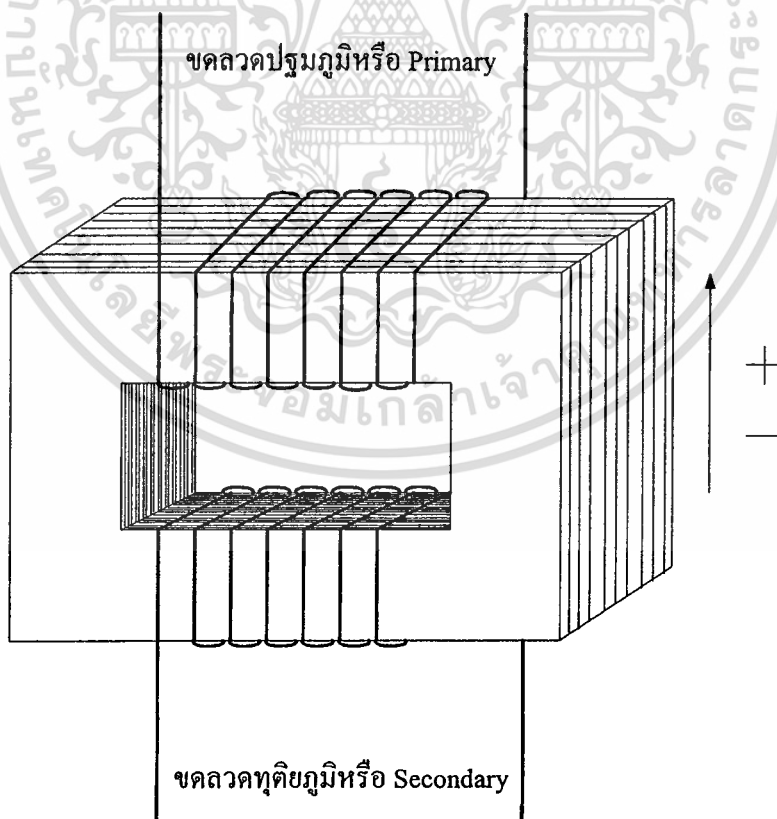
2. พิกัดกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ตามปกติมิเตอร์ 1 เฟส 2 สาย ออกแบบมาติดตั้งได้เลย โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ประกอบ (Current Transformer, Potential Transformer) ช่วยบอกพิกัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจะบอกมาเป็นตัวเลข 2 ชุด

- ชุดแรก จะบอกพิกัดกระแสใช้งานทุกๆ ไป ซึ่งเป็นขนาดของมิเตอร์

- ชุดที่สอง อยู่ในวงเล็บจะเป็นค่าพิกัดกระแสสูงสุดที่มิเตอร์สามารถใช้งานได้ โดยไม่ทำให้มิเตอร์ชำรุด (ไหม้) แต่อย่างใด

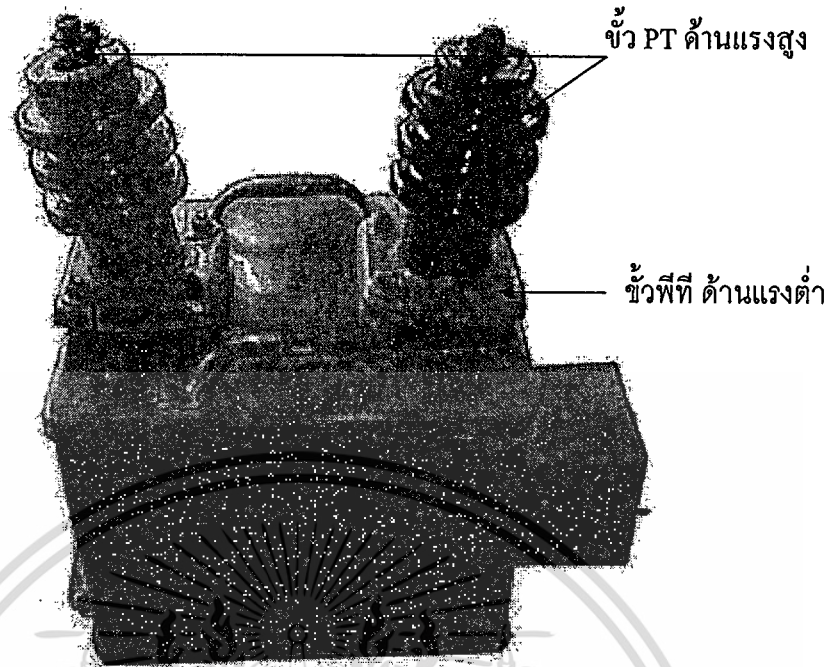
หม้อแปลงสำหรับเครื่องวัดหรืออุปกรณ์ประกอบคอมพิวเตอร์มีอยู่ 2 ชนิดคือ

- Potential Transformer หรือ พีที ทำหน้าที่ลดแรงดัน แสดงดังรูปที่ 2.5 และ รูปที่ 2.6



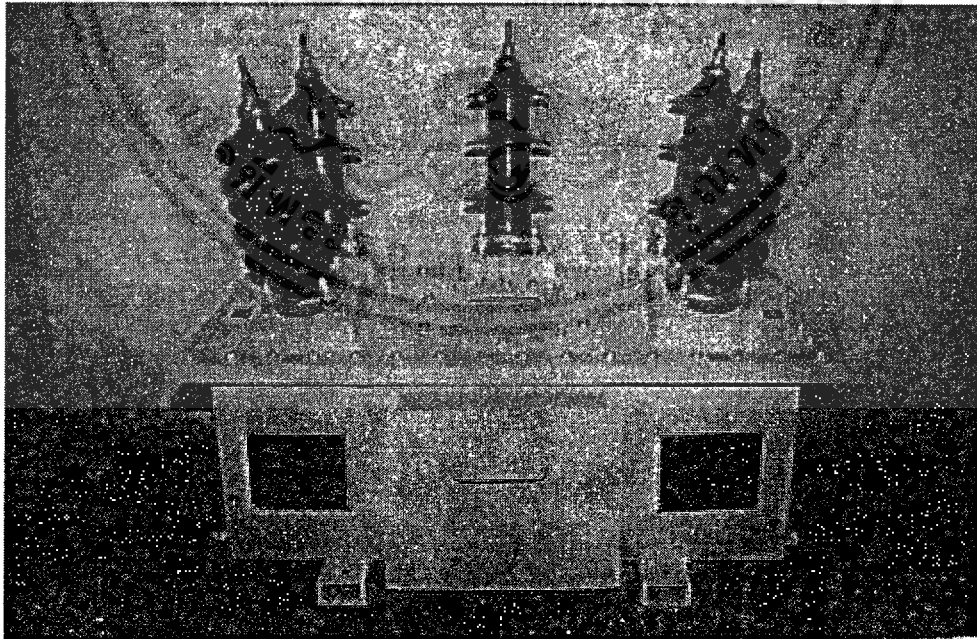
รูปที่ 2.5 วงจร Potential Transformer หรือ PT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



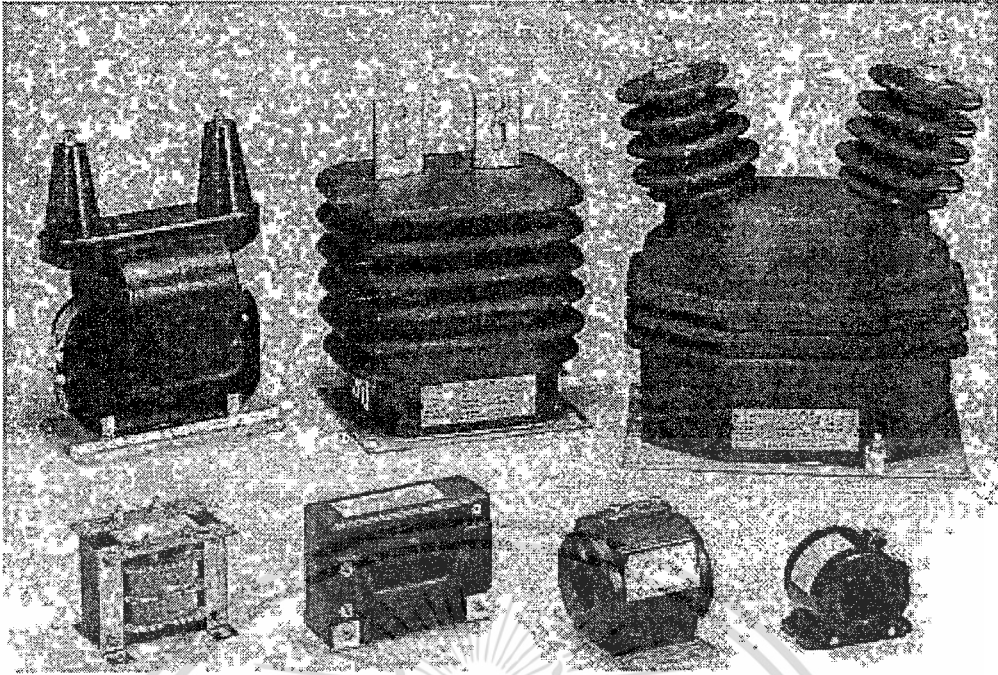
รูปที่ 2.6 Potential Transformer หรือ PT.

- Current Transformer หรือ ซีที ทำหน้าที่ลดกระแส แสดงดังรูปที่ 2.7 และ รูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 Current Transformer หรือ CT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 CT แรงต่ำ ขนาดและแบบต่างๆ

ในการติดตั้งมิเตอร์บางชนิด จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ PT, CT ด้วยเหตุผลสำคัญ มี 2 ข้อ คือ

1. ป้องกันอันตรายจากการสัมผัสไฟฟ้าแรงสูง
2. เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่เข้ามิเตอร์ให้มีค่าน้อยลงเพื่อง่ายต่อการ

ออกแบบมิเตอร์

ส่วนประกอบของหม้อแปลงสำหรับเครื่องวัด มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. วงจรไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (Primary Electrical Circuit)
2. วงจรไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (Secondary Electrical Circuit)
3. วงจรสนามแม่เหล็ก หรือ Core

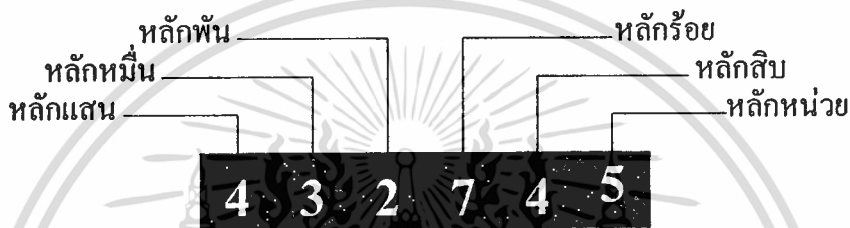
#### 2.1.4 วิธีอ่านหน่วยและกิโลวัตต์สูงสุด

พนักงานจดหน่วยเป็นกำลังสำคัญในการเก็บดอกผลที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้ลงทุนไป ดังนั้น พนักงานจดหน่วยจะต้องขวนขวายหาความรู้และทำความเข้าใจกับการอ่านหน่วย และกิโลวัตต์สูงสุดของมิเตอร์แต่ละชนิดที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจัดซื้อมาใช้ในกิจการ เพื่อจะได้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ ลดความสูญเสียดังกล่าวให้เหลือน้อยที่สุด

ในการอ่านหน่วยจะต้องทราบลักษณะการแสดงหน่วยเป็นตัวเลขของมิเตอร์แบบต่างๆ ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจัดซื้อมาใช้ งานว่าตัวเลขใดเป็นตัวเลขหลักและตัวเลขใดเป็นทศนิยม ซึ่งการแสดงผลของมิเตอร์ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจัดซื้อมาใช้ งานทั้งหมดนั้น สรุปได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นตัวเลขหลักทั้งหมด
  2. ตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นเลขหลักและทศนิยมตำแหน่งที่ 1
  3. ตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นเลขหลักและเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 1 และที่ 2
- ลักษณะแรก (ตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นเลขหลักทั้งหมด)
- ตัวเลขทุกตัวเป็นสีขาวพื้นเป็นสีดำ
  - ตัวเลขด้านขวามือสุดเป็นเลขหลักหน่วย มีสเกลสำหรับอ่านค่าเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 1 โดยแบ่งเป็นช่องเล็กๆ 1 ช่อง มีค่าเท่ากับ 0.1 หน่วย ส่วนตัวเลขถัดมาทางด้านซ้ายมือเป็นเลขหลักสิบ หลักร้อยและตามลำดับ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่หนึ่ง

ลักษณะที่สอง (ตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นเลขหลักและทศนิยมตำแหน่งที่ 1) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่สอง

จากรูปที่ 2.10 ตัวเลขที่อยู่ขวามือสุดเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 1 ตัวเลขเป็นสีดำพื้นสีขาวมีสเกลสำหรับอ่านค่าเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 2 โดยแบ่งเป็นช่องเล็กๆ 1 ช่องมีค่าเท่ากับ 0.01 หน่วยข้างหน้าตัวเลขทศนิยมจะมีจุดหรือจุดลูกน้ำ ตัวเลขถัดมาทางด้านซ้ายมือเป็นเลขหลักเริ่มจากหลักหน่วย หลักสิบ....ตามลำดับ ตัวเลขเป็นสีขาวพื้นสีดำ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่สองอีกชนิด

จากรูปที่ 2.11 รายละเอียดต่างๆ เหมือนกับในหัวข้อข้างบน ยกเว้นตัวเลขทศนิยมเป็นสีขาว พื้นสีดำและกรอบรอบช่องของตัวเลขทศนิยมเป็นสีแดง

กรณีไม่อ่านจุดทศนิยม หน่วยเท่ากับ 43274 หน่วย

กรณีอ่านจุดทศนิยม หน่วยเท่ากับ 43274.53 หน่วย

ลักษณะที่สาม (ตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นเลขหลักและเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 1 และที่ 2)

ดังรูปที่ 2.12

- ตัวเลขทุกตัวเป็นสีขาวพื้นสีดำ
- ตัวเลขทางด้านขวามือสุดเป็นตัวเลขทศนิยมตำแหน่งที่ 2 มีสีแก่สำหรับอ่านค่าเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 3 โดยแบ่งเป็นช่องเล็กๆ 1 ช่อง มีค่าเท่ากับ 0.001 หน่วย
- ตัวเลขถัดมาเป็นตัวเลขทศนิยมตำแหน่งที่ 1
- มีกรอบล้อมรอบช่องของตัวเลขทศนิยมตำแหน่งที่ 1 กับ 2 เป็นสีแดง
- หน้าตัวเลขทศนิยมตำแหน่งที่ 1 จะมีจุดหรือจุดลูกน้ำ
- ตัวเลขถัดจากตัวเลขทศนิยมตำแหน่งที่ 1 มาทางด้านซ้ายมือจะเป็นเลขหลัก เริ่มจาก หลักหน่วย หลักสิบ..... ตามลำดับ

หน่วยเท่ากับ 4327.45 หน่วย

หน่วยเท่ากับ 4327.453 หน่วย

\*ปกติอ่านทศนิยมเพียง 2 หลัก ก็เพียงพอแล้ว



รูปที่ 2.12 แสดงการอ่านหน่วยของมิเตอร์ลักษณะที่สาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

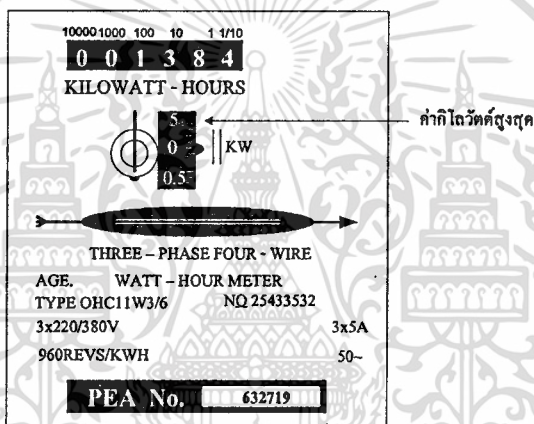
2.1.5 วิธีอ่านดีมานด์หรือกิโลวัตต์สูงสุด

ดีมานด์ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จัดซื้อมาใช้งานมีอยู่ 2 แบบ คือ

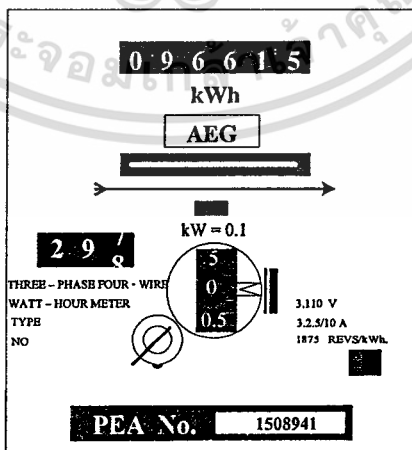
1. แบบที่มีดีมานด์อย่างเดียว
2. แบบที่มีดีมานด์ และดีมานด์สะสม

ในการอ่านค่าดีมานด์หรือกิโลวัตต์สูงสุด จึงอ่านได้ 2 วิธี คือ

- ถ้าเป็นแบบที่มีดีมานด์อย่างเดียวให้อ่านที่มีตัวเลขแสดงค่ากิโลวัตต์สูงสุดได้โดยตรง
- ถ้าเป็นแบบที่ทั้งดีมานด์และดีมานด์สะสม จะสามารถอ่านค่าที่ตัวเลขแสดงค่ากิโลวัตต์สูงสุด จากดีมานด์โดยตรงหรืออ่านค่ากิโลวัตต์สูงสุดจากดีมานด์สะสม หลังจากทำการเซ็ทดีมานด์แล้วก็ได้



รูปที่ 2.13 มิเตอร์ชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แบบแสดงค่าเป็นตัวเลขบนล้อหมุน

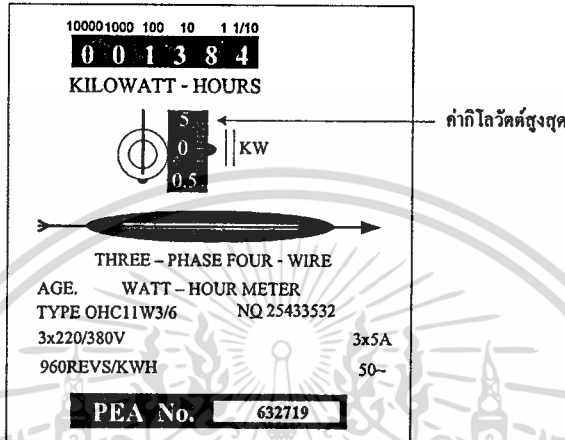


รูปที่ 2.14 มิเตอร์ชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แบบแสดงค่าเป็นตัวเลขบนล้อหมุนและมีตัวคูณ

กิโลวัตต์สูงสุด

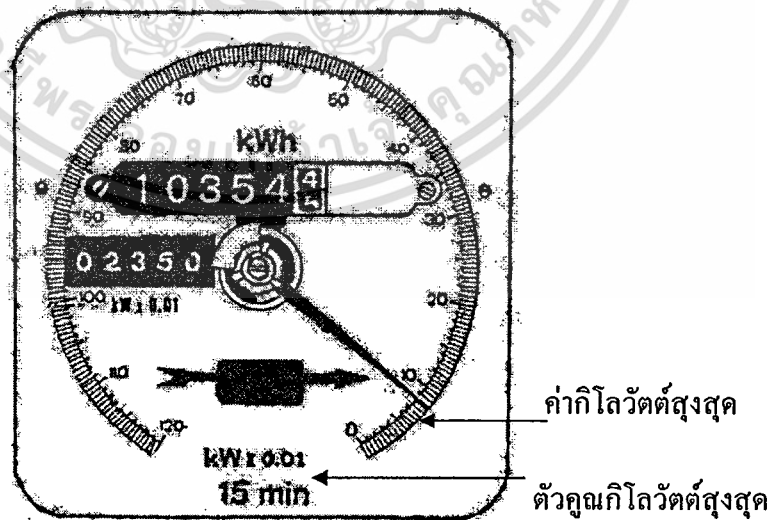
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.13 และ รูปที่ 2.14 เป็นมิเตอร์ชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด โดยที่ค่าตัวเลขจะแสดงบนตัวล้อหมุน การอ่านค่ากิโลวัตต์สูงสุดจะต้องอ่านให้ละเอียด และอ่านจากตัวเลขที่อยู่ตรงปลายของเครื่องที่ชี้บอกไว้เท่านั้น ค่ากิโลวัตต์สูงสุดที่อ่านได้จากมิเตอร์เครื่องนี้คือ 0.05 กิโลวัตต์ ส่วนค่าที่แท้จริงเป็นเท่าใดนั้นจะต้องดูว่ามีมิเตอร์เครื่องนี้ติดตั้งประกอบ CT อัตราส่วนเท่าใด บนหน้าปัดมีตัวคูณกิโลวัตต์สูงสุดอยู่หรือไม่



รูปที่ 2.15 มิเตอร์ชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แบบแสดงค่าเป็นตัวเลขบนล้อหมุน

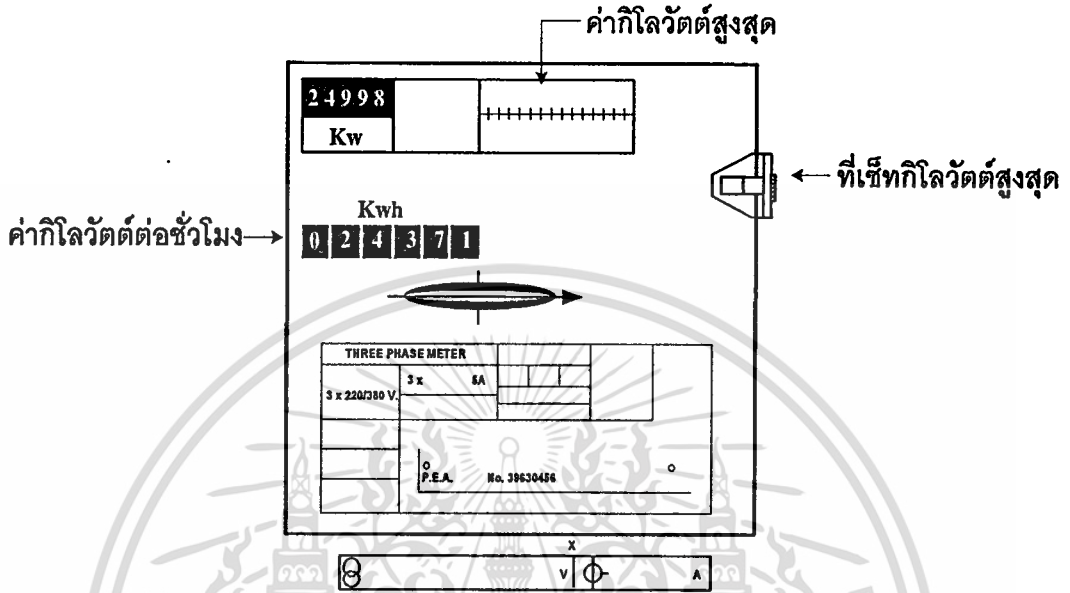
จากรูปที่ 2.16 เป็นมิเตอร์แรงสูงชนิดใช้วัดค่ากิโลวัตต์สูงสุด โดยใช้สเกลและตัวเลขบนหน้าปัดเป็นตัวแสดงค่ากิโลวัตต์สูงสุด โดยจะมีเข็มผลึกและเข็มค้ำเป็นตัวชี้บอกค่าที่ได้



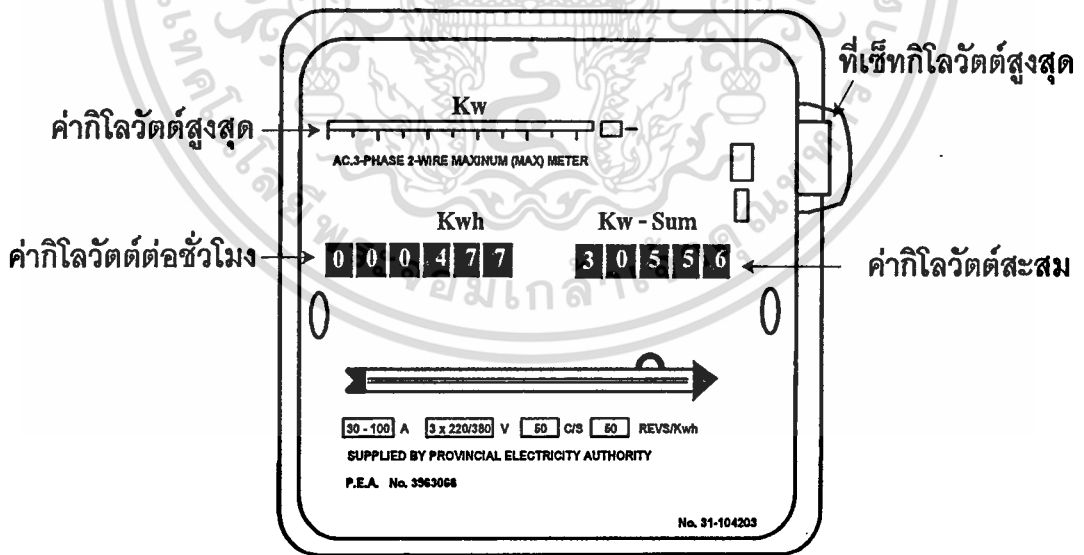
รูปที่ 2.16 มิเตอร์แรงดันสูงแบบแสดงค่ากิโลวัตต์สูงสุดด้วยเข็มผลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.17 เป็นมิเตอร์ชนิดที่ค่ากิโลวัตต์สูงสุด แสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยมีแถบเลื่อนเป็นตัวชี้บอก สำหรับมิเตอร์เครื่องนี้ 100%มีค่าเท่ากับ 4 KW ดังนั้นถ้าต้องการทราบค่า KW สูงสุดที่ใช้ จะต้องเอาจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่อ่านได้จากแถบเลื่อนคูณด้วย 4 แล้วหารด้วย 100 จึงจะได้ค่า กิโลวัตต์สูงสุดที่ใช้ไป



รูปที่ 2.17 มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แสดงค่าด้วยแถบเลื่อนบอกค่าเป็นเปอร์เซ็นต์



รูปที่ 2.18 มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สูงสุด แสดงค่าด้วยแถบเลื่อนบอกค่าเป็นกิโลวัตต์

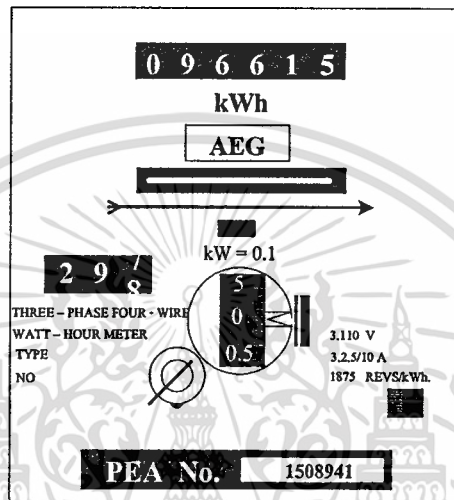
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง เช่นอ่านค่าจากแถบเลื่อนได้ 35% นำมาคิดค่ากิโลวัตต์ คือ

$$\frac{35 \times 4}{100} = 1.4 \text{ KW}$$

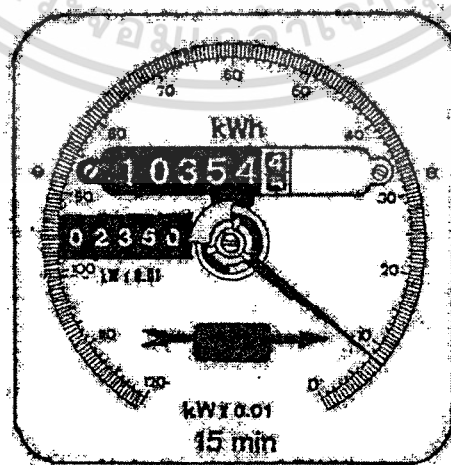
จากรูปที่ 2.18 มิเตอร์ชนิดที่ค่า KW สูงสุด แสดงค่าเป็นกิโลวัตต์เลย เช่น อ่านค่าจากแถบได้ 30 KW ก็จะได้ค่ากิโลวัตต์เท่านั้นและนำมาคิดเงินได้เลย

### 2.1.6 วิธีอ่านกิโลวัตต์สะสม



รูปที่ 2.19 มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สะสม แสดงค่าเป็นตัวเลข ไม่มีตัวคูณ

จากรูปที่ 2.19 ค่ากิโลวัตต์สูงสุดจะมีตัวคูณ 0.1 เมื่ออ่านค่าแล้วจะต้องนำไปคูณด้วย 0.1 ส่วนกิโลวัตต์สะสมจะแสดงค่าไม่มีตัวคูณ

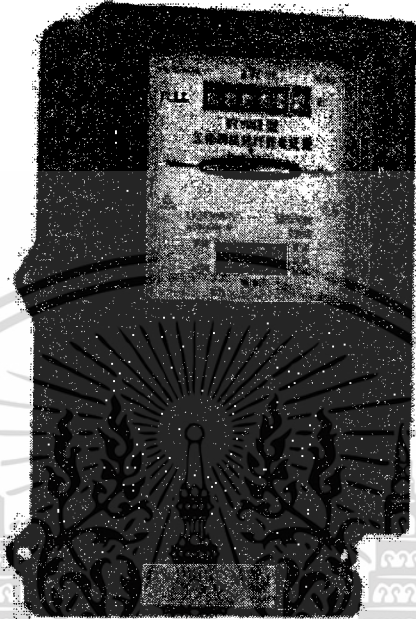


รูปที่ 2.20 มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์สะสม แสดงค่าเป็นตัวเลขแบบมีตัวคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.20 เป็นค่ากิโลวัตต์สูงสุดและค่ากิโลวัตต์สะสมที่มีตัวคูณด้วย 0.01

### 2.1.7 วิธีเสืทกิโลวัตต์สูงสุด

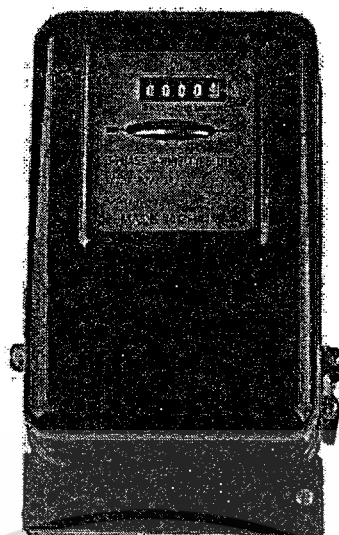


รูปที่ 2.21 หน้าตาของวัตต์อวาร์มิเตอร์ที่ต้องการเสืท

สำหรับเสืทกิโลวัตต์สูงสุดของมิเตอร์เครื่องนี้อยู่ทางด้านหน้า ตัดลวดร้อยตะกั่วออกและทำการเสืท วิธีกรเสืททำได้ดังนี้

1. ยกกระเดื่องที่สำหรับเสืทกิโลวัตต์สูงสุดให้พ้นร่องสำหรับร้อยลวดตีตราตะกั่ว (ตราตะกั่วมีไว้เพื่อป้องกันการเสืทกิโลวัตต์สูงสุด)
2. กัดที่สำหรับเสืทกิโลวัตต์สูงสุดของมิเตอร์ให้จมลงไปจนสุดและตัวเลขกิโลวัตต์สูงสุดตกลงมาเป็นศูนย์
3. ยกกระเดื่องใส่ไว้ในร่องตามเดิม
4. ตีตราตะกั่ว เพื่อป้องกันการทุจริตในการเสืทกิโลวัตต์สูงสุด

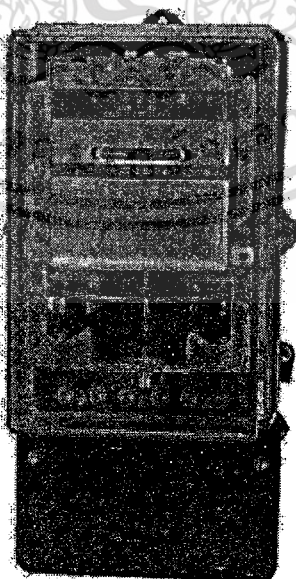
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 2.22** หน้าตาของวัตต์อวาร์มิเตอร์ที่ต้องการเช็ท

ที่สำหรับเช็ทกิโวลต์สูงสุดของมิเตอร์เครื่องนี้อยู่ทางด้านข้าง ตัดลวดร้อยตะกั่วออกแล้วทำการเช็ท วิธีการเช็ทดังนี้

1. ปลดกระเดื่องออกจากร่องสำหรับร้อยลวดตีตราตะกั่ว
2. หมุนปุ่มที่ใช้สำหรับเช็ทกิโวลต์สูงสุดตามเข็มนาฬิกา 3 – 4 รอบ
3. พับกระเดื่องเก็บเข้าที่เดิม กิโวลต์สูงสุดจะเช็ทเองอัตโนมัติ
4. ตีตราตะกั่ว เพื่อป้องกันการทุจริตในการเช็ทกิโวลต์สูงสุด



**รูปที่ 2.23** หน้าตาของวัตต์อวาร์มิเตอร์ที่ต้องการเช็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเซ็ทกิโวลต์สูงสุดของมิเตอร์เครื่องนี้อยู่ทางด้านข้าง ตัดลวดร้อยตะกั่วออกแล้วทำการเซ็ท วิธีการเซ็ท ทำได้ดังนี้

1. โยกคัน โยกสำหรับเซ็ทกิโวลต์สูงสุด ลงมาทางด้านหน้าของมิเตอร์จนคัน โยกลงมาอยู่ในแนวระดับ
2. โยกคัน โยกสำหรับเซ็ทกิโวลต์สูงสุดขึ้น กลับเข้าที่เดิม
3. ตีตราตะกั่ว เพื่อป้องกันการทุจริตในการเซ็ทกิโวลต์สูงสุด

กิโวลต์สูงสุดของมิเตอร์ชนิดนี้จะเซ็ทเองอัตโนมัติ แต่การหมุนกลับของเข็มจะค้างมิเตอร์ผลิตภัณฑ์นี้ จะใช้เวลาในการเซ็ทตัวนานกว่ามิเตอร์ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จึงเป็นเหตุให้ผู้จดหน่วยเข้าใจผิดบ่อยๆ คิดว่าคิมาณค่าขาด



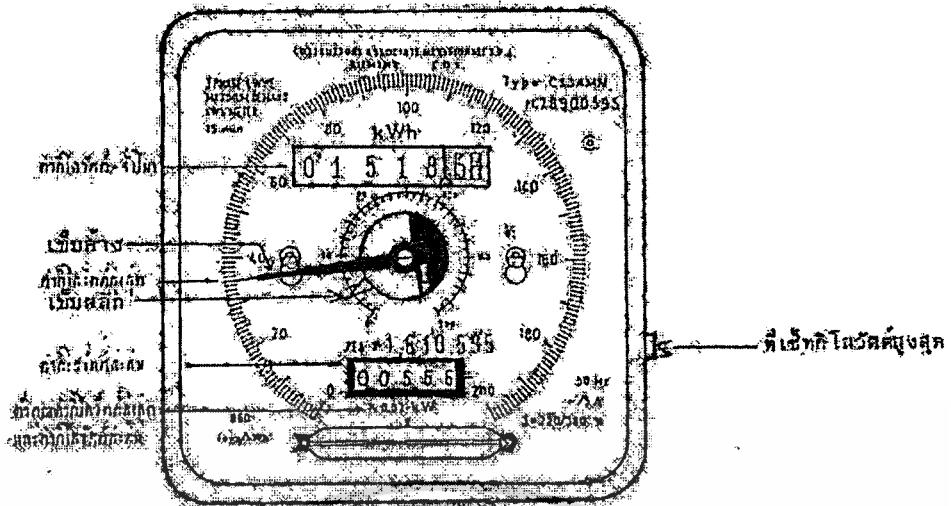
รูปที่ 2.24 หน้าตาของวัตต์อวาร์มิเตอร์ที่ต้องการเซ็ท

ที่สำหรับเซ็ทกิโวลต์สูงสุดของมิเตอร์เครื่องนี้อยู่ด้านหน้า ตัดลวดร้อยตะกั่วออกแล้วทำการเซ็ท วิธีการเซ็ท ทำได้ดังนี้

1. ขกกระเดื่องออกให้พื้นร่องสำหรับร้อยลวดตีตราตะกั่ว
2. บิดที่เซ็ทกิโวลต์สูงสุด ทวนเข็มนาฬิกาเป็นมุม 90 องศา
3. บิดที่เซ็ทกิโวลต์สูงสุดกลับเข้าที่เดิม
4. ตีตราตะกั่วเพื่อป้องกันการทุจริตในการเซ็ทกิโวลต์สูงสุด

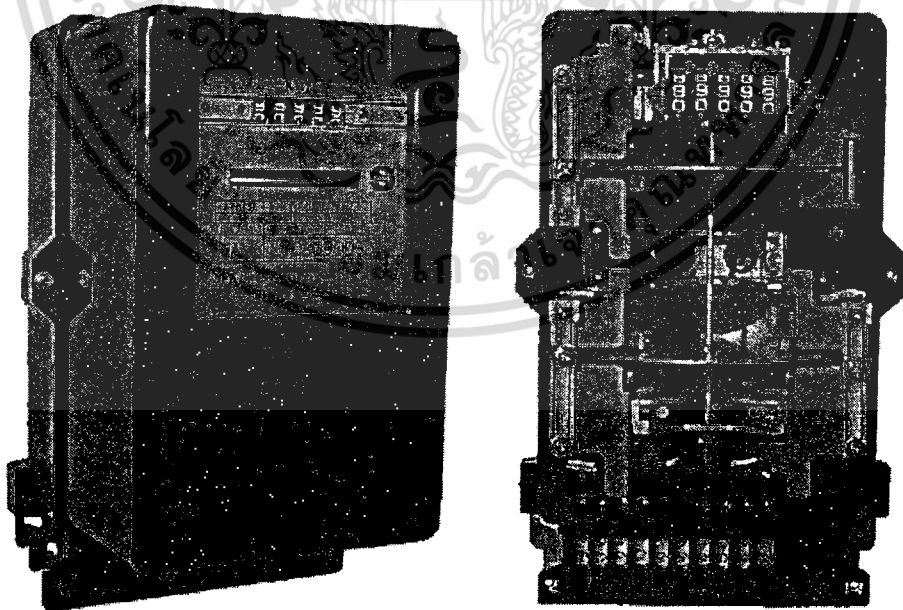
การเซ็ทกิโวลต์สูงสุดของมิเตอร์แบบนี้ต้องใช้เวลาานาน กว่าเข็มค้างจะหมุนตกลงมาเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 ดีมานค์มิเตอร์ซีเมนต์แบบสะสม

มิเตอร์แสดงค่ากิโลวัตต์สูงสุดด้วยเข็มผลึกและสเกลแบบมีตัวคูณบนหน้าปัดทั้งกิโลวัตต์สูงสุดและกิโลวัตต์สะสม การเช็ทค่าดีมานค์มิเตอร์ซีเมนต์แบบสะสม ทำได้โดยกดที่เช็ทกิโลวัตต์สูงสุด จนกระทั่งค่ากิโลวัตต์สูงสุดเป็นศูนย์ พร้อมติตราตะกั่วด้วยค่ากิโลวัตต์สูงสุดที่เช็ทแล้วนี้จะไปขึ้นในช่องค่ากิโลวัตต์สะสม



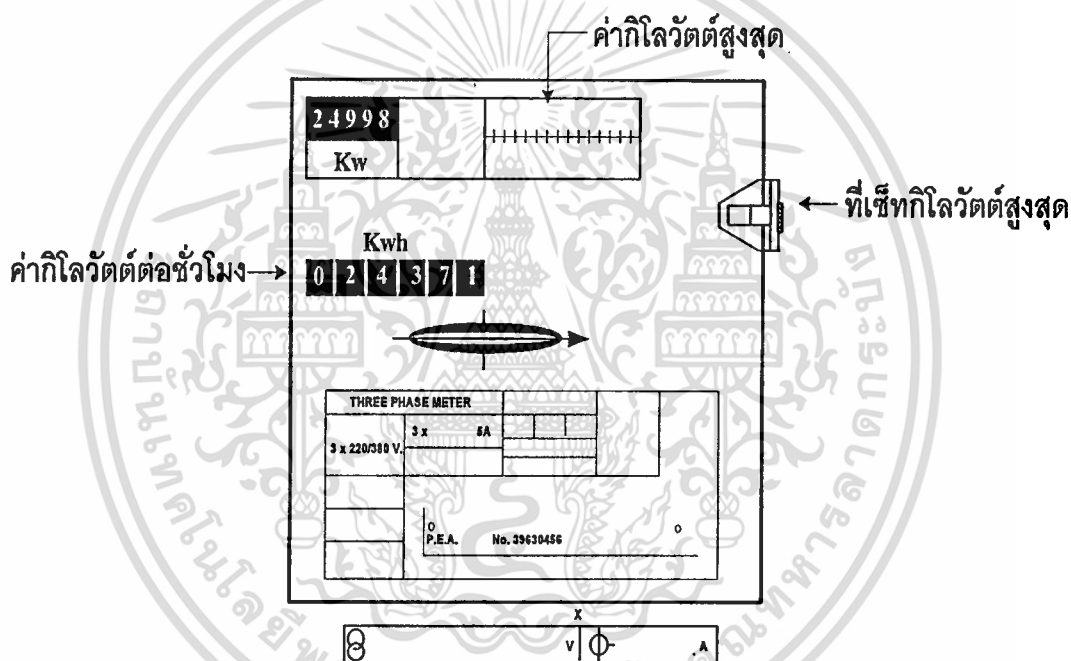
รูปที่ 2.26 วัตต์อาร์มิเตอร์ที่ต้องการเช็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเช็ทกิโลวัตต์สูงสุดของมิเตอร์เครื่องนี้อยู่ทางด้านข้าง คัดลวดร้อยตราตะกั่วออกแล้ว  
ทำการเช็ท วิธีการเช็ท ทำได้ดังนี้

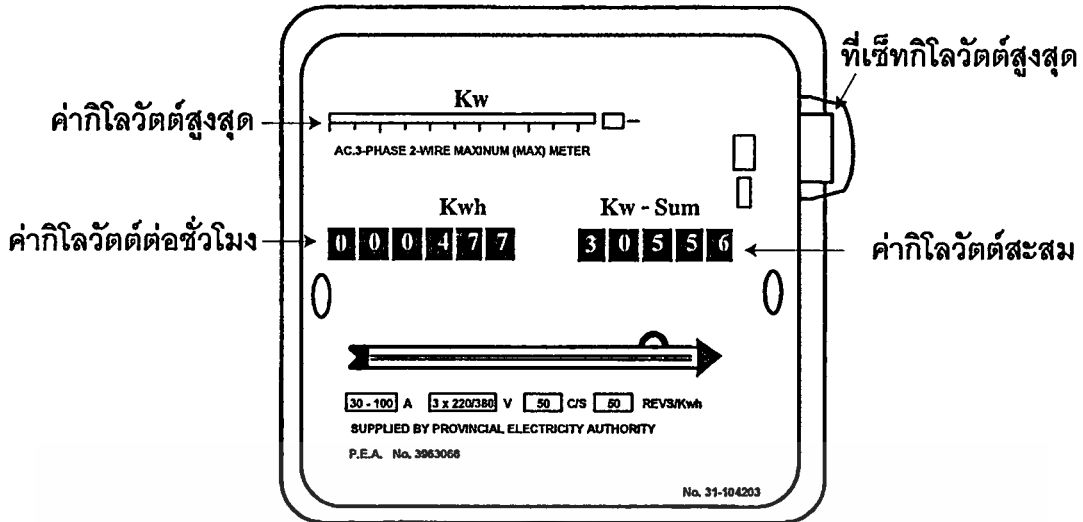
1. ดันสลักที่ใช้ยึดสำหรับเช็ทกิโลวัตต์สูงสุดออก
2. กดที่สำหรับเช็ทกิโลวัตต์สูงสุด ไปจนสุด แล้วปล่อยมือ
3. ดึงสลักที่ใช้ยึดสำหรับเช็ทกิโลวัตต์สูงสุดกลับเข้าที่เดิม
4. ตีตราตะกั่ว เพื่อป้องกันการทุจริตในการเช็ทกิโลวัตต์สูงสุด

กิโลวัตต์สูงสุดจะเช็ทเองอัตโนมัติ ในขณะที่ค่ากิโลวัตต์สูงสุดเริ่มลดลง ตัวเลขกิโลวัตต์  
สะสมจะเพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นจนกว่าค่ากิโลวัตต์สูงสุดจะเป็นศูนย์ ตัวเลขของค่ากิโลวัตต์สะสมที่  
เพิ่มขึ้นจะต้องเท่ากับค่ากิโลวัตต์สูงสุด ที่ลดลงเป็นศูนย์พอดี



รูปที่ 2.27 คีมานคีมิตอร์แลนคิสแบบสะสม

การเช็ทคีมานคีมิตอร์แลนคิสแบบสะสม (แถบเลื่อน) ทำได้โดยปลดที่ล็อกและเลื่อนที่ล็อก  
ไปทางซ้ายมือ แล้วกดที่เช็ทกิโลวัตต์สูงสุด จนกระทั่งค่ากิโลวัตต์สูงสุดเป็นศูนย์ จากนั้นเลื่อนที่ล็อก  
กลับที่เดิมพร้อมตีตราตะกั่วด้วยค่ากิโลวัตต์สูงสุดที่เช็ทแล้วนี้จะไปขึ้นในช่องค่ากิโลวัตต์สะสม  
จำนวนครั้งที่เช็ทจะเพิ่มขึ้นในช่อง n



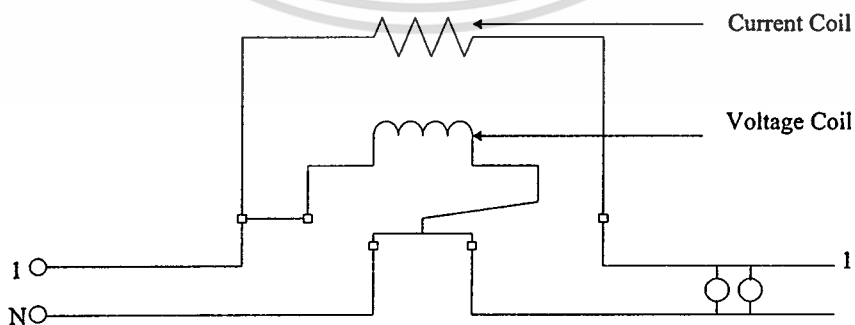
รูปที่ 2.28 คีมานคีมิตอร์แบบสะสม (แถบเลื่อน)

การเช็ทคีมานคีมิตอร์แบบสะสม (แถบเลื่อน) ทำได้โดยกดที่ชี้ทกิโลวัตต์สูงสุดจนกระทั่งค่ากิโลวัตต์สูงสุดเป็นศูนย์ พร้อมติตราตะกั่ว ค่ากิโลวัตต์สูงสุดที่เช็ทแล้วนี้ไปขึ้นในช่องค่ากิโลวัตต์สะสม

### 2.1.8 หลักในการพิจารณาติดตั้งวัตต์อวาร์มิเตอร์

ในการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่ายที่มี  $n$  สาย มิเตอร์ที่จะนำไปติดตั้งจะต้องมีจำนวนอย่างน้อย  $(n-1)$  เครื่อง เมื่อมีมิเตอร์เป็นชนิด 1 เฟส 2 สาย หรือถ้าใช้มิเตอร์ชนิด 3 เฟส เป็นเครื่องวัดพลังงาน มิเตอร์นั้นจะต้องเป็นชนิดที่มี Element เป็นจำนวนอย่างน้อย  $(n-1)$  Element (1 Element ของมิเตอร์ หมายถึง มิเตอร์ที่มี 1 Current Coil และ 1 Potential Coil) ทั้งนี้ Potential Coil ข้างหนึ่งของมิเตอร์จะต้องต่อร่วมกัน

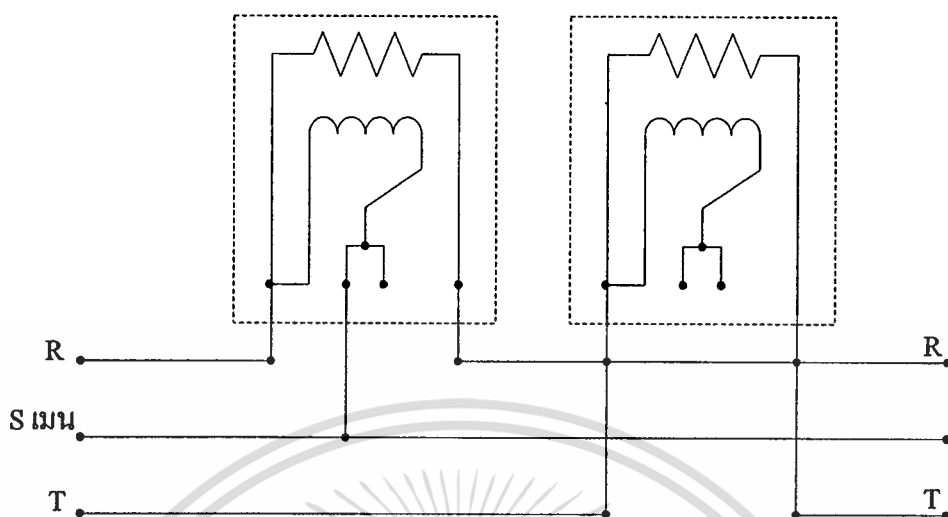
1. การวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่าย 1 เฟส 2 สาย ใช้วัตต์อวาร์มิเตอร์ 1 เฟส 1 เครื่อง



รูปที่ 2.29 แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 1 เฟส 2 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

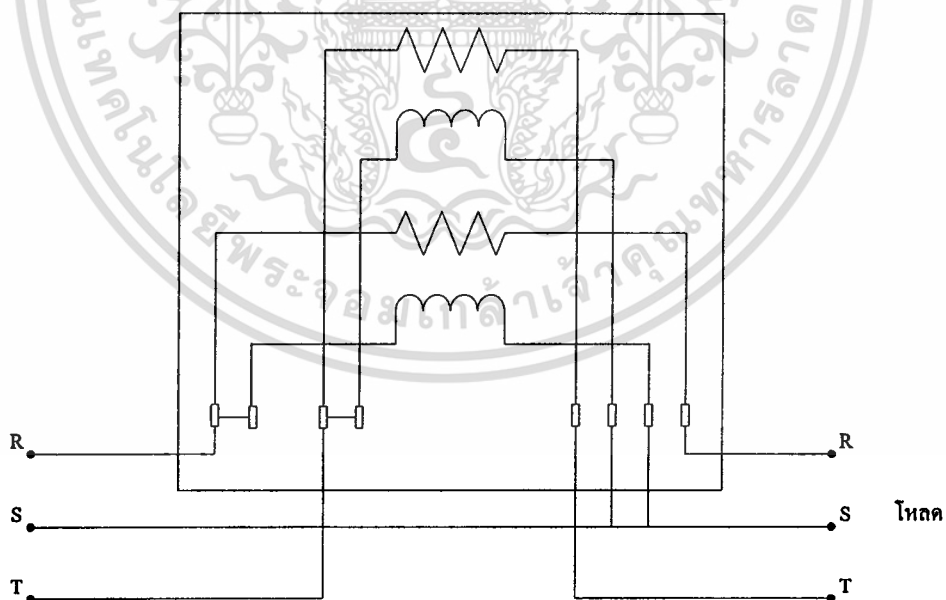
2. การวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้วัตต์อาร์มิเตอร์ 1 เฟส 2 ตัว



รูปที่ 2.30 แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 1 เฟส 2 ตัว ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 3 สาย

3. การวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้วัตต์อาร์มิเตอร์ชนิด 3 เฟส 2

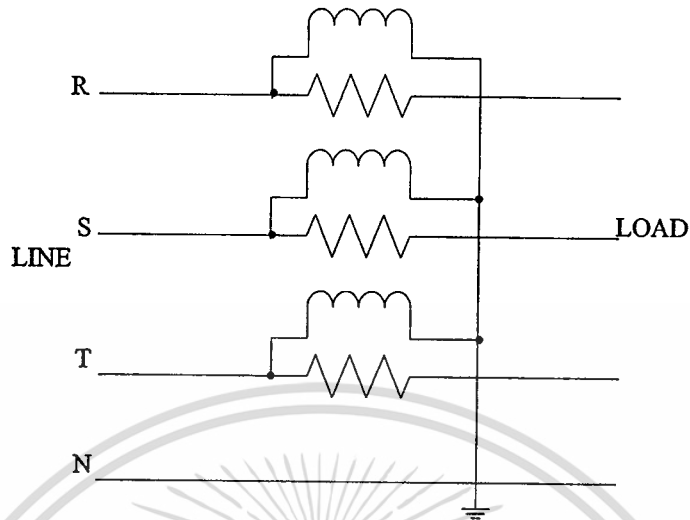
Element 3 ตัว



รูปที่ 2.31 แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 3 เฟส 3 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

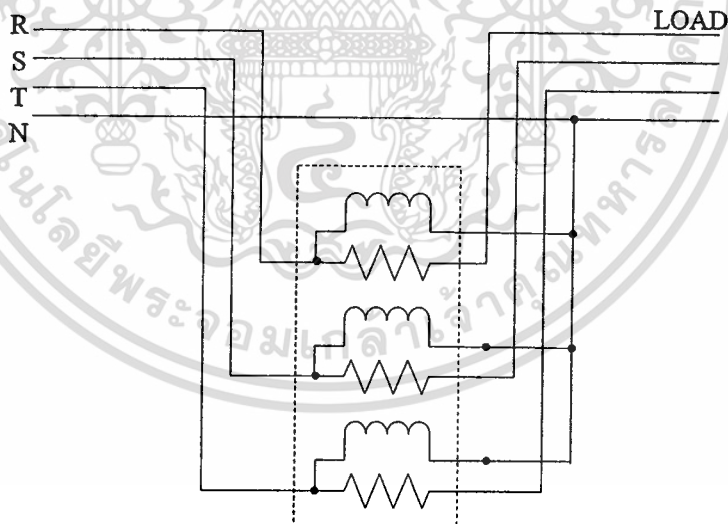
4. การวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้วัตต์อวาร์มิเตอร์ชนิด 1 เฟส 3 ตัว



รูปที่ 2.32 แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 1 เฟส 3 ตัว ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 4 สาย

5. การวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 4 สาย โดยใช้วัตต์อวาร์มิเตอร์ชนิด 3 เฟส 3

Element 1 ตัว



รูปที่ 2.33 แสดงการต่อสายของมิเตอร์ 3 เฟส 4 สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.9 ดีมานด์มิเตอร์ (Maximum – demand meter)



รูปที่ 2.34 ดีมานด์มิเตอร์

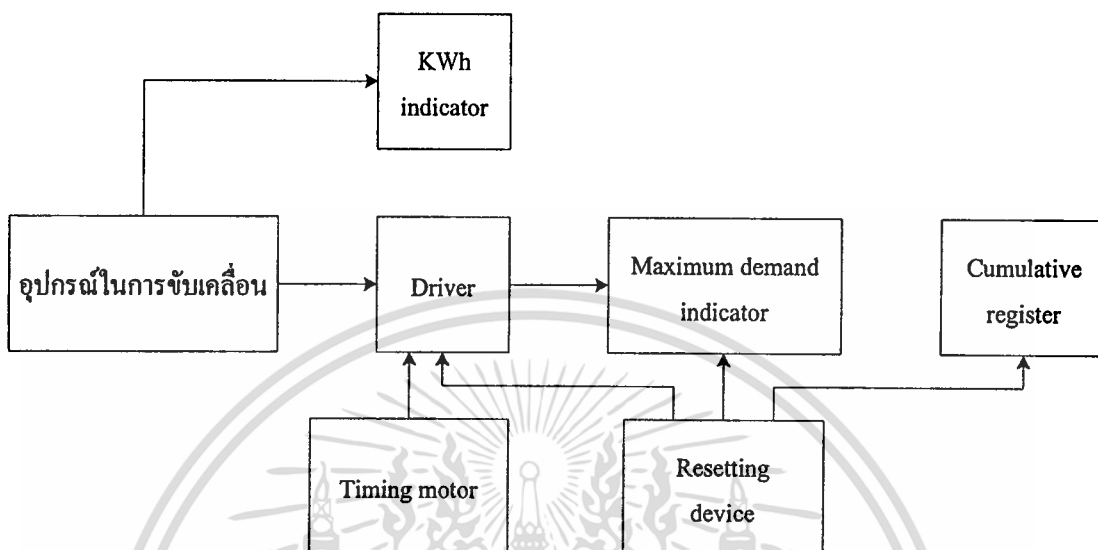
เป็นเครื่อง Maximum demand ซึ่งโดยทั่วไปและที่มีใช้อยู่ในกิจการของการไฟฟ้า ส่วนภูมิภาค จะประกอบอยู่กับ วัดค้อวาร์มิเตอร์ รวมเป็นเครื่องเดียวกันและทำงานสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ในการขับเคลื่อนร่วมกัน ส่วนประกอบที่สำคัญของ Maximum demand meter มีดังนี้

1. อุปกรณ์ในการขับเคลื่อน ประกอบด้วย โปเทินเชี่ยลคอยล์ เคอร์เร็นคอยล์ และจานหมุน ทำหน้าที่ขับเคลื่อน Cyclometer hour meter และ Driver
2. Driver ทำหน้าที่ผลักดันให้ Maximum demand indicator ชี้ค่า Maximum demand
3. Maximum demand indicator ทำหน้าที่ชี้ค่า Maximum demand
4. Timing Motor ทำหน้าที่ควบคุมให้ Driver กลับมาสู่จุดเริ่มต้น เพื่อเริ่มเคลื่อนที่ไปใหม่ ทุก 15 นาที
5. Resetting device ทำหน้าที่ตั้งให้ทั้ง Maximum demand indicator และ Driver กลับมา ที่จุดเริ่มต้นเพื่อเริ่มเคลื่อนที่ไปใหม่ พร้อมกับควบคุมให้ Cumulative register บันทึกค่าของ Maximum demand ที่วัดได้ก่อนที่จะ Reset
6. Cumulative register เป็น Cyclometer ที่ทำหน้าที่บันทึกค่า Maximum demand ที่วัดได้ก่อนที่จะ Reset ไว้เป็นตัวเลขเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จาก Maximum demand indicator ซึ่งอาจผิดพลาดเนื่องจากการมองด้วยสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หลักการทำงานของ Maximum demand meter

Maximum demand meter โดยทั่วไปจะมีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน ซึ่งพอจะสรุปเป็นรูปแผนผังการทำงานอย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 2.35 แผนผังแสดงการทำงานของดีมานด์มิเตอร์

ตามแผนผังในรูปที่ 2.35 เมื่อมีการใช้กระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ในการขับเคลื่อนจะขับเคลื่อนให้วัตต์อวาร์มิเตอร์ แสดงจำนวนค่ากิโลวัตต์หรือหน่วยที่ใช้ออกมา ในขณะที่เดียวกันก็จะขับเคลื่อนให้ Driver ค่อยๆ เคลื่อนออกไป โดยมีลักษณะการเคลื่อนดังนี้

1. อัตราความเร็วในการเคลื่อนเป็นสัดส่วนกับกิโลวัตต์ที่ใช้ขณะนั้น
2. Driver จะถูกควบคุมโดย Timing motor ให้กลับไปสู่จุดเริ่มต้น และเริ่มเคลื่อนไปใหม่ทุกครั้ง หลังจากที่ได้เคลื่อนจากจุดเริ่มต้นจนครบ 15 นาทีแล้ว

3. ระยะที่ Driver เคลื่อนที่ไปตามสเกลหน้าปัดของค่า กิโลวัตต์ จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดที่เคลื่อนไปได้เป็นเวลา 15 นาที ใดๆ จะเป็นค่าของกิโลวัตต์เฉลี่ยที่ใช้ในช่วงเวลา 15 นาที นั้นๆ

ในช่วงเวลา 15 นาทีแรกของการเคลื่อนที่ของ Driver นั้น ขณะที่ Driver เคลื่อนที่ไป Driver จะผลักดันให้ Maximum demand indicator เคลื่อนตามไปด้วย เมื่อครบ 15 นาที Driver จะกลับไปสู่จุดเริ่มต้น ส่วน Maximum demand indicator จะยังคงค้างอยู่และชี้แสดงค่าของกิโลวัตต์เฉลี่ยที่ใช้ในช่วงเวลา 15 นาทีแรก สำหรับช่วงเวลา 15 นาทีต่อไป หากกิโลวัตต์เฉลี่ยมีค่าสูงกว่าในช่วงเวลา

สาเหตุที่ทำให้ Maximum demand meter วัดค่า Maximum demand ได้ไม่ถูกต้อง

ในกรณีวัดค่าอวอร์มิเตอร์วัดค่าให้ถูกต้องแต่ Maximum demand meter ซึ่งประกอบอยู่กับ  
วัดค่าอวอร์มิเตอร์วัดค่า Maximum demand ได้ถูกต้อง นั้นอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. ชิ้นส่วนต่างๆ ของ Maximum demand meter เช่น เฟืองเกียร์ต่างๆ เกิดการติดขัดเป็นเหตุ  
ให้วัดค่า Maximum demand ได้น้อยกว่าความเป็นจริง

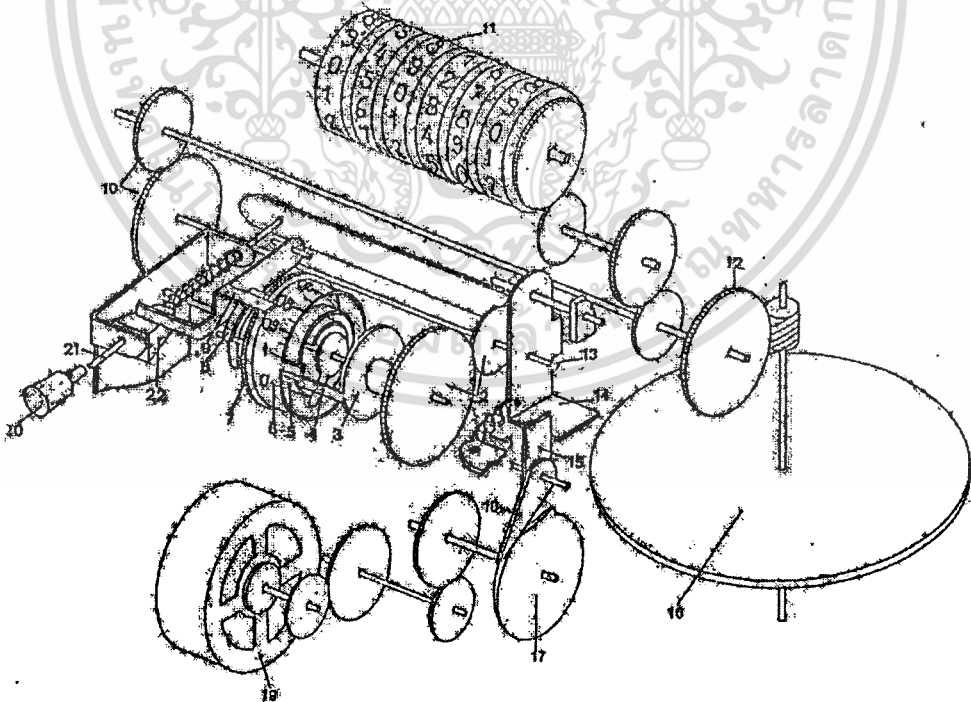
2. Timing motor เกิดการชำรุด ไม่สามารถควบคุมให้ Driver กลับสู่จุดเริ่มต้นได้ซึ่งในกรณี  
เช่นนี้ Driver และ Maximum demand indicator จะเคลื่อนไปจนสุดสเกลหน้าปิด

3. ไฟฟ้าในระบบจำหน่ายในเฟสที่ Timing motor ต่ออยู่เกิดดับไปเป็นเวลานานเป็นเหตุให้  
Timing motor ไม่ทำงาน ดังนั้นในระหว่างที่ไฟดับ Driver จะเคลื่อนไปโดยไม่กลับสู่จุดเริ่มต้น  
ทำให้ Maximum demand ที่วัดได้ มีค่ามากกว่าความเป็นจริง ซึ่งบางครั้งที่ไฟดับเป็นเวลานานมากๆ  
อาจทำให้ Maximum demand indicator ชี้อุตสเกล

ตัวอย่างการทำงานของคิมานคัมมิเตอร์ผลิตภัณฑ์ต่างๆ

1. คิมานคัมมิเตอร์แบบธรรมดาผลิตภัณฑ์ของ เออีจี (AEG.)

อุปกรณ์ประกอบภายใน Maximum demand meter แบบธรรมดาเป็นไปตามรูป มีลักษณะ  
การทำงานดังนี้



รูปที่ 2.36 แสดงอุปกรณ์ประกอบภายในของคิมานคัมมิเตอร์ผลิตภัณฑ์ เออีจี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

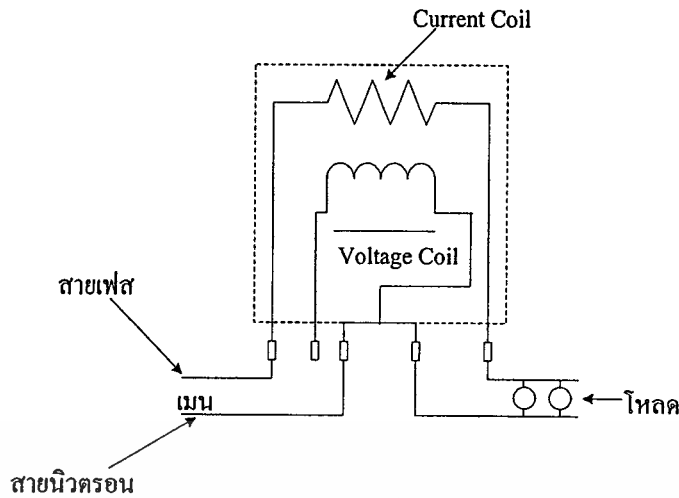
### จากรูปที่ 2.36

1. Clutch spring	คลัทช์สปริง
2. Gear clutch	เกียร์คลัทช์
3. Driver	ไครเวอร์
4. Driver arm	ไครเวอร์อาร์ม
5. Driver return spring	ไครเวอร์รีเทิน สปริง
6. M.D.I resetting roll	เอ็ม.ดี.ไอ. รีเซตติง สปริง
7. Ratchet wheel	แรทเชท วิล
8. M.D. resetting spring	เอ็ม.ดี. รีเซตติง สปริง
9. Ratchet	แรทเชท
10. Intermediate gear	อินเตอร์มีเดียท์ เกียร์
11. Kwh register	ชุดตัวเลข
12. Wormwheel	เฟืองตัวหนอน
13. Hinged spindle	ฮินจ์ สปินเดิล
14. Clutch lever	คลัทช์ ลิเวอร์
15. Sensing lever	เซ็นซิง ลิเวอร์
16. Meter rotor	มิเตอร์โรเตอร์ (จาน)
17. Timing disk	ไทมิงดิสก์ (ลูกเบี้ยว)
18. Pawl	พอล
19. Synchronous motor	ซิงโครนัส มอเตอร์
20. Resetting button	รีเซตติง บัตตอน
21. Resetting pin	รีเซตติง พิน
22. Resetting prism	รีเซตติง ปริซึม

#### 2.1.10 การตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่

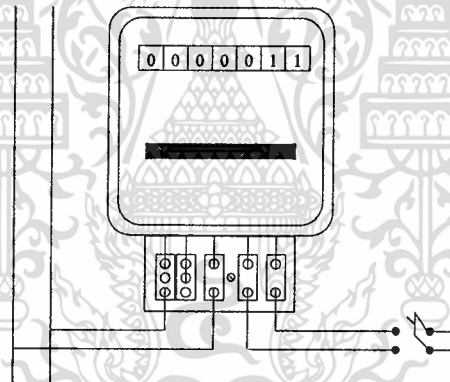
##### การตรวจสอบมิเตอร์แรงต่ำ

1. ตรวจสอบการเข้าสายมิเตอร์ถูกต้องหรือไม่ โดยสายเฟสจะต้องผ่าน Current coil ส่วนสายศูนย์หรือสายดินผ่านตรง



รูปที่ 2.37 วงจรภายในของมิเตอร์

2. ตรวจสอบว่ามีเตอร์ Creep หรือไม่ โดยปลด Cutout หลังมิเตอร์ออกดูว่ามีเตอร์หมุนหรือไม่ ถ้ามิเตอร์หมุนเดินหน้าหรือถอยหลังไม่หยุด แสดงว่ามีเตอร์ Creep จะต้องเปลี่ยนมิเตอร์ใหม่



รูปที่ 2.38 แสดงการตรวจสอบมิเตอร์ว่า Creep หรือไม่

3. ตรวจสอบการทำงานของมิเตอร์ โดยการนับจำนวนรอบตามต้องการว่ากินเวลาที่นาที กำหนดค่าวัตต์ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับวัตต์ที่ได้จากการวัดด้วย หรือได้จากการวัด กระแสโวลท์ และเพาเวอร์แฟคเตอร์ ว่าถูกต้องใกล้เคียงกันหรือไม่ดังนี้

สูตร

$$\text{กิโลวัตต์} = \frac{3600}{\text{รอบ/กิโลวัตต์} \cdot \text{ชั่วโมง}} \times \frac{\text{จำนวนรอบที่นับ}}{\text{เวลาที่ไ้จากการจับเป็นนาที}} \times \text{เรโซทิที} \times \text{เรโซซิที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง มิเตอร์แรงสูง ขนาด 5 A 110 V 3 เฟส 3 สาย มีค่ามิเตอร์คงที่ 1875 Revs/Kwh. ใช้ร่วมกับ ฟิที่ 3300/110 V. และ ซีที ขนาด 30/5 A จากการจับเวลาใน 4 รอบได้ 56.60 วินาที จากการจัด โหลดในขณะที่เดียวกันด้วย Clip - on - Kilowatter วัดได้ 244 กิโลวัตต์

การคำนวณ

สูตร

$$\text{กิโลวัตต์} = \frac{3600}{\text{รอบ/กิโลวัตต์} \cdot \text{ชั่วโมง}} \times \frac{\text{จำนวนรอบที่นับ}}{\text{เวลาที่ได้จากการจับเป็นนาที}} \times \text{เรโซฟิที่} \times \text{เรโซซีที}$$

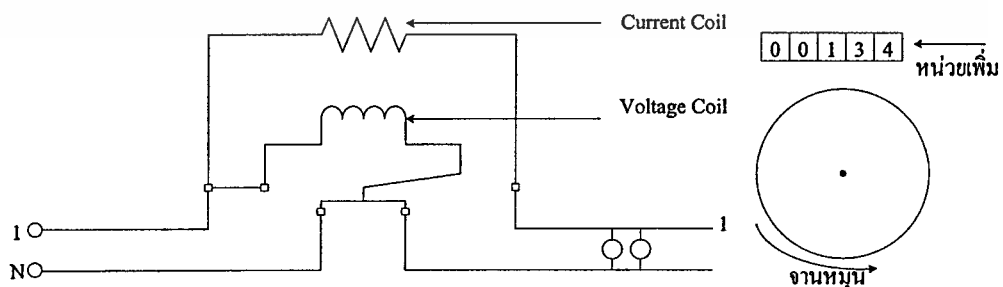
ในที่นี้

จำนวนรอบที่นับ	=	4		รอบ
เวลาที่จับ	=	56.60		วินาที
เรโซ ฟิที่	=	33000/110		V.
เรโซ ซีที	=	30/5		A.
ค่าคงที่ของมิเตอร์	=	1875 Revs/Kwh.		
จำนวนกิโลวัตต์	=	$\frac{3600}{1875} \times \frac{4}{56.60} \times \frac{33000}{110} \times \frac{30}{5}$		
	=	244.24		กิโลวัตต์

จากการวัดและการนับรอบการหมุนของมิเตอร์ ได้จำนวนกิโลวัตต์เท่ากัน หรือใกล้เคียง แสดงว่ามิเตอร์นั้นหมุนถูกต้อง

**การตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งานโดยวิธีจับเวลาการหมุนของจานและ วัดโหลด**

การตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งานอยู่นั้น มิใช่เพียงแต่ดูว่ามิเตอร์นั้นหมุน ถูกทางเท่านั้น เพราะการที่มิเตอร์หมุนถูกทางนั้น เพียงแสดงว่าการเดินสายเข้ามิเตอร์ถูกต้องแต่เพียง อย่างเดียวเท่านั้น แต่หน่วยที่อ่าน ได้อาจ ไม่ถูกต้องก็ได้ ถ้ามิเตอร์นั้นเดิน ไม่ถูกต้อง

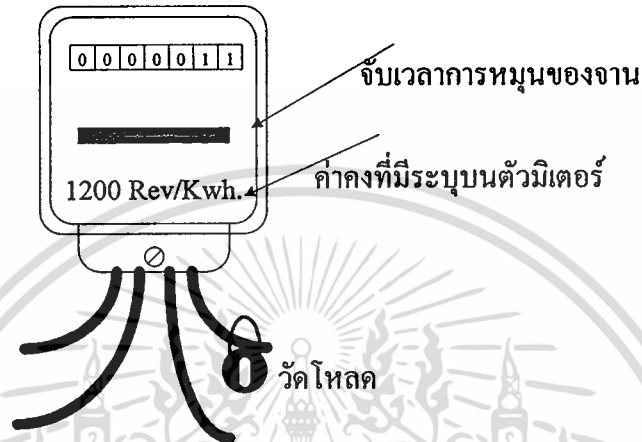


**รูปที่ 2.39** แสดงการต่อสายเข้ามิเตอร์ถูกต้องมิเตอร์หมุนถูกทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจสอบว่ามีเตอร์เดินถูกต้องหรือไม่

การตรวจสอบอย่างง่าย ๆ วิธีหนึ่งก็คือ ตรวจสอบดูว่าโวลต์ที่ใช้กับความเร็วของมิเตอร์ที่หมุนสัมพันธ์กันหรือไม่ ซึ่งการทดสอบนี้ทำได้โดยการจับเวลาการหมุนของจานมิเตอร์ว่าหมุนกี่รอบต่อวินาที หรือต่อนาทีหรือต่อชั่วโมง และวัดโวลต์ที่ใช้ด้วยแอมแปร์หรือวัดด้วยวัตต์มิเตอร์เป็นวัตต์ แล้วจึงคำนวณค่าเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.40 แสดงการจับเวลาการหมุนของจานและวัดโวลต์มิเตอร์แบบ ซิงเกิลเฟส

### 2.1.11 วิธีอ่านหน่วยหรือกิโลวัตต์ - ชั่วโมง

1. พนักงานจดหน่วยไม่คุ้นเคยกับช่องแสดงตัวเลขกิโลวัตต์ - ชั่วโมง โดยไม่ทราบว่า จะต้องอ่านเป็นทศนิยมกี่ตำแหน่ง ทำให้จดค่าบนหน้าปัดผิดไปจากที่เป็นจริง ตัวอย่างเช่น ค่าหน่วย จะต้องอ่านค่าทศนิยม 2 ตำแหน่ง แต่ทำการอ่านเพียงตำแหน่งเดียว ทำให้ได้ค่าที่ผิดพลาดไป

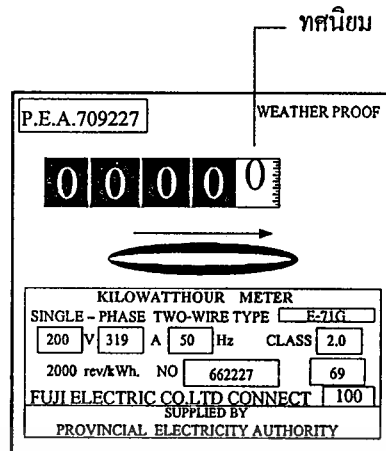
2. พนักงานจดหน่วยไม่ทราบความหมายของตัวเลขต่างๆ ที่บอกหน้าปัด และไม่ทราบว่า จะนำไปใช้อย่างไร ทำให้การคำนวณค่าต่างๆ ไม่ถูกต้อง

3. การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบที่ต่างไปจากที่ระบุไว้บนเนมเพลท เช่น มิเตอร์แรงสูง บางชนิดระบุว่าต้องติดตั้งประกอบ CT เเรโซ  $\frac{200}{5}$  แอมป์ PT เเรโซ  $\frac{22000}{100}$  โวลต์ เมื่อใช้อุปกรณ์ประกอบที่ถูกต้องจะทำให้อ่านค่าจากหน้าปัดได้โดยตรง ไม่ต้องมีตัวเลข แต่ถ้าอุปกรณ์ประกอบที่ใช้ เป็น CT เเรโซ  $\frac{400}{5}$  แอมป์ PT เเรโซ  $\frac{22000}{110}$  โวลต์ เมื่ออ่านตัวเลขจากหน้าปัดโดยตรงเช่นนี้ค่าตัวเลขที่อ่านได้นั้นจะผิดไปจากที่เป็นจริง

4. คิดค่าตัวเลขมิเตอร์ไม่เป็นหรือหาค่าไม่ถูกต้อง

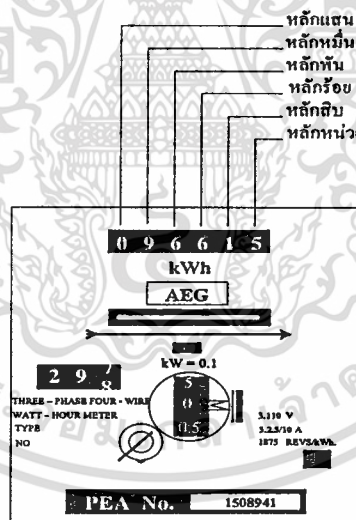
5. พนักงานจดหน่วยไม่ได้ออกไปจดหน่วยด้วยตนเองแต่ใช้วิธีเดาสุ่ม ทำให้ค่าหน่วยที่นำมาคิดเงินผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.41 เนมเพลทของมิเตอร์ซึ่งเกิดเฟสชนิดค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมงมีทศนิยม 1 ตำแหน่ง

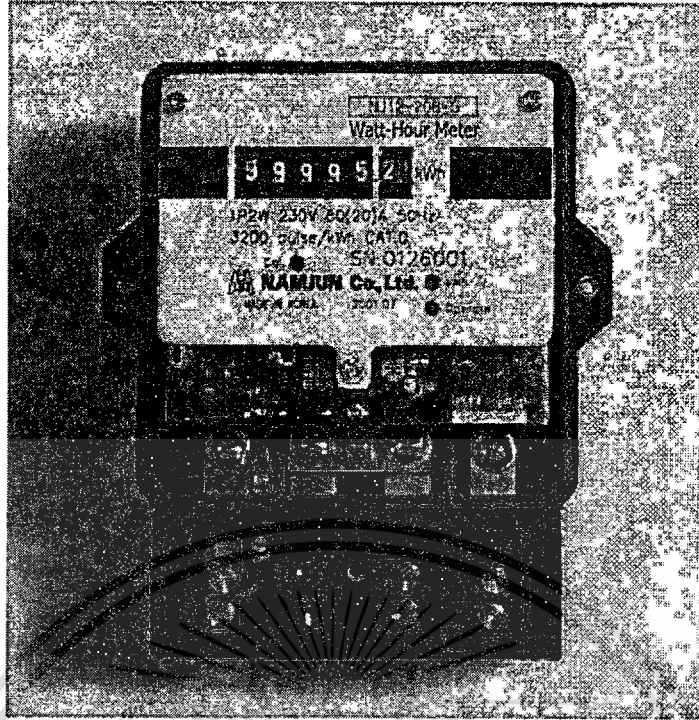
จากรูปที่ 2.41 เป็นมิเตอร์ที่ค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมง มีทศนิยม 1 ตำแหน่ง ค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมงของมิเตอร์ เครื่องนี้มีตัวเลขอยู่ 5 ตัว นับจากทางขวามือมาที่ 1 เป็นค่าทศนิยม ตัวเลขตัวถัดมาเป็นหลักหน่วย หลักสิบ หลักร้อย และหลักพัน ตามลำดับ มิเตอร์เครื่องนี้ค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมง อ่านได้ 688.7 หน่วย



รูปที่ 2.42 เนมเพลทของมิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมง เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม

จากรูปที่ 2.42 เป็นมิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมง บอกไว้เป็นจำนวนเต็ม มีตัวเลขอยู่ทั้งหมด 6 ตัว นับจากทางขวามือมา ตัวที่ 1 แสดงเลขหลักหน่วย ตัวถัดมาเป็นหลักสิบ หลักร้อย หลักหมื่น และหลักแสนตามลำดับ จากมิเตอร์เครื่องนี้ค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมง อ่านค่าได้ 999952 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43 มิเตอร์ชนิดค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมงบอกไว้เป็นจำนวนเต็มและมีตัวคูณค่ากิโลวัตต์ - ชั่วโมง

#### 2.1.12 สาเหตุการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

สาเหตุการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้านั้นแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ชำรุดเนื่องจากสภาพของเครื่องมือวัด ได้แก่ เครื่องมือวัดที่อายุการใช้งานมานาน อุปกรณ์ต่างๆ เสื่อมสภาพ

2. ชำรุดเนื่องจากการใช้งาน แยกได้ดังนี้

2.1 ผู้ใช้งาน ไม่มีความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือวัดชนิดต่างๆ ได้ดีพอ ซึ่งมีการวัดผิดพลาดอยู่เสมอ เช่น เสียบโอห์ม วัดโวลต์ หรือตั้งซีเลคเตอร์ไม่ตรงกับงานที่จะใช้

2.2 ผู้ใช้งานเครื่องมือวัดโดยไม่ถูกวิธี โดยมีการตัดแปลงตัวเครื่องมือวัด โดยขาดหลักเกณฑ์และความเข้าใจที่ถูกต้อง

3. ชำรุดเนื่องจากขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง แยกได้ดังนี้

3.1 ปล่อยให้กระเป่า ชองหนัง หรือกล่องใส่เครื่องมือชำรุด โดยไม่มีการแก้ไข ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะแก้ไขได้ด้วยตนเอง

3.2 เก็บรักษาเครื่องมือวัดไว้ในที่ไม่เหมาะสม ในขณะที่ออกปฏิบัติงาน เช่น วางเครื่องมือไว้ที่คอนโซลหน้ารถ ซึ่งร้อนมาก ทำให้เครื่องวัดชำรุดได้

3.3 การแก้ไขเครื่องมือวัดโดยไม่ถูกวิธีทำให้เครื่องมือวัดไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อุปกรณ์ประกอบ เช่น สายวัดเมื่อชำรุด ก็ไม่ได้รับการแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือ แก้ไขแต่ไม่ถูกวิธี จนทำให้ชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้เป็นปกติได้

3.5 ขาดการตรวจสภาพและดูแลให้เครื่องมือวัดสามารถใช้งานได้ยู่ตลอดเวลา เช่น ปลดอให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพ จนเกิดความเสียหายแก่เครื่องมือวัด

หมายเหตุ อาการชำรุดเนื่องจากขาดการบำรุงรักษานั้น เป็นอาการชำรุดที่พบมากที่สุด

### 2.1.13 ข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์

มิเตอร์แบบต่างๆ ที่มีใช้อยู่ในการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปัจจุบันจะแสดงวงจรการต่อสายเข้ามิเตอร์ต่างๆ เครื่องอยู่ที่ฝาครอบที่ต่อสายเข้ามิเตอร์ด้านใน ดังนั้น ถ้าพนักงานมิเตอร์ต่อสายการติดตั้งมิเตอร์ไม่เป็นไปตามวงจรที่กำหนดไว้ จะทำให้มิเตอร์อ่านค่าไม่ถูกต้อง

สาเหตุที่ทำให้มิเตอร์อ่านค่าผิดพลาดแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การต่อวงจรผิด หมายถึง การต่อสายเข้ามิเตอร์ไม่เป็นไปตามวงจรที่แสดงไว้ เช่น การกลับทิศทางไหลของกระแส
2. การเปิดวงจร หมายถึง ส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจรการติดตั้งขาด อาจจะเป็นภายในหรือภายนอกตัวมิเตอร์ทำให้ไม่มีกระแสไหลในวงจรหรือสายเข้ามิเตอร์หลวม เช่น จุดต่อหลวม โปเทินเชียบลอคอยล์ขาด
3. การลัดวงจร มิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งานเป็นเวลานานๆ มีโอกาสที่จะเกิดการลัดวงจรได้ทั้งภายในและภายนอกตัวมิเตอร์ส่วนมากจะมาจากสาเหตุ

3.1 ใช้กระแสเกินพิกัดของมิเตอร์ ซึ่งทำให้ขดลวดอาบนํ้ายา ของเทอร์เร็นต์คอยล์เกิดความร้อนสูง ทำให้เกิดรอยไหม้ เป็นเหตุให้เกิดการลัดวงจรระหว่างขดลวด

3.2 จุดต่อสายที่ขั้วต่อของมิเตอร์หลวม ทำให้ความต้านทานบริเวณจุดต่อสูงขึ้น เกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่จุดนี้และเป็นเหตุทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น เป็นเหตุทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้นได้

3.3 ในกรณีที่ติดตั้งมิเตอร์ประกอบซีพี ขณะที่มีกระแสไหลในวงจรหรือมีการใช้โหลดและทางด้านแรงดันของซีพี เปิดวงจรการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กทางด้านแรงสูงจะเหนี่ยวนำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าสูง ซึ่งอาจจะทำให้หมวนของซีพีชำรุดได้

## 2.2 การฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

### 2.2.1 ความหมายของการฝึกทักษะแบบสมรรถนะ

ระบบการฝึกทักษะ CBST (Competency Based Skill Training) นั้นจะมีความหมายในตัวของมันเอง กล่าวคือ CBST เป็นระบบซึ่งแต่ละสาขาวิชาจะถูกย่อยลงเป็นทักษะและความสามารถย่อยๆ ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจำเป็นต้องปฏิบัติ และมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับระบบการฝึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบปัจจุบันที่เน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกองค์ความรู้ โดยสะท้อนผลจากคะแนนที่ได้รับ และแบบทดสอบความรู้ต่างๆ โดยลักษณะของโปรแกรมการฝึกอบรม CBST คือ

1. ผู้เรียนรู้อะไร โดยในการฝึกอบรมระบบ CBST นั้น ผู้เรียนจะฝึกตามวัตถุประสงค์ของการฝึกซึ่งจะสอดคล้อง และเป็นไปตามหน้าที่การงานในตำแหน่งงาน ในสาขาอาชีพที่ต้องการจะฝึก (โดยปกติเรียกว่า ทักษะความสามารถงาน หรือวัตถุประสงค์ของการฝึกที่สามารถปฏิบัติได้) โดยมีข้อกำหนด ดังนี้

1.1 ผู้เรียนจะเรียกว่า กลุ่มเป้าหมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม คือ พฤติกรรมที่ได้รับการเรียนรู้และสามารถปฏิบัติซ้ำได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

1.3 เงื่อนไขของการฝึกซึ่งจะถูกใช้ในการวัดความสำเร็จของวัตถุประสงค์ จะต้องถูกแสดงไว้อย่างชัดเจน

1.4 ต้องมีการตั้งระดับของความสำเร็จ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจวัดตามเปอร์เซ็นต์ของงานที่เสร็จสมบูรณ์

2. ผู้เรียนรู้ได้อย่างไร โดยการฝึกทักษะในระบบ CBST จะต้องมีการจัดชุดฝึกที่มีคุณภาพ และได้รับการออกแบบมาอย่างดี โดยที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการฝึกทั้งหมด ซึ่งสื่อนี้จะประกอบด้วยสื่อการฝึกและกิจกรรมการฝึกต่างๆ ที่สามารถให้ผู้เรียนรู้แต่ละทักษะได้จนครบถ้วนทั้งหมด ซึ่งสื่อการฝึกนั้นๆ จะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างรอบคอบก่อนนำไปใช้ เป็นดังนี้ว่า

2.1 บทเรียน / สื่อการฝึก หรือ โมดูลฝึก ถูกพัฒนาหลากหลายรูปแบบ เช่น เอกสารหรือสื่อที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2 บทเรียน สื่อการฝึก ถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละบุคคลสามารถฝึกได้ด้วยตัวเอง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลสามารถเริ่ม หยุด เร่ง ทำซ้ำ หรือฝึกให้ช้าลง ได้ตามที่ต้องการ

2.3 ผู้เรียนจะฝึกทักษะจากโมดูลฝึกย่อยๆ ไปเรื่อยๆ ก่อน ต่อไปเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง และจบการฝึกอบรมโดยผ่านการทดสอบแต่ละรายการความสามารถที่กำหนดไว้

2.4 ณ ช่วงเวลาหนึ่งผู้เรียนจำนวนหนึ่งอาจทำการฝึกหลายๆ ชุดฝึกที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละคนจะได้เรียนรู้องค์ความรู้ และทักษะที่แตกต่างกัน และมีความก้าวหน้าในการฝึกไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน

2.5 ครูฝึกจะคอยให้คำแนะนำ สนับสนุน และแจ้งผลการฝึกแก่ผู้เรียนการฝึกตลอดเวลาการฝึก เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติงานขณะที่สำเร็จการฝึกในแต่ละโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อผู้เรียนฝึกตามความสามารถย่อยทีละอย่าง ในการฝึกระบบ CBST วัสดุการฝึกที่เหมาะสม จะได้รับการจัดเตรียมไว้สำหรับผู้เข้ารับการฝึก รวมทั้งมีการจัดเวลาให้ฝึกอย่างเพียงพอ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถเรียนรู้ความสามารถย่อยต่างๆ หรือกลุ่มของความสามารถย่อยนั้นๆ ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ก่อนที่จะเข้าไปฝึกชุดฝึกต่อไป วิธีการดังกล่าวนี้ก่อให้เกิดความยืดหยุ่นสูง ทั้งนี้ครูฝึกจะไม่มีคามจำเป็นที่จะต้องบรรยายให้กับกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอีกต่อไป

4. ทำไมต้องประเมินผลของผู้เรียน ในระบบนี้ผู้เข้ารับการฝึกแต่ละบุคคลจะถูกฝึกทักษะตามวัตถุประสงค์หลัก วัตถุประสงค์ย่อย หรือทักษะความสามารถย่อยต่างๆ ให้มีความเชี่ยวชาญในระดับสูง และการฝึกปฏิบัติต่างๆ จะทำในสภาพแวดล้อมที่คล้ายการทำงานในสถานประกอบการจริง เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว จึงสามารถผ่านขึ้นไปยังวัตถุประสงค์ต่อไปได้ ระบบการประเมินผลนี้แตกต่างจากระบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งใช้การประเมินผลแบบรวมทั้งสิ้น

### 2.2.1.1 ความหมายของ Competency

เนื่องจากยังไม่ได้มีผู้บัญญัติศัพท์ไทยสำหรับ Competency ให้ครอบคลุมตามความหมาย เพราะมีคำที่ใช้กันหลากหลายเช่น ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ ความชำนาญ ทักษะ ฝีมือ ตลอดจนความพร้อม จึงได้มีการใช้ทับศัพท์ภาษาอังกฤษ และยังได้มีนักวิชาการที่ได้ให้ความหมายของ Competency ดังนี้

สมภพ สุวรรณรัฐ (2546 : 2) กล่าวว่า Competency หมายถึง สมรรถภาพการมีความรู้ทักษะและความสามารถ หรือความสามารถที่จะทำ โดยมุ่งเน้นที่สมรรถนะ

รุจ ศาครพันธ์ (2544 : 1) กล่าวว่า Competency หมายถึง สมรรถนะความสามารถที่มาจากตัวคนทั้งหมดที่สะท้อนออกมาในรูปของพฤติกรรมการทำงานที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่สอดคล้องที่ต้องการ โดยมีที่มาจากพื้นฐานความรู้ ความชำนาญ วิธีคิด และคุณลักษณะส่วนบุคคล

พิมล ศรีสุภาพ (2546 : 1) ได้ให้คำจำกัดความของ Competency หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถของบุคคลที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานใดงานหนึ่งให้บรรลุเป้าหมายในระดับที่แตกต่างกัน แบ่งเป็น 3 นัยสำคัญคือ

1. คุณลักษณะหรือความสามารถ (Underlying Characteristics) วิธีการคิด การกระทำ ที่บุคคลนั้น ๆ ใช้เป็นประจำและเป็นไปโดยอัตโนมัติในทุก ๆ สถานการณ์
2. ผลการปฏิบัติงาน (Behavior and Performance) โดยการสังเกตและแสดงให้เห็น
3. ระดับที่แตกต่างกัน (Criterion-referenced Effective) ผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีคุณภาพ ที่มีประสิทธิภาพ หรือ ดีกว่า

Competency จึงหมายถึง พฤติกรรมการฝึก ซึ่งสามารถกระทำซ้ำเพื่อสู่ความสำเร็จของการกระทำที่ต้องการในอาชีพ เมื่อบรรลุเป้าหมายที่กำหนดตามวัตถุประสงค์โดยสมบูรณ์ ทำให้มีความสามารถในพฤติกรรม หรือการกระทำตามรายการที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1.2 องค์ประกอบของ Competency

มี 4 องค์ประกอบ คือ

1. Competency Categories เป็นการวางแผน หรือ การกำหนดวัตถุประสงค์ประสงค์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้กำหนดไว้

2. Competency Name & Definition เป็นชื่อหัวข้อของ Competency รวมถึงคำจำกัดความของรายการความสามารถ

3. Proficiency Scale คือ ระดับความชำนาญ ซึ่งแบ่งตามระดับความสามารถในการปฏิบัติงาน

4. Behavioral Indicators คือ พฤติกรรมในการปฏิบัติงาน ที่สะท้อนว่ามีความชำนาญระดับใด และแบบใด

### 2.2.1.3 การวัดความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติงาน

1. วัดว่าบุคคลนั้น ๆ สามารถทำได้ โดยการปฏิบัติงานอย่างไร (Can Do)

2. วัดว่าบุคคลนั้น ๆ ทำหรือไม่ การปฏิบัติงานใดที่จะต้องทำ (Will Do)

3. วัดว่าบุคคลนั้น ๆ ทำได้ดีหรือไม่อย่างไร (Well Done)

อะไรที่ทำให้เกิดความแตกต่างของการปฏิบัติงาน เพื่อการวัดความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง

สมรรถภาพเกิดขึ้น ได้จากความรู้และทักษะจะวัดว่าบุคคลนั้น ๆ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างไร การกระทำและพฤติกรรมจะวัดว่าบุคคลนั้น ๆ ปฏิบัติงานหรือไม่

สิ่งหนึ่งจากการปฏิบัติงานมีผลต่อการทำให้เกิดสิ่งที่ดีกว่า ความมีประสิทธิภาพหรือความไม่มีคุณภาพ ซึ่งจะมองได้ถึงความแตกต่างในการปฏิบัติงาน

### 2.2.1.4 การปฏิบัติงานและความสามารถ

1. การปฏิบัติงาน

1.1 อะไรที่จะต้องปฏิบัติ

1.2 จำกัดจำนวนของวัตถุประสงค์

1.3 กรอบระยะเวลาสั้น มีการกำหนดระยะเวลา 1 ปี หรือ การปฏิบัติงานในอดีต

ผลที่ได้รับ คือ ผลตอบแทน

## 2. สิ่งที่สำคัญถึงในการปฏิบัติ

### 2.1 ปฏิบัติอย่างไร

#### 2.2 คุณภาพ และ ปริมาณ

#### 2.3 กรอบระยะเวลาานาน ป็นการปฏิบัติในปัจจุบันและอนาคต

ผลที่ได้รับ คือ การพัฒนา (การเปลี่ยนแปลงการกระทำหรือพฤติกรรม)

### 2.2.1.5 คุณลักษณะความสามารถ

1. สิ่งที่คุณค้ลรู้และสามารถทำได้เป็นอย่งดี (Skill)
2. สิ่งที่คุณค้ลรู้และเข้าใจในหลักการ หรือแนวคิดในด้านนั้น ๆ (Knowledge)
3. สิ่งที่คุณค้ลเชื่อให้เห่นว่าคุณมีบทบาทอย่งไรต่อสังคม (Attitudes/values)
4. ภาพพจน์ที่คุณค้ลมองตนเองว่าเป็นอย่งไร (Self-Image)
5. ลักษณะนิสัยใจค้ของบุคคลที่เป็นพฤติกรรมถาวร (Traits)
6. พลังขับเคลื่อนจากภายในจิตใจของคุณค้ลที่จะส่งผลกระทบต่อกรคิด การ

กระทำให้ไปในวิธีเดียวกัน (Motives)

### 2.2.2 หลักการออกแบบบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะ

การออกแบบบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะเรื่อง วัดตัวอาร์มิเตอร์ ได้ออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการเป็นผู้ช่วยสอน หรือเป็นผู้นำเสนอแทนผู้สอน จึงต้องมีความละเอียดรอบคอบ และมีความยืดหยุ่นมากที่สุด ได้นำการพัฒนาบทเรียน IMMCI รูปแบบการสอน (Instruction) มี 5 ขั้นตอนดังนี้

#### 2.2.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

1. สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) โดยเริ่มจากเขียนชื่อวิชาไว้ตรงกลางกระดานแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ จำนวน 4-5 คน ช่วยกันระดมสมองให้หัวข้อที่ควรจะสอนในวิชานั้นเขียน โยงกับชื่อวิชาอย่งอิสระหรือหากเป็นหัวข้อย่อยก็โยงกับหัวข้อหลักต่อไป โดยไม่ทำการลอกแบบของตำราเล่มใดเล่มหนึ่งเลย เมื่อเสร็จสิ้นการระดมสมองแผนภูมิที่ได้เป็นแผนภูมิระดมสมอง

2. สร้างแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart) จากแผนภูมิระดมสมองนำมาทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของทฤษฎีหลักการและเหตุผลความสัมพันธ์และต่อเนื่องกันอย่งละเอียด อาจมีการตัด-เพิ่มเรื่องตามเหตุผลและความเหมาะสมจนสามารถอธิบายและตอบคำถามได้ผลที่ได้เป็นแผนภูมิหัวข้อสัมพันธ์ (Concept Chart)

3. สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) นำหัวข้อต่าง ๆ จากแผนภูมิ หัวข้อสัมพันธ์มาเขียนเป็นโครงข่าย โดยคำนึงถึงความก่อน-หลังต่อเนื่องหรือขนานกันตามหลักการเทคนิคโครงข่าย แล้วทำการวิเคราะห์เหตุผลความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis) จนสมบูรณ์ผลที่ได้จะเป็นโครงข่ายเนื้อหาที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2.2 การออกแบบบทเรียน (Design)

1. การกำหนดกลวิธีการนำเสนอและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Strategic Presentation Plan and Behavioral Objective) โดยเริ่มจากแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา มาพิจารณา กลุ่มหัวข้อที่สามารถจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้ ภายใต้กรอบเวลาที่กำหนดไว้ ดีเป็นกรอบๆ วิจารณ์ ครบหัวข้อบทโครงข่ายเนื้อหา จากนั้นกำหนดเป็นหน่วยๆ และกำหนดอันดับไว้แล้วเขียนกำกับ ด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอนให้ชัดเจน จากนั้นนำกรอบหน่วย (Module) มาลำดับการนำเสนอตามอันดับและความสัมพันธ์แนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาซึ่งจะได้ผล เป็นแผนภูมิบทเรียน (Course Flow Chart)

2. สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) ซึ่งเป็นการออกแบบการสอน (Instructional Design) จะต้องออกแบบลำดับการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ตามหลักการสอนจริง

### 2.2.2.3 การพัฒนาบทเรียน (Development)

1. เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยเขียน เป็นกรอบ ๆ จะต้องเขียนให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเฉพาะถ้าเป็น IMMCI จะต้องกำหนด ภาพ เสียง สี ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์ด้วย

2. จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำกรอบเนื้อหาหรือที่ เขียนเป็น Script มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งจะยังเป็นเอกสาร สิ่งพิมพ์อยู่ การลำดับกรอบนี้สำคัญมาก

3. นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์นี้มาตรวจสอบความถูกต้อง (Content Correctness) โดยเฉพาะเป็นการสร้าง IMMCI ที่เป็นการเขียนตำราใหม่ทั้งเรื่อง ควรอาศัยผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้นๆ (Subject Specialist) เป็นผู้ตรวจสอบให้ จากนั้นจะต้องนำเนื้อหาไปทดลองหาค่า Content Validity และ Reader Reliability โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายมาทดสอบด้วย แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

4. การสร้างแบบทดสอบส่วนต่างๆ ต้องนำมาหาความยากง่าย อำนวยความสะดวก และความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบ และต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ ผลที่ได้ทั้งหมดทั้งเนื้อหา (ที่จัดอยู่ใน โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว) และแบบทดสอบต่างๆ รวมกันจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

### 2.2.2.4 การนำเสนอบทเรียน (Implementation)

1. เลือก Software หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อ ความต้องการที่กำหนดไว้ เป็นตัวจัดการนำเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

2. จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอ หรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้พร้อม ที่จะใช้งานสร้างไว้เป็นแฟ้ม ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรม (Coding) ด้วยความปราณีต และด้วยทักษะที่ดี ทำการ Edit ภาพ เสียง VDO ให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งจะได้เป็นบทเรียน (วิชา) บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลตามที่ต้องการ (Subject) IMMCI Software

#### 2.2.2.5 การประเมินผล (Evaluation)

1. การตรวจสอบคุณภาพของ Package (Quality Evaluation) จัดการให้คณะผู้เชี่ยวชาญทาง IMMCI ตรวจสอบคุณภาพของ Package ปรับปรุงให้สมบูรณ์

2. ทำการทดลองการดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพ ด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวนไม่เกิน 10 คน ทำการปรับปรุง และนำผลการกำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

3. ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency E1/E2) ของ Package และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการเป็นอันใช้ได้

4. จัดทำคู่มือการใช้ Package (User Manual) หรือ Package Instruction ควรประกอบด้วย หัวเรื่อง ดังนี้ บทนำ อุปกรณ์ที่ใช้งาน การกำหนดหน้าจอมอนิเตอร์การเริ่มเข้าบทเรียนเป้าหมายของบทเรียน ข้อมูลเสริมที่สำคัญ ข้อควรระวังข้อมูลผู้พัฒนาบทเรียน และวันที่เผยแพร่

### 2.3 โปรแกรม Macromedia Authorware

#### 2.3.1 Authorware

โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างสื่อนำเสนอ รวมถึงสื่อการสอนประเภท Multimedia ดังนั้น หน้าทีโดยตรงของ Authorware คือ รวบรวมสารพัดวัตถุคิบมานำเสนอ เป็นสื่อ Multimedia เต็มรูปแบบ และนำเสนออย่างตรงเป้าหมาย Authorware ทำหน้าที่เรียบเรียง กำกับตัดต่อตัวแสดงทุกตัวให้มีบทบาท ยิ่งไปกว่านั้น Authorware สร้างการโต้ตอบสองทาง ดังนั้น ผู้ใช้สื่อจึงรู้สึกเหมือนได้ควบคุมการดำเนินเรื่อง แต่ก็อยู่ภายใต้ขอบเขตที่ถูกออกแบบมา เช่น กรณีนำเสนอปุ่มจำนวนกี่ปุ่ม หลังได้ตอบกับปุ่มแล้วจะเชื่อมโยงไปนำเสนอหน้าใดๆ ต่อไปขอบเขตเหล่านี้คือเงื่อนไขที่ถูกกำหนดไว้แล้ว

#### 2.3.2 ความสามารถโดยรวมของโปรแกรม มีดังนี้ คือ

- สามารถทำการปรับหน้าจอและการจัดออบเจกต์ กำหนดคุณสมบัติหน้าต่างแสดงผลการใส่ข้อความทำได้หลายลักษณะ เช่น การปรับแต่งข้อความ การจัดลักษณะข้อความ การจัดตำแหน่งข้อความ การใส่สีให้ข้อความและตัวอักษร การปรับ โหมดออบเจกต์ การนำข้อความจากภายนอกและยังสามารถสร้างแบบตัวอักษรเพื่อการประยุกต์ใช้

- การสร้างและปรับแต่งกราฟิกภายใน สามารถสร้างวงรี สี่เหลี่ยม สี่เหลี่ยมมุมมน รูปหลายเหลี่ยม และการสร้างเส้น

- การปรับแต่งออปเจ็กต์กราฟิก สามารถปรับขนาดออปเจ็กต์ ปรับขนาดของเส้น แต่งลวดลายในออปเจ็กต์ เติมสีสันภายในและสีเส้นขอบ ปรับโหมดสีของชิ้นงาน จัดลำดับ แนวและกลุ่มของออปเจ็กต์ การนำไฟล์ภาพจากภายนอก การกำหนดคุณสมบัติของรูปภาพได้

- การหยุดคอยและการลบออปเจ็กต์ กำหนด Transition จัดลำดับการนำเสนอ การใช้งาน Wait Icon และการใช้งาน Erase Icon ได้

- การเคลื่อนที่ออปเจ็กต์ เคลื่อนที่แนวเส้นตรงแบบ Direct to Point เคลื่อนที่แนวเส้นตรงแบบ Direct to Line เคลื่อนที่แนวเส้นตรงแบบ Direct to Grid เคลื่อนที่อิสระแบบ Part to End การปรับมุมเส้นทางการเคลื่อนที่ เพิ่มจุดหักเหของเส้นทางการเคลื่อนที่ และการลบเส้นทางการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่อิสระแบบ Path to Point

- สามารถใช้ Sound, Digital Movie และ Video Icon ได้

- สร้างการโต้ตอบกับผู้ใช้ด้วย Interaction Icon โดยสามารถเลือกใช้โต้ตอบแบบ Button แบบ Hot Spot แบบ Hot Object แบบ Target Area แบบ Pull-Down Menu แบบ Text Entry แบบ Tries Limit แบบ Event และแบบ Conditional

- สร้างการตัดสินใจอัตโนมัติได้

- สามารถใช้ Framework และ Navigate Icon โดยใช้การเชื่อมโยงแบบ Anywhere เชื่อมโยงแบบ Recent แบบ Search และ แบบ Calculate และยังสามารถปรับแต่งกรอบโต้ตอบในการค้นหาและแสดงชื่อไอคอนได้

- สามารถใช้ฟังก์ชันและตัวแปร พิมพ์ข้อความในหน้าต่าง Calculation และจัดลำดับการใช้ Operator ได้

- สร้างไฟล์ กำหนดที่ตั้งไฟล์และชื่อไฟล์ เพิ่มเติมข้อมูลในไฟล์ที่สร้างขึ้น อ่านข้อมูลจากไฟล์นอกและสามารถลบไฟล์บันทึกข้อมูล

- การใช้เครื่องมือในการพัฒนาชิ้นงาน สามารถใช้งาน Knowledge Objects และ Model สามารถสร้าง Model

- สามารถ Package ชิ้นงานเพื่อการใช้งานโดย Package ไฟล์ Library และ Package ไฟล์ ชิ้นงาน Package ไฟล์ชิ้นงานเพื่อแสดงผลในเว็บ

## 2.4 การหาประสิทธิภาพและการประเมินผล

### 2.4.1 ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลการศึกษา

ไพศาล หวังพานิช (2523 : 19-20) ให้นิยามเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา (Education Measurement) หมายถึง กระบวนการในการกำหนด หรือจำนวน ปริมาณ อันดับ หรือรายละเอียดของ คุณลักษณะ หรือพฤติกรรมความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือในการวัดกระบวนการดังกล่าว ทำให้ได้ตัวเลขหรือข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้แทนจำนวน และลักษณะที่วัดนั้น จากความหมายนี้ แสดงว่าการวัดผลการศึกษาต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอน เป็นระเบียบแบบแผน มีเครื่องมือ มีผลการวัดเป็นตัวเลข หรือเป็นรายละเอียดที่นำไปใช้บรรยาย บอกรายงานหรือระดับสิ่งที่ถูกวัด ปกติการวัด โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ด้าน คือ

1. การวัดทางกายภาพศาสตร์ (Physical Science) เป็นการวัดเพื่อหาจำนวนของ สิ่งของต่าง ๆ ที่รูปธรรมมีตัวตนแน่นอน เช่น ความยาว น้ำหนัก พื้นที่ ขนาด ปริมาณ เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัด วัตถุสิ่งของ การวัดทางด้านนี้ มักเป็นเรื่องทางฟิสิกส์มีเครื่องมือที่ให้ผลเชื่อถือได้ มีหน่วยการวัดแน่นอน เช่น เมตร กรัม เป็นต้น ซึ่งการวัดทางกายภาพศาสตร์ให้ผลการวัดถูกต้อง แม่นยำ

2. การวัดทางสังคมศาสตร์ (Social Science) เป็นการวัดหาจำนวนหรือคุณภาพของ สิ่งที่เป็นนามธรรม ไม่มีตัวตนแน่นอน ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ปัญหาสำคัญ คือ การกำหนดสิ่งที่จะวัด ซึ่งจะแปรเปลี่ยนได้ง่าย เครื่องมือที่ใช้มักขาดคุณภาพให้ผล เชื่อถือได้ต่ำ ไม่มีหน่วยที่แน่นอน เช่น การวัดความรู้ การวัด ปรับตัวเองของนักเรียน เป็นต้น การวัดผลการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการวัดทางด้านสังคมศาสตร์ในปัจจุบันการวัดทางด้านนี้ และ การพยายามปรับปรุงวิธีการ โดยอาศัยวิธีการวิทยาศาสตร์เป็นรากฐาน เพื่อให้ได้ผลการวัดที่แน่นอน ถูกต้องมากขึ้น

มาลัย จีรวฒนเกษตร (2549 : 1) ได้ให้ความหมายของการวัด (Measurement) หมายถึง การกำหนดค่าเป็นตัวเลขเพื่อแทนคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ ที่ต้องการวัดตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยผลของการวัดจะได้ในเชิงปริมาณ

นิภา เมธธาวิชัย (2539 : 5) ได้ให้ความหมายของการวัดผล หมายถึง การกำหนด ตัวเลข แทนคุณลักษณะ ของสิ่งที่จะวัดอย่างมีกฎเกณฑ์ โดยมีเครื่องมือสำหรับวัด

แบบทดสอบ (Test) หมายถึง แบบ (Form) หรือเครื่องมือ (Tool) หรือขบวนการ สำหรับวัดผลความสามารถ ความสัมฤทธิ์ หรือความสนใจของบุคคลที่แสดงออกมา แบบทดสอบนี้ ใช้วัดสิ่งที่เราไม่สามารถใช้วัดได้โดยตรง ซึ่งจะวัดได้ก็ต่อเมื่อบุคคลผู้นั้นแสดงผลหรือการกระทำ ออกมาก่อน เช่น การวัดความสามารถทางปัญญา ก็ให้ทำข้อสอบ เป็นต้น

แบบที่ใช้ในการวัดผลการศึกษา แบ่งได้เป็น 2 ประเภทด้วยกัน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher-Mode Test) เป็นแบบทดสอบที่พบอยู่โดยทั่วไป และเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้กับนักเรียนของตนเอง ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1.1 เหมาะสมกับหน่วยของการสอนที่ครูกำหนดเนื้อหา และระดับความยากง่าย

1.2 ในการสร้างแบบทดสอบนั้น วิธีการ เครื่องมือ และการใช้คะแนนขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของครูเอง โดยอาศัยความเที่ยงตรงของหลักสูตรเป็นเกณฑ์

1.3 แบบทดสอบอาจไม่ปฏิบัติตามคะแนนมาตรฐาน ส่วนการศึกษานั้นๆ แต่เป็นคะแนนที่ครูรวบรวมไว้ตลอด แล้วสร้างคะแนนมาตรฐานขึ้นใช้เอง

1.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นได้เร็ว วิธีการจะไม่ดีเท่ากับแบบทดสอบมาตรฐาน

1.5 ไม่เหมาะสำหรับการนำไปให้ครูอื่น ๆ ใช้ แต่เหมาะสำหรับใช้ในส่วนศึกษาหรือท้องถิ่นนั้น ๆ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีวิธีการสร้างเครื่องมือ และการใช้คะแนนคงที่ โดยสามารถทำให้ใช้ข้อสอบนี้ทดสอบในต่างสถานที่และต่างเวลาได้ การสร้างแบบทดสอบมาตรฐานไม่ใช่ของง่าย ต้องออกข้อสอบหลายๆ ข้อ และทำการทดสอบกับคนเป็นจำนวนมาก นำข้อสอบมาวิเคราะห์เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเอาไว้เป็นแบบทดสอบมาตรฐาน นอกจากจะมีวิธีการ เครื่องมือ และการใช้คะแนนคงที่แล้ว ยังต้องมีความเชื่อถือได้

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2526 : 22-27) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับการวัดผลการศึกษา (Education Measurement) ไว้ว่า การวัดผลการศึกษา คือ กระบวนการในการกำหนด หรือหาจำนวน ประมาณ อันดับ หรือรายละเอียดของคุณลักษณะ หรือพฤติกรรมความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือเป็นหลักในการวิจัย และกระบวนการดังกล่าวจะทำให้ได้ตัวเลข หรือข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้แทนจำนวน และลักษณะที่ได้นั้น จะแสดงว่าการวัดผลการศึกษาต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอนมีระเบียบแบบแผน มีเครื่องมือ มีผลการวัดเป็นตัวเลข หรือเป็นรายละเอียดที่นำมาบรรยาย นอกจากจำนวน หรือระดับสิ่งที่ต้องการการวัดส่วนการประเมินผล (Education) หมายถึง กระบวนการในการตัดสินใจ ตีราคา เพื่อพิจารณาในความเหมาะสมหรือคุณค่าของลักษณะเชิงพฤติกรรม เช่น ผลการเรียน ผลการปฏิบัติ โดยอาศัยข้อมูลหรือรายละเอียดที่ได้จากการวัดเป็นหลัก และใช้วิจารณ์ตามประกอบการพิจารณา เป็นต้น จากความหมายดังกล่าวจะเห็นว่าถ้าจะประเมินจะต้องดำเนินการอย่างมีขั้นตอน โดยเริ่มต้นด้วยการวัดผลสิ่งนั้นแล้ว นำผลการวัดที่ได้มาวินิจฉัยอย่างมีหลักเกณฑ์ และมีคุณธรรม เพื่อพิจารณาตัดสินว่าสิ่งนั้นดีหรือไม่ เก่งหรืออ่อนได้หรือตก ดังนั้น ในการประเมินผลต้องมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ

1. การวัด (Measurement) ทำให้ได้รู้สภาพความจริงของสิ่งที่ประเมิน ว่ามีการประมาณเท่าไร คุณสมบัติอย่างไร เพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เกณฑ์ (Criterion) ในการที่จะตัดสินว่าสิ่งใดดีสิ่งใดเลว ใช้ได้หรือไม่มันต้องมีหลักหรือมีบรรทัดฐานที่ต้องการ โดยการเอาผลของการวัดนั้นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือมาตรฐานที่ต้องการ เกณฑ์การพิจารณาในการศึกษานั้น คือ จุดมุ่งหมายในการศึกษานั้นเอง

3. การตัดสินใจ (Decision) เป็นการชี้ขาดหรือสรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างผลการปฏิบัติ ซึ่งได้จากการวัดเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าสูงต่ำกว่าขนาดไหน ทั้งนี้การตัดสินใจที่ต้องอาศัยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ทุกแง่ทุกมุม และกระทำอย่างยุติธรรม โดยอาศัยสภาพและความเหมาะสมต่าง ๆ ประกอบ หรือต้องมีคุณธรรมที่ดี

นิภา เมธาวีชัย (2536 : 4) ได้ให้ความหมายของการทดสอบ ว่าเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพการเรียนของนักเรียน ผลการสอบของครู โดยใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือ ซึ่งเป็นวิธีการอย่างหนึ่งของการวัดผลการศึกษา

การประเมินผล หมายถึง ขบวนการในการตัดสินใจ พิจารณา ตีค่า หรือลงสรุปว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าเพียงใด โดยความหมายดังกล่าวนี้ แสดงถึงลักษณะที่สำคัญของการประเมินผลว่าต้องประกอบด้วยคุณลักษณะต่อไปนี้

1. ต้องมีขบวนการที่เป็นไปอย่างมีระบบ เป็นระเบียบแบบแผน หรือมีกฎเกณฑ์ในการกระทำ มิใช่เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หรือกระทำโดยบังเอิญ
2. การประเมินผลจะต้องบอกให้ทราบถึงคุณภาพ ปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือพิจารณานั้นว่ามีคุณค่าขนาดใด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากลักษณะของการประเมินผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการประเมินผลเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากวัดผล หรืออาจกล่าวได้ว่าการประเมินผลเป็นขบวนการที่อาศัยการวัดผล โดยอาศัยผลที่ได้จากการวัดควรเป็นการวัดหลายๆ ครั้ง หลายๆ ด้าน มาพิจารณาตัดสินกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่ตั้งไว้ว่ามีคุณค่ามากน้อยเพียงใด

จากความหมายของการวัด การทดสอบ และการประเมินผลดังกล่าวมาแล้วนั้น พอจะสรุปได้ว่า เป็นการทดสอบส่วนหนึ่ง หรือวิธีการของการวัดผล ซึ่งมักจะเป็นการวัดทางจิตวิทยาหรือการวัดทางอ้อม ส่วนการประเมินผลเป็นขบวนการที่ต้องอาศัยผลการวัดมาประกอบการตัดสินใจการที่จะทำการวัดผล และประเมินผลที่มีประสิทธิภาพนั้น การเลือกเครื่องมือในการทดสอบมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

#### 2.4.2 ขอบเขตของการวัดผลทางการศึกษา

มาถีย์ จีรวฒนเกาตร์ (2549 : 5) กล่าวว่า ในการวัดผลการศึกษาในด้านใดนั้นควรคำนึงจุดประสงค์ของการวัดเป็นสิ่งสำคัญว่าต้องการเอาไปใช้ประโยชน์อะไรในการจัดการศึกษา โดยพิจารณาจากผู้เรียนว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทั่วๆ ไปผู้เรียนควรบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนตามแนวคิดของ Benjamin S. Bloom (1956) 3 ด้าน ดังนี้คือ

1. ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญาของบุคคล จำเป็น 6 ประเภท คือ

- 1.1 ด้านความรู้ ความจำ (Knowledge)
- 1.2 ความเข้าใจ (Comprehension)
- 1.3 การนำไปใช้ (Application)
- 1.4 การวิเคราะห์ (Analysis)
- 1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis)
- 1.6 การประเมินผล (Evaluation)

2. ด้านจิตใจ (Affective Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับเจตคติ คุณค่า ความสนใจ และความรู้สึกนึกคิดทางจิตใจ อารมณ์ของบุคคล ซึ่งจำแนกออกได้ 5 ประเภท คือ

- 2.1 การรับ (Receiving)
- 2.2 การตอบสนอง (Responding)
- 2.3 การให้คุณค่า (Valuing)
- 2.4 การจัดระบบ (Organization)
- 2.5 การสร้างลักษณะ โดยคุณค่าเดียว หรือคุณค่าซับซ้อน (Characterization by A Value or Value Complex)

3. ด้านทักษะปฏิบัติ (Psychomotor Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความสามารถ และทักษะ ในการใช้กล้ามเนื้อ ซึ่งจำแนกออกได้ 7 ประเภท คือ

- 3.1 การรับรู้ (Perception)
- 3.2 สภาพความพร้อมที่จะทำสิ่งต่างๆ (Set)
- 3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่กำหนดให้ (Guided Response)
- 3.4 ความสามารถด้านกลไก (Mechanism)
- 3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน (Complex Overt Response)
- 3.6 ความสามารถในการดัดแปลงสิ่งต่างๆ ให้เหมาะสม (Adaptation)
- 3.7 ความสามารถในการริเริ่ม (Origination)

สิ่งที่มีความจำเป็นในการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติ คือ การวัดและประเมินผล การวัดและประเมินผลที่คืนัน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่มีคุณสมบัติดังนี้ คือ ความเที่ยง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย และมีเกณฑ์ปกติ (Matthews. 1978 : 25) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดสอบทางด้านทักษะเป็นการวัดที่สามารถบอกพฤติกรรมที่แสดงออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน และเป็นไปตามความจริง (Nixon and Jewette. 1974 : 277)

Johnson and Nelson (1974 : 44) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่เป็นมาตรฐานควรจะมีลักษณะที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง แบบทดสอบที่มีมาตรฐานการวัดที่แน่นอนชัดเจนในการดำเนินการ และการให้คะแนน แม้จะวัดโดยผู้วัดหลายคนก็จะได้คำตอบหรือคะแนนเท่ากัน

2. มีความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง แบบทดสอบที่มีความแน่นอนในการวัด โดยผู้รับการทดสอบหลายครั้งก็จะได้ผลเหมือนเดิม

3. มีความเที่ยงตรง (Validity) สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดตรงตามจุดมุ่งหมาย

4. มีเกณฑ์ปกติ (Norm) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของประชากรเฉพาะกลุ่มที่จะทำการวัด ทักษะก็นับว่ามีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอน เพราะการที่เราจะทราบได้ว่านักเรียนแต่ละคนมีทักษะนั้นเพียงใดก็จะสามารถทราบได้จากการวัดทักษะ (Collins. 1978 : 4-5) กล่าวว่า การวัดทักษะมีประโยชน์อย่างน้อย 9 ประการ คือ

1. วัดผลสัมฤทธิ์ (Measurement of Achievement) ความมุ่งหมายอันดับแรก ของแบบทดสอบทักษะเพื่อวัดความก้าวหน้าของนักเรียนระดับของผลสัมฤทธิ์เนื้อหา และทฤษฎี หลักการต่าง ๆ ของแต่ละรายวิชา

2. ให้เกรด หรือคะแนน (Grading or Marking) นักเรียนอาจได้รับการประเมินพื้นฐานต่าง ๆ ตามแบบทดสอบกระทำทางทักษะ เมื่อนักเรียนได้เรียนวิชาผ่านไปสิ่งที่นักเรียนได้ คือ เกรดหรือคะแนน ซึ่งจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงระดับความก้าวหน้าหรือผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่แสดงออกให้เห็นตามแบบทดสอบทักษะนั้น

3. เพื่อแบ่งกลุ่ม (Classification) การใช้แบบทดสอบทักษะ ผู้สอนใช้ทดสอบ เพื่อแบ่งผู้เข้ารับการฝึกตามระดับ เช่น ระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง เป็นต้น แทนที่จะใช้เวลาเล็กน้อยในการสังเกต การกระทำหรือแสดงออกทางทักษะนอกจากนั้น การแบ่งกลุ่มนี้จะทำให้เกิดความยุติธรรมในการแข่งขัน

4. การจูงใจ (Motivation) นักเรียนจะมีการตอบสนองในทางบวกต่อสิ่งที่มาท้าทาย เขาจะพยายามมาก ๆ เพื่อให้ได้คะแนนมากๆ กับการทดสอบทักษะมากกว่าให้เขากระทำ หรือเอาชนะเพื่อนในชั้น ด้วยเหตุนี้ แบบทดสอบทักษะจึงเป็นสิ่งจูงใจที่ดีมาก เพื่อให้นักเรียนเกิดพัฒนา และก้าวหน้า

5. การฝึก (Practice) คล้ายกับวัตถุประสงค์ในการจูงใจจะมีนักเรียนฝึกซ้อมตามรายการของแบบทดสอบเพื่อให้ได้คะแนนมากยิ่งขึ้น การกระทำดังกล่าวเป็นการสร้างความก้าวหน้าแก่ตัวเอง และเป็นการทดสอบตัวเองซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในทักษะต่าง ๆ และหากครู หรือครูผู้ฝึกสอนเห็นประโยชน์และจัดให้นักเรียนฝึกตาม

รายการของแบบทดสอบในบางส่วน โดยมีการสาธิตและอธิบายโดยละเอียดแล้วนั้น แสดงว่าแบบทดสอบทักษะฉบับนี้มีความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity)

6. การวินิจฉัย (Diagnosis) การพัฒนาทางทักษะเป็นพื้นฐานอย่างหนึ่งในการเรียนการสอน การวินิจฉัย หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับถือเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของการสอนเมื่อใช้แบบทดสอบทางทักษะต่าง ๆ ทำให้ผู้สอนรู้จักจุดบกพร่องของนักเรียนเพื่อการแก้ไขต่อไป

7. เครื่องช่วยสอน (Teaching Aids) โดยธรรมชาติของการสอนทักษะของนักเรียนจะต้องรู้ถึงความก้าวหน้าและการพัฒนาทางทักษะของตนเอง หากผู้สอนใช้รายการทดสอบทักษะและเน้นมาก ๆ จะเป็นเครื่องช่วยในการสอนและนักเรียนมากขึ้น

8. เครื่องมือในการแปลความหมาย (Interpretive Tool) และหน้าที่อย่างหนึ่งในการสอนการแปลผล หรือแปลความหมายจากผลการเรียนของนักเรียนให้กับผู้บริหาร ผู้ปกครอง นักเรียน และแก่สาธารณชนทั่วไปได้ทราบซึ่งแปลความได้ผลมาจากแบบทดสอบทักษะที่มีคุณภาพและสิ่งนี้ก็น่าจะเป็นการยกระดับของโรงเรียนไปด้วย

9. การแข่งขัน (Competition) ซึ่งจากการที่นักเรียนทำการแข่งขันหรือทำคะแนนให้ได้มากๆ ในแต่ละรายการทดสอบจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นถึงการทำที่ประสบความสำเร็จ

#### 2.4.3 แบบประเมิน

วิญญา วิศาลาภรณ์ (2530 : 194) ได้กล่าวว่า มาตรฐานประมาณค่าเป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อประเมินค่าคุณภาพของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งในการวัดผลการศึกษามักใช้เพื่อการประเมินคุณภาพพฤติกรรมของนักเรียน เช่น การพูด การร้อง หรือทักษะในการปฏิบัติงาน เป็นต้น ในการตัดสินประเมินค่าพฤติกรรมนักเรียนนั้นมักจะประเมินทันทีเมื่อพฤติกรรมนั้นเกิดขึ้น แต่การประเมินค่าของผลงานนักเรียนอาจประเมินเมื่องานเสร็จ หรือหลังจากนั้นก็ได้อีก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมาตราส่วนประเมินผลค่าจะประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่

1. รายการของคุณสมบัติ หรือคุณภาพที่ประเมิน

2. มาตราส่วนบางอย่างที่จะชี้ หรือจะแสดงว่าคุณสมบัติเหล่านั้น มีมากน้อยในระดับใด

Hopkins and Antes. อังใน (สมถวิล ชาอุชัย : 10) กล่าวว่า มาตราส่วนประมาณค่านี้สามารถใช้กรณีเป็นข้อความ เป็นการประเมินค่าคุณลักษณะของสิ่งที่จะวัดออกมาเป็นตัวเลขหรือสามารถใช้วัดทัศนคติ หรือแรงจูงใจ ซึ่งจะใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แสดงความสำคัญของคุณลักษณะที่แสดงออกมา

สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์ (2526 : 20-23) กล่าวว่า มาตราส่วนประมาณค่าสำหรับการวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานของนักเรียนสำหรับการวัดความสามารถ และทักษะในการปฏิบัติงานของนักเรียนจะใช้การสังเกตของครูเข้าร่วมการเก็บข้อมูล ซึ่งถ้ามีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู คือ มีโอกาสที่จะมีระดับความเป็นปรนัยต่ำ ความลำเอียงหรือความประทับใจอาจเอกลักษณะเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอิทธิพลต่อการสังเกตได้ เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจของครูจากการสังเกตเป็นระบบดีขึ้น คือ มาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scales) ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสินและ มาตรฐานที่จะใช้ในการตัดสินว่าอยู่ในระดับใด มาตรฐานส่วนประมาณค่าจึงอยู่ในรูปของเครื่องมือในการ บันทึกและรายงานผลการตัดสิน ซึ่งจะได้ผลเพียงขึ้นอยู่กับมาตรฐานส่วนประมาณค่าว่ามีการสร้างไว้ดี เพียงไร และใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพียงไร

ลักษณะของมาตรฐานส่วนประมาณค่ามีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนหรือทักษะ ความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่าระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึง พฤติกรรมอะไรหรือต้องมี ลักษณะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งไว้ในใจจึงเหมือนกับจัดตำแหน่งเปรียบเทียบ ระหว่างกลุ่มได้ เพราะใช้ผู้ประมาณค่าเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และสามารถใช้กับกลุ่ม ๆ ได้ แต่มีข้อจำกัดเหมือนกัน เช่น ผู้ประมาณค่าต้องฝึกฝนมาพอสมควรจึงจะได้เหมาะสม ต้องรู้และ ระลึกอยู่เสมอว่ากำลังประมาณค่าคุณสมบัติใด บางทีมาตรฐานเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น เมื่อใช้หลายคน ประมาณค่านักเรียนกลุ่มเดียวกัน หรือนำค่าประมาณค่าเปรียบเทียบกันต้องตั้งเกณฑ์ให้เป็น มาตรฐานเดียวกัน สำหรับประมาณค่าแต่ละระดับของมาตรฐานส่วนประมาณค่าทั้งแบบ 3, 5 และ 7

1. มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scales) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลขหรือวงกลมรอบตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรมโดยปกติจะอธิบาย ความหมายของตัวเลขไว้ก่อนในตอนต้น และใช้ความหมายเดียวกันทุกมาตรฐาน อาจจะใช้กี่ระดับ ก็ได้แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3-9 ระดับ และมักใช้จำนวนคี่เพื่อให้ค่าตรงกลางแทนค่าเฉลี่ย ของมาตรฐานนั้น

2. มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scales) แบบนี้จะเป็นการ บรรยายบอกระดับคุณลักษณะนั้นไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนคี่คือ 3, 5, 7 เมื่อเลือกว่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นตรงกับระดับใดก็บันทึกเครื่องหมายลงที่ระดับนั้น

3. มาตรฐานส่วนประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scales) แบบนี้จะถามคุณลักษณะ ใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้ แล้วมีระดับความเข้ม ความถี่ โดยแบ่งช่วงระดับแล้วมีคำบรรยายอยู่ ข้างใต้ด้วย ผู้วัดจะต้องพิจารณาว่านักเรียนมีคุณลักษณะตรงกับช่วงระดับใดก็บันทึกสรุปในช่วงนั้น ซึ่งต่างจากมาตรฐานประมาณค่าแบบตัวเลขตรงที่ใช้คำสั่งต่างๆ แทนรหัสเลข

#### 2.4.4 การสร้างมาตรฐานส่วนประมาณค่า

การสร้างมาตรฐานส่วนประมาณค่า ก็เช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือวัดอื่นๆ ที่มุ่งให้ค่าวัดหรือ ค่าที่จะประมาณได้เป็นค่าที่เป็นความเที่ยงตรง และเชื่อมั่นได้สูงเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุด และยังมี คุณสมบัติอื่นๆ ประกอบอีก ความเป็นปรนัยใช้เหมาะสมกับสิ่งที่จะประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนน้อย ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอน ในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้ ถ้าทำการกำหนดจุดประสงค์ก่อนการเรียนในพฤติกรรมวัดได้ สังเกตก็จะช่วยให้สามารถนิยามตัวแปรที่จะประมาณค่าได้ชัดเจนในรูปนิยามเชิงปฏิบัติการได้ง่ายขึ้น แล้วนำไปสร้างมาตราส่วนประมาณค่าได้สะดวกขึ้น

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะ หรือตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนดค่าได้รับความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น กล่าวคือ ต้องเลือกตัวแปรสำคัญนั่นเอง ตามปกติจะเลือกตัวแปรย่อยๆ ไว้หลายๆ แล้วคัดเลือกให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์กับกลุ่มเวลา เครื่องมือ เป็นต้น และพยายามเลือกตัวแปรที่สังเกตยาก

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ เมื่อเลือกตัวแปรได้แล้วต้องเลือกนิยามตัวแปรที่จะวัดเหล่านั้นออกมาเป็นตัวแปรวัดได้ สังเกตได้ เป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ที่เลือกไว้ การนิยามเชิงปฏิบัติการทำให้มาตราส่วนประมาณค่ามีความเป็นปรนัยดีขึ้น บางกรณีอาจต้องแยกนิยามเชิงปฏิบัติการให้แก่ผู้ประมาณค่า (Rater) ต่างหาก

4. การกำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกประมาณค่ามีน้ำหนักต่อความสำเร็จต่างกัน จึงควรจะต้องมีการถ่วงน้ำหนักตัวแปรต่างๆ การให้น้ำหนักนี้มักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5. เลือกและสร้างมาตราส่วนประมาณค่าที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 จะนำค่าที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้อย่างไร ตัดสินใจเปรียบเทียบรวม หรือแยกระหว่างตัวแปรย่อย

5.2 ความสามารถของผู้ประมาณค่าใช้เครื่องมือที่นั่นสูงต่ำเพียงไร

5.3 ตัวแปรที่จะตัดมีลักษณะเช่นไร แยกกว้าง สังเกตได้ยากเพียงไร

5.4 สถานการณ์ประมาณค่า เช่น ขณะแข่งขัน ขณะซ้อม กลุ่มเล็กใหญ่ เป็นต้น

5.5 เครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประมาณค่า เช่น เครื่องมือในการเล่น ผู้ช่วยเวลา เป็นต้น

6. เลือกจำนวนระดับของมาตราส่วนประมาณค่าการเลือกใช้จำนวนขั้นของมาตราส่วนประมาณค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่าสามารถจำแนกได้เพียงตรงเพียงไร ส่วนใหญ่ระหว่าง 3 ขั้น หรือ 3 ระดับ แล้วใช้จำนวนนี้เพื่อมีจุดกลางเป็นหลักในการพิจารณาได้ (สมถวิล ชาญชัย. 2527) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างมาตราส่วนประเมินค่าดังนี้

6.1 กำหนดเนื้อหาที่จะประเมินตามธรรมชาติของเนื้อหา หรือคุณลักษณะของกิจกรรมนั้น

6.2 กำหนดจำนวนระดับที่จะประเมินค่า

6.3 กำหนดนิยามหรือความหมายของแต่ละระดับ

6.4 โอกาสที่จะประเมินนักเรียนแต่ละระดับเท่ากัน

6.5 ไบบนที่กการประเมินต้องเตรียมใ้งานต่อการประเมินนักเรียนแต่ละคน

6.6 จะต้องมีกรเลือกและผู้ฝึกที่จะทำการประเมินค่า

Hopkins and Antes. (1979 : 175) ได้เสนอแนะสำหรับการสร้างมาตราส่วน  
ประมาณค่าดังนี้

1. หลีกเลียงการใช้ช่วงคะแนน 2-3 ระดับ
2. ระบุความหมายของแต่ละระดับบนมาตราส่วน และทำเครื่องหมายระหว่างคะแนน  
ที่ต้องการจะตีความหมาย
3. เลือกใช้ข้อความที่ผู้สังเกตสามารถเข้าใจได้ตรงกับพฤติกรรมที่จะวัด

#### 2.4.5 การวัดผลภาคปฏิบัติ

ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอนการวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด ซึ่งสามารถวัดผลได้ 2 แบบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและลักษณะวิชาที่สอนคือ (ไพศาล ห่วงวานิช, 2526 : 89)

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในรูปการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)”
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)”

การวัดภาคปฏิบัติหรือความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียน เป็นการวัดที่ให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมตรงออกมาด้วยการกระทำ โดยถือว่าการปฏิบัติเป็นความสามารถในการผสมผสานหลักการวิธีการต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาให้ปรากฏออกมาเป็นทักษะ (Skill Outcomes) การวัดภาคปฏิบัติมีวิธีดังนี้

##### 2.4.5.1 วิธีการวัด

เมื่อต้องการทราบว่า ผู้เรียนเรียนรู้หลักและวิธีการในการปฏิบัติสิ่งใดแล้วจะสามารถปฏิบัติจริงได้หรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติควรจะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติสิ่งนั้นจริงๆ โดยให้ออกมาเป็นผลงานหรือให้สังเกตได้ หลักความสำคัญในการวัดภาคปฏิบัติก็คือ ต้องกำหนดงานขึ้นมาให้ผู้เรียนได้เรียน ได้ปฏิบัติจริง งานที่กำหนดขึ้นอาจจะเป็น ได้ทั้งในแง่ความเป็นจริงหรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงหรือให้เป็นงานตัวอย่าง หรือเป็นงานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำลองของจริง (Work Sample) เช่น การเขียนภาพ การตัดเสื้อ การสานพัด การตอนต้นไม้ เป็นต้น หรืออาจเป็นงานสมมุติหรือเลียนแบบของจริง (Simulated Work) ก็ได้ เช่น การจำลองแบบบ้าน การปั้นรูปผลไม้ เป็นต้น ดังนั้นการวัดภาคปฏิบัติจึงมีความสำคัญอยู่ที่การกำหนดงานให้ผู้เรียนปฏิบัติซึ่งมีหลักดังนี้

1. ควรเป็นงานที่บอกระดับทักษะ หรือความสามารถในการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง งานนั้นสามารถจำแนกความสามารถของผู้เรียนได้ นั่นคือ งานนั้นต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไป เพราะจะทำให้ผลงานที่ได้ออกมาเหมือนกันหมดทุกประเภทและทุกคน

2. ควรเป็นงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติโดยตรงใช้ทักษะด้านต่าง ๆ ประกอบกันหรือนำมาผสมผสานกันจึงจะดี เป็นงานที่มีความสำคัญเพียงพอที่จะกำหนดเป็นตัวแทนในการปฏิบัติสิ่งอื่น ๆ ได้ด้วย

3. ควรพิจารณาลักษณะงานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติว่า เป็นงานที่ควรจะทำปฏิบัติเป็นรายบุคคลทีละคน หรือสามารถปฏิบัติเป็นกลุ่มหรือพร้อม ๆ กันไป เพื่อให้การวัดนั้นถูกต้อง และสามารถให้คะแนนได้อย่างเชื่อมั่นได้

4. งานที่กำหนดควรให้อยู่ในวิสัยที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ และผู้สอนก็สามารถจัดสถานการณ์ เพื่อการปฏิบัติได้อย่างแท้จริง

5. ควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจงานที่จะปฏิบัติอย่างชัดเจนก่อนทุกครั้งไป เช่น ควรบอกจุดมุ่งหมายของขอบข่ายของงาน ผลที่ต้องการ เครื่องมือที่จะใช้ เงื่อนไขต่างๆ ในการปฏิบัติ เวลาที่จะใช้ในการปฏิบัติ รวมทั้งการพิจารณาหรือการตรวจให้คะแนน เป็นต้น

#### 2.4.5.2 การตรวจภาคปฏิบัติ

ความยุ่งยากประการหนึ่ง ในการวัดภาคปฏิบัติก็คือ การตรวจให้คะแนนซึ่งมักจะขาดความเชื่อมั่น ทั้งนี้เพราะโดยปกติแล้วผู้สอนนิยมให้คะแนนผลงานการปฏิบัติของผู้เรียน โดยใช้วิธีการสังเกตแล้วตัดสินใจให้คะแนนทันที ย่อมจะเกิดความผิดพลาดได้ง่าย การตรวจภาคปฏิบัติที่ดีนั้นควรมีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติ ควรตรวจหรือให้คะแนนทั้ง 2 ด้าน คือ

1.1 วิธีปฏิบัติ (Procedure of Process) ได้แก่ ผลผลิตหรือสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติ เช่น ขั้นตอนในการปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ ทักษะการใช้เครื่องมือ กรรมวิธีในการปฏิบัติ เวลาที่ใช้ปฏิบัติ เป็นต้น

1.2 ผลปฏิบัติ (Product or Output) ได้แก่ ผลผลิตหรือสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติ ควรพิจารณาอย่างรอบคอบทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น จำนวนงานที่ได้ ความงาม ความถูกต้อง ความคิดริเริ่มประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น

2. การตรวจผลงานภาคปฏิบัติในแต่ละรายวิชา ย่อมเน้นความสำคัญของวิธีปฏิบัติ ผลปฏิบัติแตกต่างกัน ดังนั้น ผู้สอนต้องพิจารณาก่อนว่า การปฏิบัติของรายวิชานั้น ๆ ควรเน้นหนักทางด้านใด เพื่อจะกำหนดอัตราส่วนของความสำคัญของแต่ละด้านไว้ให้แน่นอนก่อน

3. ควรตั้งหลักเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างชัดเจน โดยกำหนดรายละเอียดต่างๆ ที่จะให้พิจารณาในการให้คะแนนไว้อย่างครบถ้วนเหมาะสม

#### 2.4.5.3 วิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติ

ไม่ควรตรวจให้คะแนนผลงานโดยใช้เพียงการสังเกตแล้วให้คะแนนทันที เพราะจะทำให้คะแนนที่ได้มีความเชื่อมั่นต่ำ และไม่ตรงกับความเป็นจริง วิธีการตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติที่นิยมใช้มีอยู่ 2 วิธี คือ

1. ใช้แบบสำรวจรายการ (Checklist) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติทั้งในด้าน วิธีปฏิบัติ และผลปฏิบัติ โดยใช้วิธีกำหนดรายการหรือรายละเอียดต่างๆ ของวิธีทำหรือผลปฏิบัติ ขึ้นมา เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน โดยพยายามกำหนดสิ่งที่สำคัญ ของการปฏิบัติในครั้งนั้นๆ ออกมาเป็นข้อๆ หรือเป็นรายการ (List) แล้วก็พิจารณาการปฏิบัติหรือผลงานของผู้เรียนแต่ละคน ตามรายการที่กำหนดไว้ นั้น ว่าแต่ละเรื่องแต่ละรายการนั้นผู้เรียนปฏิบัติเป็นอย่างไร แล้วบันทึกผลการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นคะแนน หรือตรวจผลงานเป็นระดับก็ได้ เช่น ดี-ไม่ดี หรือใช้ได้-ต้องแก้ไข หรือดี-พอใช้-ไม่ดี เป็นต้น

2. ใช้การจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) ใช้สำหรับตรวจให้คะแนนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นคุณค่าหรือคุณภาพต่าง ๆ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับการให้คะแนนการปฏิบัติในด้านที่เป็นผลปฏิบัติมากกว่าวิธีการปฏิบัติ หลักสำคัญของการจัดอันดับคุณภาพก็คือ พยายามประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยการเปรียบเทียบกันในกลุ่มเพื่อจัดอันดับ แล้วจึงแปลงอันดับที่ได้ออกมาเป็นคะแนน มีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

2.1 พิจารณาผลงานแต่ละคนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วตัดสินว่างานนั้นมีคุณภาพดีหรือปานกลางหรือไม่ดี แยกเป็นสามกลุ่ม

2.2 พิจารณาผลงานในแต่ละกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบและจัดอันดับผลงานเหล่านั้น โดยจัดอันดับผลงานไปที่ละกลุ่มจนครบทั้งสามกลุ่ม

2.3 นำอันดับทั้งหมดมาเรียงต่อกันไป จะได้ผลงานที่ยอดเขี่ยอันดับหนึ่ง สอง สาม ไปจนถึงอันดับสุดท้ายของกลุ่ม

2.4 แปลงอันดับของผลงานที่เรียงไว้ทั้งหมด ออกมาเป็นตำแหน่งร้อยละ (Percent Position) ซึ่งเป็นการจัดอันดับของผลงานเหล่านั้น โดยคิดผลงานทั้งหมดเป็น 100 ขึ้น ดังนั้น ตำแหน่งร้อยละที่ได้ออกมาจะบอกให้ทราบว่างานชิ้นนี้ได้อันดับในกลุ่มจะกลายเป็นอันดับที่เท่าไร

2.5 แปลงตำแหน่งร้อยละเป็นคะแนน โดยใช้บัญชีสำหรับการแปลงอันดับคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการวัดผลในภาคปฏิบัติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ วัดความสามารถด้านทักษะของผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะ เรื่อง วัดตัวมิเตอร์วัดค่า อาวาร์มิเตอร์ ซึ่งเป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นความสามารถด้านการปฏิบัติเป็นหลัก ในการประเมิน แบบทดสอบวัดผลภาคปฏิบัติที่สร้างขึ้นควรใช้วิธีการตรวจผลงานภาคปฏิบัติให้เกิดความเชื่อมั่นได้ โดยใช้วิธีการตรวจให้คะแนนแบบสำรวจรายการโดยกำหนดรายการต่าง ๆ ของผลปฏิบัติขึ้นมาเพื่อ เป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ (2544 : 92) พัฒนาระบบปฏิบัติการ Windows NT Server โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึก ความสามารถที่นำมาใช้เป็นสื่อร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึก สามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ แต่ละหน่วยการฝึกจากการวัดความสามารถ โดยครูฝึก สามารถฝึกทักษะการปฏิบัติผ่านเกณฑ์ แต่ละหน่วยการฝึก จากการวัดความสามารถโดยครูฝึก กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า มีผู้เข้ารับการฝึก จำนวน 17 คน สามารถผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 85 ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เรื่องการ ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows NT Server เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

ยุทธศักดิ์ สัมพมาศ (2543 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ แบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ ทำการสร้าง และพัฒนาพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ โปรแกรมโฟโต้ชอป เรื่องการตกแต่งด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ ที่นำมาใช้เป็นสื่อในการฝึกอบรม ร้อยละ 80 ของผู้เข้าฝึกอบรมสามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ในการวิจัยได้นำไปทดลองกับกลุ่ม ตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาตรี สาขาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 230 คน ผลการทดลอง พบว่า มี กลุ่มตัวอย่างที่เรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่าง ในการทดสอบสมมติฐาน พบว่า จำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากเนื้อหา และเกิดทักษะจากการฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนสามารถเรียนและทบทวนบทเรียนได้ เมื่อผู้เรียนพบปัญหาสามารถสอบถามได้จากครูฝึก แล้วทำการฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญและปฏิบัติงานจริงได้ สามารถประเมินผลผู้เรียนจากการวัดความสามารถจากผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียน ทั้งการทดสอบในภาคทฤษฎี และแบบทดสอบวัดรายการความสามารถภาคปฏิบัติ

สำหรับการสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดต์มิเตอร์วัดต์อวาร์มิเตอร์ ในครั้งนี้จะใช้โปรแกรมสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบอินเตอร์แอคทีฟ (Interactive) เป็นโปรแกรมที่ช่วยสร้างบทเรียนแบบสาธิตการทำงานได้เหมือนจริงและสามารถนำไปใช้กับ โปรแกรม Macromedia Authorware, Macromedia Flash MX 2004 ที่สามารถสร้างผลงานได้หลากหลาย Format โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Format Flash ซึ่งเหมาะทั้งสำหรับเผยแพร่ในเว็บ ไซด์และบนสื่อมัลติมีเดียอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็น CD หรือ DVD และยังสามารถสร้างและจัดการคำถามแบบต่างๆ ทั้งในแบบเติมคำ (Fill in the blank)แบบจับคู่ (Matching) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) โดยสนับสนุนการสร้างภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ไฟล์วีดิโอ และกราฟิก สามารถใช้เสียงประกอบบทเรียน ทำให้สามารถสร้างบทเรียนที่เป็นมัลติมีเดียได้

นอกจากนี้บทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเองทีละขั้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎีของบทเรียนและนำมาใช้ในการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญและทักษะ สามารถเป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง) จำนวน 66 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 2 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 21 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

3.2.1 บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3.2.2 แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติ

### 3.2.1 การสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะโดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลในส่วนของเนื้อหาเรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มาเพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างของเนื้อหา

2. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียนเพื่อเป็นมาตรฐานการวัด โดยเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาเนื้อหาเรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3. ออกแบบเนื้อหาบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ โดยการกำหนดอันดับไว้และเขียนรายละเอียดเนื้อหาเรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. นำเนื้อหาเรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอ

5. สร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องวัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรมสร้างบทเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

6. นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

7. นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมินคุณภาพของด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

#### 7.1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. นายวรพจน์ สิทธิไกรพงษ์ | หัวหน้าแผนกมิเตอร์และหม้อแปลง<br>การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 ภาคกลาง<br>จังหวัด ชลบุรี                  |
| 2. นายภูวคณ เปี่ยมจาด     | หัวหน้าคณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์<br>แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง<br>วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง)       |
| 3. นายกฤษชนน ประทุมพันธุ์ | อาจารย์ประจำคณะวิชาไฟฟ้าและ<br>อิเล็กทรอนิกส์ แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง<br>วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7.2 รายชื่อนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. รศ.อรรถพร อุทธิเกิด         | รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์<br>อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี<br>พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง     |
| 2. รศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล    | รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์<br>อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี<br>พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง     |
| 3. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์<br>อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี<br>พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

## 7.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องวัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และแบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีระดับการวัด 5 ระดับ (Scale) คือ ดีมาก ดีปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง ในแบบประเมินคุณภาพผู้วิจัยแบ่งระดับความคิดเห็น โดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินตามเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

4.50 – 5.00 หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
3.50 – 4.49 หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
2.50 – 3.49 หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
1.50 – 2.49 หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
1.00 – 1.49 หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ในการประเมินคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้านจะต้องได้เกณฑ์ ( $\bar{X}$ ) ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไปจึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัตต์อวาร์มิเตอร์ที่สร้างขึ้นได้ผ่านตรวจสอบประเมินคุณภาพของบทเรียนจากทรงคุณวุฒิ โดยผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนในด้านเนื้อหา มีคุณภาพของบทเรียน  $\bar{X} = 4.58$  และมีค่า S.D = 0.31 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากและผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนในด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีมีคุณภาพของบทเรียน  $\bar{X} = 4.21$  และมีค่า S.D = 0.29 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (ดังภาคผนวก ค)

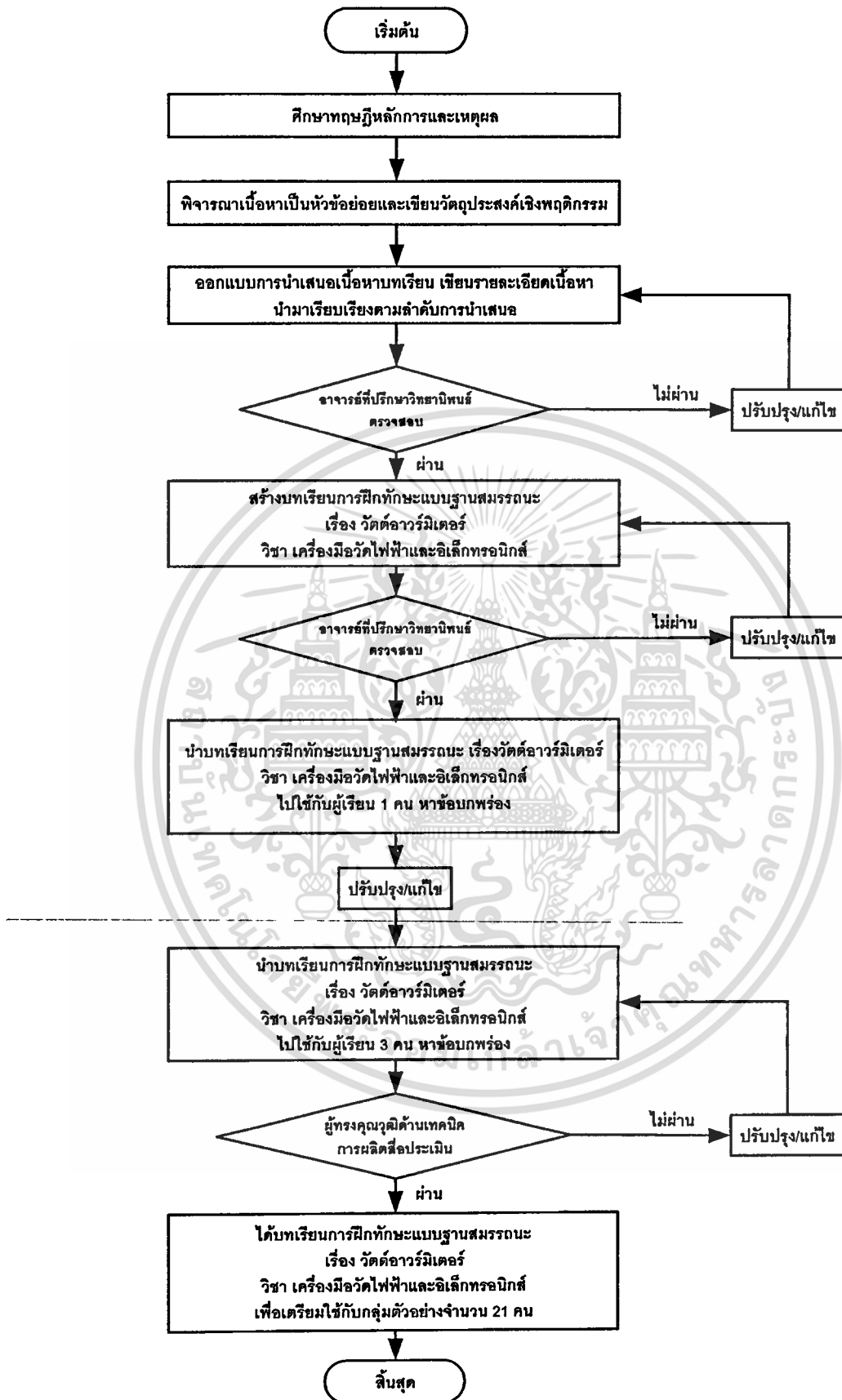
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค้อวาร์มีเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 1 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง หาข้อบกพร่องพบปัญหาและข้อบกพร่องคือ คำถามในแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติยังไม่ชัดเจนในบางข้อ จึงต้องทำการแก้ไขปรับปรุงให้สามารถอ่านแล้วเข้าใจได้ง่ายขึ้นและมีการปรับเปลี่ยนในส่วนของบทเรียนในหัวข้อส่วนประกอบของวัดค้อวาร์มีเตอร์ให้มีรายละเอียดของหน้าที่การทำงานในแต่ละส่วนประกอบเพิ่มมากขึ้น

9. นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค้อวาร์มีเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์แก้ไขปรับปรุง

10. นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค้อวาร์มีเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง หาข้อบกพร่องแก้ไขปรับปรุง พบปัญหาและข้อบกพร่องคือ ในหน้าของบทเรียนมีสีที่ตัดกันมากเกินไปจึงต้องปรับเปลี่ยนสีของพื้นหลังของบทเรียน ในบทเรียนส่วนของวิดีโอขนาดเล็กไปต้องการให้มีขนาดใหญ่กว่าเดิมและเสียงดนตรีมีเสียงดังมากกว่าเสียงบรรยายจึงต้องทำการปรับระดับความดังของเสียงดนตรีลดลงและเพิ่มความสว่างของภาพมากขึ้น

11. นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค้อวาร์มีเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์

วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 สร้างแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ

#### มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดรายการฐานสมรรถนะจากหนังสือ และเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. สร้างแบบประเมินรายการสรรรถนะทางการเรียนภาคปฏิบัติ โดยให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยแบบประเมินรายการสรรรถนะทางการเรียนมีลักษณะ เป็นแบบสำรวจรายการ (Checklist) และมีการประเมินรายการสมรรถนะการปฏิบัติงาน ดังนี้

คะแนน 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

คะแนน 0 หมายถึง ไม่มีความสามารถในการปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

จากนั้นนำมาหาความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมินรายการสมรรถนะทางการเรียน

4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องเพื่อหาความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของวัดรายการฐานสมรรถนะทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538:177) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่านและใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นและคำนวณจากสูตรดังนี้

1. นายวรพจน์ สิทธิไกรพงษ์ หัวหน้าแผนกมิเตอร์และหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 ภาคกลาง จังหวัด ชลบุรี
2. นายภูวคณ เปี่ยมจาด หัวหน้าคณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง)
3. นายกฤษชชนน ประชุมพันธ์ อาจารย์ประจำคณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง)

ระดับคะแนน 1 รายการประเมินที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ระดับคะแนน 0 รายการประเมินที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

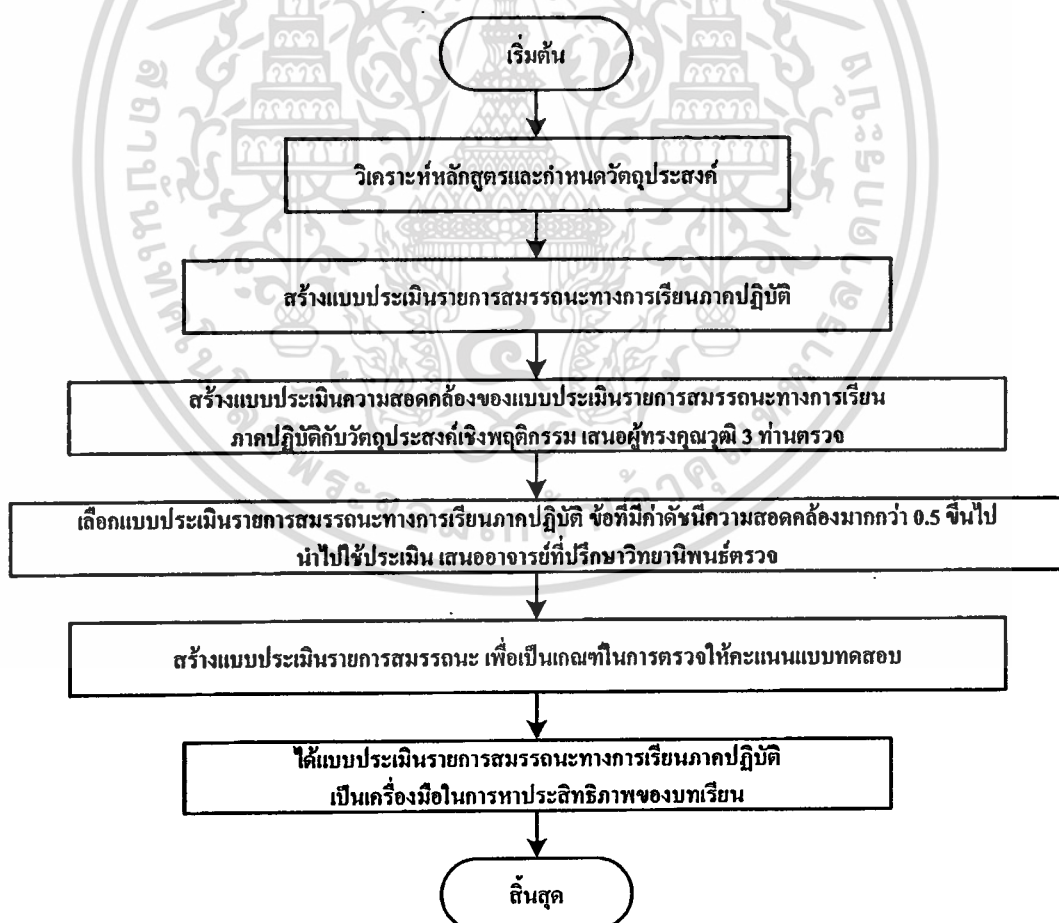
ระดับคะแนน 1 รายการประเมินที่แน่ใจว่า ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อ  $IOC$  = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถกับ  
 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม  
 $\sum R$  = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน  
 $n$  = จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

5. นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิให้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าวัดรายการสมรรถนะฐานภาคปฏิบัติมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์โดยได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติมีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1.0 แสดงว่ามีความสอดคล้อง



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผู้วิจัยได้นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสากรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เสนอผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิค จุฬารักษ์ (ลาดขวาง) เพื่อขออนุญาตประสานงานในการทำวิจัยและขอความร่วมมือในการใช้กลุ่ม ตัวอย่าง สถานที่ อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสากรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. จัดเตรียมอุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.1 เตรียมสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

3.2 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

4. การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างดำเนินการดังนี้

4.1 จัดเตรียมระบบมัลติมีเดีย การนำเสนอบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มีเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 21 ชุด และแบบวัดรายการ สมรรถนะฐาน จำนวน 21 ชุด พร้อมทั้งจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์จริงชนิดต่างๆ ค่าต่างๆ เพื่อให้ กลุ่มตัวอย่างทดลองระหว่างการศึกษาบทเรียน

4.2 แนะนำกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับการใช้บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มีเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และการประเมินความสามารถการปฏิบัติ ตามแบบวัดรายการฐานสมรรถนะ

4.3 ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มีเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ทำการเรียน โดยอิสระ ไม่จำกัดเวลา เมื่อผู้เรียนเรียนจบ และมีความพร้อมเข้ารับการวัดฐานสมรรถนะ อาจารย์ผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา บันทึกผลลงในแบบประเมินรายการ ฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บทเรียนแต่ละหน่วยคิดเป็นร้อยละ

4.4 เมื่อกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จนครบหน่วยการเรียนรู้และมีความพร้อมเข้ารับการประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติให้กลุ่มตัวอย่างทำการปฏิบัติตามหัวข้อบทเรียน จากการประเมินผลการปฏิบัติงานในหน่วยการเรียนรู้ของผู้สอนสังเกตการปฏิบัติงานของผู้เรียน ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณำบันทึกผลลงในแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติตามเกณฑ์ที่ใช้พิจารณำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนครบทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ ถูกต้องของคะแนน
2. หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินรายการสมรรถนะฐานภาคปฏิบัติ กับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
4. หาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตามสมมติฐาน คือ บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะโดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกทักษะปฏิบัติด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

#### 3.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
  - 1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540: 183) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ย
	$\sum fx$	=	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	N	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540: 204) โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $S.D.$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$x$  = ข้อมูลแต่ละจำนวน

$f$  = ความถี่

$\Sigma$  = ผลรวม

$n$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดต์มิเตอร์และวัดต์อ่าวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ได้ผลของการประเมิน สรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>1. เนื้อหาและการนำเสนอ</b>			
1.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	4.33	0.58	ดี
1.2 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.6 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.67	0.58	ดีมาก
1.7 ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.8 ความเพียงพอของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
<b>ระดับค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.58</b>	<b>0.31</b>	<b>ดีมาก</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 แสดงว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
<b>1. ด้านภาพและตัวอักษร (Multimedia)</b>			
1.1 ความเหมาะสมของภาพ ขนาด/ความหมาย/สี	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของสีและความชัดเจนของภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของตัวอักษร ขนาด/ความหมาย/สี	3.63	0.58	ดี
1.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	4.33	0.58	ดี
1.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพ ที่ใช้ประกอบเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
<b>เฉลี่ยด้านภาพและตัวอักษร (Multimedia)</b>	4.32	0.58	ดี
เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
<b>2. ด้านวิดีโอ (VIDEO)</b>			
2.1 ความเหมาะสมของวิดีโอ ขนาด/การสื่อความหมาย	3.67	1.15	ดี
2.2 ความเหมาะสมของสีและความชัดเจนของวิดีโอ	3.33	0.58	ปานกลาง
2.3 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4.00	1.00	ดี
<b>เฉลี่ยด้านวิดีโอ (VIDEO)</b>	3.66	0.91	ดี
<b>3. ด้านเสียง (AUDIO)</b>			
3.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้อธิบายเนื้อหา มีความดังสม่ำเสมอ	4.33	0.58	ดี
3.2 ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
3.3 ความชัดเจนของเสียงที่อธิบาย	4.33	0.58	ดี
3.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา	4.33	0.58	ดี
<b>เฉลี่ยด้านเสียง (AUDIO)</b>	4.41	0.58	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D	ระดับคุณภาพ
<b>4. ด้านปฏิสัมพันธ์ (INTERACTIVE)</b>			
4.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน	3.67	0.58	ค
4.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	4.33	0.58	ค
4.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยง ระหว่างบทเรียน แต่ละหน่วยการเรียนรู้	4.33	0.58	ค
4.4 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็น มาตรฐานเดียวกัน	4.33	0.58	ค
<b>เฉลี่ยด้านปฏิสัมพันธ์ (INTERACTIVE)</b>	4.16	0.58	ค
<b>5. ด้านอื่นๆ</b>			
5.1 การออกแบบจอภาพแต่ละกรอบเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4.33	0.58	ค
5.2 การออกแบบจอภาพน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	4.33	0.58	ค
5.3 ความเหมาะสมของการผสมผสานสื่อประเภท ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงใน บทเรียน	4.33	0.58	ค
<b>เฉลี่ยด้านอื่นๆ</b>	4.33	0.58	ค
<b>ระดับค่าเฉลี่ยรวม</b>	4.21	0.29	ค

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อทั้ง 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 แสดงว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี

#### 4.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 21 คน โดยให้ผู้เรียนทำการทดสอบภาคปฏิบัติ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออาร์ มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

คน/ ลำดับที่	ภาคทฤษฎี คะแนนเต็ม 25 คะแนน	ภาคทฤษฎี คิดเป็นร้อยละ (50%)	ภาคปฏิบัติ คะแนนเต็ม 28 คะแนน	ภาคปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ (50%)	คะแนนรวม ร้อยละ (100%)
1	21	42.00	28	50	92.00
2	20	40.00	28	50	90.00
3	21	42.00	28	50	92.00
4	21	42.00	28	50	92.00
5	22	44.00	28	50	94.00
6	21	42.00	28	50	92.00
7	21	42.00	28	50	92.00
8	19	38.00	28	50	88.00
9	22	44.00	28	50	94.00
10	22	44.00	28	50	94.00
11	19	38.00	25	44.64	82.64
12	20	40.00	26	46.43	86.43
13	20	40.00	28	50	90.00
14	21	42.00	28	50	92.00
15	17	34.00	24	42.86	76.86
16	19	38.00	26	46.43	84.43
17	16	32.00	25	44.64	76.64
18	19	38.00	27	48.21	86.21
19	19	38.00	27	48.21	86.21
20	18	36.00	28	50	86.00
21	16	32.00	24	42.86	74.86
<b>รวม</b>	<b>414</b>	<b>39.43</b>	<b>568</b>	<b>48.30</b>	<b>87.73</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 คือ คะแนนภาคปฏิบัติ ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะ  
 แบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 21 คน  
 ภาคทฤษฎีผู้เรียนได้ศึกษาจากบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์  
 ที่สร้างขึ้นหลังจากนั้นจะทำการทดสอบภาคปฏิบัติโดยเข้ารับการประเมินจากครูฝึก โดยใช้  
 แบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ มีคะแนนเฉลี่ยของบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 87.73

สรุปผลจากการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง  
 วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีคะแนนเฉลี่ยของบทเรียนคิดเป็นร้อยละ  
 87.73 และมีผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินภาคปฏิบัติ จำนวน 18 คน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 คน  
 ภาคปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 89.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 ขึ้นไปของผู้เข้ารับการฝึก  
 แสดงว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและ  
 อิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้



## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีสาระสำคัญในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

### 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

5.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

### 5.2 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำมาใช้เป็นบทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน โดยร้อยละ 80 ของผู้เรียนเมื่อฝึกปฏิบัติด้วยบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

### 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง) จำนวน 66 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 2 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 21 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

## 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองประกอบด้วย

5.4.1 บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

5.4.2 แบบประเมินรายการสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อการประเมินจำนวน 9 หัวข้อ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อนี้คือ ส่วนประกอบโครงสร้างของวัตต์อวาร์มิเตอร์, การนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งาน, การอ่านหน่วยและกิโลวัตต์สูงสุด, วิธีการเช็กกิโลวัตต์, หลักในการพิจารณาติดตั้งวัตต์อวาร์มิเตอร์, ตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่, การตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน, สาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้าและข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์

## 5.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง กลุ่ม 2 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 21 คน ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2552 - 12 มีนาคม 2552 โดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

5.5.1 ติดต่อขอรับหนังสือเพื่อขออนุญาตการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.5.2 นำหนังสือขออนุญาตการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลและสาริตการปฏิบัติงานบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์รวมถึงรายการหัวข้อในการประเมินรายการสมรรถนะแจ้งให้กับกลุ่มตัวอย่างทราบ

5.5.3 แจ้งการใช้บทเรียนให้กลุ่มตัวอย่างทราบกำหนดการล่วงหน้าถึงวันที่ที่จะดำเนินการทดลองการใช้บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยกำหนดวันที่ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.5.4 นำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และแบบประเมินรายการสมรรถนะไปให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละท่านได้ทำการทดลองใช้และทำการประเมินจากผู้วิจัย

5.5.5 นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินรายการสมรรถนะ มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์โดยการหาค่าคะแนนร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

ประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยการวิเคราะห์จากร้อยละของผลคะแนนที่ได้ จากแบบประเมินรายการรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติซึ่งมีค่าคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไปจากจำนวนผู้ผ่านการทดสอบและคะแนนรวมที่สามารถทำได้

## 5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ประสิทธิภาพของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลผลคะแนนที่ได้จากแบบประเมินรายการรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ จากกลุ่มตัวอย่างสามารถทำได้คะแนนรวมคิดเป็นร้อยละ 87.73 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้

## 5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้หลักการทางทฤษฎีจากสื่อบทเรียนที่มีการแสดงเนื้อหาของวัตต์อวาร์มิเตอร์ เป็นภาพนิ่งและวิดีโอ ภาคปฏิบัติงานจริงแสดงการถอดประกอบ โดยเมื่อนักเรียนได้ศึกษาจบในหัวข้อบทเรียนทั้งหมดแล้วจะมีการทบทวนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วยแบบทดสอบและแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ โดยมีคะแนนเฉลี่ยของบทเรียนคิดเป็นร้อยละ 87.73 และมีผู้ผ่านเกณฑ์การประเมินภาคปฏิบัติ จำนวน 18 คน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 คน ภาคปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ 89.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 80 ขึ้นไปของผู้เข้ารับการฝึกแสดงว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สามารถให้ความรู้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และสามารถให้ทักษะในการฝึกภาคปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการมีขั้นตอนการออกแบบและการพัฒนาโมดูลการฝึก CBST (พิชัย สดกภิบาล กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม 2543: 11-14) มาประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพโดยยึดหลักการ 5 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนคือ การเรียนรู้ (Knowledge) แสดง (Show) ปฏิบัติงานจริง (Do) ทบทวน (Review) และ ทดสอบให้ผ่าน (Pass Through) จึงทำให้บทเรียนที่สร้างขึ้นมีมาตรฐานในการประเมินหาค่าดัชนี ความสอดคล้องที่ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบประเมินรายการสมรรถนะ ภาคปฏิบัติและ ได้มาตรฐานในด้านเนื้อหาวิชาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ รัช จันทรสุวรรณ (2550 : 50) ได้สร้างบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการบริการ ติดตั้งเครื่องเสียบรถยนต์ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการบริการ ติดตั้งเครื่องเสียบรถยนต์ มีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 94 แสดงว่าบทเรียนฝึกทักษะแบบฐาน สมรรถนะเรื่องการบริการติดตั้งเครื่องเสียบรถยนต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จึงสรุปได้ว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือ วัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 87.73 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้

## 5.9 ข้อเสนอแนะ

### 5.9.1 ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะในการนำไปใช้งาน

5.9.1.1 บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ที่สร้างขึ้น ควรจะต้องผสมผสานกับระบบมัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์

5.9.1.2 ควรให้ผู้เรียนใช้บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

5.9.1.3 ผู้เรียนจะต้องศึกษาวิธีการใช้งานบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ เพื่อให้เข้าใจการใช้งานได้อย่างถูกต้อง

5.9.1.4 ควรจะศึกษาบทเรียนที่สร้างขึ้นให้ครบทุกขั้นตอนตามที่กำหนด เรียงตามลำดับ เพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้เนื้อหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์

### 5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.9.2.1 การสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ ควรเพิ่มเติมภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนให้มากขึ้น เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน

5.9.2.2 การสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อ่าวร์มิเตอร์ ควรเพิ่มในส่วนของเนื้อหาในภาคปฏิบัติให้มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้นให้ผู้เรียนจะสามารถฝึก ทักษะได้หลากหลายยิ่งขึ้น

5.9.2.3 การสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ ควรเพิ่มเติมในส่วนของแบบประเมินรายการสมรรถนะภาคปฏิบัติ ให้มีรายละเอียดของรายการสมรรถนะเพิ่มขึ้น จะได้ปฏิบัติตามรายการสมรรถนะได้ดีมากขึ้น

5.9.2.4 การสร้างบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ ควรเพิ่มในส่วนของภาพวิดีโอการถอดและประกอบวัดต์อวาร์มิเตอร์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเสีกลงได้ ควรมีปุ่มหยุดการนำเสนอ การนำเสนอก่อนหน้าและย้อนหลังได้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนวิธีการถอดและประกอบวัดต์อวาร์มิเตอร์ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

5.9.2.5 ควรนำบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนในวิทยาลัยอื่นๆ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพให้ได้มาตรฐานที่สูงขึ้น

5.9.2.6 ควรมีการศึกษาวิจัยและสร้าง บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ แบบสถานการณ์จำลองในเนื้อหาวิชาต่างๆ

5.9.2.7 ควรมีการพัฒนาบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ ที่สร้างขึ้นให้สามารถนำไปใช้ในระบบอินเทอร์เน็ตได้

5.9.2.8 สำหรับแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติที่ใช้ประเมินผู้เรียน ควรมีเกณฑ์การประเมินให้ระดับมากขึ้น เพื่อที่จะแย่งความแตกต่างของฐานสมรรถนะของผู้เรียน ได้ละเอียดมากขึ้น

## บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. คู่มือการพัฒนาโมดูลการฝึก CBST. (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวง  
แรงงานและสวัสดิการสังคม 2543: 6 - 20)
- คู่มือการพัฒนาโมดูลการฝึก CBST (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม  
2543: 11-14)
- ธวัช จันทร์สุวรรณ. (2550: บทคัดย่อ) บทเรียนฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการบริการติดตั้ง  
เครื่องเสียบรถยนต์ วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม  
ไฟฟ้าสื่อสาร กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- นักรศ สุเรือง . เครื่องวัดพลังงานและกำลังไฟฟ้า (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 2 จังหวัด ชลบุรี)  
นิกา เมธธาวิชชัย. 2536. การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- ปัทมาพร พุ่มทับทิม (2550: บทคัดย่อ) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
เรื่องติดตั้งอินเวอร์เตอร์ฮีตปั๊ม รุ่น SJ200.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. 2526. การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์และคณะ. เครื่องมือวัดไฟฟ้า (เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์),  
กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2548
- พิชัย สดกภิบาล. 2543. คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. กระทรวงแรงงาน  
และสวัสดิการสังคม. ประเทศไทย.
- ไพศาล หวังพานิช. 2526. การวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- มงคล ยศสุนทร. 2550. คู่มืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องการจัดตั้งระบบบาร์โค้ดแบบไร้สาย. วิทยานิพนธ์  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร กรุงเทพฯ : สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- มาลัย จีร์วัฒนเกษตร์. 2549. การวัดและการประเมินการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- ยุทธศักดิ์ สันตมาศ. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์  
โปรแกรมโฟโตชอป เรื่อง การตกแต่งภาพด้วยอุปกรณ์ในกล่องเครื่องมือ” วิทยานิพนธ์  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและ  
เทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.  
รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิธีวิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์.  
รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2536. คู่มือการทำวิจัยทางการศึกษา (Manual for Education  
Researches.) พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.  
ลิขสิทธิ์ ทองเพ็ญ (2544: 92) พัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถ เรื่องการติดตั้ง  
ระบบปฏิบัติการ Windows NT Server.  
วัชระ สมจิตร . หลักการทำงานของวัดต่ออวอร์มิตอร์ชนิดต่างๆ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัด  
ฉะเชิงเทรา)  
วิญญา วิศาลาภรณ์. 2530. การสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.  
วิริยา บุญชัย. 2533. การทดสอบละวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.  
สมถวิล ชาญชัย. 2527. “การสร้างแบบประเมินความสามารถในการเล่นบาสเกตบอลของ  
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต กรุงเทพฯ  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. 2526. การสอนทักษะปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ.  
Conwen, Micheal B. 1991. “Role of Feedback in Computer-Based Training (CBT)  
“Dissertation Abstract international. Dec : 121.  
Silverstein. Neil Eric. 1990. “Computer-based training: The Effect of Graphics and  
Learner Control on Retention.” Dissertation Abstract International. Jan : 130.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าพลังงาน ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายนิพนธ์ น้อยจินดา รหัสประจำตัว 47065406 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “บทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดดีมีเตอร์และวัดค้ออาร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ( Skill Practicing Lesson for Basic Capability of Watt Meter and Watthour Meter Subject Electrical and Electronic Measuring Instrument Vocational Curriculum 2002 Vocational Education Committee)” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2550

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2550

(รศ.ดร.ธีระพล แจ่มชัด)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รับที่ 00332

รับ 17 ก.พ. 2552

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนลาดสองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ที่ ศบ.0524.04/ 0368

6 กุมภาพันธ์ 2552

เรื่อง ขอบขออนุญาตระงับให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(นายเพิ่มสิน เถยศิริ)

สิ่งที่ส่งมาด้วย

1. ประดาผลกรพิมพ์รวมรายชื่อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายนิพนธ์ น้อยจินดา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัสดุไมโครและวัสดุอัจฉริยะมีเตอร์วิชมนตร์เรื่องวัสดุไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2549 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สังกัดงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา" โดยมี ศศ.ธีระภท เทพพิศลิน อดีตนายกเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นรองอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2550 คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายนิพนธ์ น้อยจินดา ทดลองใช้บทเรียนช่วยสอนคัมภีร์นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเรื่องวัสดุไฟฟ้าที่แชนิเตอร์อิเล็กทรอนิกส์และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบประเมินเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นายเพิ่มสิน เถยศิริ (นายเพิ่มสิน เถยศิริ)

(1) นายเพิ่มสิน เถยศิริ (2) นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(3) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(4) (นายเพิ่มสิน) + นายเพิ่มสิน

(5) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(6) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(7) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(8) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(9) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(10) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(11) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

(12) นายเพิ่มสิน เถยศิริ นายเพิ่มสิน เถยศิริ

ขอแสดงความนับถือ, ราบ/สังการ

อ. ตานี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระภท เทพพิศลิน) (ศรีมนตร์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04/ 0228 วันที่ ๒๕ มกราคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.อรุณฉัตร ฤทธิเกิด

ด้วย นายนิพนธ์ น้อยจินดา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดตัวเมตรและวัดต่ออาร์  
มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545  
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา" โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล  
เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ  
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนนี้ว่า  
มีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายนิพนธ์ น้อยจินดา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนด้านเทคนิคการ  
ผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยงานบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04/ 0228 วันที่ ๕3 มกราคม 2552

เรื่อง ขอลิขิตเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล

ด้วย นายมีพนธ์ น้อยจินดา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนการศึกษาทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดตัวมิเตอร์และวัดตัวอวอร์  
มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545  
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล  
เทพหัตถิม ๗ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ไพระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ  
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอลิขิตท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนนี้ว่า  
มีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายมีพนธ์ น้อยจินดา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินบทเรียนด้านเทคนิคการ  
ผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะ ได้รับคำแนะนำและชี้แจงจากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศษ 0524.04/ 0228

วันที่ 24 มกราคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรมีแสงศรี

ด้วย นายนิพนธ์ น้อยจินดา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดคัมมิเตอร์และวัดค้ออาร์  
มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545  
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล  
เทพหัตถ์สิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พิระจุณี สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความ  
สามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนนี้ว่า  
มีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายนิพนธ์ น้อยจินดา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนด้านเทคนิคการ  
ผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่ง ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 0228



คณะกรรมการผู้ค้ำจุนทุนอุดหนุนการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๔3 มกราคม 2552

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายวรพงษ์ สิทธิโกศลพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายนิพนธ์ น้อยจินดา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนการฝึกทักษะสมรรถนะฐาน เรื่อง วัตต์มิเตอร์และวัตต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” โดยมี ศศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการผู้ค้ำจุนทุนอุดหนุนการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมาลน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายนิพนธ์ น้อยจินดา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระเสกข์ ศรีเนตรสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศษ 0524.04/ 0368

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ กุมภาพันธ์ 2552

เรื่อง ขอลาอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้าคณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุทากาศ (ลาดขวาง)  
(นายภูวดล เปี่ยมจาด)

สิ่งที่ส่งมาด้วย

1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นายนิพนธ์ น้อยจินดา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ขบวนการผลิตทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดคัมมิเตอร์และวัดอาร์มิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” โดยมี ผศ.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2550 คณะกรรมการอุดมศึกษา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายนิพนธ์ น้อยจินดา ทดลองใช้บทเรียนช่วยสอนกับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยให้แบบประเมินเพื่อการวิจัยภายในคณะวิชาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศท 0524.04/ 0228

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒3 มกราคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายอดุลชนน ประทุมพันธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายนิพนธ์ น้อยจินดา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐาน เรื่อง วัดตัวมิเตอร์และวัดค่าอาร์  
มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัด ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545  
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล  
เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ เป็นอาจารย์  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ  
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ  
นายนิพนธ์ น้อยจินดา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดค่าอาร์มิเตอร์  
วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| 1. นายวรพจน์ สิทธิไกรพงษ์     | หัวหน้าแผนกมิเตอร์และหม้อแปลง<br>การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 2 ภาคกลาง<br>จังหวัดชลบุรี                  |
| 2. อาจารย์ภูวดล เปี่ยมจาด     | หัวหน้าคณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์<br>แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง<br>วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง)      |
| 3. อาจารย์กฤษชนน ประชุมพันธุ์ | อาจารย์ประจำคณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์<br>แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง<br>วิทยาลัยเทคนิคจุฬาภรณ์ (ลาดขวาง) |

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด          | รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์<br>อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า<br>เจ้าคุณทหารลาดกระบัง     |
| 2. รศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล    | รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์<br>อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า<br>เจ้าคุณทหารลาดกระบัง     |
| 3. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์<br>อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า<br>เจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ  
ภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบ โครงสร้างของ  
วัดต์อาร์ทมิเตอร์

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
1.1	บอกส่วนประกอบที่สำคัญของวัดต์อาร์ทมิเตอร์ได้	1	1	1	3	1
1.2	สามารถทำการถอดส่วนประกอบของวัดต์อาร์ทมิเตอร์ได้					
	-ทำการปลดลวดที่ผนึกด้านข้างทั้งสองด้านออกโดยใช้คีมเป็นอุปกรณ์ช่วยในการถอดจากด้านซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1
	-ใช้ไขควงปากแบนคลายน็อตด้านซ้ายและด้านขวาของกรอบหน้าปิดวัดต์อาร์ทมิเตอร์ออก จากนั้นยกส่วนของหน้าปิดออกจากส่วนของตัวเครื่อง	1	1	1	3	1
	-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตยึดฝาปิดในส่วนของท่อสายไปใช้งานออก	1	1	1	3	1
	-ทำการปลดล๊อคตัวล๊อค โดยทำการเลื่อนไปทางขวามือแล้วยกขึ้น	1	1	0	2	0.67
	-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 4 ตัวจากด้านซ้ายไปขวาเพื่อปลดชุดสายเชื่อมต่อของชุดขดลวดแรงดันและชุดขดลวดกระแสออก	1	1	1	3	1
	-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 4 ตัวจากด้านซ้ายไปขวาเพื่อถอดในส่วนของโครงสร้างชุดเฟือง ออกจากฐานของขั้วต่อสาย จากนั้นค่อยยกส่วนบนออกจากชุดขั้วต่อสาย	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมินรายการสมรรถนะ ภาคปฏิบัติ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
	-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 2 ตัว ด้านบนและด้านล่าง ที่ตัวล็อกจานหมุน ออก	1	1	1	3	1
	-ใช้ประแจเบอร์ 8 คลายน็อตตัวยึดด้านบน ของจานหมุนออก	1	1	1	3	1
	-ใช้ประแจเบอร์ 10 คลายน็อตตัวยึด ด้านล่างของจานหมุน ใช้มืออีกด้านหนึ่งจับ แกนของจานหมุนไว้และทำการคลายน็อต ตัวยึดด้านล่างออกและแยกชุดจานหมุน ออกจากโครงของวัตต์อาร์มิเตอร์	1	1	1	3	1
1.3	สามารถทำการประกอบส่วนประกอบของ วัตต์อาร์มิเตอร์ได้					
	- นำน็อตตัวยึดเบอร์ 8 มาขันยึดแกนของ จานหมุนด้านบนและนำน็อตตัวยึดเบอร์ 10 มาขันยึดแกนของจานหมุนด้านล่างเข้า กับโครงของวัตต์อาร์มิเตอร์ ใช้มืออีกด้าน หนึ่งจับแกนของจานหมุนไว้	1	1	1	3	1
	-ใช้ประแจเบอร์ 10 ขันน็อตตัวยึดด้านล่าง ของจานหมุนให้แน่น ในส่วนด้านบนใช้ ประแจเบอร์ 8 ขันน็อตตัวยึดด้านบนของ จานหมุน	1	1	1	3	1
	- นำตัวล็อกจานหมุนมาทำการประกอบ โดยใช้ไขควงปากแฉกขันน็อตยึดจำนวน 2 ตัวจากด้านล่างและด้านบน	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมินรายการสมรรถนะ ภาคปฏิบัติ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
	-ทำการประกอบชุดตัวเลขบอกหน่วยและชุดเพื่อใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1
	-นำชุดขดลวดกระแสแม่รวมประกอบเข้ากับโครงของวัตต์อวาร์มิเตอร์โดยใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 2 ตัวจากด้านซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1
	-นำชุดขดลวดแรงดันมาประกอบเข้ากับโครงของวัตต์อวาร์มิเตอร์โดยใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1
	-นำแผ่นเนมเพลทมาทำการประกอบเข้ากับชุดตัวเลขบอกหน่วยโดยใช้ไขควงปากแฉกตัวเล็กชั้นน็อดยี่ดจำนวน 2 ตัวจากด้านซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1
	-นำส่วนชุด โครงสร้างที่ทำการประกอบเข้าด้วยกันเสร็จแล้วมาวางลงในโครงของขั้วต่อสายโดยใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 4 ตัวประกอบชุดขดลวดกระแสและชุดขดลวดแรงดันเข้ากับขั้วต่อสายจากด้านซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1
	-ทำการล๊อคตัวล๊อคโดยวางลงตำแหน่งตามรอยของตัวล๊อคทำการเลื่อนไปทางซ้ายมือ	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมินรายการสมรรถนะ ภาคปฏิบัติ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
	-ทำการขันน็อตยึดจำนวน 4 ตัว ของโครง วัดต์อาร์มิเตอร์เข้ากับ โครงของขั้วต่อสาย ใช้ไขควงปากแฉกด้านซ้ายล่างไปด้านขวา บน ด้านขวาล่างและด้านซ้ายบนตามลำดับ ตรวจสอบความแน่นของน็อตยึดทั้ง 4 ตัว	1	1	1	3	1
	-นำฝาปิดในส่วนของการต่อสายไปใช้งาน มาประกอบ โดยใช้ไขควงปากแฉกขันน็อต ยึดจำนวน 1 ตัว	1	1	1	3	1
	-นำกรอบหน้าปัดวัดต์อาร์มิเตอร์มาทำ การประกอบ โดยใช้ไขควงปากแบนขันน็อต ยึดด้านขวาและด้านซ้าย	1	1	1	3	1
	-นำลวดที่ผนึกด้านข้างมาร้อยทำการผนึก ตะกั่วทั้งสองด้านจากด้านซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1
1.4	สามารถจำแนกส่วนประกอบของวัดต์ อาร์มิเตอร์ได้	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 2 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ  
ภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 2 เรื่อง การนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งาน

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
2.1	สามารถบอกพิกัดแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดบน เนมเพลทกับแรงดันไฟฟ้าได้	1	1	1	3	1
2.2	สามารถบอกพิกัดกระแสไฟฟ้าที่กำหนดได้	1	1	1	3	1
2.3	สามารถบอกชนิดหม้อแปลงสำหรับ เครื่องวัดหรืออุปกรณ์ประกอบได้	1	1	1	3	1
2.4	สามารถบอกการติดตั้งมิเตอร์บางชนิด จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ PT, CT ได้	1	1	1	3	1
2.5	สามารถบอกส่วนประกอบของหม้อแปลง สำหรับเครื่องวัดได้	1	1	1	3	1

ตารางที่ ค 3 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ  
ภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 3 เรื่อง การอ่านหน่วยและกิโลวัตต์  
สูงสุด

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
3.1	สามารถอ่านหน่วยตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็น ตัวเลขหลักทั้งหมดได้	1	1	1	3	1
3.2	สามารถอ่านหน่วยตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็น เลขหลักและทศนิยมตำแหน่งที่ 1 ได้ถูกต้อง	1	1	1	3	1
3.3	สามารถอ่านหน่วยตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็น เลขหลักและเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 1 และที่ 2 ได้ถูกต้อง	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 4 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ  
ภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 4 เรื่อง วิธีการเช็กทกิโลวัตต์

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
4.1	สามารถบอกวิธีปรับแต่งค่ากิโลวัตต์ดีมานด์มิเตอร์แลนดิสแบบสะสม	1	0	1	2	0.67
4.2	สามารถบอกวิธีปรับแต่งค่ากิโลวัตต์ดีมานด์มิเตอร์ CEM. แบบสะสม (แถบเลื่อน)	1	1	0	2	0.67

ตารางที่ ค 5 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ  
ภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 5 เรื่อง หลักในการพิจารณาติดตั้ง  
วัตต์อวาร์มิเตอร์

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
5.1	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่าย 1 เฟส 2 สาย ใช้มิเตอร์ 1 เฟส 1 เครื่อง	1	1	1	3	1
5.2	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้วัตต์อวาร์มิเตอร์ 1 เฟส 2 ตัว	1	1	1	3	1
5.3	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้วัตต์อวาร์มิเตอร์ชนิด 3 เฟส 2 Element 3 ตัว	1	1	1	3	1
5.4	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้วัตต์อวาร์มิเตอร์ชนิด 1 เฟส 3 ตัว	1	1	1	3	1
5.5	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 4 สาย โดยใช้วัตต์อวาร์มิเตอร์ชนิด 3 เฟส 3 Element 1 ตัว	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 6 เรื่อง ตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
6.1	อธิบายวิธีซ่อมแก้ไขการตรวจสอบการเข้าสายมิเตอร์ถูกต้องหรือไม่	1	1	1	3	1
6.2	อธิบายวิธีซ่อมแก้ไขการตรวจสอบว่ามีมิเตอร์ Creep หรือไม่	1	1	1	3	1
6.3	อธิบายวิธีซ่อมแก้ไขการตรวจสอบการทำงานของมิเตอร์ โดยการนับจำนวนรอบ	1	1	1	3	1

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 7 เรื่อง การตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
7.1	สามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน โดยวิธีจับเวลาการหมุนของจานและวัดโหลด	0	1	1	2	0.67

ตารางที่ 8 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 8 เรื่อง สาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
8.1	สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดเนื่องจากสภาพของเครื่องมือวัด	1	1	1	3	1
8.2	สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดชำรุดเนื่องจากการใช้งาน	1	1	1	3	1
8.3	สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดชำรุดเนื่องจากขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค 9 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินรายการฐานสมรรถนะ  
ภาคปฏิบัติกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อที่ 9 เรื่อง ข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่า  
มิเตอร์

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	ผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum R$	IOC
		1	2	3		
9.1	สามารถอธิบายความหมายของการต่อวงจร ผิดได้	1	1	1	3	1
9.2	สามารถอธิบายความหมายชำรุดเนื่องจาก การใช้งาน	1	1	1	3	1
9.3	สามารถอธิบายความหมายการลัดวงจร	1	1	1	3	1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ**  
**เรื่อง วัดต่ออาร์มิเตอร์**

**หัวข้อที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบโครงสร้างของวัดต่ออาร์มิเตอร์**

**คำชี้แจง**

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัดต่ออาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง สามารถทำการประกอบส่วนประกอบ โครงสร้างตามบทเรียนการฝึกทักษะฐานแบบสมรรถนะฯ ได้

0 หมายถึง ไม่สามารถทำการประกอบส่วนประกอบ โครงสร้างตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
1.1	บอกส่วนประกอบที่สำคัญของวัดต่ออาร์มิเตอร์			
1.2	สามารถทำการถอดส่วนประกอบของวัดต่ออาร์มิเตอร์ -ทำการปลดลวดที่ผนึกด้านข้างทั้งสองด้านออกโดยใช้คีมเป็นอุปกรณ์ช่วยในการถอดจากด้านซ้ายไปขวา -ใช้ไขควงปากแบนคลายน็อตด้านซ้ายและด้านขวาของกรอบหน้าปัดวัดต่ออาร์มิเตอร์ออก จากนั้นแยกส่วนของหน้าปัดออกจากส่วนของตัวเครื่อง -ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตยึดฝาปิดในส่วนของการต่อสายไปใช้งานออก -ทำการปลดลือคตัวลือก โดยทำการเลื่อนไปทางขวามือแล้วยกขึ้น -ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 4 ตัวจากด้านซ้ายไปขวาเพื่อปลดชุดสายเชื่อมต่อของชุดขดลวดแรงดันและชุดขดลวดกระแสออก	..... ..... ..... ..... ..... .....	..... ..... ..... ..... ..... .....	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
	<p>-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 4 ตัวจากด้านซ้ายไปขวาเพื่อถอดในส่วนของชุดโครงสร้างชุดเฟือง ออกจากฐานของขั้วต่อสาย จากนั้นค่อยยกส่วนบนออกจากชุดขั้วต่อสาย</p> <p>-ใช้ไขควงปากแฉกตัวเล็กถอดน็อตจำนวน 2 ตัวบนแผ่นเนมเพลทออกจากด้านขวาไปซ้าย</p> <p>-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวาเพื่อถอดชุดขดลวดแรงดัน</p> <p>-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวาเพื่อถอดชุดขดลวดกระแส</p> <p>-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวาเพื่อถอดชุดตัวเลขบอกหน่วยและชุดเฟืองออก</p> <p>-ใช้ไขควงปากแฉกคลายน็อตจำนวน 2 ตัวด้านบนและด้านล่าง ที่ตัวถือจานหมุนออก</p> <p>-ใช้ประแจเบอร์ 8 คลายน็อตตัวยึดด้านบนของจานหมุนออก</p> <p>-ใช้ประแจเบอร์ 10 คลายน็อตตัวยึดด้านล่างของจานหมุน ใช้มืออีกด้านหนึ่งจับแกนของจานหมุนไว้และทำการคลายน็อตตัวยึดด้านล่างออกและแยกชุดจานหมุนออกจากโครงของวัตต์อาร์มิเตอร์</p>	.....	.....	
1.3	<p>สามารถทำการประกอบส่วนประกอบของวัตต์อาร์มิเตอร์</p> <p>- นำน็อตตัวยึดเบอร์ 8 มาขันยึดแกนของจานหมุนด้านบนและนำน็อตตัวยึดเบอร์ 10 มาขันยึดแกนของจานหมุนด้านล่างเข้ากับ โครงของวัตต์อาร์มิเตอร์ ใช้มืออีกด้านหนึ่งจับแกนของจานหมุนไว้</p> <p>-ใช้ประแจเบอร์ 10 ขันน็อตตัวยึดด้านล่างของจานหมุนให้แน่น ในส่วนด้านบนใช้ประแจเบอร์ 8 ขันน็อตตัวยึดด้านบนของจานหมุน</p> <p>- นำตัวถือจานหมุนมาทำการประกอบโดยใช้ไขควงปากแฉกขันน็อตยึดจำนวน 2 ตัวจากด้านล่างและด้านบน</p>	.....	.....	

เอกสารนี้เป็นเอกสารของศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อการศึกษาทางไกลแบบบูรณาการในวังใหม่ ใช้ประโยชน์ได้เฉพาะผู้เรียนเท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
	<p>-ทำการประกอบชุดตัวเลขบอกรหัสและชุดเฟืองใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ด จำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวา</p> <p>-นำชุดขดลวดกระแสมาประกอบเข้ากับ โครงของวัตต์อาร์มิเตอร์ โดยใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวา</p> <p>-นำชุดขดลวดแรงดันมาประกอบเข้ากับ โครงของวัตต์อาร์มิเตอร์ โดยใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวา</p> <p>-นำแผ่นเนมเพลทมาทำการประกอบเข้ากับชุดตัวเลขบอกรหัส โดยใช้ไขควงปากแฉกตัวเล็กชั้นน็อดยี่ดจำนวน 2 ตัว จากด้านซ้ายไปขวา</p> <p>-นำส่วนชุด โครงสร้างที่ทำการประกอบเข้าด้วยกันเสร็จแล้วมาวางลงใน โครงของขั้วต่อสายโดยใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 4 ตัวประกอบชุดขดลวดกระแสและชุดขดลวดแรงดันเข้ากับขั้วต่อสายจากด้านซ้ายไปขวา</p> <p>-ทำการล๊อคตัวล๊อคโดยวางลงตำแหน่งตามรอยของตัวล๊อคทำการเลื่อนไปทางซ้ายมือ</p> <p>-ทำการขันน็อดยี่ดจำนวน 4 ตัว ของ โครงวัตต์อาร์มิเตอร์เข้ากับ โครงของขั้วต่อสายใช้ไขควงปากแฉกด้านซ้ายล่างไปด้านขวาบน ด้านขวาล่างและด้านซ้ายบนตามลำดับ ตรวจสอบความแน่นของน็อดยี่ดทั้ง 4 ตัว</p> <p>-นำฝาปิดในส่วนของการต่อสายไปใช้งานมาประกอบโดยใช้ไขควงปากแฉกชั้นน็อดยี่ดจำนวน 1 ตัว</p> <p>-นำกรอบหน้าปัดวัตต์อาร์มิเตอร์มาทำการประกอบโดยใช้ไขควงปากแบนชั้นน็อดยี่ดด้านขวาและด้านซ้าย</p> <p>-นำลวดที่ฝักด้านข้างมาร้อยทำการฝักตะกั่วทั้งสองด้าน จากด้านซ้ายไปขวา</p>	.....	.....	
1.4	สามารถจำแนกส่วนประกอบของวัตต์อาร์มิเตอร์			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

เรื่อง วัดต่ออาร์มิเตอร์

หัวข้อที่ 2 เรื่อง การนำมิเตอร์ไปติดตั้งใช้งาน

คำชี้แจง

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัดต่ออาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง สามารถบอกหลักการติดตั้งตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะได้

0 หมายถึง ไม่สามารถบอกหลักการติดตั้งตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
2.1	สามารถบอกพิกัดแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดบนเนมเพลทกับแรงดันไฟฟ้าได้			
2.2	สามารถบอกพิกัดกระแสไฟฟ้าที่กำหนดได้			
2.3	สามารถบอกหม้อแปลงสำหรับเครื่องวัดหรืออุปกรณ์ประกอบได้			
2.4	สามารถบอกการติดตั้งมิเตอร์บางชนิด จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ PT, CT ได้			
2.5	สามารถบอกส่วนประกอบของหม้อแปลงสำหรับเครื่องวัดได้			

แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

เรื่อง วัตต์อวาร์มิเตอร์

หัวข้อที่ 3 เรื่อง การอ่านหน่วยและกิโลวัตต์สูงสุด

คำชี้แจง

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัตต์อวาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง สามารถอ่านหน่วยตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

0 หมายถึง ไม่สามารถอ่านหน่วยตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
3.1	สามารถอ่านหน่วยตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นตัวเลขหลักทั้งหมดได้			
3.2	สามารถอ่านหน่วยตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นเลขหลักและทศนิยมตำแหน่งที่ 1 ได้ถูกต้อง			
3.3	สามารถอ่านหน่วยตัวเลขที่แสดงหน่วยเป็นเลขหลักและเป็นทศนิยมตำแหน่งที่ 1 และที่ 2 ได้ถูกต้อง			

## แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

### เรื่อง วัดต่ออาร์มิเตอร์

#### หัวข้อที่ 4 เรื่อง วิธีการเช็ทกิโลวัตต์

#### คำชี้แจง

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัดต่ออาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง สามารถบอกวิธีเช็ทกิโลวัตต์ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

0 หมายถึง ไม่สามารถบอกวิธีเช็ทกิโลวัตต์ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
4.1	สามารถบอกวิธีเช็ทกิโลวัตต์คีมานด์มิเตอร์แลนคิสแบบสะสม			
4.2	สามารถบอกวิธีเช็ทกิโลวัตต์คีมานด์มิเตอร์ CEM. แบบสะสม (แถบเลื่อน)			

**แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ**  
**เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์**  
**หัวข้อที่ 5 เรื่อง หลักในการพิจารณาติดตั้งวัดต่ออวาร์มิเตอร์**

**คำชี้แจง**

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัดต่ออวาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยมหลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอนซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง สามารถร่างหลักในการพิจารณาติดตั้งตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

0 หมายถึง ไม่สามารถร่างหลักในการพิจารณาติดตั้งตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
5.1	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบจำหน่าย 1 เฟส 2 สาย ใช้มิเตอร์ 1 เฟส 1 เครื่อง			
5.2	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้ Kwh. - meter 1 เฟส 2 ตัว			
5.3	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้ Kwh. มิเตอร์ชนิด 3 เฟส 2 Element 3 ตัว			
5.4	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 3 สาย โดยใช้ Kwh. มิเตอร์ชนิด 1 เฟส 3 ตัว			
5.5	สามารถร่างหลักแสดงการต่อสายของการวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ 3 เฟส 4 สาย โดยใช้ Kwh. มิเตอร์ชนิด 3 เฟส 3 Element 1 ตัว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

### เรื่อง วัตต์อาร์มิเตอร์

#### หัวข้อที่ 6 เรื่อง ตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่

#### คำชี้แจง

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัตต์อาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง อธิบายวิธีซ่อมแก้ไขการตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

0 หมายถึง ไม่สามารถอธิบายวิธีซ่อมแก้ไขตรวจสอบมิเตอร์ติดตั้งใหม่ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
6.1	อธิบายวิธีซ่อมแก้ไขการตรวจสอบการเข้าสายมิเตอร์ถูกต้องหรือไม่			
6.2	อธิบายวิธีซ่อมแก้ไขการตรวจสอบว่ามีเตอร์ Creep หรือไม่			
6.3	อธิบายวิธีซ่อมแก้ไขการตรวจสอบการทำงานของมิเตอร์โดยการนับจำนวนรอบ			

**แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ**  
**เรื่อง วัดต่ออาร์มิเตอร์**  
**หัวข้อที่ 7 เรื่อง การตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งาน**

**คำชี้แจง**

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัดต่ออาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง สามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

0 หมายถึง ไม่สามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
7.1	สามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องของมิเตอร์ที่ติดตั้งใช้งานโดยวิธีจับเวลาการหมุนของงานและวัดโหลด			

แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

เรื่อง วัตต์อาร์มิเตอร์

หัวข้อที่ 8 เรื่อง สาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

คำชี้แจง

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัตต์อาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

1 หมายถึง สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้าตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

0 หมายถึง ไม่สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดของเครื่องมือวัดไฟฟ้าตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
8.1	สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดเนื่องจากสภาพของเครื่องมือวัด			
8.2	สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดชำรุดเนื่องจากการใช้งาน			
8.3	สามารถร่างสาเหตุของการชำรุดชำรุดเนื่องจากขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง			

แบบประเมินรายการฐานสมรรถนะบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ

เรื่อง วัดต่ออาร์มิเตอร์

หัวข้อที่ 9 เรื่อง ข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์

คำชี้แจง

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประเมินผู้เรียนบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องวัดต่ออาร์มิเตอร์หลังเรียนบทเรียน โดยผู้ประเมินจะเตรียมอุปกรณ์จริง และจะกาเครื่องหมาย ( / ) ลงในช่องสี่เหลี่ยม หลังจากผู้เรียนได้ทำการฝึกทักษะแบบสมรรถนะฐานแต่ละขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

- 1 หมายถึง สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้
- 0 หมายถึง ไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดในการติดตั้งค่ามิเตอร์ตามบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะฯ ได้

ลำดับ	รายการประเมินความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน		คะแนนที่ได้
		1	0	
9.1	สามารถอธิบายความหมายของการต่อวงจรผิดได้			
9.2	สามารถอธิบายความหมายชำรุดเนื่องจากการใช้งาน			
9.3	สามารถอธิบายความหมายการลัดวงจร			

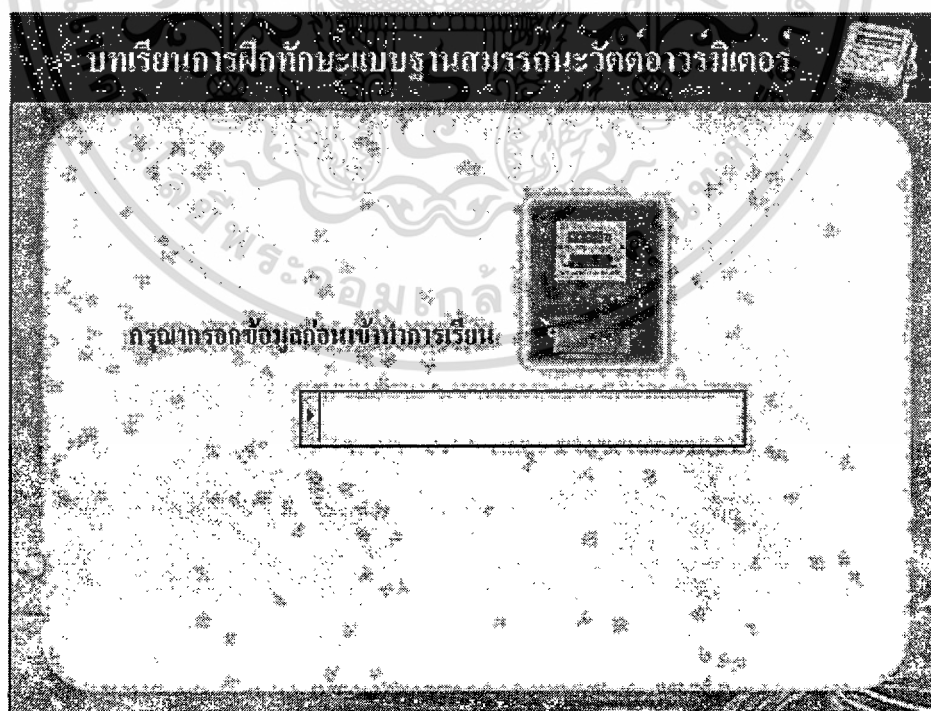


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

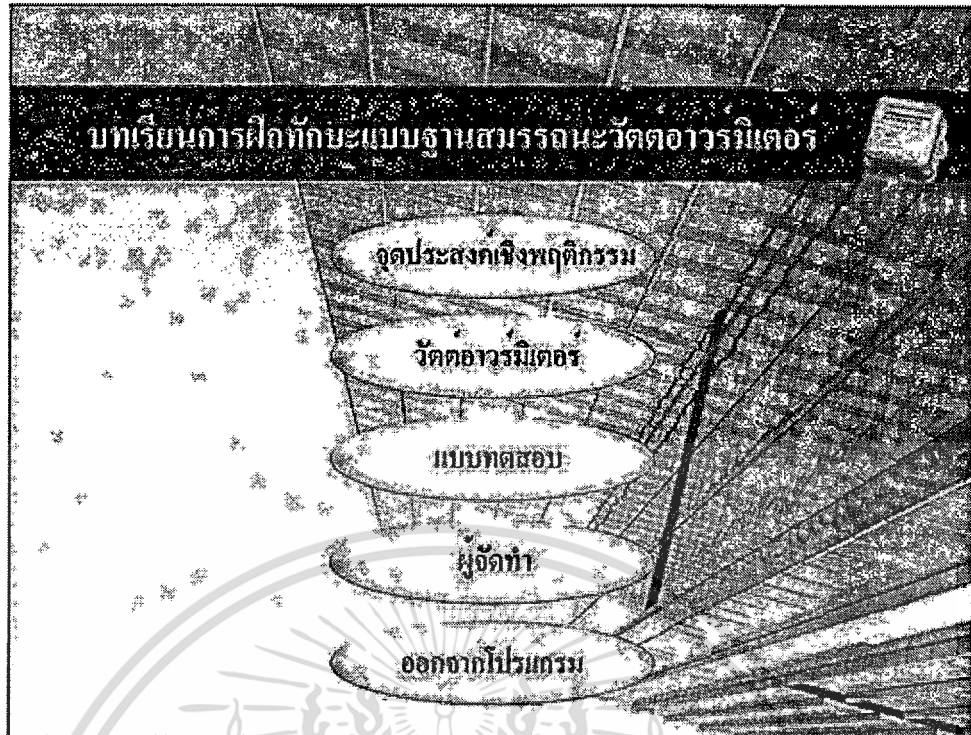
ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ  
เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์



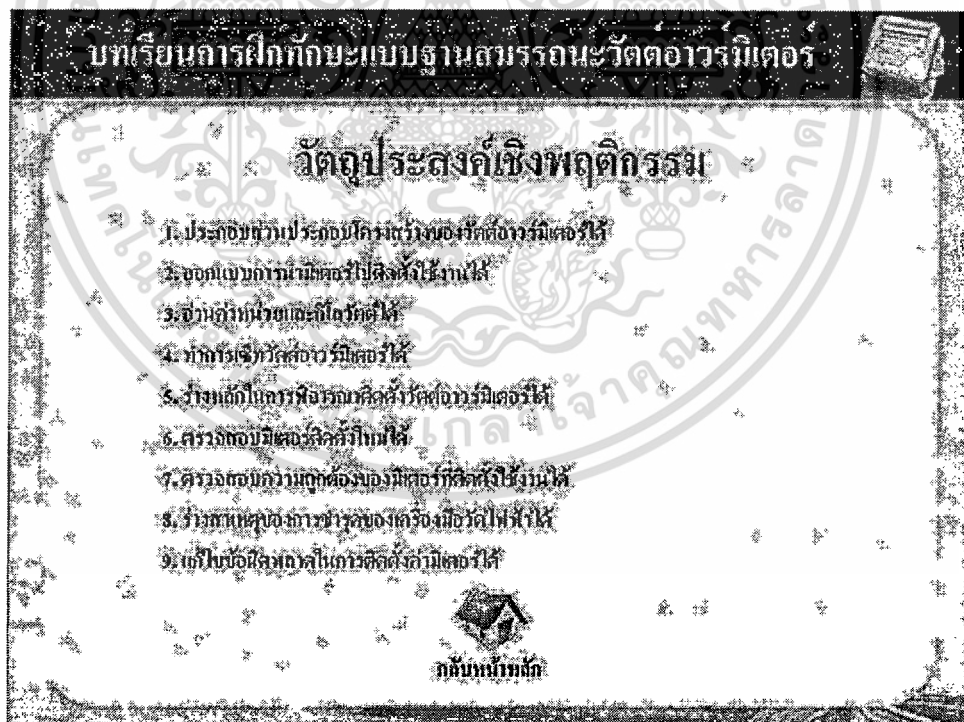
รูปที่ 7.1 แสดงชื่อของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์



รูปที่ 7.2 กรอกข้อมูลการเข้าใช้บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออวาร์มิเตอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

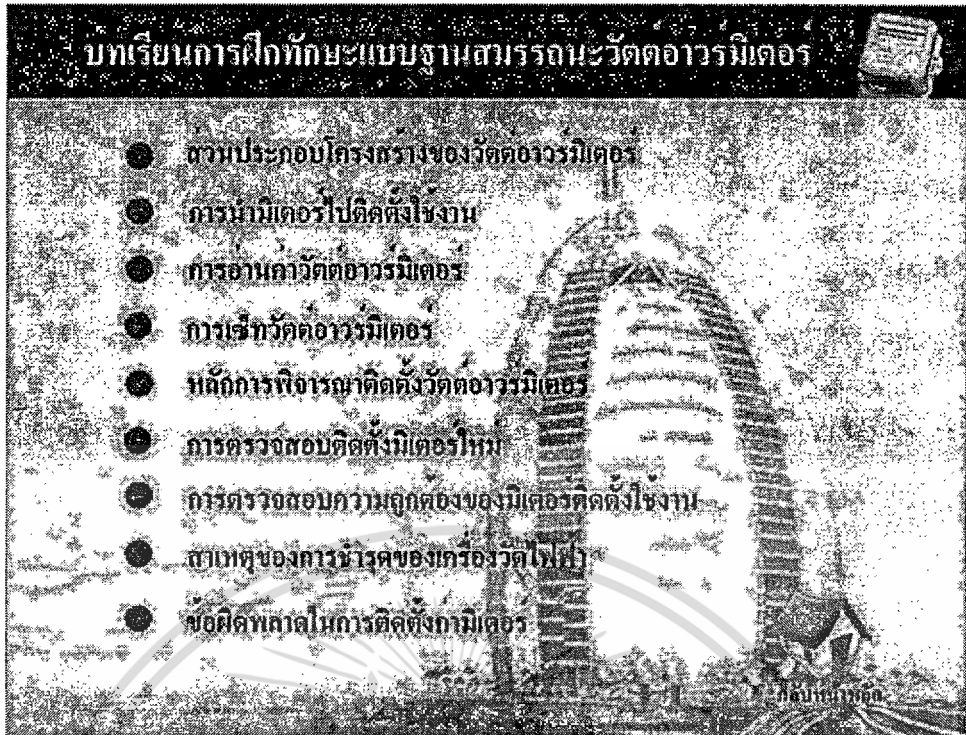


รูปที่ 7.3 แสดงหน้าเมนูหลักของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดตอวารมิตอร์



รูปที่ 7.4 แสดงหน้าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดตอวารมิตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

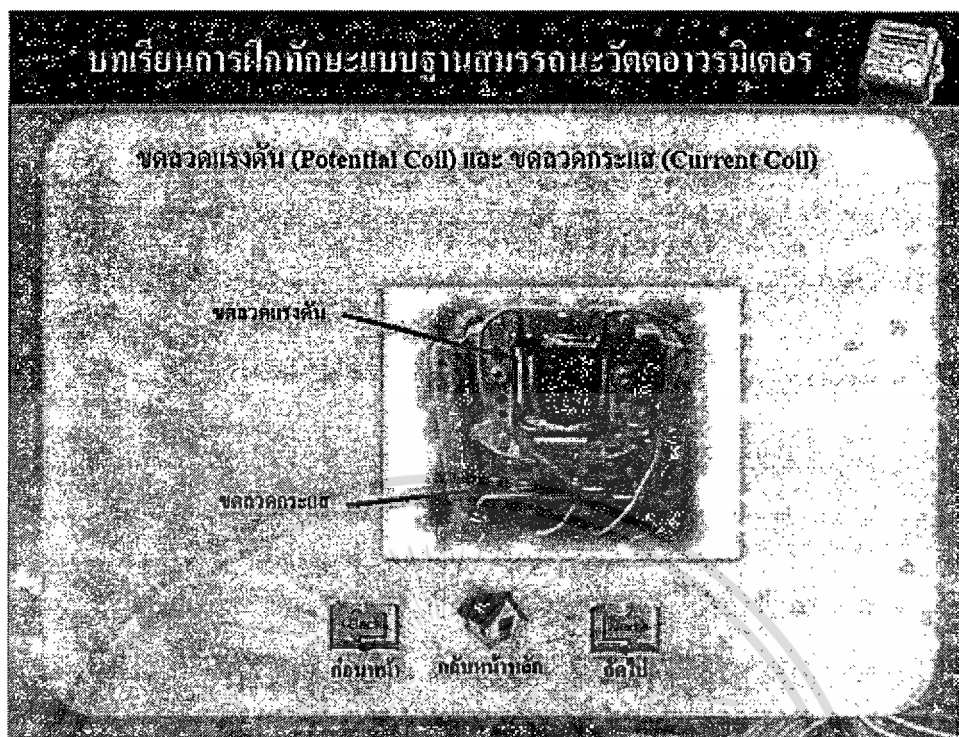


รูปที่ 7.5 แสดงหัวข้อเนื้อหาของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต่ออวรัมมิเตอร์



รูปที่ 7.6 แสดงหน้าส่วนประกอบที่สำคัญของวัดต่ออวรัมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.7 แสดงหน้าขดลวดแรงดันและขดลวดกระแสของวัดต่ออวรมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คู่มือการใช้งานบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ**  
**เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์**  
**วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์**

บทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authroware โดยบรรจุลงบนแผ่น CD-ROM ซึ่งเมื่อผู้เรียนใส่ในช่อง CD-Rom Reader ของเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว โปรแกรม Aotorun จะทำงานและจะแสดงหน้าเมนูหลักของบทเรียนประกอบไปด้วยหัวข้อต่างดังแสดงในรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 หน้าเมนูของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดต์อวาร์มิเตอร์ วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

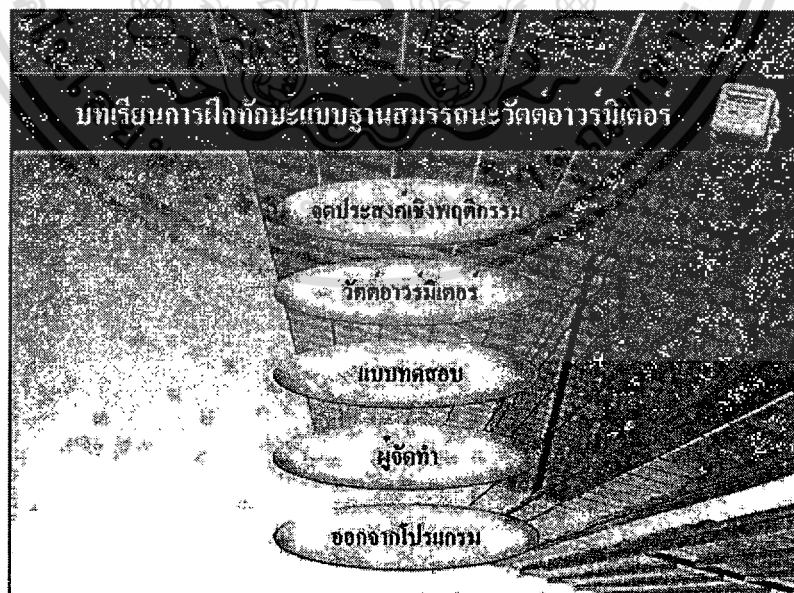
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะให้ผู้เรียนกรอกชื่อผู้ใช้งานบทเรียนก่อนเข้าใช้งานบทเรียนดังรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 หน้าเมนูการกรอกข้อมูลบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดตออารมิตอร์

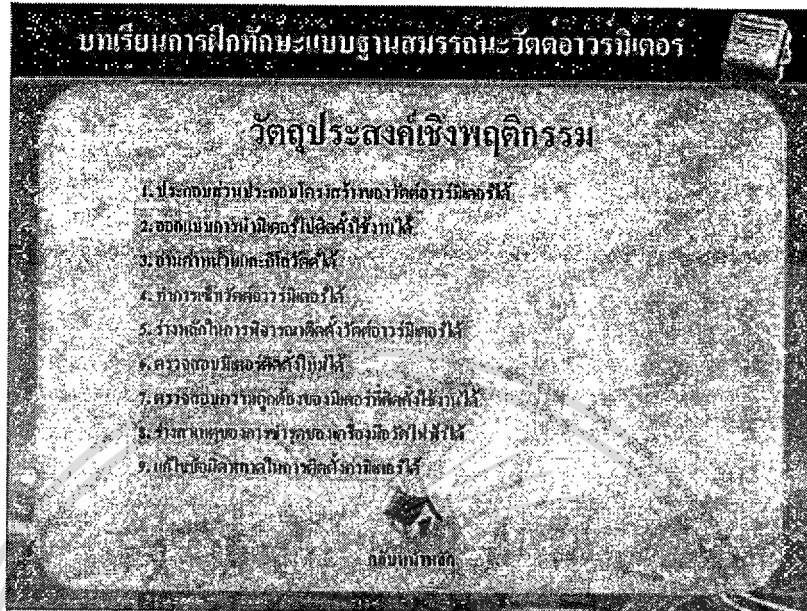
เมื่อผู้เรียนทำการกรอกข้อมูลการเข้าใช้บทเรียนเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนกดปุ่ม Enter เพื่อทำการเข้าสู่หน้าเมนูหลักต่อไป โดยหน้าเมนูหลักของบทเรียนจะประกอบไปด้วย เมนูจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมนูวัดตออารมิตอร์ เมนูแบบทดสอบ เมนูผู้จัดทำ และ เมนูออกจากโปรแกรม ดังรูปที่ 8.3



รูปที่8.3 หน้าเมนูหลักของบทเรียนการฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่อง วัดตออารมิตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า Click mouse ไปที่เมนูจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจะแสดงโดยจะมีปุ่มกลับหน้าหลักอยู่ด้านล่างเพื่อใช้สำหรับเลือกกลับสู่หน้าของเมนูหลักของบทเรียน ดังรูปที่ 8.4



รูปที่ 8.4 แสดงหัวข้อของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน

ถ้า Click mouse ไปที่เมนูวัดอวาร์มีเตอร์ จะแสดงเนื้อหาในแต่ละหัวข้อของบทเรียนโดยจะมีปุ่มกลับหน้าหลักอยู่ด้านล่างเพื่อใช้สำหรับเลือกกลับสู่หน้าเมนูหลักของบทเรียนดังรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5 แสดงเนื้อหาในแต่ละหัวข้อของบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเข้าสู่หน้าเนื้อหาของบทเรียนแล้วจะมีปุ่มเมนูให้เลือกใช้ 3 ปุ่มเมนูให้เลือกอยู่ด้านล่างของหน้าบทเรียนจะประกอบไปด้วย

ปุ่มเมนูถัดไปใช้สำหรับเลือกหน้าถัดไปเมื่อศึกษาเนื้อหาในหน้านั้นจบแล้ว

ปุ่มเมนูกลับหน้าหลักใช้สำหรับเมื่อต้องกลับไปเลือกหัวข้อบทเรียนหัวข้อใหม่

ปุ่มเมนูก่อนหน้าใช้สำหรับถอยหลังกลับไปหน้าบทเรียนที่ได้ผ่านมาแล้ว

ดังแสดงในรูปที่ 8.6

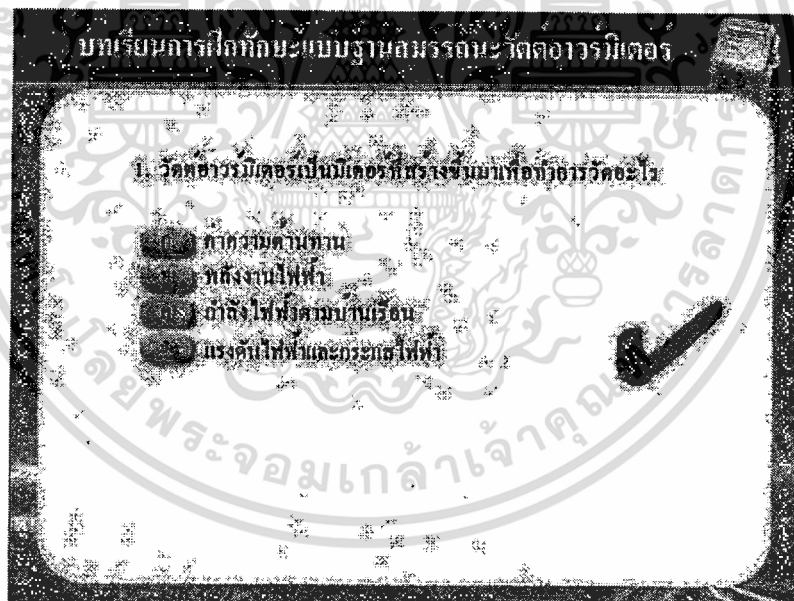


รูปที่ 8.6 แสดงเนื้อหาและเมนูการใช้งานในบทเรียน

ถ้า Click mouse ไปที่เมนูแบบทดสอบจะแสดงหน้าคอนรับเข้าสู่การทำแบบทดสอบแสดงดังรูปที่ 8.7 และจะแสดงหน้าของแบบทดสอบ แสดงดังรูปที่ 8.8 ให้ผู้เรียนได้ทดสอบ โดยจะมีคำตอบให้เลือกโดยที่ผู้เรียนสามารถนำเมาส์ไปคลิกเลือกคำตอบในข้อนั้นๆ ได้เลย



รูปที่ 8.7 แสดงหน้าคอนรับเข้าสู่การทำแบบทดสอบ



รูปที่ 8.8 แสดงข้อของแบบทดสอบ

ถ้า Click mouse ไปที่เมนูผู้จัดทำจะแสดงประวัติของผู้จัดทำแสดงดังรูปที่ 8.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายนิพนธ์ น้อยจินดา
วัน เดือน ปี เกิด	17 พฤศจิกายน 2524
สถานที่เกิด	จังหวัด ฉะเชิงเทรา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	55/2 หมู่ที่ 7 ตำบล คลองเปรง อำเภอบึงเมือง จังหวัด ฉะเชิงเทรา 24000
สถานที่ทำงาน	บริษัท ไพรม์ เมดิคอล จำกัด 111 ซอย ลาดพร้าว 126 ถ.ลาดพร้าว แขวง วังทองหลาง เขต วังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
ตำแหน่ง	วิศวกรบริการ
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (ค.อ.ม) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้