

# รายงานการวิจัย

เรื่อง

การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

An accessory construction for save on energy in electric welding machine

นายวุฒิพงษ์ อินทิแสง

แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ

วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

ก  
คำนิยาม

๒

## คำนำ

การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นงานการวิจัยที่มี วัตถุประสงค์เพื่อคิดค้น สร้างสรรค์ผลงานโดยใช้ความรู้ ความสามารถ ทักษะความชำนาญและ ประสบการณ์ ในการปฏิบัติงานการสอนสาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะและเทคนิคโลหะของผู้วิจัยใน การนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาการใช้พลังงานอย่างประหยัด

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ มีแนวคิดมาจากการศึกษาด้านอาชีวศึกษาในสาขาโลหะการและ เทคนิคโลหะ เพื่อสร้างทักษะงานเชื่อมไฟฟ้าให้กับผู้เรียน ซึ่งเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจัดเป็น เครื่องมือและอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ใช้ในการปฏิบัติงานเชื่อมโลหะที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้าน พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า น่าจะส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าในการฝึกทักษะปฏิบัติของนักเรียน นักศึกษา ก่อ เกิดความประหยัดและเป็นผลดีต่อการส่งเสริมสนับสนุนนโยบายประหยัดพลังงานของชาติ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้พยายามสร้างให้ผู้ฝึกปฏิบัติยังคงใช้พฤติกรรมการฝึกทักษะ ที่ไม่แตกต่างไปจากเดิมมาก ที่สุด อีกทั้งคำนึงถึงความประหยัดและความสะดวกในการใช้เพื่อให้นำไปขยายผลต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้คำแนะนำปรึกษาและสนับสนุนในการวิจัย พร้อมทั้งได้รับความร่วมมืออย่างดี ในการจัดเตรียมและเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะครู-อาจารย์ นักเรียนนักศึกษา แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ คณะวิชาช่างกลโลหะ วิทยาลัยเทคนิคคอนเมือง ความดีและประโยชน์ที่ จะก่อผลในภายภาคหน้า ผู้วิจัยขอให้งังเกิดแก่การพัฒนาการเรียนการสอนสาขาวิชางานเชื่อม โลหะและเทคนิคโลหะต่อไป

วุฒิพงษ์ อินทิแสง

ค

ชื่อโครงการวิจัย : การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า  
An accessory construction for save on energy in electric  
welding machine  
ผู้วิจัย : นายวุฒิพงษ์ อินทิแสง  
หน่วยงานที่สังกัด : วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง  
ระยะเวลาทำการวิจัย : มีนาคม 2547 ถึง กันยายน 2549

---

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าใช้ในการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบผลการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์ประหยัดพลังงานกับการฝึกปฏิบัติงานที่ใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าปกติ

สำหรับวิธีดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพื่อใช้ฝึกทักษะในการเชื่อมไฟฟ้า โดยได้นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของวิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานเชื่อมโลหะ 1 จำนวน 28 คน โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง จากนั้นได้ดำเนินการทดลองโดยให้กลุ่มควบคุมทำการฝึกปกติจนถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนกลุ่มทดลองให้ฝึกกับอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจนถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้เช่นกัน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลที่ได้จากการทดลองปรากฏว่า อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ฝึกทักษะในการเชื่อมไฟฟ้า สามารถลดการใช้กระแสไฟฟ้าลงได้ถึงร้อยละ 23.71 ส่วนเวลาที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติแบบมีอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ก็จะใช้เวลาทำการเชื่อมไม่แตกต่างจากการฝึกปฏิบัติแบบปกติ ด้วยการทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .01$

**Research project :** An accessory construction for save on energy in electric welding machine

**Researcher :** Mr. Wuthipong Intisang

**Institute :** Donmuang Technical college

**Time of research :** March 2004 to September 2006

---

### Abstract

The research is the objective for build an accessory construction for save on energy in electric welding machine use in training works to electric welding. By compare with using electric current of electric welding that has an accessory construction for save on energy in electric welding machine with training works that usual electric welding.

For the way manages to research , the researcher has built an accessory construction for save on energy in electric welding machine for use train the skill in electric welding , by get induce experience with the sample which , be level student , vocational certificate , of Donmuang Technical college at enroll in work subject Welding 1 amount 28 persons , by do randomming sample is the group controls and the sample. From that time get manage experience by give the group controls to do training usual until standard at notes , sample part train with the equipment that establishes until standard that note also. Thereafter then lead the data has come to do way statistics analysis that from the experiment appears that.

An accessory construction for save on energy in electric welding machine at establish for use train the skill in electric welding can decrease using electric current down to arrive at 23.71 part percentages while use in training ministers to like to have the equipment economizes the energy as a result will take time not different from training ministers like normal , with the test ( t-test ) at significance level  $\alpha = .01$

จ  
สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนิยาม	ก
คำนำ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญแผนภูมิ / ตาราง/ รูปภาพ	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
- สมมติฐานการวิจัย	2
- ขอบเขตของการวิจัย	2
- วิธีการดำเนินงานวิจัย	4
- คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	4
- ประโยชน์ของการวิจัย	4
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย</b>	<b>5</b>
- ประวัติและความเป็นมาของการเชื่อมไฟฟ้า	5
- ประวัติการเชื่อมโลหะ	6
- ความหมายและความสำคัญของงานเชื่อมไฟฟ้า	8
- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า	9
- สิ่งที่ต้องศึกษาในการใช้สูตรคำนวณค่าไฟฟ้า	12
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	13

ฉ  
สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย</b>	<b>16</b>
- การศึกษาข้อมูล	16
- การออกแบบและสร้างอุปกรณ์	21
- การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	23
- การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	24
- การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ	30
<b>บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล</b>	<b>33</b>
- วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	33
- วิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าในการเชื่อม	35
- วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการฝึกเชื่อม	37
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>38</b>
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย	38
- สมมติฐานการวิจัย	38
- ขอบเขตการวิจัย	38
- วิธีดำเนินงานวิจัย	40
- การวิเคราะห์ข้อมูล	40
- สรุปผลการวิจัย	41
- อภิปรายผลการวิจัย	41
- ข้อเสนอแนะ	42

ช  
สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	44
- อนุสิทธิบัตรเลขที่ 1870 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	
ภาคผนวก ข.	51
- ผลงาน เกียรติคุณและเกียรติบัตรในการนำไปใช้งานและเข้าร่วมประกวด ในหน่วยงานต่าง ๆ ของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	
ภาคผนวก ค.	59
- คู่มือการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	
ภาคผนวก ง.	62
- แบบประเมินอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	
ภาคผนวก จ.	66
- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	
ภาคผนวก ฉ.	73
- ประวัติผู้วิจัย	

๗

## สารบัญแผนภูมิ/ตาราง/รูปภาพ

แผนภูมิที่		หน้า
1	การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	24
2	การดำเนินงานวิจัย	29
<b>ตารางที่</b>		
1	ความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนและกระแสไฟขณะเชื่อม	19
2	การประเมินผลสัมฤทธิ์ชิ้นงานเชื่อม	25
3	ข้อมูลการฝึกเชื่อมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	34
4	การเปรียบเทียบเวลาฝึกทั้งหมดของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	37
<b>รูปที่</b>		
1	เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า	10
2	เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติวิชางานเชื่อมโลหะ 1	16
3	อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	21

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความจำเป็นประการหนึ่งในการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าก็คือ การพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพอย่างสอดคล้องกับสภาวะทางด้านสังคมและเศรษฐกิจ โดยเฉพาะการส่งเสริมการศึกษาด้านอาชีวศึกษาเพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนางานด้านต่าง ๆ แต่การผลิตบุคลากรทางด้านอาชีวศึกษาจะต้องลงทุนสูง ทั้งทางด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และวัสดุอุปกรณ์ เพราะผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ เพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญจนสามารถนำไปปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ ดังนั้นการผสมผสาน หารูปแบบการเรียนการสอน ด้วยการนำเอาเทคโนโลยี เทคนิควิธีการและนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพคุ้มค่า และประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับการฝึก ย่อมจะส่งผลให้การพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษามีคุณภาพเจริญก้าวหน้าต่อไป

อนึ่งจากการขยายตัวของปริมาณนักเรียน โดยเฉพาะนโยบายการรับนักเรียน นักเรียนอยากเรียนอะไร ต้องได้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ส่งผลให้สถานศึกษาประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนมาก เนื่องจากยังคงได้รับงบประมาณเท่าเดิม แต่ต้องทำการฝึกนักเรียนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการพัฒนาวิธีการเรียนการสอน การนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในขณะที่ต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์การฝึกด้วยงบประมาณเท่าเดิม จึงมีความจำเป็น ในขณะที่ต้องทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ มีทักษะ ความชำนาญตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ด้วย

การศึกษาด้านอาชีวศึกษาในสาขาช่างอุตสาหกรรม เพื่อฝึกทักษะและสร้างความรู้ความชำนาญให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะการเชื่อมไฟฟ้าจะต้องเสียค่าใช้จ่ายจากค่ากระแสไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ฝึกทักษะในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า สามารถลดค่าใช้จ่ายในการฝึกทักษะ ส่งผลก่อให้เกิดความประหยัดต่องบประมาณรายจ่าย แต่ทำให้ผู้เรียนมีทักษะเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการของการจัดการเรียนการสอนต่อไป

จากประสบการณ์ของผู้วิจัย ซึ่งปฏิบัติหน้าที่การสอนในสาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะและเทคนิคโลหะ ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามานาน เห็นว่าการฝึกทักษะปฏิบัติโดยเฉพาะงานเชื่อมไฟฟ้าสำหรับผู้เรียนในสาขาช่างอุตสาหกรรม มีความจำเป็นมากแต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝึกเกี่ยวกับค่ากระแสไฟฟ้าจำนวนมาก ดังนั้นถ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ โดยการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าก็จะก่อประโยชน์เป็นอย่างมากในการจัดการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้พยายามสร้างให้ผู้ฝึกปฏิบัติยังคงใช้พฤติกรรมการฝึกทักษะที่ไม่แตกต่างไปจากเดิมมากที่สุด อีกทั้งคำนึงถึงความประหยัดและความสะดวกในการใช้เพื่อให้สามารถนำไปขยายผลต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในการฝึกปกติกับการฝึกแบบมีอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
3. เพื่อเปรียบเทียบเวลาทำการเชื่อมในการฝึกเชื่อมแบบมีอุปกรณ์การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากับการฝึกเชื่อมแบบปกติ

### สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในการฝึกของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม
2. เวลาทำการเชื่อมในการฝึกจนถึงตามเกณฑ์ที่กำหนดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .01$

### ขอบเขตของการวิจัย

1. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานเชื่อมไฟฟ้า 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) สาขา โลหะการ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
2. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่สร้างขึ้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเข้ากับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าสำหรับฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า
3. การฝึกตามข้อ 2 คำนึงถึงการฝึกโดยพยายามไม่เปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ฝึก

4. เกณฑ์การประเมินผลชิ้นงานเชื่อมมีจุดประเมินผลดังนี้
  - 4.1 ความตรงของแนวเชื่อม
  - 4.2 ความกว้างของแนวเชื่อม
  - 4.3 ความสูงของแนวเชื่อม
  - 4.4 ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม
5. การประเมินผลชิ้นงานเชื่อมทำการประเมินโดยผู้สอนงานเชื่อมไฟฟ้า 2 ท่าน ที่ผ่านการทดสอบเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ในการประเมินผลชิ้นงานเชื่อมไฟฟ้าเบื้องต้นที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .05$
6. การฝึกเชื่อมใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับแบบหม้อแปลง ขนาด 250 แอมแปร์ 220 โวลต์
7. การคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าใช้ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม = 0.60
8. การแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการสุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ ได้แก่ นักเรียน ระดับ ปวช. ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานเชื่อมโลหะ 1 ปีการศึกษา 2548 - 2549 วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
9. การทดลองของกลุ่มตัวอย่าง จะดำเนินการดังนี้
  - 9.1 กลุ่มควบคุม ทดลองโดยดำเนินการฝึกเชื่อมตามหลักสูตรรายวิชากำหนด จนถึงเกณฑ์การฝึก
  - 9.2 กลุ่มทดลอง ทดลองโดยการฝึกเชื่อมกับเครื่องเชื่อมที่มีอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจนถึงเกณฑ์การฝึกเช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม
10. การเปรียบเทียบผลการทดลอง ดำเนินการตามหัวข้อดังนี้
  - 10.1 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ฝึกของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
  - 10.2 เปรียบเทียบเวลาทำการเชื่อมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองกับเวลาฝึกปกติที่กำหนด ในหลักสูตรรายวิชา
11. การวิจัยครั้งนี้ จะทำการทดลองตามปกติใน โรงงานแผนกวิชาช่างเชื่อม โลหะ วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
12. ในการวิเคราะห์ผลของการทดลอง จะไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ เศรษฐกิจ อารมณ์ และสิ่งแวดล้อมขณะทำการฝึก

### วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูล
2. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์
3. กำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
4. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ

### คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

1. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้น เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเข้ากับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าสำหรับฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า
2. กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ทำการเชื่อมปกติในการฝึกเชื่อมไฟฟ้า
3. กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ทำการฝึกจากอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้น
4. การฝึกปกติ หมายถึง การฝึกเชื่อมกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในการฝึกปกติ
5. เวลาฝึก หมายถึง เวลาที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองใช้ทำการฝึกเชื่อมทั้งหมด
6. ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า หมายถึง ค่าใช้จ่ายสำหรับกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการฝึกเชื่อม
7. เวลาทำการเชื่อม หมายถึง เวลาที่ผู้ปฏิบัติงานทำการเชื่อมจริง
8. เวลาเครื่องเดินเปล่า หมายถึง เวลาในขณะที่ไม่ได้เชื่อมแต่เปิดเครื่องไว้

### ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในการฝึกเชื่อมไฟฟ้า
2. ได้แนวทางในการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
3. ได้แนวทางในการศึกษาเพื่อสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบอื่นต่อไป
4. เป็นการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการประดิษฐ์คิดค้นผลงานเพื่อปรับปรุงพัฒนางานในสาขาอาชีพ
5. เป็นการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาทำให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ
6. เป็นการประหยัดงบประมาณค่าใช้จ่ายในการฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า

## บทที่ 2

### เอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การดำเนินการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า จากเอกสาร ตำรา สอบถามผู้รู้และการเข้าอบรมสัมมนา แล้วนำความรู้มาใช้ในการดำเนินการสำหรับการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอกล่าวเป็นลำดับ ดังนี้

1. ประวัติและความเป็นมาของการเชื่อมไฟฟ้า
2. ประวัติการเชื่อมโลหะ
3. ความหมายและความสำคัญของงานเชื่อมไฟฟ้า
4. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
5. สิ่งที่ควรศึกษาในการใช้สูตรคำนวณค่าไฟฟ้า
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1.ประวัติและความเป็นมาของการเชื่อมไฟฟ้า

เป็นเวลาช้านานมาแล้วที่การเชื่อมถูกนำมาใช้จนกระทั่งทุกวันนี้ ในการที่จะทำการประกอบเกี่ยวกับเหล็ก โครงสร้างและเครื่องจักรกลให้ติดกัน ข้อดีที่เห็นได้ชัดในการใช้วิธีการเชื่อมโครงสร้างและเครื่องจักรกลนี้ สามารถที่จะให้การประหยัดในการใช้วัสดุในจำนวนที่น้อย และใช้วิธีปฏิบัติที่ง่าย ๆ ขอบข่ายของการนำวิธีการเชื่อมไปใช้จึงกว้างขวาง เช่น การต่อเรือ สะพานโครงเหล็ก ถังที่รับแรงดัน ท่อส่งน้ำ เข้าเครื่องกังหันน้ำ การเดินท่อน้ำมัน เครื่องจักรกล สำหรับการอุตสาหกรรมชนิดต่าง ๆ และตู้โดยสารรถไฟ การนำการเชื่อมไปใช้ในกรณีต่าง ๆ ช่วยทำให้การประกอบชิ้นส่วนให้ติดกัน

นอกจากการนำไปใช้งานในประเภทดังกล่าว เรายังนำไปใช้ในด้านซ่อมบำรุง เช่นการเชื่อมพอกรางรถไฟ เชื่อมพอกเสริมแบบที่ใช้ในการหล่อหลอมและการพอกผิวแข็ง เครื่องมือการเชื่อมไม่ใช่วัตถุประสงค์ใหญ่ที่ถูกลมองในความต้องการ ในทางปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและเครื่องจักรกล ยังมีความสัมพันธ์ที่กว้างขวางเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยและเศรษฐกิจ การออกแบบงานเชื่อมและการปฏิบัติจะต้องพิจารณาในด้านความเหมาะสมของคุณลักษณะและสภาวะแวดล้อมของสิ่งที่จะทำการเชื่อม

แม้ว่าการเชื่อมจะถูกมองว่าเป็นการปฏิบัติที่ง่าย ๆ แต่มันก็มีปัญหาที่จะต้องหาวิธีแก้ไข โดยต้องใช้ความรู้อย่างกว้างขวาง ความรู้เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องรอบรู้เพื่อให้การปฏิบัติดำเนินไปด้วยดี มันเป็นจุดสำคัญที่จะใช้ในการกำหนดวิธีการเชื่อม ลำดับขั้นในการเชื่อม การปฏิบัติในการตรวจสอบ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับทางเลือกวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมที่เหมาะสม และการเตรียมรอยต่อสำหรับใช้เชื่อม โดยต้องมีความรู้พื้นฐานของโครงสร้าง และเครื่องจักรกลอย่างกว้างขวาง ตลอดจนการเลือกหาวิธีการเชื่อมซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ

ตามคำจำกัดความของ DIN (Deutsch Industries Norm) “ การเชื่อม คือการทำให้ประสานติดกันของโลหะทางโลหะวิทยา หรือการเกิดโลหะผสมภายใต้สภาวะการหลอมละลายที่รอยต่อ ” การเชื่อมอาจกล่าวได้ว่าเป็นการติดต่อกันระหว่างโลหะสองหรือสามชิ้น โดยการใช้พลังงานความร้อน ในปัจจุบันมีวิธีการเชื่อมมากกว่า 40 วิธี ที่ใช้กันอยู่ รวมทั้งการต่อโลหะให้ติดกันของโลหะสองชนิดหรือมากกว่าโดยใช้แรงกดทำให้โมเลกุลของโลหะผสมติดกัน

## 2. ประวัติของการเชื่อมโลหะ

วิวัฒนาการของกระบวนการทางเทคนิคที่ใช้ในการเชื่อมพอจะกล่าวได้ ดังนี้ การเชื่อมเป็นเทคนิคในการทำให้ติดกันของโลหะสองชนิด ที่มีวิวัฒนาการมาก่อนปีแห่งประวัติศาสตร์ ตัวอย่าง เช่น การประสานทำให้ติดกันระหว่างโลหะผสมทองและทองแดงและโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุก ที่ถูกค้นพบกันมาก่อนพุทธศักราชไม่น้อยกว่า 3,000 ปี ไม้พินหรือถ่านหินถูกนำมาใช้เป็นตัวให้ความร้อน แต่เป็นความร้อนที่มีขีดจำกัดทำให้การต่อติดกันไม่วิวัฒนาการเท่าที่ควร

หลังจากมีพลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดการประยุกต์ง่ายขึ้น เทคนิคการเชื่อม ทำให้เกิดความก้าวหน้าและแปลกประหลาดขึ้นมา ซึ่งกลายเป็นกระบวนการเชื่อมทั้งหลายที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันอย่างกว้างขวาง เช่น การเชื่อมอาร์คด้วยไฟฟ้า การเชื่อมโดยใช้ความต้านทานกระแสไฟฟ้า การเชื่อมแบบเทอร์มิต (Thermit welding) และการเชื่อมก๊าซที่ถูกบันทึกไว้หลังจากศตวรรษที่ 19 การเชื่อมด้วยอาร์คไฟฟ้าเครื่องมือและการปฏิบัติถูกนำมาใช้โดยเบนาร์เดส (Benardes) ในปี พ.ศ. 2428 (ค.ศ.1885) โดยใช้แท่งแกรไฟไฟร์ หรือแท่งคาร์บอน ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางเป็นตัวลวดเชื่อมทำให้เกิดกระแสไฟอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับโลหะแม่แบบ โดยทำให้เกิดอาร์คขึ้นในช่องว่างประมาณ 2 มิลลิเมตร ทำให้เกิดความร้อนแล้วใช้โลหะที่เหมือนกับโลหะแม่แบบเดิมให้หลอมละลายเชื่อมติดกัน

เซอร์เนอร์ (Zerner) ได้พัฒนาการวิธีใหม่ในการให้ความร้อนแก่ชิ้นโลหะแม่แบบในปี พ.ศ. 2432 (ค.ศ.1889) โดยวิธีของเขา ใช้แท่งคาร์บอนคู่โค้งงอปลายเข้าหากัน ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กทำให้กำลังการอาร์กแรง ในปี พ.ศ. 2435 (ค.ศ.1892) สลาเวียนอฟ (Slavianoff) ได้นำเอาแกนลวดโลหะมาใช้แทนลวดเชื่อม และให้ตัวลวดโลหะหลอมละลายตัวมันเอง เพื่อเป็นเนื้อโลหะเชื่อมเป็นครั้งแรก คเจล์เบอร์ค (Kjellberg) ได้พบการนำเอาแกนลวดมาหุ้มฟลักซ์ ซึ่งทำให้การเชื่อมมีประสิทธิภาพและคุณภาพของรอยเชื่อมดีขึ้น การค้นพบวิวัฒนาการนี้ถูกนำมาใช้ในการผลิตลวดเชื่อมชนิดหุ้มฟลักซ์ใช้กันอยู่อย่างกว้างขวางทุกวันนี้

ผลงานของสลาเวียนอฟและคเจล์เบอร์ค ที่ได้สร้างไว้ต่อมาในปี พ.ศ. 2429 (ค.ศ.1886) ทอมสัน (Thomson) ได้คิดประดิษฐ์การเชื่อม โดยใช้ความต้านทานไฟฟ้าขึ้น ในปี พ.ศ. 2438 (ค.ศ. 1885) โกลด์สไมด์ (Goldschmidt) ได้คิดประดิษฐ์การเชื่อมแบบเทอร์มิต (thermit) ในปี พ.ศ. 2444 (ค.ศ.1901) เฟซ (Fouche) และพิกการ์ด (Picard) ประยุกต์นำเอาเปลวไฟที่เกิดจากก๊าซออกซิเจนและอะซิไธลินมาใช้ในการเชื่อมเป็นครั้งแรกจากปี พ.ศ. 2428 (ค.ศ.1885 ถึง พ.ศ. 2444 (ค.ศ.1901) กระบวนการเชื่อมที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ ถูกวิวัฒนาการขึ้นในยุคนี้ ซึ่งอยู่ในยุคทองระยะต้น

เริ่มยุคทองระยะที่สอง ในปี พ.ศ. 2469 (ค.ศ.1926) ลังกูมีร์ (Lungumir) ได้ประดิษฐ์การเชื่อมแบบอะตอมมิก-ไฮโดรเจน (Atomic-Hydrogen) ขึ้น โฮบาร์ท (Hobart) และเพเนอร์ (Dener) ได้ประดิษฐ์วิธีการเชื่อมแบบใช้ก๊าซเฉื่อยในการปกคลุมแนวเชื่อม (inert gas shielded arc welding) ในปี พ.ศ. 2478 (ค.ศ. 1935) เคนเนดี (Kennedy) ได้ประดิษฐ์วิธีการเชื่อมแบบอาร์กใต้ฟลักซ์เป็นการเชื่อมแบบอัตโนมัติซึ่งทำให้คุณภาพของการเชื่อมดีขึ้นอย่างน่าประหลาดใจ การเชื่อมด้วยกรรมวิธีนี้ได้ถูกปรับปรุง แม้จุดเล็กน้อยที่ใช้ในการปฏิบัติจนเกิดประสบการณ์ในทางปฏิบัติอย่างได้ผลดี

ในปี พ.ศ. 2479 (ค.ศ. 1936) วอสเซอร์แมน (Wasserman) ได้ประดิษฐ์วิธีการประสาน (brazing) ที่ได้ผลแน่นอนขึ้น เทคนิคการเชื่อมได้เจริญก้าวหน้า ทั้งในทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็วจนในปี พ.ศ. 2493 (ค.ศ.1950) ซึ่งถือว่าเป็นปีเริ่มต้นของยุคทองระยะที่ 3 มาจนถึงปัจจุบัน ในระยะนี้ได้มีการประดิษฐ์วิธีการเชื่อมใหม่ ๆ ซึ่งได้แก่ การเชื่อมแบบใช้ความดันในอุณหภูมิเย็น (cold pressure welding) การเชื่อมแบบมีฟลักซ์หลอมละลายอยู่ด้านบน (electro-slag welding) การเชื่อมแบบใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปกคลุมรอยเชื่อม (CO<sub>2</sub> gas shielded arc welding) การเชื่อมโดย พลาสมาอาร์ก (plasma arc welding) การเชื่อมแบบใช้เลเซอร์ (laser welding) และอื่น ๆ การรวบรวมจำนวนวิธีการเชื่อมและลำดับปีที่คิดประดิษฐ์

วิธีการเชื่อม ถือว่าเป็นวิวัฒนาการของวิธีการเชื่อม วิธีการใหม่ ๆ ทั้งหมดอาจไม่นำมาใช้ในทางปฏิบัติ แต่บางวิธีการมีส่วนช่วยสนับสนุนให้เกิดความก้าวหน้าในทางเทคนิคในอนาคตอันใกล้นี้ ( เชิดเชลงและคณะ, 2524 : 1-3 )

### 3. ความหมายและความสำคัญของงานเชื่อมไฟฟ้า

การเชื่อมหมายถึง กระบวนการต่อโลหะให้ติดกันโดยอาศัยความร้อนจากแหล่งต่างๆ มาหลอมเหลวจนงานให้ติดเป็นเนื้อเดียวกันซึ่งอาจจะใช้แรงกดหรือไม่ใช้ก็ได้ จะเติมลวดเชื่อมหรือไม่เติมก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานและชนิดของกระบวนการ

การเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง กระบวนการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการอาร์ก ระหว่างลวดเชื่อมโลหะกับชิ้นงานทำให้เกิดความร้อนมาหลอมเหลวจนงานให้ติดเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งอาจใช้แก๊สคลุมจากแหล่งภายนอกหรือแก๊สที่เกิดจากการหลอมฟลักซ์ที่หุ้มลวดเชื่อมอยู่ มาปกป้องบ่อหลอมเหลวขณะเชื่อมจากบรรยากาศภายนอก

ความสำคัญของการเชื่อมไฟฟ้า การเชื่อมเป็นกระบวนการพื้นฐานที่มีความสำคัญและเป็นที่ยอมรับกันอย่างมากในงานอุตสาหกรรมเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์โลหะทั้งขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็กตั้งแต่การสร้างอาคารขนาดใหญ่ สะพาน เรือเดินสมุทร ท่อส่งน้ำมัน การสร้างเครื่องมือเครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ชิ้นเล็กๆ ต้องอาศัยการเชื่อมทำการประกอบชิ้นส่วนวัตถุดิบต่างๆ ขึ้นเป็นรูปทรงตามลักษณะงานที่ใช้ นอกจากการผลิตแล้วกระบวนการเชื่อมยังใช้ในการซ่อมแซม ซ่อมบำรุงผลิตภัณฑ์ เครื่องมือเครื่องจักรได้เป็นอย่างดี

กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตมีหลายกระบวนการ ได้แก่ การเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์ซึ่งเป็นกระบวนการเชื่อมที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะทำงานได้อย่างกว้างขวาง สะดวกในการใช้งานมีค่าใช้จ่ายต่ำ ทั้งเครื่องเชื่อมและลวดเชื่อมมีราคาถูก ในการเชื่อมช่างเชื่อมต้องได้รับการฝึกหัดให้เกิดทักษะความชำนาญในระดับหนึ่งจึงจะได้งานที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน การเชื่อมแมกเป็นกระบวนการเชื่อมที่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการเชื่อมอาร์กลวดหุ้มฟลักซ์ เพราะเครื่องเชื่อม อุปกรณ์และลวดเชื่อมมีราคาสูงกว่า การเชื่อมต้องใช้ช่างเชื่อมที่ได้รับการฝึกหัดให้เกิดทักษะความชำนาญเหมือนกับกระบวนการเชื่อมแรก แต่การเชื่อมจะมีคุณภาพชิ้นงานดีกว่าและเชื่อมได้เร็วกว่า ส่วนการเชื่อมทิก เป็นกระบวนการเชื่อมที่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าทั้งสองกระบวนการที่กล่าวมาเนื่องจากราคาเครื่องเชื่อม อุปกรณ์ และแก๊สอาร์กอนที่ใช้เป็นแก๊สปกป้องมีราคาสูง ช่างเชื่อมต้องได้รับการฝึกหัดให้มีทักษะความชำนาญเช่นเดียวกับทั้งสองกระบวนการแรก แต่การเชื่อมทิก สามารถเชื่อมโลหะที่เชื่อมยาก เช่น อะลูมิเนียม ได้ดีกว่าทั้งสองกระบวนการแรก ( เขก ทองอุ่น , 2525 : 1-5 )

## 4. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

การทำงานเชื่อมซึ่งปัจจุบันเป็นหัวใจอันหนึ่งของการทำงานอุตสาหกรรม เครื่องเชื่อมได้มีการพัฒนา ค้นคว้า คัดแปลงให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ขณะนี้ได้มีการสร้างเครื่องเชื่อมขึ้นมากหลายแบบหลายชนิด แต่ละแบบ แต่ละชนิดก็มีขอบเขตและขีดจำกัดในการใช้งานแตกต่างกัน พอจะแยกประเภทได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง (Transformer for Welding)
2. เครื่องเชื่อมกระแสไฟตรงแบบตัวแปลงกระแส (Transformer Rectifier for Welding)
3. เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบ Converter (Generator Welding Machine)
4. เครื่องเชื่อมแบบ Frequency Converter

ในที่นี้ศึกษาค้นคว้าเฉพาะเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง (Transformer for Welding) เท่านั้น เนื่องจากเป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิชางานเชื่อมโลหะ 1 และอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่สร้างขึ้น ใช้ประกอบกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง

### 4.1 เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลง (Transformer for Welding)

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นเครื่องเชื่อมที่นิยมใช้กันมากที่สุดในท้องตลาด เพราะผลิตได้ง่าย ราคาประหยัด สะดวกต่อการบำรุงรักษา น้ำหนักเบาต่อการเคลื่อนย้ายวิธีการของเครื่องเชื่อมแบบนี้ก็คือ การนำเอาแรงดันไฟฟ้าภายนอก ซึ่งมีแรงดันสูงให้ลดต่ำลงมา เพื่อที่จะนำไปใช้งานเชื่อม ทำไมจึงต้องลดแรงดันไฟฟ้าลงมา สาเหตุก็เพราะว่าการใช้แรงดันสูง ๆ ไปทำการเชื่อมอาร์กจะเกิดอันตรายแก่ผู้ทำงานเชื่อมถึงชีวิตได้ แรงดันมาตรฐานที่สมาคมช่างเชื่อมหลาย ๆ แห่งได้กำหนดไว้ คือ แรงดันที่จะใช้เชื่อมเมื่อเป็นแรงดันกระแสสลับ (A.C.) จะต้องไม่เกิน 70 โวลต์ และแรงดันกระแสไฟตรง (D.C.) จะต้องไม่เกิน 100 โวลต์ ดังนั้น จึงต้องมีหม้อแปลงเพื่อที่จะลดแรงดันลงมาแล้ว จึงเอาแรงดันนั้นไปใช้งาน แรงดันที่ได้จากหม้อแปลงไฟก็จะ เป็นแรงดันกระแสสลับ (A.C. Voltage) เหมือนกับกระแสไฟที่ป้อนเข้ามา ( ทองหล่อ : 2522 ) ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงมีดังนี้

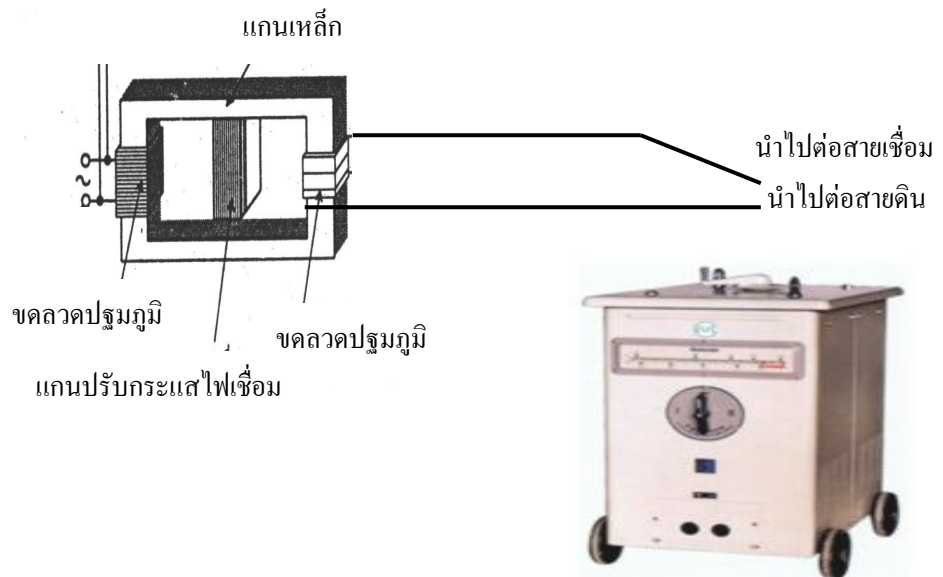
1) แกนเหล็ก (Iron Core) เป็นโครงประกอบของหม้อแปลงทำจากแผ่นเหล็กบางที่เรียกว่า Laminated Sheet Steel โดยการตัดขึ้นรูปมี 4 ลักษณะ คือ แบบ U, E, I และ L ประกอบวางอัดซ้อน ๆ กันเป็นโครงของหม้อแปลง ในแกนเหล็กจะมีขดลวดพันรอบ ๆ แกนเหล็กอยู่ 2 ขด คือ

- ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) เป็นขดลวดทางด้านที่นำเอากระแสจากภายนอกเข้ามา มีจำนวนรอบของขดลวดมากกว่าทางด้านนำเอากระแสไปใช้

- ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) เป็นขดลวดพันรอบแกนเหล็กคนละด้านกับปฐมภูมิ หรือด้านที่จะนำเอากระแสไปใช้ในการเชื่อม จำนวนขดลวดจะมีจำนวนน้อยรอบกว่าทางด้านปฐมภูมิ แต่ขนาดของเส้นลวดจะมีขนาดโตกว่าด้านปฐมภูมิ

2) ชุดบังคับปรับกระแส (Control Core) ชุดบังคับกระแสเป็นแกนเหล็กเลื่อนระหว่างขดปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำงานมีหลักการเพื่อที่จะทำให้เกิดการชักนำความต้านทานของสนามแม่เหล็ก หรือ ลดการเหนี่ยวนำ หรือ การปรับค่าของกระแสในวงจร (Current tap) ซึ่งคุณสมบัติของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าเหล่านี้จะได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแส และแรงดันเป็นแบบ “กระแสคงที่” (Constance Current)

3) เครื่องระบายอากาศ ในเครื่องเชื่อมบางแบบจะมีตัวระบายอากาศอยู่ในเครื่อง เพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์บางส่วนไม่ร้อนจนเกินไปขณะที่เครื่องทำงาน เครื่องเชื่อมที่มีระบบระบายอากาศร้อนส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องเชื่อมพิเศษ เช่น เครื่องเชื่อม TIG หรือ MIG



รูปที่ 1 เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า

#### 4.2 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลง (Transformer Welding Machines)



เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงเป็นแบบที่ถูกที่สุด เบาที่สุดและดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องเชื่อมชนิดอื่น ๆ เป็นเครื่องที่ใช้กระแสไฟฟ้าสลับในการเชื่อม เครื่องเชื่อมรับกำลังไฟฟ้าโดยตรงจากสายเมนกระแสไฟทางออกสามารถปรับได้โดยวิธีต่าง วิธีในการปรับกระแสคือวิธีต่อแท็ป (Tapped) ขดลวดทางออก (Secondary Coil) ของหม้อแปลง วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากกับเครื่องที่จำกัดกำลังไฟฟ้าทางเข้า (Limit Input) ที่มีขนาดเล็ก สายเคเบิลหรือสายเชื่อมและสายดินต่อกับเครื่องโดยการเสียบหัวต่อเข้าไปในรูต่าง ๆ ที่ทำไว้ที่เครื่องเชื่อมเพื่อเลือกเชื่อมได้ตามต้องการ เครื่องบางเครื่องอาจเลือกปรับกระแสไฟได้โดยใช้ Tap Switch แทนที่จะใช้เสียบตามรู อย่างไรก็ตามการปรับกระแสแบบนี้ไม่สามารถให้ค่าของกระแสที่แน่นอนได้

เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป มักมีเครื่องปรับกระแสไฟแบบต่อเนื่อง (Continuous Output Control) ซึ่งอาจเป็นแบบเคลื่อนที่แกนเหล็กหรือเคลื่อนที่ขดลวดในหม้อแปลง การปรับกระแสแบบนี้เรียกว่าเป็นการปรับด้วยวิธี Mechanical Movement ซึ่งจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงระยะที่จะเคลื่อนที่และปรับได้สูงสุด วิธีที่ดีกว่าในการปรับกระแสไฟในการเชื่อมอีกแบบหนึ่งคือ วิธีการปรับโดยอาศัยอุปกรณ์ไฟฟ้าวิธีนี้แกนเหล็กของหม้อแปลงถูกทำให้อิมตัวโดยวงจรช่วย (Auxiliary Electric Circuit) ซึ่งจะควบคุมปริมาณของกระแสให้ไหลไปทางขั้วทางออก โดยเพียงแต่ปรับปุ่มหมุนเล็ก ๆ ก็สามารถทำให้ควบคุมกระแสได้ตั้งแต่ค่าต่ำจนถึงค่าสูงสุด

ถึงแม้ว่าเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงจะเป็นเครื่องที่ให้คุณสมบัติที่ต้องการหลายประการก็ตาม แต่ก็ยังมีขีดจำกัดอยู่ไม่น้อยเช่นเดียวกัน เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงนี้ต้องการกำลังไฟฟ้าในระบบเฟสเดียว (Single Phase System) ความไม่สมดุลในสายอาจเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้เครื่องยังมี Power Factor ต่ำ จำเป็นต้องมีการปรับ Power Factor โดยการต่อคอนเดนเซอร์เข้าไปในวงจรด้วย (เชก ทองอุ่น, 2525 : 22-23 )

## 5. สิ่งที่ต้องศึกษาในการใช้สูตรคำนวณค่าไฟฟ้า

$$P = \frac{EI(C) + P_o (1-C)}{1000\eta} \quad \text{kW/h}$$

ความหมาย	P = กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม
	$P_o$ = กำลังงานของเครื่องขณะเดินเปล่า
	C = วัตรกิจ
	$\eta$ = ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม
	E = แรงดันไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม
	I = กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม

5.1 วัตรกิจ หรือ Duty cycle (C) หมายถึง อัตราส่วนของระยะเวลาทำงานจริงต่อเวลาที่เปิดเครื่องเชื่อมทั้งหมด ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{วัตรกิจ} = \frac{\text{เวลาเชื่อมจริง}}{\text{เวลามาตรฐานใช้งาน}}$$

เมื่อเวลามาตรฐานใช้งาน = เวลาเชื่อม + เวลาพัก

5.2 กำลังของเครื่องขณะเดินเปล่า หมายถึง กำลังของเครื่องที่สูญเสียไป ในขณะที่ไม่ได้เชื่อมแต่เปิดเครื่องทิ้งไว้ ในการทดลองครั้งนี้เครื่องเชื่อมที่ใช้ทดลองวิจัยมีการสูญเสียในขณะเดินเปล่า 1.1 kW/h ได้จากการวัดทางไฟเข้า 220 V. ได้กระแส 5 Amp. เมื่อคำนวณแล้วได้ดังนี้

$$\begin{aligned} P &= EI \\ P &= 220 \times 5 = 1100 \text{ W} \\ &= 1.1 \text{ kW} \end{aligned}$$

5.3 ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม เนื่องจากการจ่ายไฟในการเชื่อมจะต้องแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากแรงดัน 220 V เหลือประมาณ 70 V เพื่อป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงานจึงมีการสูญเสียกำลังไปบางส่วน โดยปกติประสิทธิภาพจะหาได้จาก

$$\eta = \frac{\text{กำลังงานที่จ่ายออก}}{\text{กำลังงานที่จ่ายเข้า}}$$

แต่ในการทดลองวิจัยนี้ จะใช้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องโดยมาตรฐานที่ระบุไว้ ในมาตรฐานการผลิตเครื่องเชื่อม ซึ่งมีค่าประมาณ 0.60

- กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม หาได้จากตารางมาตรฐานการใช้กระแสไฟฟ้ากับขนาดลวด ซึ่งในที่นี้ใช้ลวด  $\varnothing$  3.2 มม. จะใช้กระแสไฟ 100 Amp

- การหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าสามารถหาได้จากมาตรฐานการผลิตเครื่องโดยแรงเคลื่อนจะมีความสัมพันธ์กับกระแสไฟที่ใช้ ในที่นี้ค่าแรงเคลื่อน 24 Voltage ( ทองหล่อ : 2522 )

## 6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- การหาจำนวนชิ้นงานเชื่อม

$$\text{จำนวนชิ้นงานเชื่อม} = \frac{\text{จำนวนลวดเชื่อมที่ใช้}}{\text{จำนวนแนวเชื่อม/งาน 1 ชิ้น}}$$

- การหาผลรวมของข้อมูล

$$\sum fx = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N$$

เมื่อ  $\sum fx$  = ผลรวมของข้อมูล

$X_1..X_N$  = ข้อมูลทุกตัว

- การหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล

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

เมื่อ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล  
 $\sum fx$  = ผลรวมของข้อมูล  
 $N$  = จำนวนของข้อมูล

- การหาค่าความแปรปรวน ( ล้วน สายยศ : 2537 )

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

เมื่อ  $S^2$  = ค่าความแปรปรวน  
 $\sum fx$  = ผลรวมของข้อมูล  
 $\sum fx^2$  = ผลรวมของข้อมูลยกกำลังสอง  
 $N$  = จำนวนของข้อมูล

- การหาค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุสิ้นเปลือง (บุญญศักดิ์ : 2521)

$$\text{ค่าวัสดุสิ้นเปลือง} = \text{ค่าลวดเชื่อม} + \text{ค่าชิ้นงานฝึก} + \text{ค่าไฟฟ้า}$$

ค่าลวดเชื่อม = จำนวนลวดเชื่อมที่ใช้ x ราคาลวดเชื่อมต่อเส้น

ค่าชิ้นงานฝึก = จำนวนชิ้นงานที่ใช้ x ราคางานต่อชิ้น

ค่าไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้า x เวลาที่ใช้ x ราคาต่อหน่วยยูนิต

- การหาค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับการเชื่อมไฟฟ้า (บุญญศักดิ์ : 2521)

$$P = \frac{EI (C) + P_o (1-C)}{1000\eta}$$

ความหมาย  $P$  = กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม

$P_o$  = กำลังงานของเครื่องขณะเดินเปล่า

$C$  = วัตรกิจ

$\eta$  = ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม

$E$  = แรงดันไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม

$I$  = กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม

- การหาค่าอัตราส่วนวิกฤต ( ล้วน สายยศ : 2537 )

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

- เมื่อ  $\bar{X}_1, \bar{X}_2$  = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
 $S_1^2, S_2^2$  = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง  
 $N_1, N_2$  = จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัย เรื่องการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าแก่นักเรียน สาขาวิชาโลหะการ วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูล
2. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์
3. กำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
4. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ

#### 1. การศึกษาข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าทดสอบและทดลองหาข้อมูล เกี่ยวกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ที่ใช้ฝึกปฏิบัติสำหรับนักเรียน สาขาวิชาโลหะการ โดยศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ โดยเฉพาะวิชางานเชื่อมโลหะ 1 เพื่อกำหนดแนวทางดำเนินงาน

1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ฝึกปฏิบัติ สำหรับวิชางานเชื่อมไฟฟ้า 1 เพื่อนำมาออกแบบและสร้างอุปกรณ์



รูปที่ 2 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติสำหรับวิชางานเชื่อมโลหะ 1

จากการฝึกปฏิบัติของนักเรียนระดับ ปวช. ที่เรียนวิชางานเชื่อมโลหะ 1 ที่แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ โดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับแบบหม้อแปลง ขนาด 250 แอมแปร์ ได้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ดังนี้

\* ขณะเครื่องเดินเปล่า

Input	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	220	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	6.8	แอมแปร์
Output	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	0	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	0	แอมแปร์

\* ขณะทำการเชื่อม

Input	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	38.5	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	40	แอมแปร์
Output	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	24	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	100	แอมแปร์

1.3 ศึกษาข้อมูลการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า จากหลักสูตรรายวิชาเพื่อนำมาพิจารณาเกี่ยวกับเวลาในการฝึกตามหลักสูตรรายวิชางานเชื่อมโลหะ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ กระทรวงศึกษาธิการ โดยพิจารณาจากการใช้เวลาฝึกปฏิบัติ 6 ชั่วโมงต่อวัน ไม่รวมการอบรมก่อนและหลังเรียน การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยพบว่า การฝึกเชื่อมไฟฟ้า ในแต่ละครั้งใช้เวลาในการฝึกปฏิบัติทั้งหมดต่อคนต่อเครื่องไม่เกิน 4 ชั่วโมงต่อวัน โดยคิดค่าใช้จ่ายในการฝึกค่ากระแสไฟฟ้า จากข้อมูลดังนี้

- ค่ากระแสไฟฟ้า ใช้ข้อมูลจากการศึกษาดังนี้ (บุญญศักดิ์ : 2521)

$$P = \frac{EI(C) + P_o(1-C)}{1000\eta} \quad \text{kW/h}$$

ความหมาย

- P = กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม
- $P_o$  = กำลังงานของเครื่องขณะเดินเปล่า
- C = วัตรกิจ
- $\eta$  = ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม
- E = แรงดันไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม
- I = กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม

สิ่งที่ควรศึกษาในการใช้สูตรคำนวณค่าไฟฟ้าก็คือ

1) วัตรกิจ หรือ Duty cycle (C) หมายถึง อัตราส่วนของระยะเวลาทำงานจริงต่อเวลาที่เปิดเครื่องเชื่อมทั้งหมด ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{วัตรกิจ} = \frac{\text{เวลาเชื่อมจริง}}{\text{เวลามาตรฐานใช้งาน}}$$

เมื่อเวลามาตรฐานใช้งาน = เวลาเชื่อม + เวลาพัก

2) กำลังของเครื่องขณะเดินเปล่า หมายถึง กำลังของเครื่องที่สูญเสียไป ในขณะที่ไม่ได้เชื่อมแต่เปิดเครื่องทิ้งไว้ ในการทดลองครั้งนี้เครื่องเชื่อมที่ใช้ทดลองวิจัยมีการสูญเสียในขณะเดินเปล่า จากการวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า ด้าน Input 220 V. กระแสไฟฟ้า 6.8 Amp. เมื่อกำนวณแล้วได้ดังนี้

$$\begin{aligned} P &= EI \\ P &= 220 \times 6.8 = 1,496 \text{ W} \\ &= 1.49 \text{ kW} \end{aligned}$$

3) ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เนื่องจากการจ่ายไฟในการเชื่อมจะต้องแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากแรงดัน 220 V เหลือประมาณ 70 V เพื่อป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงานจึงมีการสูญเสียกำลังไปบางส่วน โดยปกติประสิทธิภาพจะหาได้จาก

$$\eta = \frac{\text{กำลังงานที่จ่ายออก}}{\text{กำลังงานที่จ่ายเข้า}}$$

แต่ในการทดลองวิจัยนี้ จะใช้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องโดยมาตรฐานที่ระบุไว้ ในมาตรฐานการผลิตเครื่องเชื่อม ซึ่งมีค่าประมาณ 0.60

4) กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม หาได้จากตารางมาตรฐานการใช้กระแสไฟฟ้ากับขนาดลวด (ทองหล่อ 2522) ซึ่งในที่นี้ใช้ลวด  $\varnothing$  3.2 มม. จะใช้กระแสไฟ 100 Amp

5) การหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าสามารถหาได้จากมาตรฐานการผลิตเครื่อง โดยแรงเคลื่อนจะมีความสัมพันธ์กับกระแสไฟที่ใช้ ในที่นี้ค่าแรงเคลื่อน 24 Voltage

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนและกระแสไฟขณะเชื่อม ( ทองหล่อ : 2522 )

กระแสไฟ ( Amp.)	แรงเคลื่อนขณะอาร์ก ( V )
0 ถึง 100	22
100 - 150	24
150 – 200	26

### ตัวอย่างการคำนวณค่าไฟฟ้า

การฝึกเชื่อมไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ในโรงงานเชื่อมโลหะ 1 ขณะเชื่อมใช้กระแสไฟตั้งเชื่อม 100 A แรงเคลื่อนขณะอาร์ก 24 V กำลังเครื่อง ขณะเครื่องเดินตัวเปล่า 1.49 kW เครื่องมีประสิทธิภาพ 0.6 Duty cycle 60% หรือ 0.6 เชื่อมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า ยูนิตละ 5 บาท จงหาค่าไฟฟ้าต่อการฝึกเชื่อมไฟฟ้าของนักเรียน 2 กลุ่ม รวม 28 คน โดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าทั้งสิ้น 14 เครื่อง

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{EIC}{1000} + P_o(1-C) \\
 &= \frac{24 \times 100 \times 0.6}{1000 \times 0.6} + 1.49(1 - 0.6) \\
 &= 2.4 + 0.6 \\
 P &= 3 \text{ kW-h}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าไฟฟ้า/เครื่อง} &= P \times \text{ราคา/ยูนิต} \times \text{ชั่วโมงการทำงาน} \\
 &= 3 \text{ kW-h} \times 5 \text{ บาท/ยูนิต} \times 6 \text{ ชั่วโมง} \\
 &= 90 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นจะเสียค่าไฟฟารวมทั้งสิ้น} &= 90 \text{ บาท / เครื่อง} \times 14 \text{ เครื่อง} \\
 &= 1,260 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

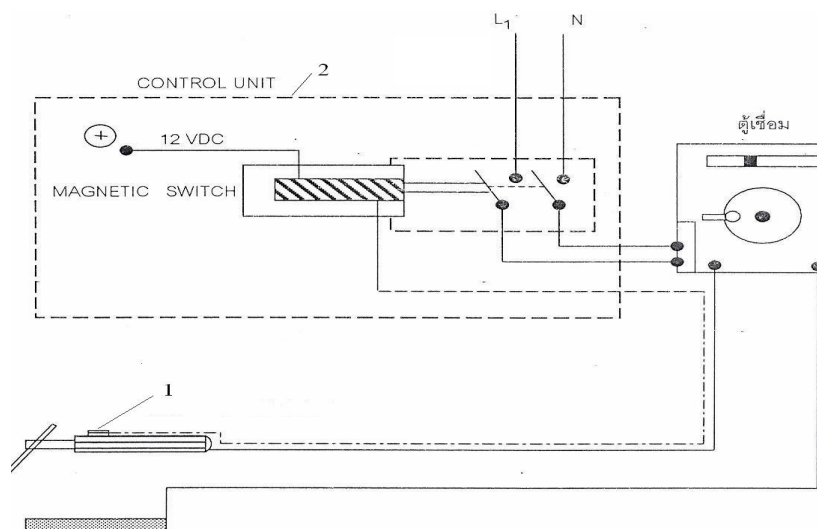
**หมายเหตุ** เนื่องจากวัตรกิจ หรือ Duty cycle (C) ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนของระยะเวลาทำงานจริงต่อเวลาที่เปิดเครื่องเชื่อมทั้งหมด เป็น 60% หรือ 0.6 เมื่อเชื่อมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

$$\text{เวลาที่เวลามาตรฐานใช้งาน} = \text{เวลาเชื่อม} + \text{เวลาพัก}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นสรุปได้ว่าเวลาที่เครื่องเดินเปล่าเป็นเวลา} &= 6 - (6 \times 0.6) = 2.4 \text{ ชั่วโมง} \\
 \text{เพราะฉะนั้นจะเสียค่าไฟฟ้าในขณะที่เครื่องเดินเปล่า} &= 1.49 \times 5 \times 2.4 \times 14 = 282.24 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

## 2. การออกแบบและสร้างอุปกรณ์

การดำเนินงานส่วนนี้ ผู้วิจัยจะออกแบบและสร้างโดยคำนึงถึง การสร้างใช้วัสดุที่ประหยัด ความสะดวกต่อการใช้งาน มีความสะดวกและปลอดภัย ซึ่งการออกแบบและสร้างพยายามให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นชุดอุปกรณ์ที่ประกอบเพิ่มเติมภายนอกของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพื่อให้มีความสามารถตัดต่อกระแสไฟด้านเข้าของเครื่องเชื่อม ช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าขณะที่เครื่องเชื่อมเดินเปล่า โดยใช้สวิตซ์ไฟฟ้าแบบแม่เหล็ก (Magnetic Switch) ที่ควบคุมการทำงานด้วยสวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับที่ติดตั้งอยู่บริเวณอุปกรณ์จับลวดเชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 3 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ตามรูปที่ 3 แสดงบล็อกไดอะแกรมและวงจรควบคุม ที่แสดงหลักการทำงานของ อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า มีลักษณะประกอบด้วย ชุดควบคุมการจ่าย ไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ( 2 ) ที่ติดตั้งภายในกล่องควบคุม มีลักษณะประกอบด้วยสวิตช์ไฟฟ้า แบบแม่เหล็ก ( Magnetic Switch ) มีขั้วต่อไฟด้านเข้า ( Input ) และขั้วต่อไฟด้านออก( Output ) โดยสวิตช์ไฟฟ้าแบบแม่เหล็กดังกล่าว จะถูกควบคุมการทำงานด้วยสวิตช์ ( 1 ) ที่ติดตั้งอยู่ บริเวณอุปกรณ์จับลวดเชื่อมไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อมและสวิตช์ ( 1 ) ดังกล่าว มีลักษณะเป็นสวิตช์แบบกดติดปลายด้ามและมีไฟหลอดติดตั้งอยู่บริเวณบนกล่อง ควบคุมสำหรับแสดงการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าติดตั้งอยู่



การออกแบบอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยดำเนินการจะตรวจสอบโดยที่ปรึกษาโครงการวิจัยซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการเชื่อมไฟฟ้าและทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา เมื่อได้รับความเห็นชอบแล้วจะดำเนินการจัดสร้างต่อไป และเมื่อจัดสร้างเสร็จแล้วจะนำไปประเมินผล ทดสอบก่อนการใช้งาน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ด้านงานเชื่อมไฟฟ้าและเทคโนโลยีทางการศึกษา จนมั่นใจว่าอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าสามารถนำไปใช้งานได้ โดยปรากฏผลดังนี้ ( ดูรายละเอียดแบบประเมินในภาคผนวก ง. หน้า 62 )

ผลการประเมินของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อม ไฟฟ้า

- 1) ความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ฯ อยู่ในขั้นดีมาก
- 2) อุปกรณ์ฯ นำไปใช้เพื่อการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า อยู่ในขั้นดีมาก
- 3) การใช้งานของอุปกรณ์ฯ มีความเหมาะสม ปลอดภัย อยู่ในขั้นดีมาก
- 4) การจัดวางและประกอบอุปกรณ์ภายในเหมาะสม อยู่ในขั้นดีมาก
- 5) การปฏิบัติงานของผู้ฝึกต่ออุปกรณ์ฯ ทำได้สะดวก อยู่ในขั้นดีมาก
- 6) อุปกรณ์ฯ มีความปลอดภัยในการใช้งาน อยู่ในขั้นดีมาก
- 7) อุปกรณ์ฯ มีความคงทนต่อการใช้งาน อยู่ในขั้นดี
- 8) การจัดเก็บอุปกรณ์ฯ เป็นสัดส่วนเหมาะสม อยู่ในขั้นดีมาก

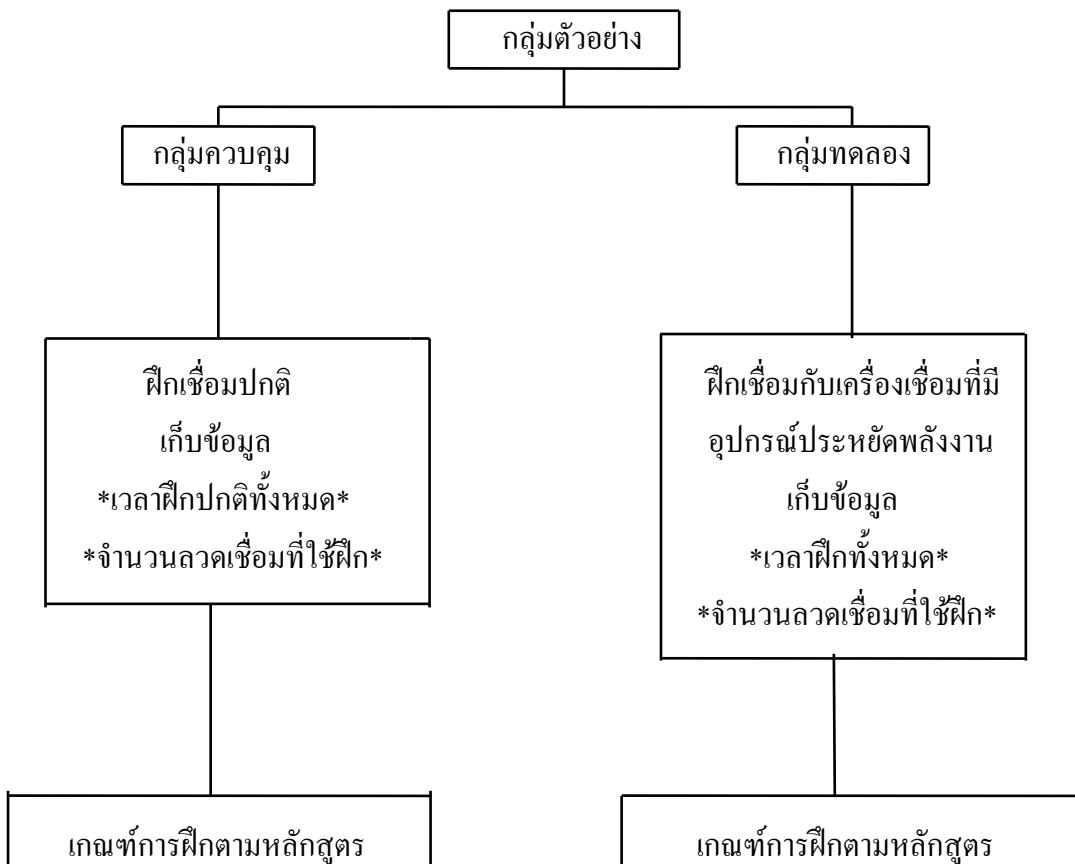
### 3. การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ที่ต้องฝึกทักษะการเชื่อมไฟฟ้า ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรจำนวนมาก แต่ถ้าพิจารณาจากรูปแบบการฝึกทักษะเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรแล้วการฝึกทักษะจะไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างจากวิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ซึ่งผู้วิจัยเป็นข้าราชการในสังกัดอยู่ เพื่อความสะดวกและเป็นผลดีต่อการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของวิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่ลงเรียนวิชางานเชื่อมโลหะ 1 จำนวน 28 คน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 14 คน

#### 4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

- 4.1 ทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยดำเนินการทดลองให้กลุ่มควบคุมทำการฝึกเชื่อมตามปกติ กล่าวคือ ให้ฝึกเชื่อมจนถึงเกณฑ์การฝึกที่กำหนดไว้
- 4.2 ทดลองกับกลุ่มทดลอง โดยดำเนินการทดลองฝึกกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า จนถึงเกณฑ์การฝึกที่กำหนดไว้ เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม
- 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล จากการทดลองจะเก็บข้อมูลจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองดังนี้
  - เวลาฝึกปกติทั้งหมด
  - จำนวนลวดเชื่อมที่ใช้ในการฝึก



แผนภูมิที่ 1 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

แต่เนื่องจากการทดลองวิจัยจะดำเนินไปในเวลาเรียนปกติ ผู้เก็บข้อมูลก็ควรเป็นครูผู้สอน และประเมินผล ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกตามปกติด้วย สำหรับจำนวนผู้ประเมินผลในการเก็บข้อมูล นั้นควรมีอย่างน้อยไม่ต่ำกว่าสองท่าน และต้องมีผลการประเมินสอดคล้องในทางสถิติวิจัยอีกด้วย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกอาจารย์ที่สอนปฏิบัติงานเชื่อมประจำสองท่าน และตรวจสอบการ ประเมินผลโดยหาค่าสหสัมพันธ์ของ Pearson ที่  $\alpha = .05$  โดยเลือกชิ้นงานเชื่อมแบบส้อมเดามา จำนวน 10 ชิ้น ให้อาจารย์ทั้งสองแยกกันประเมินผลตามใบประเมินผลที่ใช้เก็บข้อมูลจริง ผล ปรากฏว่าครูสอบท่านมีการประเมินผลที่สอดคล้องเท่าเทียมกัน การทดสอบได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ชิ้นงานเชื่อม

ชิ้นที่	ลักษณะแนวเชื่อมทำراب					
	แนวตรง	กว้าง สม่ำเสมอ	สูง สม่ำเสมอ	มุมลวด เชื่อม	ความเร็ว เดินลวด	ระยะ อาร์ก
1	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	1	1
5	1	1	0	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1
9	1	1	0	1	0	1
10	1	0	0	1	1	1

ข้อมูลการให้คะแนนอาจารย์ท่านที่ 1 อาจารย์ประพนธ์ จุลเดชะ

ชั้นที่	ลักษณะแนวเชื่อมทำراب					
	แนวตรง	กว้าง สม่ำเสมอ	สูง สม่ำเสมอ	มุมลวด เชื่อม	ความเร็ว เดินลวด	ระยะ อาร์ก
1	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	1	1
5	1	1	0	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1
9	1	1	0	1	0	1
10	1	0	0	1	1	1

ข้อมูลการให้คะแนนอาจารย์ท่านที่ 2 อาจารย์สายชล หมีวงษ์  
จากข้อมูลการประเมินผล ทำการตรวจสอบผู้ประเมินได้ 2 ลักษณะคือ

1) ตรวจสอบโดยการให้คะแนน จำนวนชั้นที่ผ่านแต่ละทักษะ ดังต่อไปนี้

ทักษะ	ผู้ประเมินท่านที่ 1				
	X	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
1. แนวตรง	6	6	36	36	36
2. ความกว้างสม่ำเสมอ	5	5	25	25	25
3. ความสูงสม่ำเสมอ	2	2	4	4	4
4. มุมลวดถูกต้อง	9	9	81	81	81
5. ความเร็ว	8	8	64	64	64
6. ระยะอาร์ก	9	9	81	81	81
<b>Σ</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>291</b>	<b>291</b>	<b>291</b>

$$R_{xy} = \frac{N\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$R_{xy} = \frac{(6 \times 291) - (39)(39)}{\sqrt{[(6 \times 291) - (39)^2][(6 \times 291) - (39)^2]}}$$

$$= \frac{225}{225}$$

$$= 1$$

2) ตรวจสอบโดยการให้คะแนนทักษะละ 1 คะแนน ของงานแต่ละชิ้นดังต่อไปนี้

ผู้ประเมินท่านที่ 2					
ชิ้นที่	X	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
1	1	1	1	1	1
2	3	3	9	9	9
3	6	6	36	36	36
4	2	2	4	4	4
5	5	5	25	25	25
6	6	6	36	36	36
7	5	5	25	25	25
8	3	3	9	9	9
9	4	4	16	16	16
10	4	4	16	16	16
<b>Σ</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>177</b>	<b>177</b>	<b>177</b>

จากข้อมูลนำไปทดสอบหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson ดังต่อไปนี้

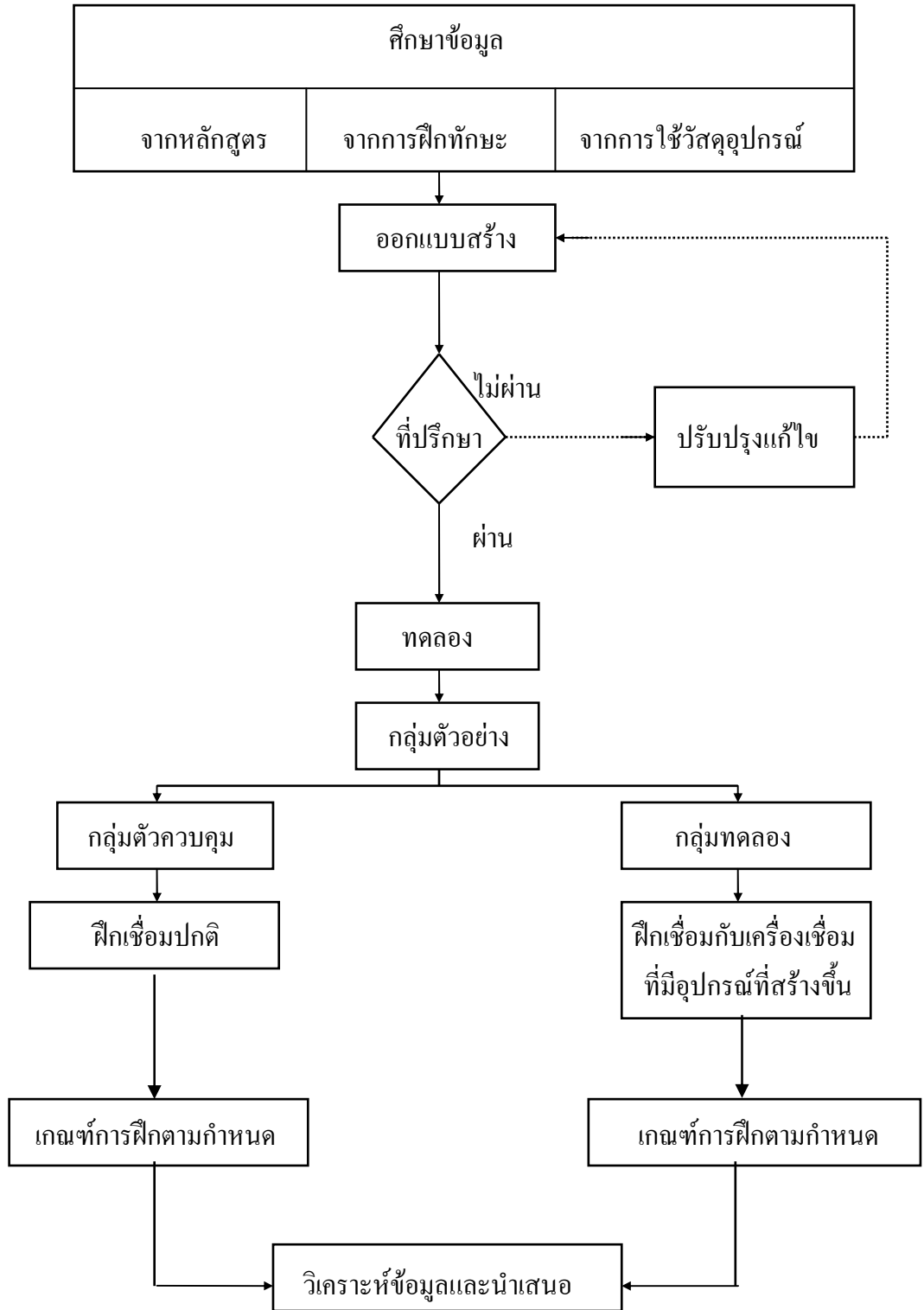
$$\begin{aligned}
 R_{xy} &= \frac{N\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[N\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][N\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \\
 &= \frac{(10 \times 177) - (39)(39)}{\sqrt{[(10 \times 177) - (39)^2][(10 \times 177) - (39)^2]}} \\
 &= \frac{249}{249} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

จากการประเมินผลของผู้ประเมิน ตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้งสองลักษณะ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 1 แสดงว่าอาจารย์ทั้งสองมีความสอดคล้องในการประเมินผลชิ้นงานเชื่อม

#### เกณฑ์การฝึก

- 1) แนวเชื่อมเป็นแนวตรง
- 2) แนวเชื่อมกว้างสม่ำเสมอ
- 3) แนวเชื่อมสูงสม่ำเสมอ
- 4) เอียงมุมลาดได้เหมาะสม
- 5) ควบคุมความเร็วได้เหมาะสม
- 6) ควบคุมระยะอาร์กได้เหมาะสม

**หมายเหตุ** เกณฑ์การประเมินผลนี้ เกิดขึ้นโดยการปรึกษาหารือ ระหว่างผู้วิจัยและผู้ควบคุมการสอนการฝึกงานเชื่อมไฟฟ้าและนำผลให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนงานเชื่อมไฟฟ้า ตรวจสอบแล้ว เห็นว่าเหมาะสมสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลได้



แผนภูมิที่ 2 การดำเนินงานวิจัย

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ

นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น ส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- 5.1 การหาค่าเฉลี่ยของเวลา จำนวนลวดเชื่อม ทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความแปรปรวนของเวลา จำนวนลวดเชื่อม
- 5.2 การหาค่าใช้จ่ายค่ากระแสไฟฟ้า
- 5.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนลวดเชื่อมที่ใช้ เวลาในการเชื่อมจริง และ เวลาฝึกเชื่อมรวมทั้งหมด
- 5.4 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์ตารางประกอบความเรียง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- การหาผลรวมของข้อมูล

$$\sum fx = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N$$

เมื่อ  $\sum fx =$  ผลรวมของข้อมูล  
 $X_1..X_N =$  ข้อมูลทุกตัว

- การหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล

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

เมื่อ  $\bar{X} =$  ค่าเฉลี่ยของข้อมูล  
 $\sum fx =$  ผลรวมของข้อมูล  
 $N =$  จำนวนของข้อมูล

- การหาค่าความแปรปรวน

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

- เมื่อ  $S^2$  = ค่าความแปรปรวน  
 $\sum fx$  = ผลรวมของข้อมูล  
 $\sum fx^2$  = ผลรวมของข้อมูลยกกำลังสอง  
 $N$  = จำนวนของข้อมูล

- การหาค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุสิ้นเปลือง

$$\text{ค่าวัสดุสิ้นเปลือง} = \text{ค่าลวดเชื่อม} + \text{ค่าชิ้นงานฝึก} + \text{ค่าไฟฟ้า}$$

- ค่าลวดเชื่อม = จำนวนลวดเชื่อมที่ใช้ x ราคาลวดเชื่อมต่อเส้น  
 ค่าชิ้นงานฝึก = จำนวนชิ้นงานที่ใช้ x ราคางานต่อชิ้น  
 ค่าไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้า x เวลาที่ใช้ x ราคาต่อหน่วยยูนิต

- การหากำลังไฟฟ้าสำหรับการเชื่อม

$$P = \frac{EI(C)}{1000\eta} + P_o(1-C)$$

- เมื่อ  $P$  = กำลังไฟฟ้า  
 $E$  = แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม  
 $I$  = กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม  
 $\eta$  = ประสิทธิภาพเครื่องเชื่อม  
 $C$  = Duty Cycle ของเครื่องเชื่อม  
 $P_o$  = กำลังไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมเดินเปล่า

• การหาค่าอัตราส่วนวิกฤต

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}}$$

เมื่อ  $\bar{X}_1, \bar{X}_2$  = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
 $S_1^2, S_2^2$  = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง  
 $N_1, N_2$  = จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
2. วิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าในการเชื่อม
3. วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการฝึกเชื่อม

#### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

จากการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถวิเคราะห์ผลเบื้องต้นได้ตามลำดับดังนี้

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลด้านการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้า และเวลาในการฝึกเชื่อมไฟฟ้า ได้ผลการทดลองดังนี้

1.1.1 จากการฝึกปฏิบัติของนักเรียนระดับ ปวช. ที่เรียนวิชางานเชื่อมโลหะ 1 ที่แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ โดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับแบบหม้อแปลง ขนาด 250 แอมแปร์ ได้ข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ดังนี้

\* ขณะเครื่องเดินเปล่า

Input	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	220	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	6.8	แอมแปร์
Output	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	0	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	0	แอมแปร์

\* ขณะทำการเชื่อม

Input	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	38.5	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	40	แอมแปร์
Output	แรงเคลื่อนไฟฟ้า	24	โวลต์
	กระแสไฟฟ้า	100	แอมแปร์

1.1.2 การทดลองฝึกเชื่อมไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 28 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 14 คน ที่ผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์การฝึกได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3 ข้อมูลการฝึกเชื่อม ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ผลข้อมูล ลำดับที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	เวลาทำการ เชื่อม ( นาที )	เวลาเครื่องเดิน เปล่า ( นาที )	เวลาทำการ เชื่อม ( นาที )	เวลาเครื่องเดิน เปล่า ( นาที )
1	120	120	124	116
2	135	105	122	118
3	124	116	121	119
4	130	110	123	117
5	122	118	125	115
6	140	100	139	101
7	125	115	141	99
8	115	125	118	122
9	121	119	120	120
10	139	101	124	116
11	123	117	126	114
12	125	115	115	125
13	122	118	130	110
14	126	114	127	113
<b>ผลรวม (<math>\Sigma x</math>)</b>	<b>1767</b>	<b>1593</b>	<b>1755</b>	<b>1605</b>
<b><math>\Sigma x^2</math></b>	<b>223711</b>	<b>181951</b>	<b>220687</b>	<b>184687</b>
<b>ค่าเฉลี่ย (X)</b>	<b>126.21</b>	<b>113.79</b>	<b>125.35</b>	<b>114.65</b>
<b>ค่าความแปรปรวน(S)<sup>2</sup></b>	<b>49.31</b>	<b>49.31</b>	<b>48.94</b>	<b>48.89</b>

จากข้อมูล ผลการทดลองเชื่อมในตารางที่ 3 วิเคราะห์ผลได้ดังนี้

1) กลุ่มควบคุมมีข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- เวลาทำการเชื่อมที่ใช้ทั้งหมด 1767 นาที เหล็กที่ใช้เวลา 126.21 นาที มีค่าความแปรปรวนของการเชื่อม 49.31

- เวลาเครื่องเดินเปล่าทั้งหมด 1593 นาที เหล็กเครื่องเดินเปล่า 113.79 นาที มีค่าความแปรปรวนของเวลาเครื่องเดินเปล่า 49.31

2) กลุ่มทดลองมีข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- เวลาทำการเชื่อมที่ใช้ทั้งหมด 1755 นาที เหล็กที่ใช้เวลา 125.35 นาที มีค่าความแปรปรวนของการเชื่อม 48.94

- เวลาเครื่องเดินเปล่าทั้งหมด 1065 นาที เหล็กเครื่องเดินเปล่า 114.65 นาที มีค่าความแปรปรวนของเวลาเครื่องเดินเปล่า 48.89

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าในการเชื่อม

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ในด้านการใช้เวลาในการเชื่อมทั้งหมด สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าในการเชื่อมได้ดังนี้

การฝึกเชื่อมไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ในโรงงานเชื่อมไฟฟ้า 1 ขณะเชื่อมใช้กระแสไฟตั้งเชื่อม 100 A แรงเคลื่อนขงะอาร์ก 24 V กำลังเครื่อง ขณะเครื่องเดินตัวเปล่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านไฟเข้า 220 V กระแสไฟ 6.8 A ( $P_o = E \times I = 220 \times 6.8 = 1490 \text{ W} = 1.49 \text{ kW}$ ) เครื่องมีประสิทธิภาพ 0.6 Duty cycle 60% หรือ 0.6 เวลาทำงานเชื่อมทั้งหมดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง คิดค่าไฟฟ้า ยูนิตละ 5 บาท นักเรียน ฝึกเชื่อมไฟฟ้า 2 กลุ่ม รวม 28 คน โดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าทั้งสิ้น 14 เครื่อง

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{EIC}{1000\eta} + P_o(1-C) \\
 &= \frac{24 \text{ V} \times 100 \text{ A} \times 0.6}{1000 \times 0.6} + 1.49 \text{ kW} (1 - 0.6)
 \end{aligned}$$

$$P = 3 \text{ kW-h}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าไฟฟ้า/เครื่อง} &= P \times \text{ราคา/ยูนิต} \times \text{ชั่วโมงการทำงานเชื่อมทั้งหมด} \\
 &= 3 \text{ kW-h} \times 5 \text{ บาท/ยูนิต} \times 4 \text{ ชั่วโมง} \\
 &= 60 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นค่ากระแสไฟฟ้า ทั้งสิ้น} &= 60 \text{ บาท/เครื่อง} \times 14 \text{ เครื่อง} \\
 &= 840 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ในขณะที่กลุ่มควบคุมใช้เวลาทำงานเชื่อมทั้งหมด 4 ชั่วโมง เหลือใช้เวลาทำการเชื่อม 126.21 นาทีเฉลี่ยเครื่องเดินเปล่า 113.79 นาที (1.89 ชั่วโมง)

ส่วนกลุ่มทดลองใช้เวลาทำงานเชื่อมทั้งหมด 4 ชั่วโมงเช่นกัน เหลือใช้เวลาทำการเชื่อม 125.35 นาที และเฉลี่ยเครื่องเดินเปล่า 114.65 นาที (1.91 ชั่วโมง) ซึ่งฝึกกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพราะฉะนั้นจึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในขณะที่เครื่องเดินเปล่า คิดเป็นเงินได้ดังนี้

$$1.49 \text{ kW} \times 1.91 \text{ ชั่วโมง} \times 5 \text{ บาท} \times 14 \text{ เครื่อง} = 199.21 \text{ บาท}$$

จากข้อมูลข้างต้น สามารถวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

\* กลุ่มควบคุม จะเสียค่ากระแสไฟฟ้าในการฝึกปฏิบัติ 840 บาท

\* กลุ่มทดลอง จะเสียค่ากระแสไฟฟ้าในการฝึกปฏิบัติ

$$840.00 - 199.21 = 640.79 \text{ บาท}$$

ดังนั้นกลุ่มทดลองจะมีค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 23.71

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการฝึกเชื่อม

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ด้านเวลาในการฝึกเชื่อม สามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเวลาในการฝึกเชื่อมได้ ดังนี้

\* วิเคราะห์เปรียบเทียบเวลาในการฝึกของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาทำการเชื่อมในการฝึกเชื่อมโดย t-test ที่นัยสำคัญ  $\alpha = .01$  ได้ผลการทดสอบตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบเวลาฝึกเชื่อมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

รายการ		ขณะทำการ เชื่อม	ขณะเครื่องเดิน เปล่า
กลุ่ม ควบคุม	จำนวนคน (N)	14	14
	เวลาทำการเชื่อมเฉลี่ย (X)	126.21	113.79
	ค่าความแปรปรวน (S <sup>2</sup> )	49.31	49.31
กลุ่ม ทดลอง	จำนวนคน (N)	14	14
	เวลาเครื่องเดินเปล่าเฉลี่ย (X)	125.35	114.65
	ค่าความแปรปรวน (S <sup>2</sup> )	48.94	48.89
ค่า t จำนวน		<b>0.324 &lt; *P</b>	
ค่า t ที่ $\alpha = .01$ (df = 26)		<b>2.779</b>	
ผลการเปรียบเทียบ ความแตกต่างเวลาทำการเชื่อมเฉลี่ย		<b>ไม่แตกต่าง</b>	

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาทำการเชื่อมเฉลี่ย ในตารางที่ 4 วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาทำการเชื่อมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ค่า t ที่คำนวณได้ คือ **0.324**  $df = N_1 + N_2 - 2 = 14 + 14 - 2 = 26$  เปิดค่าวิกฤติจากตาราง t แบบ two-tail ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ค่า **2.779** นำค่า t ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับค่า t ที่เปิดจากตารางพบว่า ค่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง สรุปได้ว่า ความแตกต่างของเวลาทำการเชื่อมเฉลี่ย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือก็คือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีเวลาทำการเชื่อม ไม่แตกต่าง ด้วยการทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .01$

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการ เพื่อเป็นการนำนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีข้อสรุปผลดังนี้

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าและในการฝึกปกติกับการฝึกแบบมีอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
3. เพื่อเปรียบเทียบเวลาทำการเชื่อมในการฝึกเชื่อมแบบมีอุปกรณ์การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้ากับการฝึกแบบปกติ

#### สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในการฝึกของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุม
2. เวลาทำการเชื่อมในการฝึกจนถึงตามเกณฑ์ที่กำหนดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .01$

#### ขอบเขตของการวิจัย

1. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน รายวิชางานเชื่อมไฟฟ้า 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ
2. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่สร้างขึ้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเข้ากับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าสำหรับฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า
3. การฝึกตามข้อ 2 คำนึงถึงการฝึกโดยพยายามไม่เปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ฝึก
4. เกณฑ์การประเมินผลชิ้นงานเชื่อมมีจุดประเมินผลดังนี้
  - 4.1 ความตรงของแนวเชื่อม
  - 4.2 ความกว้างของแนวเชื่อม

- 4.3 ความสูงของแนวเชื่อม
- 4.4 ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม
5. การประเมินผลชิ้นงานเชื่อมทำการประเมิน โดยผู้สอนงานเชื่อม ไฟฟ้า 2 ท่าน ที่ผ่าน การทดสอบเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ในการประเมินผลงานเชื่อมไฟฟ้าเบื้องต้น ที่ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$
6. การฝึกเชื่อมใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสสลับแบบหม้อแปลง ขนาด 250 แอมแปร์/220 โวลต์
7. การคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า ใช้ประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม 60 %
8. การแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แบ่ง โดยการสุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ ได้แก่ นักเรียน ระดับ ปวช. ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานเชื่อม โลหะ 1 ปีการศึกษา 2548 - 2549 วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
9. การทดลองของกลุ่มตัวอย่าง จะดำเนินการดังนี้
  - 9.1 กลุ่มควบคุม ทดลองโดยดำเนินการฝึกเชื่อมตามหลักสูตรรายวิชากำหนด จนถึงเกณฑ์การฝึก
  - 9.2 กลุ่มทดลอง ทดลองโดยการฝึกเชื่อมกับเครื่องเชื่อมที่มีอุปกรณ์ประหยัคพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจนถึงเกณฑ์การฝึกเช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม
10. การเปรียบเทียบผลการทดลอง ดำเนินการตามหัวข้อดังนี้
  - 10.1 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ฝึกของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
  - 10.2 เปรียบเทียบเวลาการฝึกของกลุ่มทดลองกับเวลาฝึกปกติที่กำหนด ในหลักสูตรรายวิชา
11. การวิจัยครั้งนี้ จะทำการทดลองตามปกติใน โรงงานแผนกวิชาช่างเชื่อม โลหะ วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง
12. ในการวิเคราะห์ผลของการทดลอง จะไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ เศรษฐกิจ อารมณ์ และสิ่งแวดล้อมขณะทำการฝึก

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ โดยเฉพาะวิชางานเชื่อมโลหะ 1 เพื่อกำหนดแนวทางดำเนินงาน

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ฝึกปฏิบัติ วิชางานเชื่อมโลหะ 1 เพื่อนำมาออกแบบและสร้างอุปกรณ์ฯ

3. ศึกษาข้อมูลการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าจากหลักสูตรรายวิชา เพื่อนำมาพิจารณาเกี่ยวกับเวลาในการฝึกเป็นไปตามรายวิชางานเชื่อมโลหะ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ กระทรวงศึกษาธิการ โดยพิจารณาจากการใช้เวลาฝึกปฏิบัติ

4. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ฯ โดยคำนึงถึง การสร้างใช้วัสดุที่ประหยัด ความสะดวกต่อการใช้งาน มีความสะดวกและปลอดภัย ซึ่งการออกแบบและสร้างพยายามให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

5. กำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาโลหะการ ของวิทยาลัยเทคนิคคอนเมือง ที่ลงเรียนวิชางานเชื่อมโลหะ 1 จำนวน 28 คน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 14 คน

6. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับ เวลาฝึกปฏิบัติและจำนวนลวดเชื่อมที่ใช้ในการฝึก

7. วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์ตารางประกอบความเรียง

**การวิเคราะห์ข้อมูล** ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีทางสถิติโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
2. วิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าในการเชื่อม
3. วิเคราะห์ข้อมูลเวลาในการฝึกเชื่อม

### สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลการวิจัยดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในการฝึกของกลุ่มทดลองน้อยกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 23.71
2. ผลการเปรียบเทียบเวลาทำการเชื่อมเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = .01$

### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า

1. การดำเนินงานสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ปรากฏว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในการฝึกของกลุ่มทดลองลงได้น้อยกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 23.71 และผลการเปรียบเทียบเวลาทำการเชื่อมเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.01$

2. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่ออุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าอุปกรณ์ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เฉลี่ยแล้วอยู่ในเกณฑ์ดี และดีมาก ทั้งด้านประสิทธิภาพการนำไปใช้งานและด้านการออกแบบ

- ด้านความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ฯ ทั้งหมด 3 จุด อยู่ในเกณฑ์ดี 1 จุด และอยู่ในเกณฑ์ดีมาก จำนวน 2 จุด
- ด้านการนำไปใช้เพื่อการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าทั้งหมด 3 จุด อยู่ในเกณฑ์ดี 2 จุด และอยู่ในเกณฑ์ดีมาก จำนวน 1 จุด
- ด้านการใช้งานของอุปกรณ์ฯ มีความเหมาะสม ปลอดภัยต่อการนำไปปฏิบัติ ทั้งหมด 2 จุด อยู่ในเกณฑ์ดีมากทั้ง 2 จุด

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

1.1 การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า จะให้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีการวางแผนที่ดี โดยเฉพาะต้องได้รับคำแนะนำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านต่าง ๆ เช่น นักเทคโนโลยีทางการศึกษา นักพัฒนาหลักสูตร นักเทคโนโลยีเฉพาะสาขา และผู้มีประสบการณ์ชำนาญการสอน

1.2 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ที่สร้างขึ้น ต้องนำไปทดลองใช้ เพื่อหาข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาให้เหมาะสมสอดคล้อง มีมาตรฐานเป็นคุณค่าต่อการนำไปใช้งาน

1.3 ควรส่งเสริมให้นำอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ไปใช้อย่างกว้างขวาง เพื่อให้เกิดการคุ้มค่ากับการลงทุน

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

2.1 ผู้บริหารควรสนับสนุน ส่งเสริมการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานอื่นๆ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาให้มากขึ้น

2.2 ผู้บริหารควรจัดหางบประมาณสำหรับการสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานอื่นๆ สำหรับการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาต่าง ๆ ให้มากขึ้น

2.3 ผู้บริหารควรจัดงบประมาณและตั้งคณะทำงานเพื่อผลิต วิจัย และติดตามผล อุปกรณ์ประหยัดพลังงานอื่นๆ ที่สร้างขึ้นใช้ในสถานศึกษาด้วย

2.4 ผู้บริหารควรวางนโยบาย เพื่อปฏิรูปแก่ครูผู้สอนทุกคนให้สร้างระบบการสอนและในการประเมินประสิทธิภาพของครูผู้สอนในสถานศึกษา ผู้บริหารควรให้ความสำคัญริเริ่มแก่ครูผู้สอนที่สร้าง หรือวิจัยผลระบบการสอน ที่เกิดประโยชน์ต่อการวิจัยการสอนด้วย

\*\*\*\*\*

### บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545(ปรับปรุง พ.ศ.2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม.** กรุงเทพมหานคร: สอศ., 2545.
- เชิดเชลง ชิตชวานกิจและคณะ. **วิศวกรรมการเชื่อม.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทดวงกมล จำกัด, 2524.
- บุญญศักดิ์ โจจงกิจ. **คณิตศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2521.
- ทองหล่อ สุขมหา. **เทคโนโลยีงานเชื่อมไฟฟ้า.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2522.
- พิสิษฐ์ เมฆภัทรและธีรพล เมธิกุล. **เทคนิคการเรียนการสอนวิชาเทคนิค.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2529.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. **หลักการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทศึกษาพร จำกัด, 2537.
- ยุค จุลอุภัยและสุนันท์ อักษรกิตติ. **งานเชื่อมไฟฟ้า.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2522.
- สุชาติ ศิริสุขไพบุลย์. **การสอนทักษะปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.
- วิเชียร เกตุสิงห์. **สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2529.
- เมก ทองอ่อน. **คู่มือการเชื่อมโลหะไฮบาร์ท.** กรุงเทพฯ : หจก. เลิศวิไลพาณิชย์ ซีระการพิมพ์ 2525
- America Society For Metals. **Metals Handbook Vol. 6 Welding and Brazing.** ohio USA, 1977.
- Ferguson, George A. and Takane, Yoshio. **Statistical Analysis in Psychology and Education.** Singapore : McGraw-Hill, 1989.
- Ivan H. Griffin, Edward M.Roden and Charles W.Briggs. **Basic Arc Welding.** New York : Delmar Publishers, 1977.
- Pareek, Udai & Rao, T.V. **Handbook For Trainers in Educational Management.** Bangkok : Unesco 1981.
-

**ภาคผนวก ก.**

**อนุสิทธิบัตรเลขที่ 1870**

**อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า**

เลขที่อนุสิทธิบัตร 1870



อสป/200 - ข

## อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522  
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542  
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ชื่อสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)

ดี.....ในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 0503000183  
วันขอรับอนุสิทธิบัตร 16 กุมภาพันธ์ 2548  
ผู้ประดิษฐ์ นายวุฒิพงษ์ อินทิสง และคณะ

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ 1 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2548  
หมดอายุ ณ 15 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554



(ลงชื่อ)

( นายคณิสสร นาวานุเคราะห์ )

อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา  
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

- หมายเหตุ**
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มนับที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นสุดอายุ
  2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวกันได้
  3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 ครั้ง  
มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
  4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

### อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

วิศวกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อม

ภูมิหลังของศิลปะเพื่อวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- การปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าเป็นงานที่เสียค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับ ค่ากระแสไฟฟ้าจำนวนมาก เนื่องจากจะเกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในช่วงเวลาเครื่องเดินเปล่าตามวัตรกิจ ( Duty Cycle ) ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งเครื่องเชื่อมไฟฟ้าทั่วไปไม่มีอุปกรณ์ที่เป็นตัวตัดวงจรไฟฟ้าในขณะที่เครื่องเดินเปล่า ดังนั้นการลดค่าใช้จ่ายค่ากระแสไฟฟ้าจะก่อประโยชน์เป็นอย่างมากในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า โดยการสร้างอุปกรณ์ให้ผู้ปฏิบัติงานยังคงใช้พฤติกรรมการทำงานที่ไม่แตกต่างไปจากเดิมมากที่สุด อีกทั้งคำนึงถึงความประหยัดและความสะดวกในการใช้งาน

#### ลักษณะความมุ่งหมายของการประดิษฐ์โดยย่อ

- การประดิษฐ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยการจัดให้มีอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าในขณะที่เครื่องเดินเปล่า ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้จากมือจับหัวเชื่อม โดยยังคงใช้พฤติกรรมการทำงานที่ไม่แตกต่างไปจากเดิม

#### คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมและวงจรควบคุมที่แสดงหลักการทำงานของอุปกรณ์

ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

- 20 การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

- ตามรูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมและวงจรควบคุมที่แสดงหลักการทำงานของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า มีลักษณะประกอบด้วย ชุดควบคุมการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ( 2 ) ที่ติดตั้งภายในกล่องควบคุมมีลักษณะประกอบด้วยสวิตซ์ไฟฟ้าแบบแม่เหล็ก ( Magnetic Switch ) มีขั้วต่อไฟด้านเข้า ( Input ) และขั้วต่อไฟด้านออก ( Output ) โดยสวิตซ์ไฟฟ้าแบบแม่เหล็กดังกล่าวจะถูกควบคุมการทำงานด้วยสวิตซ์ ( 1 ) ที่ติดตั้งอยู่บริเวณ
- 25 อุปกรณ์จับลวดเชื่อมไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อมและสวิตซ์ ( 1 ) ดังกล่าวมี

ลักษณะเป็นสวิทช์แบบกดติดปล่อยดับและมีไฟหลอดติดตั้งอยู่บริเวณบนกล่องควบคุมสำหรับแสดงการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าติดตั้งอยู่

การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงใด ๆ อาจจะสามารถกระทำได้โดยผู้ที่มีความชำนาญในระดับสามัญในสาขาวิชาการด้านนี้ ทั้งนี้อาจถือได้ว่าไม่แตกต่างไปจากขอบเขตและเจตนาของการ

5 ประดิษฐ์นี้ดังที่ปรากฏตามข้อถ้อยสิทธิ์ที่แนบมาพร้อมนี้

#### **วิธีในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด**

เหมือนกับที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

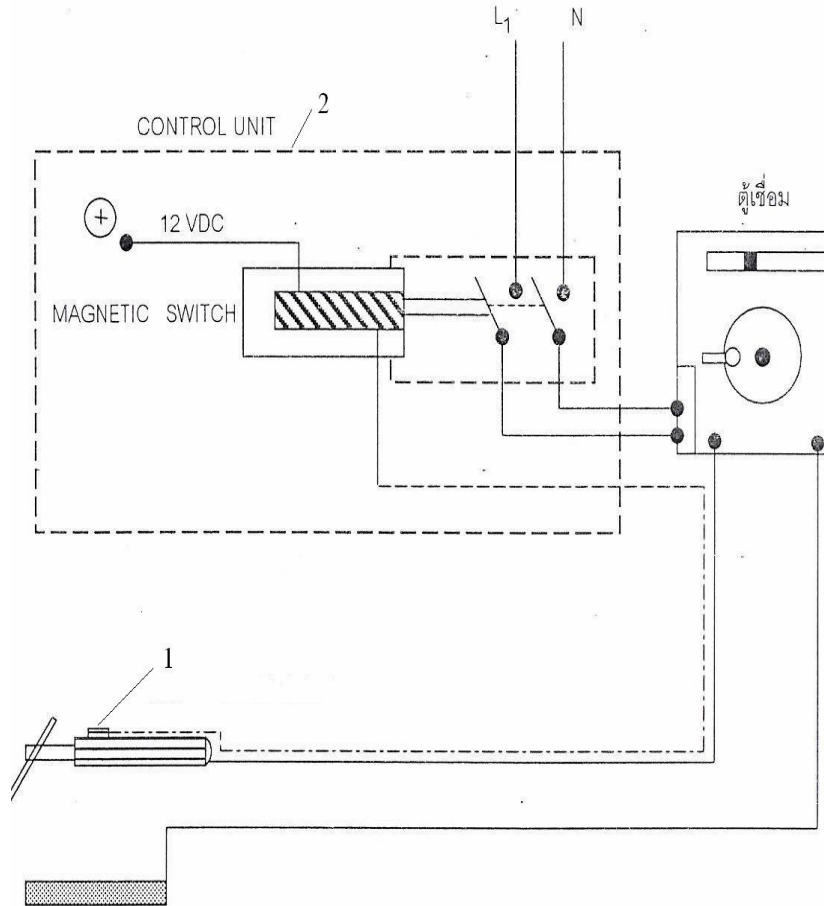
**บทสรุปการประดิษฐ์**

อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นชุดอุปกรณ์ที่ประกอบเพิ่มเติมภายนอกของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพื่อให้มีความสามารถตัดต่อกระแสไฟด้านเข้าของเครื่องเชื่อม ช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าขณะที่เครื่องเชื่อมเดินเปล่า โดยใช้สวิตซ์ไฟฟ้าแบบแม่เหล็ก (Magnetic Switch) ที่ควบคุมการทำงานด้วยสวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับที่ติดตั้งอยู่บริเวณอุปกรณ์จับลวดเชื่อมไฟฟ้า

### ข้อถ้อยสิทธิ์

1. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นชุดอุปกรณ์ที่ประกอบเพิ่มเติมภายนอกของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพื่อควบคุมกระแสไฟด้านเข้าของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า โดยมีลักษณะพิเศษที่ประกอบด้วย สวิตซ์ไฟฟ้าแบบแม่เหล็ก ( Magnetic Switch ) ติดตั้งอยู่ภายในกล่องควบคุมที่มีขั้วต่อไฟด้านเข้า ( Input ) และขั้วต่อไฟด้านออก ( Output ) และสวิตซ์ไฟฟ้าแบบแม่เหล็กดังกล่าวควบคุมการทำงานด้วยสวิตซ์ ( 1 ) ที่ติดตั้งอยู่บริเวณอุปกรณ์จับลวดเชื่อมไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายไฟฟ้าเข้าเครื่องเชื่อมและมีไฟหลอดติดตั้งอยู่บริเวณบนกล่องควบคุมสำหรับแสดงสถานะ การทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

2. อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตามข้อถ้อยสิทธิ์ข้อ 1 ซึ่งสวิตซ์ ( 1 ) มีลักษณะเป็นสวิตซ์แบบกดติดปล่อยดับ



รูปที่ 1

**ภาคผนวก ข.**

**ผลงาน เกียรติคุณและเกียรติบัตร**

**การนำไปใช้งานและเข้าร่วมประกวดในหน่วยงานต่าง ๆ**















**ภาคผนวก ค.**

**คู่มือการใช้**

**อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า**

## คู่มือการใช้ อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

คู่มือการใช้ฉบับนี้เป็นคู่มือสำหรับแนะนำการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งมีวิธีใช้ดังนี้

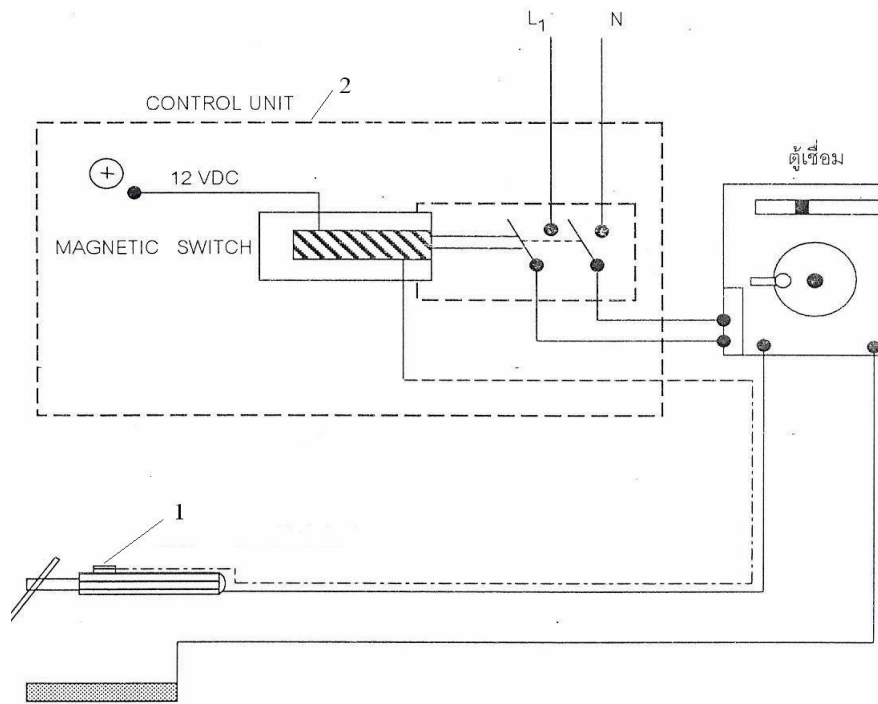
### ส่วนประกอบของอุปกรณ์



### คุณลักษณะและรายละเอียดทางเทคนิค

1. เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบเข้ากับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า AC/DC ขนาด 250-300A
2. สามารถลดค่าใช้จ่ายกระแสไฟในการฝึกเชื่อมไฟฟ้าได้ ~ 20 %
3. การนำไปใช้งานสามารถถอดประกอบเคลื่อนย้ายได้สะดวก ขนาดกะทัดรัดมีความปลอดภัยในการใช้งาน
4. การบำรุงดูแลรักษาง่ายและสะดวกต่อการใช้งานไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยมีคู่มือแนะนำการใช้อย่างเป็นขั้นตอน

## หลักการการทำงานของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า



1. เมื่อเปิดสวิตซ์ Main Power จะยังไม่มีไฟเข้าที่เครื่องเชื่อมไฟฟ้า จนกระทั่งเมื่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจับหัวเชื่อม ซึ่งมีสวิตซ์ควบคุมอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจึงพร้อมที่จะทำงาน
2. ขณะทำการเชื่อมโดยผู้ปฏิบัติงานเชื่อมจับหัวเชื่อม ซึ่งมีสวิตซ์ควบคุมอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจะสามารถทำงานได้ตามปกติ
3. เมื่อผู้ปฏิบัติงานเชื่อมหยุดเชื่อมโดยปล่อยมือจากการจับหัวเชื่อม ซึ่งมีสวิตซ์ควบคุมอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ก็จะไม่มีการจ่ายไฟเข้าที่เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
4. จากขั้นตอนการปฏิบัติงานตามข้อ 1 – 3 จะทำให้สามารถประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในช่วงเวลาที่เครื่องเชื่อมเดินเปล่าได้

**ภาคผนวก ง.**

**แบบประเมินผล**

**อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า**

## แบบประเมินผลอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

### คำชี้แจง

แบบประเมินผลชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานเชื่อมโลหะ งานเทคโนโลยีทางอาชีวศึกษาและงานคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ถามความคิดเห็นด้านการออกแบบและใช้งานของอุปกรณ์ฯ

ตอนที่ 2 ถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นด้านการออกแบบและใช้งานของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

### คำชี้แจง

1. กรุณาทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องระดับคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยให้ดุลยพินิจในการตัดสินใจอย่างอิสระเต็มที่

2. เกณฑ์การประเมินผลมี 5 ระดับคะแนน ซึ่งมีความหมายในการประเมินผลด้านการออกแบบและใช้งาน ดังนี้

5 หมายถึง ดีมาก , มากที่สุด

4 หมายถึง ดี , มาก

3 หมายถึง ใช้ได้ , ปานกลาง

2 หมายถึง ควรปรับปรุง , น้อย

1 หมายถึง ใช้ไม่ได้ , น้อยมาก

ที่	ข้อความความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าสามารถทำงานได้จริง					
2	อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้านำไปใช้เพื่อการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า					
3	การใช้งานของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า มีความเหมาะสม ปลอดภัยต่อการนำไปปฏิบัติ					
4	การจัดวางและประกอบอุปกรณ์ภายในเหมาะสม					
5	การปฏิบัติงานของผู้ฝึกต่ออุปกรณ์ฯ ทำได้สะดวก					
6	อุปกรณ์ฯ มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
7	มีความคงทนต่อการใช้งาน					
8	การจัดเก็บอุปกรณ์เป็นสัดส่วนเหมาะสม					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นอื่น ๆ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็น

1. ความคิดเห็นอื่น ๆ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบอุปกรณ์ฯ

2. ความคิดเห็นอื่น ๆ และ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้งานของอุปกรณ์ฯ

ขอขอบคุณในความอนุเคราะห์

ความคิดเห็นด้านการออกแบบและใช้งานของอุปกรณ์ฯ		
ที่	รายการความคิดเห็น	X
1	อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า สามารถทำงานได้จริง	5.0
2	อุปกรณ์ฯ นำไปใช้เพื่อการฝึกปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าได้จริง	5.0
3	การใช้งานของอุปกรณ์ฯ มีความเหมาะสม ปลอดภัยต่อการนำไปปฏิบัติ	4.6
4	การจัดวางและประกอบอุปกรณ์ภายในเหมาะสม	4.8
5	การปฏิบัติงานของผู้ฝึกต่ออุปกรณ์ฯ ทำได้สะดวก	4.8
6	อุปกรณ์ฯ มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.6
7	อุปกรณ์ฯ มีความคงทนต่อการใช้งาน	4.4
8	การจัดเก็บอุปกรณ์เป็นสัดส่วนเหมาะสม	4.6

**ภาคผนวก จ.**  
**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ**

**นาย เสกสันต์ บุญสุวรรณ**

- ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้อำนวยการ สภานายสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญา  
กระทรวงพาณิชย์
- วุฒิการศึกษา** ศึกษาศาสตร์บัณฑิต (ศิลปกรรม) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา  
รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประสบการณ์** ผู้ตรวจสอบสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ พ.ศ. 2522 – 2530  
หัวหน้ากลุ่มการออกแบบผลิตภัณฑ์ พ.ศ. 2530 – 2539  
หัวหน้ากลุ่มการออกแบบผลิตภัณฑ์ทั่วไป พ.ศ. 2539 – 2547  
ผู้อำนวยการสำนักสิทธิบัตร พ.ศ. 2547 – ปัจจุบัน

## นาย วีระศักดิ์ ไม้วัฒนา

ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการตรวจสอบสิทธิบัตร 8ว กรมทรัพย์สินทางปัญญา
การศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ประสบการณ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ตรวจสอบสิทธิบัตรตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – ปัจจุบัน</li> <li>- วิทยากรบรรยายเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาและสิทธิบัตร</li> <li>- คณะอนุกรรมการร่างกฎหมายให้ความคุ้มครองแบบผังภูมิของวงจรรวม พ.ศ.2543</li> <li>- ผู้แทนกรมทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งแจ้งต่อคณะกรรมการสิทธิการสภา</li> <li>- ผู้แทนราษฎร และคณะกรรมการวุฒิสภา</li> <li>- หัวหน้าทีมเจรจาเขตการค้าเสรี ไทย – ญี่ปุ่น ด้านทรัพย์สินทางปัญญา</li> <li>- คณะกรรมการพัฒนากฎหมายทรัพย์สินทางปัญญา</li> </ul>
การฝึกอบรมและดูงาน	สหรัฐอเมริกา แคนาดา ยุโรป จีน เกาหลี ญี่ปุ่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย สิงคโปร์ อินเดีย ฟิลิปปินส์ และฮังการี

## นายสุชาติ กิจพิทักษ์

ตำแหน่งปัจจุบัน	ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ อันดับ คศ. 4 สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
การศึกษา	คอ.บ. (อุตสาหกรรม) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ศศ.ม. การอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ประสบการณ์	- วิทยากรฝึกอบรม คณะครู - อาจารย์ แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ - คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร ปวช. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม - คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร ปวส. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม - คณะกรรมการพัฒนาแผนการเรียนรู้ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม - คณะกรรมการด้านวิชาการ ครูภัณฑ์และหลักสูตร ประเภทวิชา อุตสาหกรรม
การฝึกอบรมและดูงาน	ออสเตรเลีย ยุโรป จีน สิงคโปร์

## นายธงชัย กัณทานนท์

ตำแหน่งปัจจุบัน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ อันดับ คศ. 3 สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
การศึกษา	คอ.บ.( อุตสาหกรรม ) วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา
ประสบการณ์	- วิทยากรฝึกอบรม คณะครู - อาจารย์ แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ - คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร ปวช. สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ - คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร ปวส. สาขาวิชา ช่างเทคนิคโลหะ - คณะกรรมการพัฒนาแผนการเรียนรู้ สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ /เทคนิคโลหะ - คณะกรรมการด้านวิชาการ ครูภัณฑ์และหลักสูตร สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ/ เทคนิคโลหะ
การอบรมและดูงาน	สหรัฐอเมริกา , อังกฤษ , ฝรั่งเศส , สวิตเซอร์แลนด์

## นายเฉลิมศักดิ์ พงษ์กล่าวขำ

ตำแหน่งปัจจุบัน	ครูชำนาญการ อันดับ คศ. 2 ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
การศึกษา	ค.อ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ กศ.ม. อุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
ประสบการณ์	- ปฏิบัติงานสอนสาขาวิชาไฟฟ้าและเมคคาทรอนิกส์ กว่า 25 ปี - คณะกรรมการด้านวิชาการ ครูภัณฑ์และหลักสูตร สาขาวิชาไฟฟ้าและ เมคคาทรอนิกส์ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา - คณะกรรมการสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา - คณะกรรมการดำเนินการตามโครงการเผยแพร่นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ และทรัพย์สินทางปัญญาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งลงนามตามข้อตกลง (MOU) ว่าด้วยความร่วมมือด้านทรัพย์สินทาง ปัญญาระหว่างกรมทรัพย์สินทางปัญญากับสำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษา
การฝึกอบรมและดูงาน	ยุโรป จีน สิงคโปร์

**ภาคผนวก ฉ.**  
**ประวัติผู้วิจัย**



### นายวุฒิพงษ์ อินทิแสง

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ อันดับ คศ. 3

สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง  
สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

**การศึกษา** ค.อ.บ. (เกียรตินิยม) วิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

#### การทำงาน

2525 – 2527 หัวหน้าส่วนฝึกอบรม PIPE FITTING & WELDING

บริษัท แมนเพาเวอร์ จำกัด

2528 – 2533 อาจารย์ 1 วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ประจำแผนกวิชาช่างเชื่อมและโลหะแผ่น

2533 – 2537 อาจารย์ 2 วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น

ประจำแผนกวิชาช่างเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ

2537 – 2541 อาจารย์ 2 วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

ประจำแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ

2541 – 2546 อาจารย์ 3 วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ประจำแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ

2546 – ปัจจุบัน ครูชำนาญการพิเศษ ( คศ. 3 )วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง

ประจำแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ

#### การศึกษาดูงาน / อบรมต่างประเทศ

2539 ศึกษาดูงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศสิงคโปร์

2540 ศึกษาดูงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นครเมลเบิร์ ประเทศออสเตรเลีย

2542 ฝึกอบรมการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา (Industrial Properties Right: IPR )

กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

2547 ศึกษาดูงานด้านสิ่งประดิษฐ์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยสถาบันการประดิษฐ์

และนวัตกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่น ( Japan Institute of Invention and Innovation

: JIII ) กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

2548 ศึกษาดูงานด้านการศึกษาอาชีวศึกษาทางไกล มหาวิทยาลัยปักกิ่ง ประเทศจีน

### ประสบการณ์ความเชี่ยวชาญ

- คณะกรรมการร่างและพัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ( ปวช. )  
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
  - หลักสูตร ปวช. 2530
  - หลักสูตร ปวช. 2530 (ปรับปรุง พ.ศ. 2533 )
  - หลักสูตร ปวช. 2538
  - หลักสูตร ปวช. 2545
  - หลักสูตร ปวช. 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546 )
- คณะกรรมการร่างและพัฒนาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ปวส. )  
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
  - หลักสูตร ปวส. 2527
  - หลักสูตร ปวส. 2536
  - หลักสูตร ปวส. 2540
  - หลักสูตร ปวส. 2546
- คณะกรรมการด้านวิชาการและหลักสูตร ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ของสำนักงาน  
คณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2530 - ปัจจุบัน
- คณะกรรมการด้านสิ่งประดิษฐ์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ของสำนักงานคณะกรรมการ  
การอาชีวศึกษา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 - ปัจจุบัน
- ตัวแทนสิทธิบัตร รับมอบอำนาจจากกรมอาชีวศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการ  
อาชีวศึกษาดำเนินการให้ได้มาซึ่งสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 –  
ปัจจุบัน ผลงานการดำเนินงาน กว่า 300 ฉบับ
- ที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมการผลิต บริษัท ชัยมนัสบอดี จำกัด
- ที่ปรึกษาด้านออกแบบระบบการทำความเย็นบริษัท เอ บีแอนด์ดี เอนจิเนียริ่ง จำกัด
- ที่ปรึกษาฝ่ายวิชาการ บริษัท เอ็ดดูเท็ค จำกัด
- อาจารย์พิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา Industrial Technology  
สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- วิทยากรบรรยายพิเศษ การจัดการทรัพย์สินทางปัญญาในสถาบันการศึกษา

### ประสบการณ์เกี่ยวกับงานวิจัย

- การสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการสอน การทำความเย็นระบบอัดไอ ปี พ.ศ. 2534
- การสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการสอน ชุดประลองการทำความเย็น ปี พ.ศ. 2535
- การผลิตและทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องแรงและการสมดุลแรง ปี พ.ศ. 2536
- การสร้างอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ในการฝึกเชื่อมไฟฟ้าเบื้องต้น ปี พ.ศ. 2538 โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะกรรมการวิจัยการศึกษาการศาสนาและวัฒนธรรม กระทรวงศึกษาธิการ
- การสร้างชุดประลองการตรวจสอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้าปี พ.ศ. 2539
- การสร้างหน้ากากป้องกันแสงและควันสำหรับการเชื่อมไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2546
- การสร้างอุปกรณ์ไล่ยิงสมุนไพรมือ ปี พ.ศ. 2547
- การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2548
- การสร้างอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ปี พ.ศ. 2549 โครงการต่อยอดงานวิจัย อยู่ระหว่างขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

### ผลงานด้านจัดการเรียนการสอน

- บุคลากรดีเด่น ประเภทผู้สอน ปี พ.ศ. 2535 ของคุรุสภาจังหวัดขอนแก่น
- ครูผู้ปฏิบัติงานที่มีผลงานดีเด่น ปี พ.ศ. 2536 ของคุรุสภาอำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
- รางวัลครูผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการผลิตและใช้สื่อการเรียนการสอน ประเภทอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา ปี พ.ศ. 2535 ของคุรุสภา
- รางวัลครูผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการผลิตและใช้สื่อการเรียนการสอน ปี พ.ศ. 2536 ของคุรุสภา
- รางวัลครูผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการผลิตและใช้สื่อการเรียนการสอน ประเภท อุดมศึกษา-อาชีวศึกษาหรือเทียบเท่า ปี พ.ศ. 2540 ของคุรุสภา
- รางวัลครูผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการผลิตและใช้สื่อการเรียนการสอน ประเภท อุดมศึกษา-อาชีวศึกษาหรือเทียบเท่า ปี พ.ศ. 2541 ของคุรุสภา
- ข้าราชการ ฯ ที่มีผลปฏิบัติงานดีเด่น ปี พ.ศ. 2546 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

### ผลงานด้านสิ่งประดิษฐ์คิดค้นและนวัตกรรม

1) ในส่วนของโครงการสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษาร่วมกับบริษัท ลีอกลีย์ จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 – ปัจจุบัน

- ครูนักประดิษฐ์ ที่มีผลงานสิ่งประดิษฐ์ฯ ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา ในนามของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
- รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปีการศึกษา 2538 ผลงาน “เครื่องตรวจสอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า”
- รางวัลชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปีการศึกษา 2539 ผลงาน “เครื่องสาวใยไหมไทย”
- รางวัลรองชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับภาค ปีการศึกษา 2540 ผลงาน “ไม้กวาดอเนกประสงค์”
- รางวัลชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปีการศึกษา 2542 ผลงาน “อุปกรณ์ดักไขมัน”
- รางวัล อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับภาค ปีการศึกษา 2543 ผลงาน “เครื่องสับย่อยวัชพืช”
- รางวัลชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปี 2544 ผลงาน “อุปกรณ์จำลองงานฝึกเชื่อมไฟฟ้า”
- รางวัลชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปีการศึกษา 2545 ผลงาน “ปากกาเขียนเขียนผ้าบาติก”
- รางวัลชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปีการศึกษา 2546 ผลงาน “ผลิตภัณฑ์จากใบชี่เหล็ก”
- รางวัลชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปี 2547 ผลงาน “อุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า”
- รางวัลรองชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ระดับชาติ ปีการศึกษา 2548 ผลงาน “อุปกรณ์ไถยุงสมุนไพร”
- รางวัลรองชนะเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ อาชีวศึกษา ปีการศึกษา 2549 ผลงาน “หน้ากากป้องกันแสงและควันสำหรับการเชื่อมไฟฟ้า”

- 2) ในส่วนสิ่งประดิษฐ์คิดค้น ของหน่วยงานหรือองค์กรอื่น
- รางวัลผลงานสิ่งประดิษฐ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์  
ปี 2541 ผลงาน “ เครื่องสาวและจัดเก็บเส้นใยไหมไทย ”
  - รางวัลการประดิษฐ์คิดค้นโครงการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์  
ปี 2543 ผลงาน “ อุปกรณ์ดักไขมันสำหรับอ่างล้างจาน ”  
ปี 2544 ผลงาน “ เครื่องจำลองงานเชื่อม ”  
ปี 2545 ผลงาน “ จันตึงไฟฟ้า ”  
ปี 2545 ผลงาน “ เครื่องสาวไหม ”  
ปี 2546 ผลงาน “ เครื่องทำน้ำเต้าหู้ ”  
ปี 2546 ผลงาน “ ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ”  
ปี 2547 ผลงาน “ ผลิตภัณฑ์ศิลปะประดิษฐ์จากใบปีเหล็ก ”
  - รางวัลผลงานสิ่งประดิษฐ์คิดค้น ค่ายนักประดิษฐ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ  
ปี 2549 ผลงาน “ อุปกรณ์บำบัดน้ำทิ้งจากงานสี ”  
ปี 2549 ผลงาน “ ชุดประหยัดพลังงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ”
  - รางวัล Future Creation Excellence Award 2004  
ผลงาน “ Electric Canting for Batik ”
  - รางวัล Future Creation Award 2004  
ผลงาน “Simulation for Basic Training on Shielded Metal Arc Welding”  
สถาบันการประดิษฐ์และนวัตกรรมแห่งประเทศไทยญี่ปุ่น  
( Japan Institute of Invention and Innovation : JIII )  
กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น
  - รางวัล อาจารย์ที่ปรึกษาการจัดทำแผนธุรกิจโครงการกรุงไทยยูวานิช ธนาคารกรุงไทย  
ปี 2549 ผลงาน “ ชุดอุปกรณ์ทำผ้าบาติก ”  
ปี 2550 ผลงาน “ ชุดอุปกรณ์ประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ”
  - ผลงานการนำเสนอและแสดงผลงาน สิ่งประดิษฐ์คิดค้น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ  
ในงานวันนักประดิษฐ์แห่งชาติ 2 กุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2540 - 2549

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@