สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

STUDY AND DEVELOPMENT EQUIPMENT DEMONSTRATIONS OF METAL ARC WELDING

T135717

วิเชียรชัย ภูพวก

VICHIANCHAI PHUPHUAK

วพ
ว562ก
2555

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 135717
วัน,เดือน,ปี 5 ก.ค. 2558

b 12510939
i.....

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT EQUIPMENT DEMONSTRATIONS OF METAL ARC WELDING

VICHIANCHAI PHUPHUAK

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE
OF MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
PROGRAM IN TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2012

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTY OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสาระนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
ชื่อนักศึกษา	นายวิเชียรชัย ภูพวก
รหัสประจำตัว	53630803
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า พร้อมทั้งการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นโดยกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนเพื่อหาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าในด้านหน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการใช้งานและการบำรุงรักษา ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นการสัมภาษณ์หาข้อมูล พร้อมแบบสอบถามด้านประสิทธิภาพและความพึงพอใจ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการบรรยาย การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ครู/อาจารย์ และนักเรียน/นักศึกษา สาขาช่างเชื่อมโลหะ ในศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรช่างเชื่อมโลหะในเดือน มีนาคม 2555

ผลการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ทำให้ได้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าซึ่งสามารถชมการสาธิตผ่านทางหน้าจอโทรทัศน์ บรรยายเสียงประกอบการสาธิต บันทึกเป็นไฟล์วีดีโอและชมการสาธิตซ้ำได้ อุปกรณ์ที่กล่าวถึงนั้นประกอบด้วย กล้องวงจรปิดแบบรับส่งสัญญาณด้วยระบบไร้สาย(Wireless camera), หน้ากากเชื่อมแบบปรับแสงอัตโนมัติ(Auto welding helmet), เครื่องบันทึกสัญญาณวีดีโอ(Digital video recorder), ลำโพง(Loudspeaker), จอโทรทัศน์และอุปกรณ์ต่อพ่วงสัญญาณอื่นๆ จากการทดลองสาธิตโดยใช้เทคนิคการเชื่อมเดินแนวท่าราบ ด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านนั้น พบว่าภาพรวมอยู่ในระดับมีประสิทธิภาพมาก คือมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.13) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.71) ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ยอมรับของงานวิจัยนี้

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คือมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.31) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.69)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thematic Paper Title	Study and Development Equipment Demonstrations of Metal Arc Welding
Student	Mr. Vichianchai Phuphuak
Student ID.	53630803
Degree	Master of Industrial Education
Program	Technology of Industrial Product Design
Year	2012
Thematic Paper Advisor	Associate Professor Udomsak Saributr

ABSTRACT

This research aimed to study and development the equipment demonstration of metal arc welding including evaluated the efficiency and the satisfaction for easy to use, safety, convenience, and maintenance.

The populations were teachers and students in major metal welding at Ayutthaya Skill Development Center which past the training in metal welding course in March 2012.

The instrument used for data collection was interview technique and questionnaire after that were analyzed by description in mean and standard deviation.

The results of this study, the equipment demonstration of metal arc welding can show through by the television and sound, record to be video file and repeat to study The component wireless camera, Auto welding helmet, Digital video recorder, Loudspeaker, Television and peripherals component interconnect by the demonstration technique in flat surface position with the shield metal arc welding.

The result of over all of the efficiency of the equipment demonstration of metal arc welding by three experts, the average was high efficiency level ($\bar{x}$ = 4.13, S.D. = 0.71) agree to the theoretical criteria as well as the result of over all of the satisfaction was high level ($\bar{x}$ = 4.31, S.D. = 0.69).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ฉบับนี้ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องตลอดกระบวนการ การทำสาระนิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง พร้อมกันนี้ขอขอบพระคุณเหล่าคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทุกท่าน ที่คอยประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ความรู้แก่ลูกศิษย์เสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาตรวจประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและประเมินผลงานการวิจัย ซึ่งทำให้สาระนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอมอบคุณงามความดีที่ได้จากงานวิจัยหรือการศึกษาครั้งนี้ให้แด่ วัชระ ขันธปรีชา เพื่อนสนิทผู้วายชน ที่มีน้ำใจช่วยเหลือการศึกษาที่ดีเสมอ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ปริญญาโทรุ่น 16 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาเป็นอย่างดี

ท้ายสุดที่ขาดไม่ได้ ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง และบุคคลในครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย จนสาระนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

วิเชียรชัย ภูพวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 3

1.4 ขอบเขตการวิจัย 4

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 7

2.2 ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะ 10

2.3 เครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า 14

2.4 กรรมวิธีการเชื่อมโลหะ 20

2.5 คุณสมบัติของช่างเชื่อมโลหะ 41

2.6 เทคนิคการสอนแบบสาธิต 43

2.7 หลักการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา 47

2.8 คำอธิบายหลักสูตรการสอนช่างเชื่อมโลหะ 54

2.9 มาตรฐานสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษา 55

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 57

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 60

3.1 การศึกษาข้อมูลและการประเมินประสิทธิภาพ 60

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 61

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 62

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 65
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 66

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 68
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า 68
4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า 74
4.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน และด้านการบำรุงรักษา 78

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 81
5.1 สรุปผลการวิจัย 81
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 82
5.3 ข้อเสนอแนะ 84

บรรณานุกรม 86

ภาคผนวก 88
ภาคผนวก ก 89
ภาคผนวก ข 105
ภาคผนวก ค 116
ภาคผนวก ง 127

ประวัติผู้เขียน 139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงสัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้นฐาน (Basic weld symbols) 36

2.2 แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างสถานประกอบการ
กับสถาบันอาชีวศึกษา 50

4.1 ตารางแจกแจงสภาพปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมไฟฟ้า 69

4.2 แสดงรายชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลการเลือกซื้อจากคำแนะนำของ
ผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 73

4.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพ
ในด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะและการสาธิตงานเชื่อม 74

4.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพ
ในด้านความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน 75

4.5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพ
ในด้านเอกสารคำแนะนำ หรือคู่มือการใช้งาน 75

4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพ
ในด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน 76

4.7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพ
ในด้านกระบวนการที่น่าสนใจ 76

4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพ
ในด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้ 77

4.9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง
ในการประเมินด้านความพึงพอใจต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า 78

ก 1 ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า 91

ก 2 ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า 94

ก 3 ตอนที่ 1 แบบประเมินความสอดคล้องด้านประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิต
งานเชื่อมไฟฟ้า 98

ก 4 สรุปผลประเมินความสอดคล้องของประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
ในด้านต่างๆ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 100

ก 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของความพึงพอใจชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ก 6 สรุปผลประเมินความสอดคล้องของความพึงพอใจ
ในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าในด้านต่างๆ 104
ง 1 แสดงรายการชุดอุปกรณ์ 132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงตัวอย่างรูปแบบการสอนสาธิตงานเชื่อมโลหะในปัจจุบัน	2
2.1	แสดงการสวมรองเท้าขณะปฏิบัติงานเชื่อม	10
2.2	แสดงสายไฟฟ้าชำรุด	11
2.3	แสดงการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม	11
2.4	แสดงรังสีที่เกิดจากการเชื่อม	12
2.5	แสดงการใช้หน้ากากในการเชื่อม	13
2.6	แสดงการสวมแว่นตานิรภัยในการทำงาน	13
2.7	แสดงเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	14
2.8	แสดงหัวจับลวดเชื่อม (Electrode holder)	15
2.9	แสดงคีมจับสายดิน (Ground clamp)	15
2.10	แสดงสายไฟงานเชื่อมไฟฟ้า	15
2.11	แสดงหน้ากากสำหรับงานเชื่อม	16
2.12	แสดงชุดหนังสำหรับงานเชื่อม	16
2.13	แสดงค้อนเคาะสแลค และแปรงลวด	17
2.14	แสดงคีมสำหรับจับงานร้อน	17
2.15	แสดงลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์	20
2.16	แสดงการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)	22
2.17	แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)	22
2.18	แสดงการเริ่มต้นอาร์คด้วยการขีดหรือลาก	23
2.19	แสดงการเริ่มต้นอาร์คด้วยการเคาะหรือกระแทก	23
2.20	แสดงการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (GMAW หรือ MIG)	24
2.21	แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (GMAW หรือ MIG)	24
2.22	แสดงการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW หรือ TIG)	25
2.23	แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW หรือ TIG)	25
2.24	แสดงการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ (FCAW)	26
2.25	แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ (FCAW)	26
2.26	แสดงการเชื่อมอาร์คภายใต้ฟลักซ์ (SAW)	27
2.27	แสดงรูปแบบการเชื่อมอาร์คภายใต้ฟลักซ์ (SAW)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.28 แสดงการเชื่อมพลาสมาอาร์ค (PAW) 28

2.29 แสดงการเชื่อมสตัดอาร์ค (SW) 28

2.30 แสดงการเชื่อมความต้านทานแบบจุด (RSW) 29

2.31 แสดงการเชื่อมความต้านทานแบบปุ่มยื่น (RPW) 30

2.32 แสดงการเชื่อมความต้านทานแบบตะเข็บ (RSEW) 30

2.33 แสดงรูปแบบการต่ออุปกรณ์ในการเชื่อมและตัดด้วยแก๊ส 31

2.34 แสดงการเชื่อมแก๊ส (OAW) 31

2.35 แสดงรอยต่อของงานเชื่อมโลหะ 32

2.36 แสดงตำแหน่งท่าเชื่อม 34

2.37 แสดงแนวเชื่อมบากร่องรูปตัววี (V Groove weld) 34

2.38 แสดงแนวเชื่อมฟิลเล็ต (Fillet weld) 35

2.39 ส่วนประกอบของสัญลักษณ์งานเชื่อม (Welding symbol) 35

3.1 แสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัย 67

4.1 แสดง Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 1 70

4.2 แสดง Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 2 71

4.3 แสดง Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 3 71

4.4 แสดง Sketch รูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า 73

ค 1 ผู้ทรงคุณวุฒิ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐ แก้วสกุล 117

ค 2 ผู้ทรงคุณวุฒิ Sketch แนวทางในการพัฒนาชุดอุปกรณ์ 117

ค 3 ผู้เชี่ยวชาญจาก ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
อาจารย์วิทูรย์ ไชยบุดดี 118

ค 4 ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแนวทางในกระบวนการเชื่อมสาธิตด้วยกล้องวิดีโอ 118

ค 5 ผู้เชี่ยวชาญจาก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์สมบัติ มุกดา 119

ค 6 ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแนวทางในการพัฒนา 119

ค 7 สภาพสถานที่โรงฝึกงานช่างเชื่อม (Welding shop)
ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ค 8	ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นสถานที่ฝึกอบรมและทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ	121
ค 9	การลงพื้นที่แหล่งจำหน่ายสินค้าประเภทไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (บ้านหม้อ) พร้อมผู้เชี่ยวชาญ คุณฉลาด คงปาน	122
ค 10	การประกอบและทดลองใช้เบื้องต้นร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ	123
ค 11	รูปสำเร็จการประกอบชุดอุปกรณ์	123
ค 12	การลงพื้นที่เพื่อทดลองใช้อุปกรณ์เบื้องต้นกับผู้เชี่ยวชาญ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร	124
ค 13	การประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มหาวิทยาลัยศิลปากร	125
ค 14	การประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มหาวิทยาลัยศิลปากร	125
ค 15	การทดลองใช้และประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรม ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	126
ค 16	การทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	126
ง 1	Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 1	128
ง 2	Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 2	129
ง 3	Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 3	130
ง 4	รูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้น	131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

งานในภาคอุตสาหกรรมนั้นประกอบไปด้วยกิจกรรมการทำงานที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีความสมบูรณ์แบบที่สุด เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้หรือลูกค้า กิจกรรมทุกกิจกรรมแม้จะเป็นกิจกรรมขนาดเล็ก ก็ต้องให้ความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการที่หากเกิดความผิดพลาดแล้วจะมีผลกระทบต่อทั้งชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งอาจรวมไปถึงบุคคลรอบข้างในสังคมด้วย ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ จะให้ความสำคัญกับทุกกระบวนการผลิตมาก เนื่องจากรถยนต์เป็นยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทางและมีความเร็วเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นหากเกิดข้อผิดพลาดแม้แต่น้อยนิดก็อาจเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุและส่งผลให้เกิดความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินดังกล่าว และหากจะขยายความถึงกิจกรรมในภาคอุตสาหกรรมนั้น จะพบว่ากระบวนการที่พบเห็นกันอยู่ทั่วไปก็คือกระบวนการเชื่อมโลหะ ไม่ว่าจะเป็นงานด้านการก่อสร้างที่เป็นการเชื่อมประกอบภายนอกตัวอาคาร หรืองานเชื่อมประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมก็ตาม ก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน เพราะงานโครงสร้างที่ประกอบขึ้นจากกระบวนการเชื่อมโลหะล้วนแล้วแต่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตและทรัพย์สินแทบทั้งสิ้น นายสมชาติ เลขาลาวัณย์ อดีตอธิบดีกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กล่าวไว้ในงานสัมมนาบุคลากรงานเชื่อมเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2549 ว่า ปัจจุบันอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ได้มีการขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วในทุกอุตสาหกรรม ทั้งระบบขนส่งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ ระบบสาธารณูปโภค การก่อสร้างอาคาร และระบบอุตสาหกรรมการผลิตขนาดใหญ่ ซึ่งภาคอุตสาหกรรมเหล่านี้จำเป็นต้องใช้เหล็กและเหล็กกล้ามาแปรรูป ต่อประกอบเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ ที่ต้องมีความแข็งแรง ทนทาน และใช้ประโยชน์ได้เต็มประสิทธิภาพ โดยไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งส่วนสำคัญของอุตสาหกรรมการผลิตขนาดใหญ่คือ การเชื่อม (Welding) ดังนั้นบุคคลากรในด้านการเชื่อม (Welding personal) ไม่ว่าจะเป็น วิศวกรการเชื่อม (Welding engineer) นักเทคโนโลยีการเชื่อม(Welding technologist) ผู้ชำนาญการเชื่อม (Welding specialist) ผู้ปฏิบัติการเชื่อม(Welding practitioner) และผู้ตรวจสอบงานเชื่อม (Welding inspector) จะต้องมีความรู้ความสามารถที่ได้มาตรฐานตามหลักสากลซึ่งต้องเป็นที่ยอมรับเชื่อถือได้

ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 99) กล่าวว่า การเชื่อมเป็นงานที่มีบทบาทในอุตสาหกรรมงานเหล็กเป็นอย่างมาก การที่จะประกอบชิ้นงานให้ติดกันด้วยกระบวนการทางการเชื่อม สามารถเลือกกระทำได้หลายวิธี ขึ้นกับการออกแบบงาน ชนิดของวัสดุงาน ความแข็งแรง ความเร็วในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อม ผลกระทบต่อชิ้นงาน เป็นต้น ปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการเชื่อมโลหะขึ้นอย่างมากมาย หลากหลายวิธี ทั้งการเชื่อมที่มีการหลอมละลายของชิ้นงาน หรือการเชื่อมที่ไม่มีการหลอมละลายของชิ้นงาน

ฤทธิชัย เภาเนียม (2548) กล่าวว่า บุคลากรด้านงานเชื่อมเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันการผลิตบุคลากรที่มีทักษะการเชื่อมจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ยังมีอุปสรรคอยู่หลายประการ เช่น ผู้ฝึกสอนใช้เวลาอย่างมากในการสอนและเฝ้าดูแลผู้ฝึก อีกทั้งผู้ฝึกสอนขาดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสอน ซึ่งหากได้รับ การแก้ไขปัญหาเหล่านี้จะทำให้การพัฒนาบุคลากรด้านงานเชื่อมพัฒนาทักษะขึ้นอย่างรวดเร็วและถูกต้อง

วันชัย ลีลากวีวงศ์ (2549 : 31) กล่าวว่า ปัจจัยสำคัญ 6 ประการของการเชื่อมไฟฟ้า ที่จำเป็นจะต้องให้ความสำคัญและเลือกใช้ให้เกิดความเหมาะสมที่สุด ซึ่งประกอบด้วย การเลือกลวดเชื่อม (Correct electrode) ท่าเชื่อม (Welding position) การเลือกและปรับแต่งกระแสไฟ (Correct current) ระยะอาร์คหรือแรงเคลื่อน (Correct arc length or voltage) มุมลวดเชื่อม (Correct electrode angle) ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม (Correct travel speed) จะเห็นได้ว่าปัจจัยทั้งหมดนี้เป็นปัจจัยที่ช่างเชื่อมจะต้องเป็นผู้ควบคุมและจะต้องมีความรู้ที่ถูกต้องจึงจะสามารถควบคุมปัจจัยทั้งหมดได้ แต่สภาพปัจจุบันจะพบว่า เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนยังขาดความทันสมัยและไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ทั้งนี้จากการสำรวจปัญหาเบื้องต้นของผู้วิจัยพบว่ายังมีปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบในการสาธิตงานเชื่อมโลหะอยู่มาก

รูปที่ 1.1 แสดงตัวอย่างรูปแบบการสอนสาธิตงานเชื่อมโลหะในปัจจุบัน

จากรูปที่ 1.1 จะพบว่าทั้งผู้สาธิตงานเชื่อมและผู้ชมการสาธิตต่างประสบปัญหาต่างๆ ได้แก่

1. ผู้รับการอบรมไม่สามารถมองเห็นได้พร้อมๆ กันหรือเหมือนกันในครั้งเดียว
2. การมองเห็นที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ทางเทคนิคที่ผิดหรือต่างกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้สอนต้องทำการสาธิตซ้ำหลายครั้งหากผู้เรียนมีจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองวัสดุฝึกและใช้เวลาสาธิตมากขึ้น

4. การสอบวัดประเมินทักษะปัจจุบันจะประเมินจากชิ้นงานที่เชื่อมสำเร็จแล้ว โดยไม่ได้ประเมินจากเทคนิคการเชื่อมในขณะเชื่อมจริง ผู้ประเมินจึงไม่ทราบที่มาของเทคนิคการเชื่อมที่ผู้เรียนสามารถทำได้ และไม่สามารถดูซ้ำได้

จากปัญหาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงข้อปัญหาในด้านความต้องการบุคลากรงานเชื่อมโลหะที่มีคุณภาพและปัญหาในกระบวนการฝึกอบรมที่มีอุปสรรคในการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรมและผู้สอนที่ต้องเสียเวลาในการสาธิตหลายครั้ง ส่งผลให้สูญเสียทั้งเวลาและทรัพยากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงรูปแบบในการประเมินผู้เข้ารับการฝึกอบรมของผู้สอนอาจมีความคลาดเคลื่อนไม่เหมาะสม เพราะไม่สามารถประเมินได้ถึงกระบวนการที่เหมาะสมในการเดินแนวเชื่อมได้ ซึ่งถือว่ามีความสำคัญมากในการที่จะได้แนวเชื่อมที่สมบูรณ์ที่สุด จึงได้ทำงานวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาชุดสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการเชื่อมเดินแนวท่าราบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นกรณีตัวอย่าง

1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านี้ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้

1.3.1 กรอบแนวคิดด้านการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ศึกษาหลักการออกแบบทั่วไป โดยคำนึงถึงในด้านต่างๆ ได้แก่ 1)หน้าที่ใช้สอย 2)ความปลอดภัย 3)ความสะดวกสบายในการใช้งาน และ 4)การบำรุงรักษา (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 10)

1.3.2 กรอบแนวคิดด้านการหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการเชื่อมเดินแนวท่าราบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นกรณีตัวอย่าง และประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ให้สอดคล้องเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า มาตรฐานสื่อการเรียนการสอนอาชีวศึกษาตามมาตรฐานทั่วไปและมาตรฐานเฉพาะของชุดทดลอง/ชุดอุปกรณ์ โดยต้องผ่านเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญไม่ต่ำกว่าระดับ 2.5 (มีในระดับประสิทธิภาพปานกลาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 กรอบแนวคิดด้านการประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยเป็นการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยครู/อาจารย์, นักเรียน/นักศึกษา สาขาช่างเชื่อมโลหะ โดยประเมินในด้านต่างๆ ได้แก่ 1)หน้าที่ใช้สอย 2)ความปลอดภัย 3)ความสะดวกสบายในการใช้งาน และ 4)การบำรุงรักษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยโดยให้สอดคล้องกับรายวิชา 2100-1005 งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงพุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วยขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร ได้แก่ ครู/อาจารย์ สาขาช่างเชื่อมและนักเรียน/นักศึกษาที่เรียนวิชา งานเชื่อมโลหะ ของสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 2ได้แก่ ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดลพบุรี ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดสิงห์บุรี ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดอ่างทอง ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดสระบุรี และสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานสุพรรณบุรี

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครู/อาจารย์ สาขาช่างเชื่อมและนักเรียน/นักศึกษาที่เรียนวิชา งานเชื่อมโลหะ โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง(Purposive sampling) ซึ่งประกอบด้วย

1. ครู/อาจารย์ สาขาช่างเชื่อมโลหะ ในศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. นักเรียน/นักศึกษา สาขาช่างเชื่อมโลหะ ในศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรช่างเชื่อมโลหะในเดือน มีนาคม 2555

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1.4.2.1 การศึกษาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ไว้ดังนี้

1. ด้านกรรมวิธีและองค์ประกอบในการเชื่อม ได้แก่
   - ใช้กระบวนการเชื่อมอาร์คไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
   - ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6 มม. หรือ 3.2 มม.
   - ใช้รูปแบบการเชื่อมเดินแนวท่าราบ เป็นกรณีตัวอย่างในการทดลองสาธิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ด้านบุคลากรงานเชื่อมโลหะ ได้แก่

- ครู/อาจารย์ ผู้สอนช่างเชื่อมโลหะ
- ผู้เข้ารับการฝึกอบรมหรือนักเรียน/นักศึกษาช่างเชื่อมโลหะ

1.4.2.2 การศึกษาความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยประเมินในด้านต่างๆ ได้แก่ 1)หน้าที่ใช้สอย 2)ความปลอดภัย 3)ความสะดวกสบายในการใช้งาน และ 4)การบำรุงรักษา

1.4.3 การพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตงานเชื่อมโลหะ โดยใช้เทคนิคการเชื่อมเดินแนวท่าราบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นกรณีตัวอย่าง ซึ่งมุ่งเน้นแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นการสาธิตได้อย่างชัดเจนและทั่วถึง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย

งานเชื่อมไฟฟ้า หมายถึง กระบวนการเชื่อมโลหะด้วยวิธีการเชื่อมเดินแนวท่าราบ โดยใช้กระบวนการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ที่สอดคล้องตามหลักสูตรรายวิชา 2100-1005 งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาหรือหลักสูตรอื่นๆ ที่มีความสอดคล้องกัน

ชุดอุปกรณ์สาธิต หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ในสถานศึกษามีหลักสูตรการเรียนการสอนหรือฝึกอบรมสาขาช่างเชื่อมโลหะ ได้แก่ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน วิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัยสารพัดช่าง และวิทยาลัยการอาชีพ

ประสิทธิภาพ หมายถึง เกณฑ์ในการวัดประเมินผลชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยให้สอดคล้องกับเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมไฟฟ้า มาตรฐานสื่อการเรียนการสอนอาชีวศึกษาตามมาตรฐานทั่วไปและมาตรฐานเฉพาะของชุดทดลอง/ชุดอุปกรณ์ ในด้านต่างๆ ประกอบด้วย

1. ความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน
2. คู่มือการใช้งาน/เอกสารคำแนะนำ
3. มีขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน
4. มีกระบวนการที่น่าสนใจ
5. สามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้

ความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้นใหม่ ในด้านต่างๆ ได้แก่ 1)หน้าที่ใช้สอย 2)ความปลอดภัย 3)ความสะดวกสบายในการใช้งาน และ 4)การบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ครู/อาจารย์ สาขาช่างเชื่อมโลหะ ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการฝึกอบรมช่างเชื่อมโลหะไม่ต่ำกว่า 5 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านี้ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาทำการศึกษาตลอดจนได้ศึกษาแนวความคิดและกระบวนการเชื่อมต่างๆ มาศึกษาเพื่อนำมาเป็นข้อมูลสนับสนุนการวิจัย ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้านั้นพอจะสรุปได้ดังนี้

2.1 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
2.2 ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะ
2.3 เครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า
2.4 กรรมวิธีการเชื่อมโลหะ
2.5 คุณสมบัติของช่างเชื่อมโลหะ
2.6 เทคนิคการสอนแบบสาธิต
2.7 หลักการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา
2.8 คำอธิบายหลักสูตรการสอนช่างเชื่อมโลหะ
2.9 มาตรฐานสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษา
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.1.1 หลักการออกแบบอุตสาหกรรม

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549 : 10) กล่าวว่า การออกแบบทั่วๆ ไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่างๆ ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความแข็งแรง ทนทาน (Durability)
4. ความประหยัด (Economic)
5. วัสดุ (Material)
6. โครงสร้าง (Construction)
7. ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic)
8. ความสวยงาม (Aesthetic)
9. มีลักษณะเฉพาะ (Personality)
10. กรรมวิธีการผลิต (Production)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of maintenance)

12. การขนส่ง (Transportation)

หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่น โทรศัพท์มือถือ เพจติดตัวจะต้องสะดวกพกและนำพาตลอดจนเสียงฟังชัดเจน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์คือติดต่อสื่อสารทางเสียง

ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลักการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม เพราะทุกวันนี้นักออกแบบบางครั้งเกิดความรู้ไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เพราะเกิดการแข่งขันสูง มองผลประโยชน์มากกว่าความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม

ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรงทนทาน ระบบกลไกล ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่ดี

ความประหยัด (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบเศรษฐศาสตร์ หมายความว่าจะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพง มันจะเป็นการสูญเปล่าที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงานทางด้านการประหยัดนั้นต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่ายและสามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้

วัสดุ (Material) ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัด โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกันไป มีคามสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือ สแตนเลสและอลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติ ก่อนนำโลหะมาใช้ ท่านต้องแน่ใจว่าวิธีการที่ยุ่งยาก วิธีการนำไปใช้ การขึ้นรูปทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อม

โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิดควรทำให้เหมาะสมกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะที่เรารู้จักการเลือกใช้วิธีง่ายๆ ในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการยุ่งยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ขนาดความสูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

มีลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้วสามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วน ควรรวมเข้าด้วยกันเป็นอย่างดี

การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย ควรสามารถแก้ไขและซ่อมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหาย ค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ค่าขนส่ง จะขนส่งสะดวกหรือไม่ใกล้ไกล ขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย ขนาดของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้างยาวสูงเท่าไร เป็นต้น

จากหลักการออกแบบทั้ง 12 ข้อที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นสามารถพิจารณานำไปใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยด้านหน้าที่ใช้สอย ซึ่งถือเป็นหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่จะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกในการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้านความปลอดภัย ในงานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบโดยคำนึงถึงหลังความปลอดภัยในการใช้งานเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้าและความร้อน ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน เช่น การมีน้ำหนักที่เหมาะสมกับการใช้งาน มีขนาดที่เหมาะกับสถานที่ปฏิบัติงาน เป็นต้น และด้านการบำรุงรักษา ได้คำนึงถึงการสามารถปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ได้ง่าย หาซื้ออะไหล่ได้ง่าย

2.1.2 จรรยาบรรณของนักออกแบบ

อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549 : 14) กล่าวว่า นักออกแบบจะต้องใช้ความรู้ ความสามารถในการทำงานด้วยความตั้งใจสูงโดยยึด

2.1.2.1 นักออกแบบใช้ประสบการณ์และความสามารถเพื่อแก้ปัญหาการผลิตการทำงานและการจำหน่าย ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบ รวมทั้งหน้าที่ใช้สอย รูปร่าง และกรรมวิธีการผลิตเพื่อที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคิดว่าน่าสนใจหรือสวยงามกว่าและให้ผลกำไรพอสมควร

2.1.2.2 นักออกแบบต้องทำการศึกษาวิจัย รวบรวมข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องจักรกล เครื่องมือ เครื่องใช้ ระบบการทำงานของลูกค้า และสถานการณ์ต่างๆ ของโรงงานคู่แข่งขัน

2.1.2.3 นักออกแบบไม่ควรรับงาน หากรู้ตัวดีว่ามีความสามารถไม่เพียงพอ

2.1.2.4 นักออกแบบต้องให้ความร่วมมืออย่างแท้จริงกับลูกค้า

2.1.2.5 นักออกแบบจะรับค่าจ้างจากลูกค้าของตนเองเท่านั้น คำแนะนำต่างๆ ต้องมาจากพื้นฐานแห่งความยุติธรรม และจากประสบการณ์ นักออกแบบจะไม่ยอมรับเงินรางวัลอันมาจากโรงงานคู่แข่งขันอื่นๆ

2.1.2.6 นักออกแบบจะต้องไม่ออกแบบงานที่ทำให้ผู้ใช้เกิดอันตรายจากการใช้ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านจรรยาบรรณการออกแบบนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าในการทำวิจัยเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ทุกประเภทนั้น นักออกแบบจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเป็นผู้มีจรรยาบรรณเช่นเดียวกับการประกอบวิชาชีพด้านอื่นๆ

2.2 ความปลอดภัยในงานเชื่อมโลหะ

ประทีป ระงับทุกข์ (2546) ได้จัดทำเอกสารประกอบการเรียนวิชา งานเชื่อมโลหะ1 กล่าวถึงความปลอดภัยทั่วไปในงานเชื่อมว่า อันตรายที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานเชื่อมมีสาเหตุมาจากหลายด้านด้วยกัน ทั้งจากเครื่องมือ อุปกรณ์ จากสภาพแวดล้อม และจากตัวผู้ปฏิบัติงานเอง แต่อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นนั้นสามารถป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นได้ โดยการศึกษาในเรื่องของความปลอดภัยในการเชื่อมให้เข้าใจและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด อันตรายอาจจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งบางครั้งผู้ปฏิบัติงานไม่มีการเตรียมการป้องกัน ดังนั้น การปฏิบัติงานอย่างระมัดระวังและมีความเข้าใจ จะช่วยลดความรุนแรงที่เกิดขึ้นได้

ความปลอดภัยในงานเชื่อมและตัด เป็นสิ่งที่ผู้ปฏิบัติจะต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่ง และจะต้องศึกษารวมทั้งควรปฏิบัติตามอย่างถูกต้องเคร่งครัด เพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตราย ซึ่งจะนำความสูญเสียให้แก่ชีวิต ทรัพย์สิน ทั้งของตนเองและผู้อื่น อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับผู้ปฏิบัติงานเชื่อมและเพื่อนร่วมงาน ได้แก่

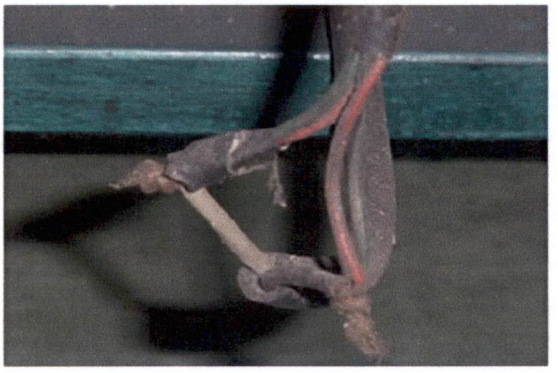
2.2.1 อันตรายจากไฟฟ้าดูด

การเชื่อมไฟฟ้าหรือการใช้อุปกรณ์ช่วยงานที่ต้องใช้ไฟฟ้า บางครั้งผู้ปฏิบัติงานไม่ระมัดระวังในการใช้งาน อาจจะนำอุปกรณ์หรือเครื่องมือไฟฟ้าที่ชำรุดมาใช้งาน ซึ่งจะมีผลทำให้ไฟฟ้าดูดได้ การปฏิบัติงานเชื่อมบางครั้ง ต้องทำในบริเวณที่ชื้นหรือเปียก ดังนั้นควรสวมรองเท้าที่พื้นเป็นยาง หรือหาอุปกรณ์สำหรับรองรับ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.1 แสดงการสวมรองเท้าขณะปฏิบัติงานเชื่อม

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์ (เอกสารประกอบการเรียน : 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

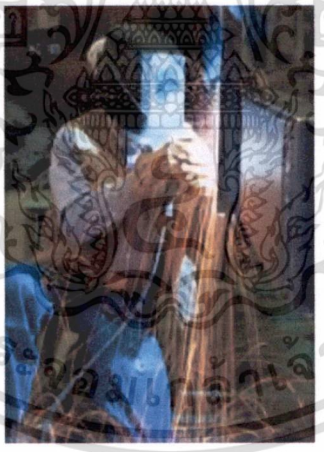


รูปที่ 2.2 แสดงสายไฟฟ้าชำรุด

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์ (เอกสารประกอบการเรียน : 2546)

2.2.2 ความร้อนจากการเชื่อมและการกระเด็นของสะเก็ดโลหะ

ขณะทำการเชื่อมชิ้นงานจะเกิดความร้อนที่อุณหภูมิสูง จนทำให้โลหะเกิดการหลอมละลาย ผลของความร้อนจะแพร่กระจายไปรอบๆ งานเชื่อม ซึ่งมีผลโดยตรงต่อร่างกายผิวหนังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ขณะเดียวกันจะมีสะเก็ดโลหะกระเด็นออกมาด้วย ดังนั้นก่อนปฏิบัติงานควรสวมชุดป้องกันความร้อน ซึ่งได้แก่ เสื้อกันความร้อน ปลอกแขน ถุงมือ หน้ากากเชื่อม เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการเชื่อม

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์ (เอกสารประกอบการเรียน : 2546)

2.2.3 อันตรายจากรังสีเชื่อม

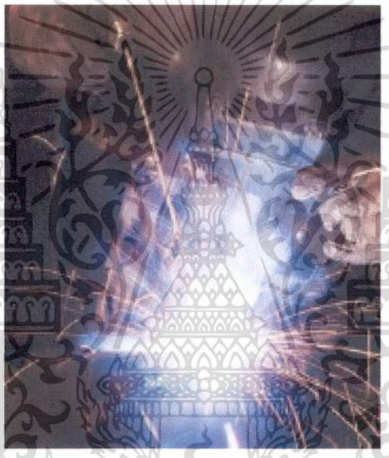
ขณะเชื่อมหรือตัดจะเกิดรังสีที่มีผลต่อผิวหนังและสายตาของผู้ปฏิบัติงาน รังสีที่เกิดขึ้นจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.1 รังสีอินฟราเรด เป็นรังสีที่มีลักษณะเป็นแสงสีแดงเข้ม ถ้าเข้าสู่นัยน์ตาจะทำให้เยื่อตาเกิดการอักเสบ และถ้าสะสมนานๆ เข้าจะมีผลทำให้เกิดเป็นต้อกระจก รังสีอินฟราเรดจะมีอันตรายร้ายแรงที่สุด

2.2.3.2 รังสีอัลตราไวโอเลต ถ้ามีความเข้มสูงจะมีผลทำให้เนื้อเยื่อบุนัยน์ตาและผิวหนังไหม้อย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดเยื่อตาเกิดการอักเสบและ อาจเกิดมะเร็งผิวหนังได้ ดังนั้นช่างเชื่อมต้องสวมเครื่องป้องกันใบหน้า แขน คอ และส่วนต่างๆ ของร่างกาย

2.2.3.3 แสง เป็นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อมีการอาร์คและไม่มีการป้องกันที่ดีจะเข้าสู่นัยน์ตา ทำให้ตาพร่ามัวและมองไม่เห็นชั่วขณะรังสีที่กล่าวมานี้ ต้องเกิดทุกครั้งในขณะที่ปฏิบัติงานเชื่อม เพื่อเป็นการป้องกันและลดอันตรายให้น้อยลง ควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน การเกิดรังสีจากการเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงรังสีที่เกิดจากการเชื่อม

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์ (เอกสารประกอบการเรียน : 2546)

2.2.4 อันตรายจากควันพิษ

การเชื่อมโลหะหลายชนิดจะก่อให้เกิดแก๊สและควันที่เป็นอันตราย ซึ่งเป็นออกไซด์เล็ก ๆ ที่เกิดจากการเชื่อม นอกจากนั้นแล้วฟลักซ์หุ้มลวดเชื่อม แก๊สที่ใช้ในการเชื่อมก็จะก่อให้เกิดแก๊สพิษที่มีกลิ่นเหม็น ก่อความรำคาญและทำอันตรายต่อสุขภาพเช่นกัน ชนิดของควันพิษที่เกิดจากการเชื่อมโลหะมีหลายชนิด ดังนี้

2.2.4.1 ควันออกไซด์เหล็ก เป็นควันที่เกิดจากการเชื่อมเหล็ก ปกติแล้วจะไม่เป็นอันตราย

2.2.4.2 ควันทองแดง ปกติแล้วออกไซด์ของทองแดงจะไม่เป็นอันตราย แต่เมื่อเชื่อมในพื้นที่จำกัดอากาศถ่ายเทไม่สะดวก สามารถทำให้เกิดการเจ็บป่วย ปวดศีรษะ เป็นไข้ และมีอาการแน่นหน้าอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 ควันตะกั่ว ตะกั่วทุกลักษณะจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย ควันของตะกั่วที่สูดดมเข้าสู่ร่างกายจะสะสมในทุกส่วนของร่างกาย รวมทั้งกระดูก ส่งผลให้มีอาการอาเจียน ท้องผูกและอาการอื่นๆ อีกมากมาย

2.2.4.4 ควันแคดเมียม แคดเมียมที่เคลือบผิวโลหะ เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดควันที่เป็นอันตรายอย่างร้ายแรง การเชื่อมแคดเมียมควรต้องจัดระบบระบายอากาศที่ดี

2.2.5 ข้อปฏิบัติในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า

ในการปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้าผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติดังต่อไปนี้

2.2.5.1 ต้องสวมหน้ากากเชื่อมก่อนทำการเชื่อมทุกครั้ง เพื่อป้องกันความร้อน สะเก็ดโลหะและรังสีจากเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 แสดงการใช้หน้ากากในการเชื่อม

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์ (เอกสารประกอบการเรียน : 2546)

2.2.5.2 สวมแว่นตานิรภัยทุกครั้งที่สกัดเศษโลหะเคาะสแลกออกจากแนวเชื่อม หรือการเจียระไนชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 แสดงการสวมแว่นตานิรภัยในการทำงาน

ที่มา : ประทีป ระงับทุกข์ (เอกสารประกอบการเรียน : 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องมืออุปกรณ์ในการเชื่อมไฟฟ้า

2.3.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้า (Welding machine)

เครื่องเชื่อมเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งแรงดัน และกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสม ที่จะทำให้เกิดการอาร์คที่มีความร้อนสูงมากพอที่จะทำการเชื่อมได้ กระแสไฟฟ้าทั้งกระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC) ใช้ทำการเชื่อมได้ทั้งสองอย่าง ดังนั้นเครื่องเชื่อมจึงถูกผลิตขึ้นมาหลายชนิด ที่มีใช้กันแพร่หลายในท้องตลาด แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ 3 ชนิด

2.3.1.1 แบบหม้อแปลง (Transformer) ผลิตกระแสไฟสลับ (AC) โครงสร้างหลักประกอบด้วย ขดลวดปฐมภูมิ และทุติยภูมิ พันอยู่บนแกนเหล็ก พร้อมชุดปรับค่ากระแสไฟซึ่งมีแบบ "TAP" หรือ แบบปรับกระแสต่อเนื่องโดยใช้ระบบ "Mechanic"

รูปที่ 2.7 แสดงเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 57)

2.3.1.2 แบบหม้อแปลงเรียงกระแส (Transformer rectifier) โครงสร้างคล้ายกับเครื่องแบบหม้อแปลงกระแสไฟสลับเพียงแต่เพิ่มวงจรเรียงกระแสเพื่อเปลี่ยนเป็นกระแสไฟตรง, เครื่องชนิดส่วนใหญ่ใช้ได้ทั้งกระแสไฟสลับ (AC) และกระแสไฟตรง แบบขั้วตรง(DCSP) หรือกลับขั้ว (DCRP) ชุดปรับค่ากระแสไฟเหมือนกับเครื่องกระแสสลับ และมีแบบปรับด้วย "Rheostat"

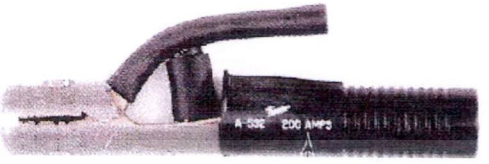
2.3.1.3 แบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Generator) เครื่องเชื่อมนี้จะประกอบด้วย สองส่วนหลักคือส่วนที่ 1 ตัวขับเคลื่อนซึ่งอาจเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์ไปขับส่วนที่ 2 ตัวกำเนิดกระแสไฟ ซึ่งจะจ่ายกระแสไฟเชื่อมอย่างคงที่สม่ำเสมอ และบางชนิดนอกจากจะปรับค่ากระแสไฟเชื่อมได้แล้วยังสามารถปรับค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้อีกด้วย

Duty cycle ของเครื่องเชื่อม ค่า Duty cycle หมายถึง อัตราส่วนของเวลาที่ทำการอาร์คกับเวลาพัก ซึ่งจะคิดเวลาทั้งหมดเท่ากับ 10 นาที ดังนั้นเครื่องเชื่อมที่มี Duty cycle 60% ที่ 200 แอมป์ คือ สามารถเชื่อมที่กระแสไฟ 200 แอมป์ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 6 นาที แล้วต้องพัก 4 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 หัวจับลวดเชื่อม (Electrode holder)

หัวจับลวดเชื่อม เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับเป็นมือถือและจับยึดลวดเชื่อมขณะทำการเชื่อมโดยจะต่อกับสายไฟที่มาจากเครื่องเชื่อมขนาดจะบอกเป็นจำนวนแอมป์ที่ใช้เชื่อม เช่น 200, 300, และ 500 แอมป์ เป็นต้น

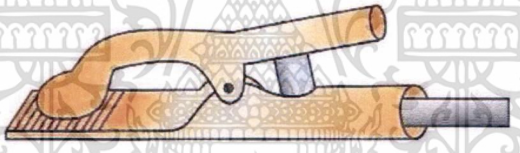


รูปที่ 2.8 แสดงหัวจับลวดเชื่อม (Electrode holder)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 60)

2.3.3 คีมจับสายดิน (Ground clamp)

คีมจับสายดินเป็นอุปกรณ์ใช้จับยึดสายดินให้แน่นกับชิ้นงาน



รูปที่ 2.9 แสดงคีมจับสายดิน (Ground clamp)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 61)

2.3.4 สายไฟเชื่อม (Cable)

สายไฟเชื่อมนี้จะต้องเป็นแบบที่ใช้งานหนักสามารถอ่อนตัวได้ ฉนวนหุ้มจะต้องคงทนต่อการใช้งานหยาบๆ ในโรงงานได้ สายไฟเชื่อมจะต่อกับอุปกรณ์เชื่อมโดยใช้ห่วงและข้อต่อ ซึ่งจะต้องต่อให้แน่น มิฉะนั้นบริเวณข้อต่อนั้นจะเกิดความร้อนมาก จนไหม้สายไฟได้

รูปที่ 2.10 แสดงสายไฟงานเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา : มานัส และคณะ (2549 : 125)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 หน้ากากเชื่อม (Helmet and hand shield)

หน้ากากเชื่อมใช้ป้องกันรังสีต่างๆ สะเก็ดโลหะร้อนจากการเชื่อมเลนส์กรองแสงอุลตราไวโอเล็ดจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน

AWS เบอร์ 6 – 7 เชื่อมโดยใช้กระแสไฟประมาณ 30 แอมป์
AWS เบอร์ 8 เชื่อมโดยใช้กระแสไฟประมาณ 75 แอมป์
AWS เบอร์ 10 เชื่อมโดยใช้กระแสไฟประมาณ 200 แอมป์
AWS เบอร์ 14 เชื่อมโดยใช้กระแสไฟประมาณ 400 แอมป์

(ก.) หน้ากากเชื่อมปรับแสงอัตโนมัติ ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 25,27)

(ข.) หน้ากากเชื่อมแบบมือถือ ที่มา : มานัส และคณะ (2549 : 124)

รูปที่ 2.11 แสดงหน้ากากเชื่อมไฟฟ้า

2.3.6 ชุดหนัง (Apron and gloves)

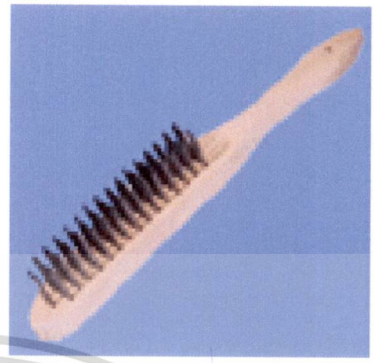
เป็นสิ่งจำเป็นมากในการเชื่อมไฟฟ้าใช้เพื่อป้องกัน รังสีอุลตราไวโอเล็ท ความร้อนและสะเก็ดไฟเชื่อมนอกจากนี้ยังลดอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้อีกด้วย

รูปที่ 2.12 แสดงชุดหนังสำหรับงานเชื่อม
ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 33)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.7 ค้อนเคาะสแลคและแปรง (Cleaning tools) ใช้สำหรับเคาะสแลค เม็ดโลหะ และทำความสะอาดแนวเชื่อม



รูปที่ 2.13 แสดงค้อนเคาะสแลคและแปรง

ที่มา : [Online] http://www.ntc.ac.th/welding

2.3.8 คีมจับงานร้อน

ใช้คีบจับงานที่เชื่อมแล้วและมีความร้อนอยู่ ปากคีมขึ้นอยู่กับรูปร่างของงาน เช่น งานแผ่นก็ใช้คีมปากแบน งานกลม (เพลา) ก็ใช้คีมปากกลม

รูปที่ 2.14 แสดงคีมจับงานร้อน

ที่มา : มานัส และคณะ (2549 : 125)

2.3.9 ลวดเชื่อม

คะเน วรรณโท และคณะ (2541 : 3-1) ลวดเชื่อมสำหรับเติมเนื้อโลหะมีหลายประเภท แบ่งได้ดังนี้ คือ ลวดเชื่อมเปลือย ลวดเชื่อมเคลือบฟลักซ์ (บาง) และลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (หนา)

2.3.9.1 ลวดเชื่อมเปลือย (Bare electrode)

ลวดเปลือยเป็นแกนลวดเหล็กกล้าซึ่งไม่มีฟลักซ์หุ้มเป็นลวดเชื่อมแบบเก่าปัจจุบันนิยมใช้การเชื่อมแบบอาร์คเพราะว่าแนวเชื่อมมีความแข็งแรงไม่เพียงพอกับชิ้นงานมาตรฐานงานเชื่อมซึ่งมีข้อกำหนดมากมายในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
135717

2.3.9.2 ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

เป็นลวดหุ้มฟลักซ์ทั่วไปประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ แกนลวด และฟลักซ์หรือสารพอกหุ้ม

1. ขนาดลวดเชื่อม ความยาวแกนลวด 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700 และ 900 มิลลิเมตร แกนลวดเชื่อมทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่อาร์คและเป็นโลหะเติมเพื่อสร้างแนวเชื่อม การผลิตลวดเชื่อมทั่วไป จะผลิตตามมาตรฐาน โดยมี ขนาดผ่านศูนย์กลาง 2, 2.6, 3.2, 4, 5, 6, 8 และ 10 มิลลิเมตร

2. ฟลักซ์หรือสารพอกหุ้ม ฟลักซ์หุ้มแกนลวดเชื่อมประกอบด้วยใยแร่เฟลด์สปาร์(Feldspar) ไมกา (Mica) สเตททิล (Steatite) ติตาเนียมไดออดไซด์ (Titanium dioxide) แคลเซียมคาร์บอเนท (Calcium carbonate) แมกนิเซียมคาร์บอเนท (Magnesium carbonate) และอลูมินาชนิดต่างๆ วัสดุที่ทำให้เกิดแก๊สเป็นกลางคือคาร์บอนไฮเดรท (Carbon hydrates) เช่น กระดาษ ฝ้าย ขี้เลื่อย เซลลูโลส (Cellulose) แป้งซกผ้า ลวดเชื่อมพิเศษจะมีส่วนผสมของเกลือโลหะอยู่ด้วย เพื่อช่วยในแนวเชื่อมเป็นโลหะเจือชนิดที่ต้องตรงกุบสมบัติของโลหะงาน

3. หน้าที่ของสารพอกหุ้ม เกิดการสร้างแก๊สเมื่อได้รับความร้อน หลอมละลาย เป็นเกาะปกป้องแก๊สต่างๆจากบรรยากาศภายนอกการอาร์ค เข้าทำปฏิกิริยากับโลหะเชื่อมขณะหลอมละลาย

- ขจัดออกไซด์ (Oxide) และสารมลทินต่างๆเพื่อทำให้โลหะเชื่อมบริสุทธิ์
- ทำให้เกิดขี้ตะกรัน (Slag) ปิดคลุมแนวเชื่อม อากาศทำปฏิกิริยากับรอยเชื่อมขณะแข็งตัว
- ธาตุให้ไอออน (Ions) ที่รวมอยู่ช่วยสนับสนุนให้อาร์คสม่ำเสมอ
- ส่วนผสมเจือ ทำให้โลหะเชื่อมมีความแข็งแรงมากขึ้น
- ผงเหล็กช่วยให้ลวดเชื่อมมีประสิทธิภาพการเติมเนื้อโลหะเพิ่มขึ้น
- เป็นฉนวนป้องกันไฟฟ้า

2.3.9.3 มาตรฐานลวดเชื่อม (Standard of electrode)

แบ่งตามมาตรฐานของชาติต่างๆ มีดังนี้

ISO (International standards organization) มาตรฐานสากล หรือนานาชาตินิยมใช้กันทั่วโลก โดยเฉพาะโลกเสรี

AWS (American welding society) มาตรฐานตามสมาคมการเชื่อมประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้กำหนด

ASTM (American society for testing materials) มาตรฐานสมาคมการทดสอบตรวจสอบวัสดุประเทศสหรัฐอเมริกา ASTM และ AWS ใช้มาตรฐานเดียวกัน

DIN (Deutsches institute for normunge e.v) มาตรฐานประเทศเยอรมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIS (Thailand industitute standard) มาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศไทย

JIS (Japanese industitute standard) มาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น

2.3.9.4 การแบ่งชนิดของลวดเชื่อม

สมาคมเชื่อมอเมริกา (American welding society AWS) และสมาคมทดสอบคุณภาพวัสดุอเมริกา (American society for testing material ASTM) กำหนดลวดเชื่อมออกเป็นประเภทวัสดุโลหะเชื่อมได้ 3 ชนิด

1. ลวดเชื่อมเหล็กเหนียวและเหล็กกล้าผสมต่ำ (Mild steel and low alloy steel electrodes)

2. ลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม และเหล็กกล้าทนความร้อน (Stainless steel and heat-resisting steel electrodes)

3. ลวดเชื่อมชนิดพิเศษหรือลวดเชื่อมที่มีผงเหล็กประกอบด้วย (Special sectored or iron powder electrode)

2.3.9.5 ลวดเชื่อมชนิดต่างๆ และการใช้ตาม AWS.

E 6010 ลวดเชื่อมชนิดนี้ไม่นิยมใช้ในขนาดที่โตกว่า 3 ส่วน 16 ประโยชน์ส่วนใหญ่ของลวดเชื่อมเบอร์นี้คือใช้เชื่อมวัสดุงานชนิดเหล็กอาบสังกะสีและเหล็กกล้าผสมต่ำลวดเชื่อมขนาด 3 ส่วน 16 เบอร์นี้สารพอกหุ้ม 2 แบบคือใช้สำหรับเชื่อมท่าตั้งและท่าเหนือศีรษะจะทำให้รอยเชื่อมหนาได้คุณสมบัติทางกลที่ดี

E 6011 เป็นลวดเชื่อมซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับเบอร์ E 6010 ต่างกันคือสามารถใช้ได้ทั้งกระแสสลับและกระแสตรงกับขั้วโดยเชื่อมได้ทุกตำแหน่งท่า

E 6012 มีคุณสมบัติการซึมลึกปานกลางสามารถใช้เชื่อมเหล็กกล้าผสมต่ำโดยเฉพาะกลุ่มคาร์บอนสูง

E 6013 ใช้งานได้กว้างขวางมากเชื่อมง่าย รอยเชื่อมเรียบสม่ำเสมอใช้สำหรับเชื่อมโลหะที่มีความหนาต่างกันเชื่อมหม้อแรงดันไอน้ำ

E 6014 รอยเชื่อมของลวดเชื่อมนี้มีลักษณะแบน นูนเล็กน้อยเรียบและซึมลึกตื้นๆ แข็งตัวเร็วใช้ประโยชน์สำหรับเชื่อมต่อโดยผิวร่องต่อถูกเตรียมไว้ไม่เรียบ ขี้ตะกรันเคาะง่าย

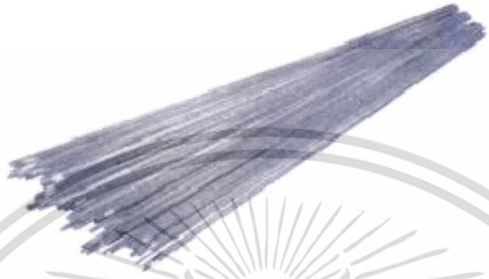
E 6015 ลวดเชื่อมนี้ถูกปรับปรุงเพื่อใช้เชื่อมเหล็กกล้าผสมคาร์บอนสูงซึ่งมักก่อให้เกิดการแตกร้าวในรอยเชื่อม ประโยชน์อีกประการหนึ่งคือเชื่อมเหล็กมีเปอร์เซ็นต์กำมะถันสูง

E 6020 ใช้ได้กว้างขวางโดยอัตราเติมเนื้อโลหะสูงอาร์คคงที่รอยเชื่อมเรียบใช้สำหรับงานต่อเรือ เครน หม้อแรงดันไอน้ำ และงานโรงงานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E 6027 เหมาะสำหรับการเชื่อมรอยลึกๆ รอยเชื่อมเรียบและเว้าเล็กน้อย ขณะเชื่อมมีสะเก็ดกระเด็นคุณภาพของรอยเชื่อมจะเหมือนกับเชื่อมด้วยลวดเชื่อม E 6020 แต่การเติมเนื้อเหล็กเชื่อมจะเร็วกว่า

E 6030 ลวดเชื่อมนี้ไม่สามารถเชื่อมฟิลเลตแนวระดับได้ดี แต่สามารถเชื่อมท่าราบได้ผลดีมาก ได้ประโยชน์มากกว่าเชื่อมด้วยลวดชนิดอื่น



รูปที่ 2.15 แสดงลวดเชื่อมไฟฟ้าหุ้มฟลักซ์

ที่มา : [Online] http://www.google.com/ลวดเชื่อมไฟฟ้า

2.4 กรรมวิธีการเชื่อมโลหะ (Metal welding)

ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 99) กล่าวว่า การเชื่อมเป็นงานที่มีบทบาทในอุตสาหกรรมงานเหล็กเป็นอย่างมาก การที่จะประกอบชิ้นงานให้ติดกันด้วยกระบวนการทางการเชื่อม สามารถเลือกกระทำได้หลายวิธี ขึ้นกับการออกแบบงาน ชนิดของวัสดุงาน ความแข็งแรง ความเร็วในการเชื่อม ผลกระทบต่อชิ้นงาน เป็นต้น ปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการเชื่อมโลหะขึ้นอย่างมากมายหลากหลายวิธี ทั้งการเชื่อมที่มีการหลอมละลายของชิ้นงาน (Fusion welding) หรือการเชื่อมที่ไม่มีการหลอมละลายของชิ้นงาน(Solid state welding) ซึ่งถึงแม้จะไม่สามารถนำมากล่าวในที่นี้ได้ทั้งหมด แต่ก็จะขอกล่าวถึงวิธีการเชื่อมที่สำคัญและใช้งานกันอย่างแพร่หลายให้ครอบคลุมได้มากที่สุด

อนึ่ง พบว่ายังมีการสับสนในการเรียกกรรมวิธีเชื่อมอยู่มาก เช่น มันใช้คำว่า “เชื่อมไฟฟ้า” ในการสื่อความหมายของการเชื่อมด้วยธูปเชื่อม ทั้งๆ ที่จริงการเชื่อม TIG และการเชื่อม MIG ที่ใช้ลวดเชื่อมแบบเปลือยก็จัดอยู่ในประเภทการเชื่อมไฟฟ้าทั้งสิ้น ดังนั้น จึงอยากให้ใช้เนื้อหาที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ในการปรับความเข้าใจให้ถูกต้อง และปรับการเรียกชื่อให้เป็นไปตามสากล กรรมวิธีการเชื่อมโลหะที่สำคัญและใช้กันอย่างแพร่หลาย มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การเชื่อมอาร์ค (Arc welding: AW)

เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างอิเล็กโทรดกับชิ้นงาน การอาร์คก็คือ การที่กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านช่องว่างเล็กๆ ระหว่างขั้วไฟฟ้าโดยผ่านทางลำอิออนของแก๊ส ซึ่งเรียกว่า พลาสมา (Plasma) สำหรับในงานเชื่อมนั้นช่องว่างเล็กๆ ระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ก็คือ ระยะห่างระหว่างปลายของอิเล็กโทรดกับชิ้นงานนั้นเอง การเริ่มต้นการอาร์คนั้นกระทำได้โดยการนำปลายของอิเล็กโทรดสะกิดกับชิ้นงาน และดึงปลายอิเล็กโทรดออกห่างชิ้นงานเล็กน้อยอย่างรวดเร็ว ก็จะทำให้เกิดการอาร์คขึ้นความร้อนที่ได้รับจากการอาร์คสูงถึง 5,500 °C องศา หรือ 10,000 °F เพียงพอที่จะหลอมละลายโลหะได้

สำหรับอิเล็กโทรดที่ใช้ในการอาร์คนั้นมี 2 ชนิดดังนี้

1. Consumable electrode เป็นลิเล็กโทรดที่ใช้หมดเปลืองไปกับการอาร์ค และใช้เป็นตัวเติมลงในแนวเชื่อม เช่น ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (ธูปเชื่อม), ลวดเชื่อมเปลือย เป็นต้น

2. Non-consumable electrode เป็นอิเล็กโทรดที่ไม่หมดเปลืองไปกับการอาร์ค ซึ่งในการใช้งานก็จะสึกหรอไปกับการอาร์คบ้างแต่จะไม่ได้มีส่วนในการเติมแนวเชื่อม โดยทั่วไปทำจากทังสเตน (Tungsten) ซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูงถึง 3410 °C (6170 °F)

กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการเชื่อมอาร์ค มี 2 ชนิด คือ กระแสไฟฟ้าสลับ (Alternating current: AC) และ กระแสตรง (Direct current: DC) สำหรับกระแสตรงนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

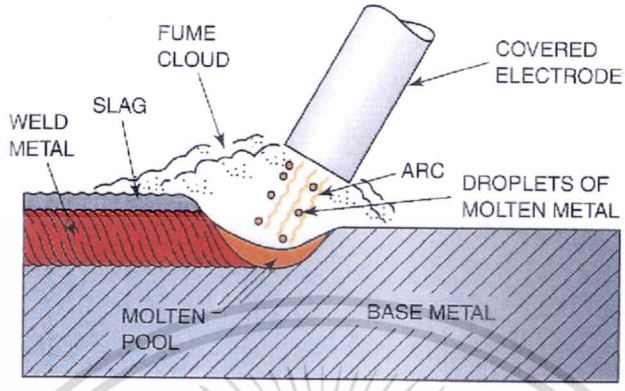
- DCRP/DCEP (Direct current reverse polarity/Direct electrode positive)
- DCSP/DCEN (Direct current straight polarity/Direct electrode negative)

กรรมวิธีการเชื่อมอาร์คนั้น ยังสามารถแบ่งในรายละเอียดได้ดังนี้

2.4.1.1 การเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded metal arc welding : SMAW) การเชื่อมวิธีนี้มักถูกเรียกด้วยชื่อที่คุ้นเคยว่าการเชื่อมด้วยธูปเชื่อม เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ได้รับความร้อนจากอาร์คระหว่างลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์กับชิ้นงาน โดยแกนเชื่อมทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรดแบบสิ้นเปลือง และเป็นโลหะเติมลงไปในแนวเชื่อม ส่วนฟลักซ์ที่ห่อหุ้มแกนลวดเชื่อมเมื่อได้รับความร้อน ฟลักซ์บางส่วนจะกลายเป็นแก๊สคลุมบ่อหลอมละลายไม่ให้อากาศภายนอกเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำโลหะที่บ่อหลอมละลาย และฟลักซ์บางส่วนจะหลอมละลายปกคลุมแนวเชื่อม ช่วยลดอัตราการเย็นตัวของแนวเชื่อมเมื่อแนวเชื่อมเย็นตัวลง ฟลักซ์ที่หลอมละลายปกคลุมแนวเชื่อมจะกลายเป็นของแข็งและเปราะ เรียกว่า สแล็ค (Slag)

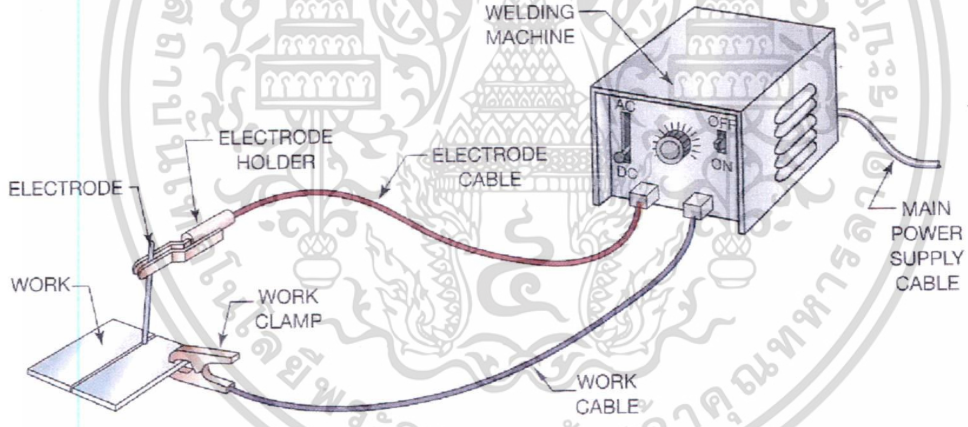
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการเชื่อม SMAW ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการเชื่อมกระทำได้โดยง่าย สะดวก มีความคล่องตัวสูง เครื่องมืออุปกรณ์ราคาถูก กระบวนการไม่สลับซับซ้อน ลวดเชื่อมหาได้ง่าย เชื่อมงานได้ทุกท่าเชื่อม



รูปที่ 2.16 แสดงการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 49)



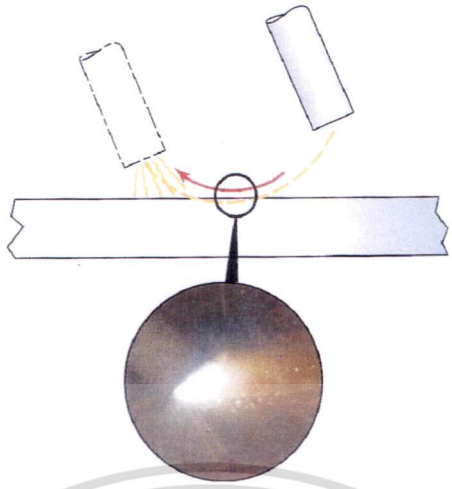
รูปที่ 2.17 แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 10)

1. การเริ่มต้นอาร์ค การเริ่มต้นอาร์ค (Striking the arc) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ฝึกหัดการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญแล้วพัฒนาไปสู่การเดินแนวเชื่อมที่ยากและซับซ้อนต่อไป การเริ่มต้นอาร์คทำได้ 2 วิธี คือ

- การขีดหรือลาก (Scratching) การขีดหรือลาก คือ การอาร์คเชื่อมโลหะต่อไปเรื่อยๆ โดยไม่ยกลวดเชื่อมขึ้นตลอดการอาร์คงาน โดยเริ่มจากการจดลวดเชื่อมเอียง 20-25 องศา แล้วขีดหรือลากลวดเชื่อมมาจนลวดเชื่อมทำมุม 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงการเริ่มต้นอาร์คด้วยการขีดหรือลาก

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 66)

- การเคาะหรือกระแทก (Straight down and up) การเคาะหรือกระแทก คือ การเชื่อมโลหะที่ยกลวดขึ้นลงเหมือนการเคาะหรือกระแทกตลอดการอาร์คงาน

รูปที่ 2.19 แสดงการเริ่มต้นอาร์คด้วยการเคาะหรือกระแทก

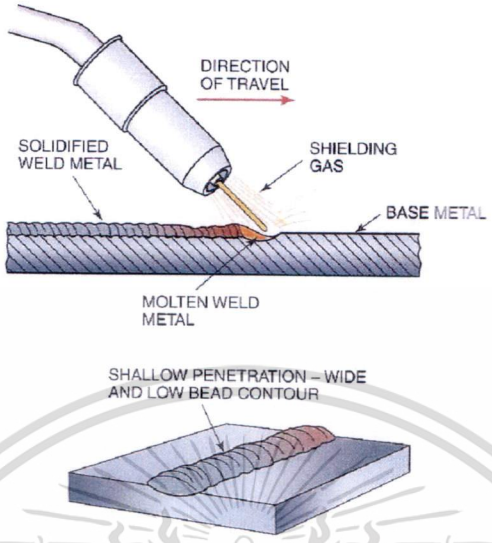
ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 67)

2.4.1.2 การเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (Gas metal arc welding : GMAW)

การเชื่อมวิธีนี้มักถูกเรียกด้วยชื่อที่คุ้นเคยว่าการเชื่อม MIG (Metal inert gas) เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าซึ่งได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมเปลือยที่ถูกป้อนอย่างต่อเนื่องกับโลหะงาน ความร้อนจากการอาร์คจะหลอมชิ้นงานและลวดเชื่อมเข้าด้วยกันเติมลงไปเป็นแนวเชื่อม ขณะเดียวกันแก๊สคลุมจะไหลผ่านหัวเชื่อมออกมาปกคลุมบ่อหลอมละลายและบริเวณรอบ

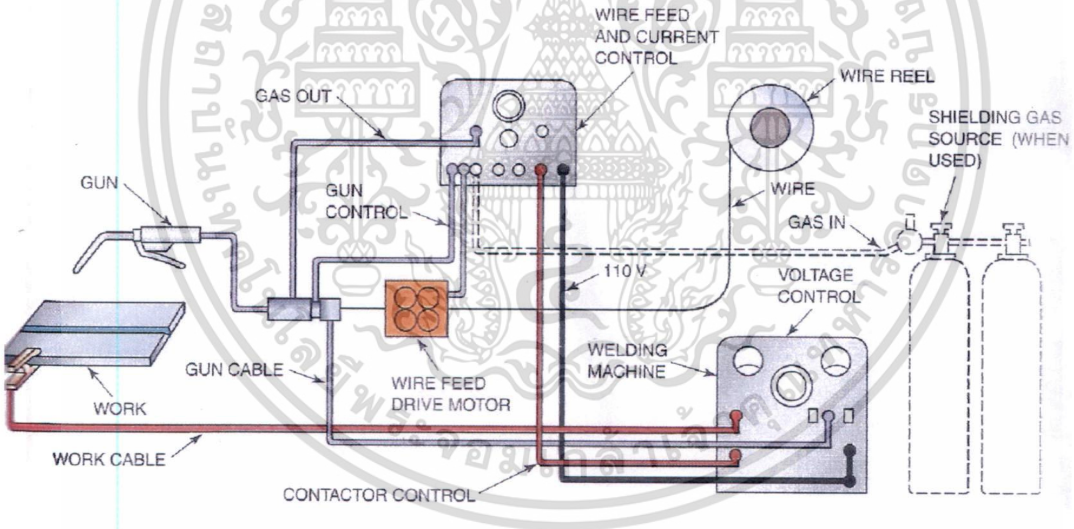
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายอาร์ค เพื่อทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ออกซิเจนหรือแก๊สอื่นๆ ในบรรยากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับโลหะที่กำลังหลอมละลาย แก๊สที่ใช้ได้แก่ อาร์กอนและฮีเลียม ซึ่งถือว่าเป็นแก๊สเฉื่อย (Inert gas)



รูปที่ 2.20 แสดงการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (GMAW หรือ MIG)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 231)



รูปที่ 2.21 แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (GMAW หรือ MIG)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 231)

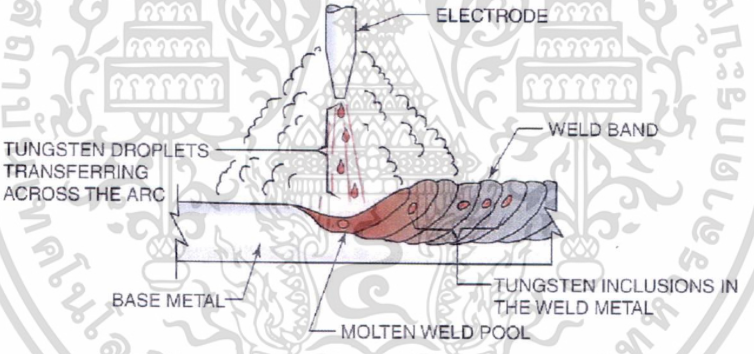
นอกจากแก๊สอาร์กอนและฮีเลียมแล้วยังสามารถใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการปกคลุมบ่อหลอมละลายแต่เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีอะตอมของออกซิเจนประกอบอยู่ด้วย ดังนั้นจึงทำปฏิกิริยากับโลหะหลอมเหลวได้บ้างเล็กน้อย จึงถือว่าคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแอ็คทีฟแก๊ส (Active gas) ด้วยเหตุนี้กรรมวิธีการเชื่อมที่ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปกคลุมแนวเชื่อมจึงเรียกว่า MAG (Metal active gas) ซึ่งสามารถใช้เครื่องเชื่อมตัวเดียวกันกับการเชื่อม MIG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการเชื่อม GMAW (MIG-MAG) เป็นเทคโนโลยีการเชื่อมชนิดใหม่ที่ถูกนำมาใช้งานแทนการเชื่อม SMAW มากขึ้นเรื่อยๆ เพราะเชื่อมได้ด้วยความเร็วสูง สามารถป้อนลวดเชื่อมได้อย่างต่อเนื่อง ให้การซึมลึกที่สมบรูณ์ประสิทธิภาพรอยต่อสูง ไม่เสียเวลาในการขจัดสแล็ค เชื่อมได้ทั้งโลหะบางและหนา (ตั้งแต่ 1 mm.ขึ้นไป) มีทั้งแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ และด้วยข้อดีที่กล่าวมาข้างต้นทำให้กรรมวิธีการเชื่อม GMAW สามารถเพิ่มผลผลิตได้เป็นอย่างมาก

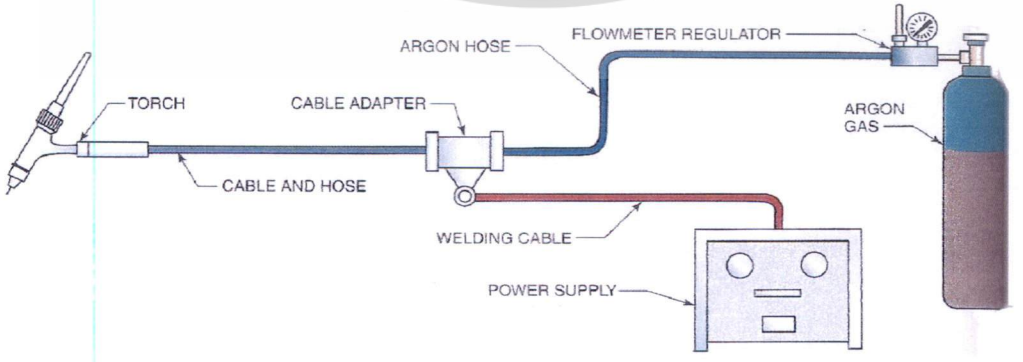
2.4.1.3 การเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม (Gas tungsten arc welding : GTAW)

การเชื่อมวิธีนี้มักถูกเรียกด้วยชื่อที่คุ้นเคยว่า การเชื่อม TIG (Tungsten inert gas) เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าซึ่งได้รับความร้อนจากอาร์คระหว่างแท่งทังสเตนอิเล็กโทรดกับชิ้นงานและใช้แก๊สเฉื่อยซึ่งพ่นออกมาจากหัวเชื่อมปกคลุมบ่อหลอมละลาย ในกรณีที่ต้องการเติมลวดเชื่อมต้องนำลวดเชื่อมจากภายนอกมาเติมในบ่อหลอมละลาย บางครั้งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่า การเชื่อมอาร์กอน เพราะส่วนใหญ่จะใช้แก๊สอาร์กอนเป็นแก๊สเฉื่อยในการปกคลุมแนวเชื่อม การเชื่อมด้วยกระบวนการนี้ แนวที่เชื่อมได้จะมีคุณภาพดี ไม่มีการกระเด็นของน้ำโลหะในระหว่างการอาร์ค จึงทำให้บริเวณผิวหน้างานและแนวเชื่อมสะอาด การเชื่อม GTAW สามารถเชื่อมโลหะบางๆ ประมาณ 0.5 mm. ขึ้นไป



รูปที่ 2.22 แสดงการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW หรือ TIG)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 348)



รูปที่ 2.23 แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คทังสเตนแก๊สคลุม (GTAW หรือ TIG)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 356)

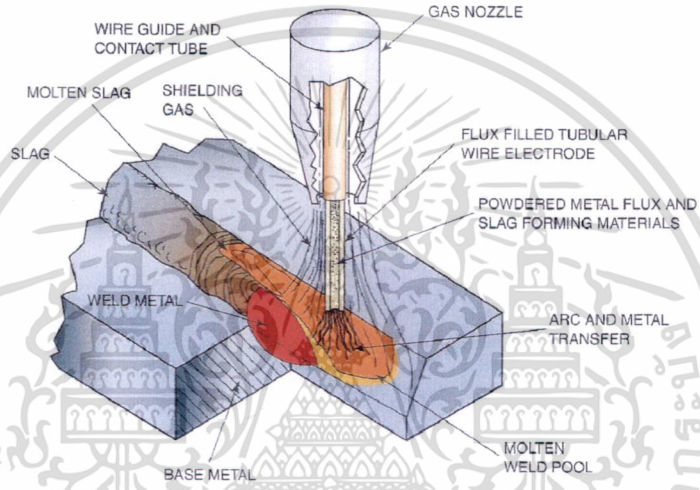
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 การเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ (Flux-cored arc welding : FCAW)

เป็นกระบวนการเชื่อมที่มีหลักการคล้ายกับการเชื่อมแบบ SMAW ต่างกันตรงที่ลวดเชื่อมมีฟลักซ์เป็นแกนอยู่ตรงใจกลาง และลวดมีความยาวต่อเนื่อง การเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมแกนฟลักซ์มี 2 แบบคือ

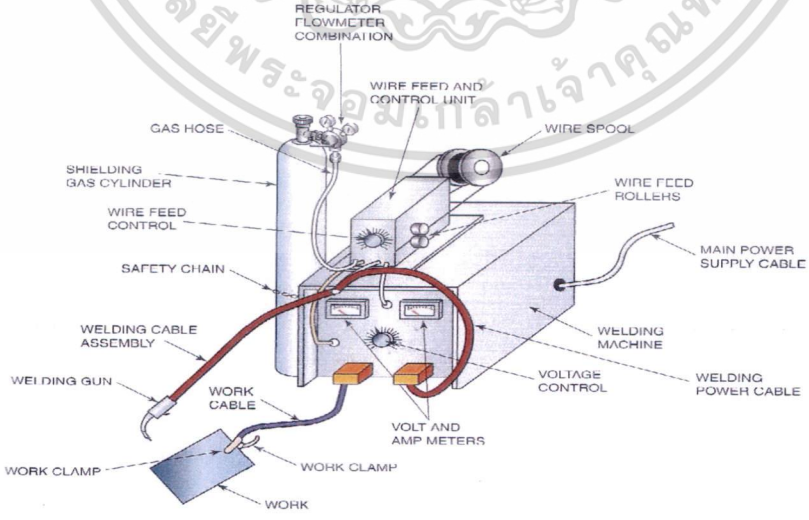
1. ใช้เฉพาะฟลักซ์ในแกนลวดเชื่อมเป็นตัวทำให้เกิดแก๊สปกคลุมบ่อหลอมละลาย

2. ใช้แก๊สเฉื่อยจากภายนอกร่วมในการปกคลุมบ่อหลอมละลาย



รูปที่ 2.24 แสดงการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ (FCAW)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 276)



รูปที่ 2.25 แสดงวงจรการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมแกนฟลักซ์ (FCAW)

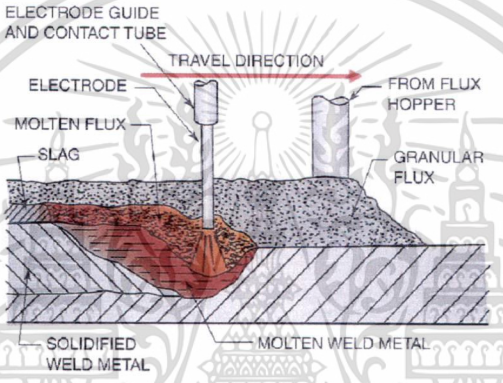
ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 295)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.5 การเชื่อมอาร์คภายใต้ฟลักซ์ (Submerged arc welding : SAW)

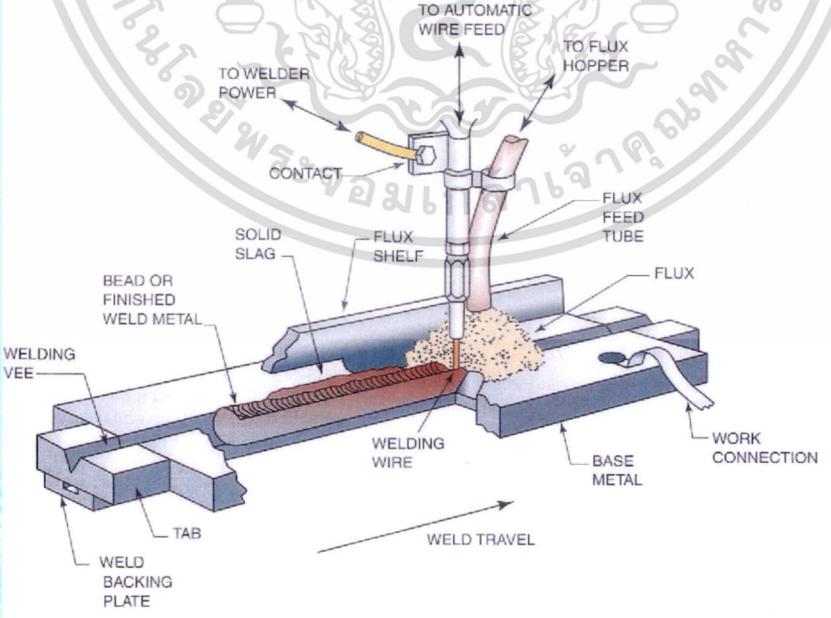
เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ได้รับความร้อนจากอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ลวดเชื่อมเป็นลวดเปลือยปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องจากม้วน โดยลวดเชื่อมทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรดแบบสิ้นเปลือง และเป็นโลหะเติมลงไปในแนวเชื่อม โดยจะมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular flux) ทำหน้าที่ปล่อยออกมาในบริเวณของอาร์ค ฟลักซ์ส่วนที่อยู่ใกล้กับอาร์คจะหลอมละลายปกคลุมบ่อหลอมละลาย และเมื่อแนวเชื่อมเย็นตัวลง ฟลักซ์ก็จะแข็งตัวเป็นสแล็คคลุมแนวเชื่อม ฟลักซ์ที่อยู่ส่วนบนได้รับความร้อนน้อยจะไม่หลอมละลายและสามารถนำกลับมาใช้งานได้

การเชื่อม SAW ให้แนวเชื่อมที่มีประสิทธิภาพสูง มีการซึมลึกที่ดี แต่เครื่องมือและอุปกรณ์จะมีราคาค่อนข้างแพง เหมาะในการเชื่อมท่าราบเท่านั้น มีทั้งแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 2.26 แสดงการเชื่อมอาร์คภายใต้ฟลักซ์ (SAW)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 336)



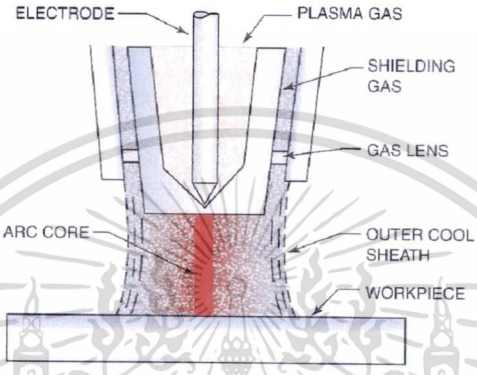
รูปที่ 2.27 แสดงรูปแบบการเชื่อมอาร์คภายใต้ฟลักซ์ (SAW)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 337)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.6 การเชื่อมพลาสมาอาร์ค (Plasma arc welding : PAW)

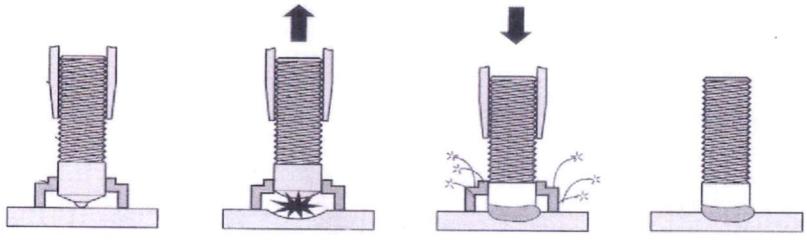
เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่มีลักษณะคล้ายการเชื่อมแบบ GTAW คือ ได้รับความร้อนจากอาร์คระหว่างแท่งทังสเตนอิเล็กโทรดกับชิ้นงาน และใช้แก๊สเฉื่อยซึ่งพ่นออกมาจากหัวเชื่อมคลุมบ่อหลอมละลาย แต่จะมีความแตกต่างกันที่ทังสเตนอิเล็กโทรดของการเชื่อมพลาสมาอาร์คจะถูกใส่ไว้ในนอซเซิล (Nozzle) ซึ่งมีรูเล็กๆ ที่ปลาย ขณะที่เกิดการอาร์ค ลำพลาสมาจะถูกบีบให้เล็กและบังคับให้เคลื่อนที่ผ่านรูของนอซเซิลด้วยความเร็วสูงกว่าการเชื่อมอาร์คแบบอื่นๆ



รูปที่ 2.28 แสดงการเชื่อมพลาสมาอาร์ค (PAW)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 707)

2.4.1.7 การเชื่อมสตัดอาร์ค (Stud arc welding : SW) เป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างสลัก (Stud) กับชิ้นงานโดยที่มีปลอกเซรามิก (Ceramic ferrule) ทำหน้าที่ในการคลุมการอาร์ค ในการนี้จะต้องมีปืนยิงสลัก (Stud gun) จับสลักวางในตำแหน่งที่ต้องการ เมื่อกดไกปืน สลักจะถูกดึงให้ถอยออกจากชิ้นงานเล็กน้อยและเกิดการอาร์คจนกระทั่งปลายสลักและชิ้นงานหลอมละลาย จากนั้นสลักจะถูกดันด้วยแรงสปริงของปืนให้ติดกับชิ้นงาน กระบวนการอาร์คเกิดขึ้นภายในเวลา 1 วินาทีหรือน้อยกว่า



รูปที่ 2.29 แสดงการเชื่อมสตัดอาร์ค (SW)

ที่มา : ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 104)

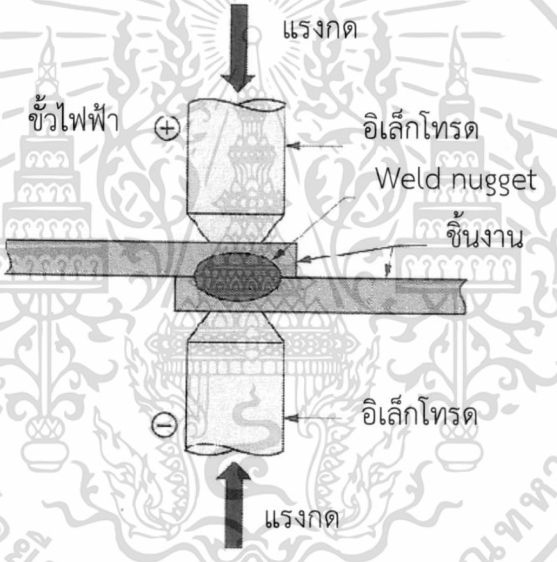
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การเชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า (Resistance welding : RW)

เป็นกระบวนการเชื่อมที่ได้ความร้อนจากความต้านทานไฟฟ้า โดยมีอิเล็กโทรดขั้นบวกและขั้วลบเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าผ่านผ่านชิ้นงานทั้งสองซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโลหะแผ่นบาง (Sheet metal) ความร้อนที่เกิดขึ้นเพียงพอที่จะทำให้ผิวชิ้นงานเกิดการหลอมละลายเฉพาะพื้นที่เล็กๆ จากนั้นใช้แรงกดอัดให้ผิดงานนั้นเชื่อมติดกัน

2.4.2.1 การเชื่อมความต้านทานแบบจุด (Resistance spot welding : RSW)

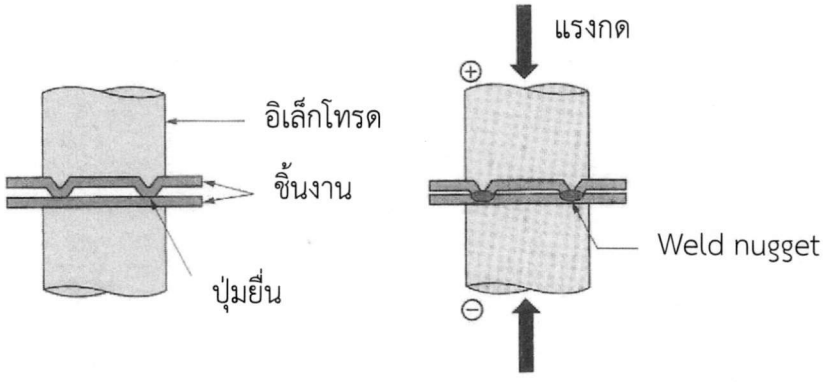
เป็นการเชื่อมที่กระทำเป็นจุดๆ ไม่ต้องการความต่อเนื่องของแนวเชื่อม กระบวนการเชื่อมได้รับความร้อนจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านชิ้นงานด้วยขนาดกระแสที่สูงมาก จนเกิดการหลอมละลายเป็นจุดกลมๆ และบริเวณที่เกิดการหลอมละลายนี้จะถูกกดอัดให้เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกว่า Weld nugget



รูปที่ 2.30 แสดงการเชื่อมความต้านทานแบบจุด (RSW)
ที่มา : ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 104)

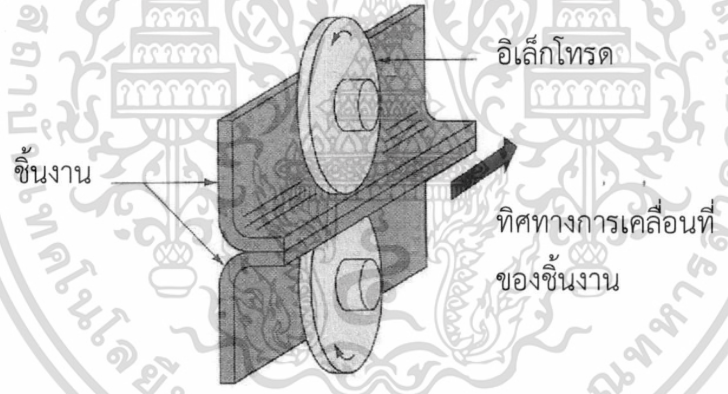
2.4.2.2 การเชื่อมความต้านทานแบบปุ่มยื่น (Resistance projection welding: RPW) ชิ้นงานด้านหนึ่งจะถูกขึ้นรูปให้เป็นปุ่มเล็กๆ (Projection) ปุ่มนี้จะเป็นจุดสัมผัสที่เกิดความร้อนและหลอมละลาย การให้ความร้อนและแรงกดจะเป็นไปในลักษณะเดียวกับการเชื่อมแบบ RSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แสดงการเชื่อมความต้านทานแบบปุ่มยื่น (RPW)
ที่มา : ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 105)

2.4.2.3 การเชื่อมความต้านทานแบบตะเข็บ (Resistance seam welding : RSEW) อิเล็กโทรดที่ใช้มีลักษณะเป็นล้อทำให้เกิดการเชื่อมอย่างต่อเนื่องเป็นแนวตะเข็บ จึงเหมาะสมที่จะเชื่อมชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นถังหรือภาชนะบรรจุต่างๆ



รูปที่ 2.32 แสดงการเชื่อมความต้านทานแบบตะเข็บ (RSEW)
ที่มา : ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 105)

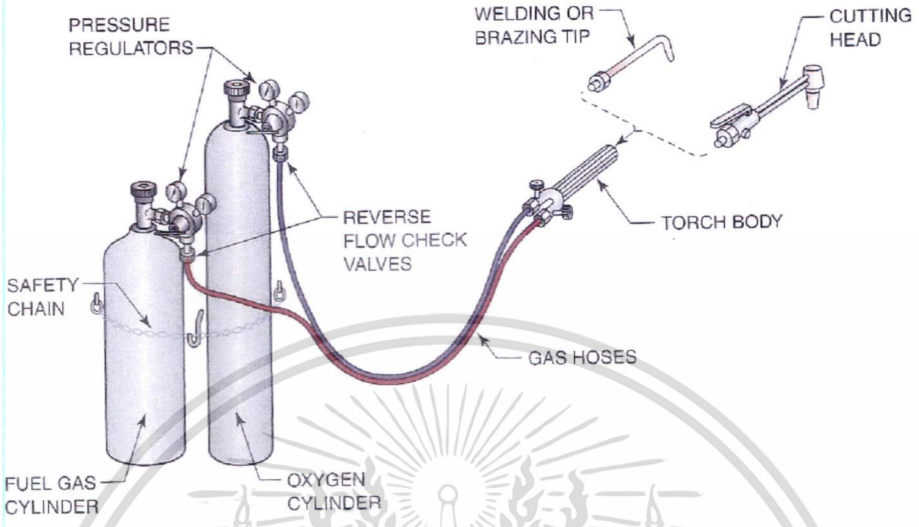
2.4.3 การเชื่อมแก๊ส (Oxyfuel gas welding : OFW)

เป็นกระบวนการเชื่อมโลหะโดยใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจน จนกระทั่งชิ้นงานหลอมละลายติดกัน ทั้งนี้อาจใช้เนื้อของชิ้นงานเป็นตัวประสานกันเอง หรือมีการเติมลวดเชื่อมเป็นตัวประสาน ส่วนแก๊สที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในงานเชื่อมได้นั้นมีด้วยกันหลายชนิด เช่น อะเซทิลีน โพรเพนและไฮโดรเจน

แก๊สอะเซทิลีนจะเป็นที่นิยมนำมาใช้งานมากที่สุด เพราะว่าให้ความร้อนได้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น กล่าวคือ ขณะที่เผาไหม้สมบูรณ์ให้ปริมาณความร้อนได้สูงที่สุดถึง

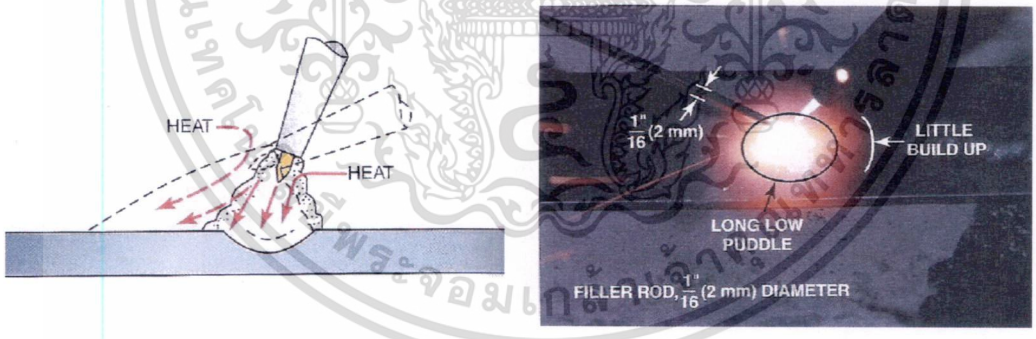
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3,400 องศา โดยปราศจากเขม่าควัน และในกรณีที่ใช้แก๊สอะเซทิลีนเป็นเชื้อเพลิง การเชื่อมแก๊สนี้จะมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Oxyacetylene welding: OAW



รูปที่ 2.33 แสดงรูปแบบการต่ออุปกรณ์ในการเชื่อมและตัดด้วยแก๊ส

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 10)



รูปที่ 2.34 แสดงการเชื่อมแก๊ส (OAW)

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 762)

2.4.4 การเชื่อมในสภาวะที่ไม่หลอมละลาย (Solid state welding : SSW)

เป็นการเชื่อมโดยการให้ความร้อนแก่โลหะ แล้วใช้แรงกดอัดใช้ชิ้นงานติดกัน ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ถึงขั้นที่จะทำให้โลหะหลอมละลาย และในกระบวนการเชื่อมก็ไม่ต้องมีการใช้ลวดเชื่อมเลย การเชื่อมในสภาวะที่ไม่หลอมละลายที่ใช้งานกันอย่างกว้างขวางได้แก่ Forge welding, Diffusion welding และ Friction welding เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

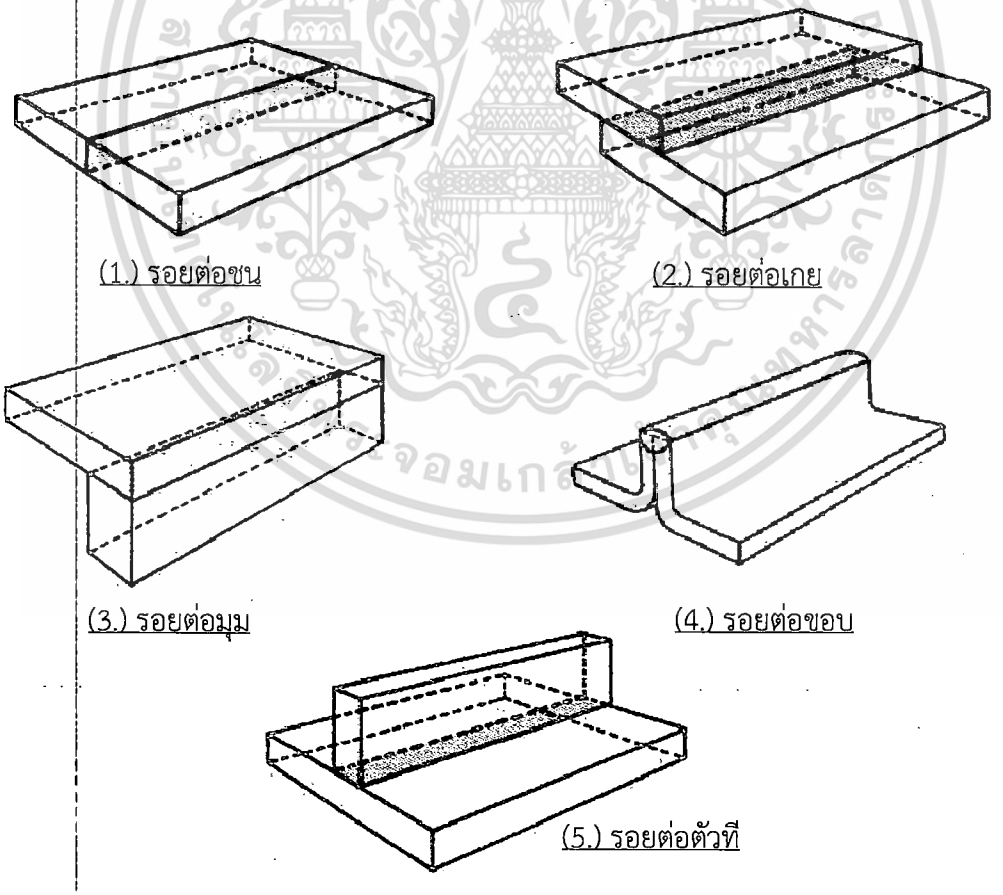
จากที่กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการในการเชื่อมข้างต้นนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ การเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded metal arc welding : SMAW) เป็นกระบวนการเชื่อมตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ที่ศึกษาและพัฒนา เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมใช้งานอย่างแพร่หลายและเหมาะกับการฝึกงานเชื่อมโลหะขั้นพื้นฐาน

2.4.5 รอยต่อ, แนวเชื่อม และรูปทรงร่องบาก

ชนิดของรอยต่อ, ชนิดของแนวเชื่อม และรูปทรงร่องบาก มักจะถูกกล่าวถึงปะปนกันด้วยความสับสนเสมอมาเช่น มักเข้าใจว่า Fillet weld กับ Tee joint เป็นเรื่องเดียวกัน หรือ เข้าใจว่า Groove เป็นเรื่องของ Butt joint เท่านั้นความจริงมิได้เป็นเช่นนั้นเลย เนื้อหาข้างล่างและตารางในหน้าถัดไปจะช่วยให้เข้าใจเรื่อง ชนิดของรอยต่อ, ชนิดของแนวเชื่อมและรูปทรงร่องบากได้เป็นอย่างดี

2.4.5.1 รอยต่อของงานเชื่อม

รอยต่อพื้นฐานที่ใช้ในงานเชื่อมมี 5 แบบ แต่ละแบบมีการวางแผ่นโลหะแตกต่างกันดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.35 แสดงรอยต่อของงานเชื่อมโลหะ

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 857,858)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รอยต่อชน (Butt joint) แผ่นโลหะทั้งสองแผ่นวางชิดติดในแนวเดียวกัน

2. รอยต่อเกย (Lap joint) ลักษณะการวางโลหะ ทั้งสองแผ่นเหมือนรอยต่อชนแต่วางทับกัน

3. รอยต่อมุม (Corner joint) คือ การวางโลหะ พิงหรือชนกันให้เกิดเป็นมุม การต่อด้วยรอยต่อนี้ต้องอาศัยปากกาจับชิ้นงานช่วย

4. รอยต่อขอบ (Edge joint) คือ การนำแผ่นโลหะ 2 แผ่นมาวางซ้อนกันแล้วเชื่อมต่อขอบของโลหะทั้งสองติดกัน

5. รอยต่อตัวที (T– joint) แผ่นโลหะแผ่นหนึ่ง จะนอนและโลหะอีกแผ่นหนึ่งจะตั้งขึ้น ลักษณะเหมือนอักษรภาษาอังกฤษตัวที (T)

2.4.5.2 ชนิดของแนวเชื่อม (Types of welds)

สามารถแบ่งชนิดของแนวเชื่อม ออกเป็นชนิดหลักๆ ได้เป็น 6 ชนิดดังนี้

1. แนวเชื่อมบากร่อง (Groove welds)
2. แนวเชื่อมฟิลเล็ต (Fillet welds)
3. แนวเชื่อมปลั๊กหรือสล็อต (Plug and slot welds)
4. แนวเชื่อมจุดและรอยเชื่อมปุ่มยื่น (Spot and projection welds)
5. แนวเชื่อมตะเข็บ (Seam welds)
6. แนวเชื่อมแฟลนจ์ (Flange welds)

สำหรับแนวเชื่อมชนิดแรกคือ แนวเชื่อมบากร่อง (Groove welds) สามารถกระทำได้กับรอยต่อ (Joints) ได้แทบจะทุกชนิด ไม่ได้เจาะจงว่าจะบากร่องได้เฉพาะรอยต่อชนเท่านั้น ร่องบากมีรูปทรงหลักๆ อยู่ 7 รูปทรงดังต่อไปนี้

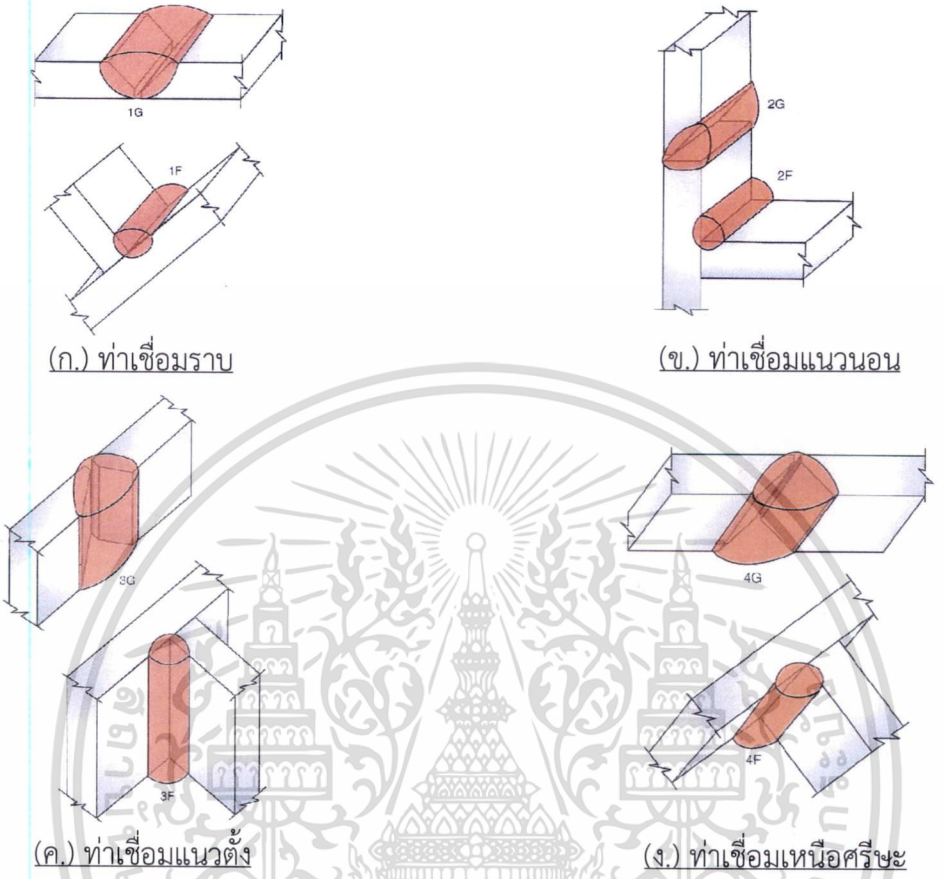
1. ร่องสแควร์ (Square groove)
2. ร่องเอียงข้างเดียว (Bevel groove)
3. ร่องรูปตัววี (V Groove)
4. ร่องรูปตัวยู (U Groove)
5. ร่องรูปตัวเจ (J Groove)
6. ร่องผายข้างเดียว (Flare bevel groove)
7. ร่องผายรูปตัววี (Flare V groove)

2.4.5.3 ท่าเชื่อมพื้นฐาน (Position)

ท่าเชื่อม คือ ท่าที่ผู้ปฏิบัติต้องกระทำต่อชิ้นงานที่เชื่อม ในกรณีที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายชิ้นงานได้ ท่าเชื่อมพื้นฐานมี 4 ตำแหน่งท่าเชื่อม คือ ตำแหน่งท่าราบ (Flat position) ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งท่าตั้ง (Vertical position) ,ตำแหน่งท่าแนวนอน (Horizontal position) และตำแหน่งท่าเหนือศีรษะ (Overhead position)



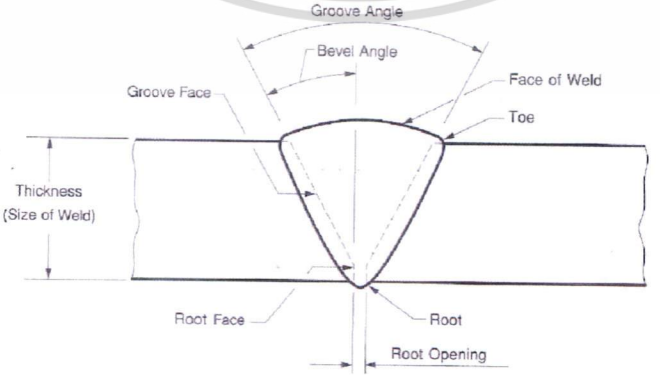
(ก.) ท่าเชื่อมราบ (ข.) ท่าเชื่อมแนวนอน

(ค.) ท่าเชื่อมแนวตั้ง (ง.) ท่าเชื่อมเหนือศีรษะ

รูปที่ 2.36 แสดงตำแหน่งท่าเชื่อม

ที่มา : Jeffus, Larry (2004 : 545)

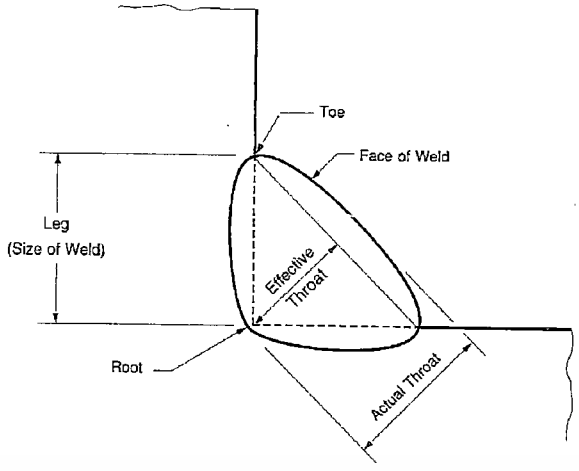
ส่วนประกอบของแนวเชื่อม (Weld nomenclature)



รูปที่ 2.37 แสดงแนวเชื่อมบากร่องรูปตัววี (V Groove weld)

ที่มา : ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 115)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

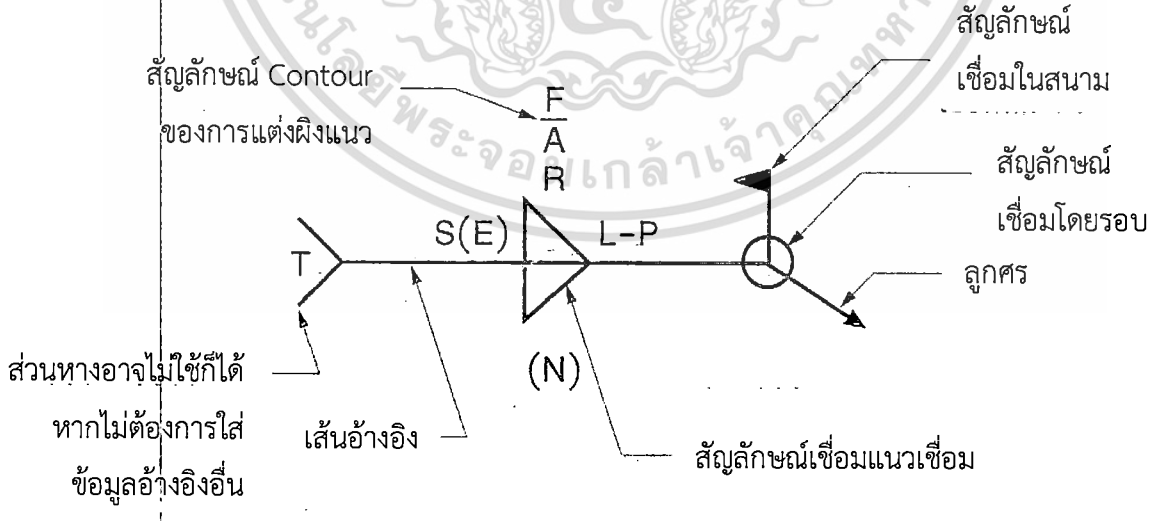


รูปที่ 2.38 แสดงแนวเชื่อมฟิลเล็ต (Fillet weld)

ที่มา : ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 115)

2.4.5.4 สัญลักษณ์งานเชื่อม (Welding symbol) ตามมาตรฐาน AWS

สัญลักษณ์งานเชื่อม (Welding symbol) ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ คือ เส้นอ้างอิง ลูกศร ส่วนหาง สัญลักษณ์ แนวเชื่อม รวมถึงสัญลักษณ์เพิ่มเติม ข้อมูลตัวเลข ข้อกำหนด และข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ สัญลักษณ์แนวเชื่อม (Welding symbol) เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงรูปร่างของแนวเชื่อม ซึ่งเมื่อต้องการให้แนวเชื่อมอยู่ด้านลูกศรชี้ (Arrow side) จะเขียนสัญลักษณ์แนวเชื่อมไว้ใต้เส้นอ้างอิง ในทางกลับกันถ้าต้องการให้แนวเชื่อมอยู่ด้านตรงข้าม (Other side) จะเขียนสัญลักษณ์แนวเชื่อมไว้เหนือเส้นอ้างอิง



รูปที่ 2.39 ส่วนประกอบของสัญลักษณ์งานเชื่อม (Welding symbol)

ที่มา : ประสิทธิ์ เวียงแก้ว (2554 : 117)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนด S, E, สัญลักษณ์แนวเชื่อม, L และ P จะเรียงลำดับจากซ้ายไปขวาดังแสดงในรูปเสมอ แม้ว่าลูกศร และส่วนหางจะสลับข้างกัน อนึ่ง ความหมายของอักษรย่อทั้งหมดมีดังนี้

S หมายถึง Size or strength of certain welds ; Depth of bevel ระบุขนาดหรือความแข็งแรงของแนวเชื่อมบางชนิด หรือระบุความลึกของร่องในกรณีที่เป็นแนวเชื่อมบากร่อง

E หมายถึง Effective throat or groove weld size ระบุ Effective throat หรือความลึกในการหลอมละลายของแนวเชื่อมบากร่อง โดยวัดจากผิวชิ้นงาน (ต้องเขียนอยู่ในวงเล็บเสมอ)

L หมายถึง Length of weld ระบุความยาวแนวเชื่อม

P หมายถึง Pitch (center to center) ระบุระยะห่างของแนวเชื่อมที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น แนวเชื่อมจุด แนวเชื่อมเว้นช่วง

F หมายถึง Finish ระบุการทำผิวภายหลังการเชื่อม ซึ่งมี 3 วิธีคือ G (Grinding), M (Machining) และ C (Chipping)

A หมายถึง Angle of groove; included angle of countersink for plug weld ระบุมุมบากของแนวเชื่อมบากร่องรวมถึงระบุมุมบากแนวเชื่อมปลั๊ก

R หมายถึง Root opening; depth of filling for plug and slot weld ระบุระยะห่างบริเวณ Root ของแนวเชื่อมบากร่อง หรือระบุความลึกของการเติมลวดเชื่อมของแนวเชื่อมปลั๊กและแนวเชื่อมสล๊อต

N หมายถึง Number of spot, seam, stud, plud, slot or projection weld ระบุจำนวนจุดของแนวเชื่อมจุดสตัด ปลั๊ก, สล๊อต หรือแนวเชื่อมปุ่มยื่น ซึ่งต้องเขียนอยู่ในวงเล็บเสมอ

T หมายถึง Tail ระบุกรรมวิธีการเชื่อม เช่น SMAW หรือข้อมูลอ้างอิงอื่นๆ เช่น Note

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์แนวเชื่อมพื้นฐาน (Basic weld symbols)

Groove welds						
Square	V	Bevel	U	J	Flare V	Flare Bevel

Fillet welde	Plug or Slot weld	Spot or Pro-jection weld	Seam weld	Flange weld		Back or Backing
				Edge	Corner	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

Weld-all Around เชื่อมโดยรอบ	Field weld เชื่อมในสนาม	Melt-Thru หลอมละลายทะลุ	Backing bar วัสดุรองหลัง	Contour		
				Flush แบนราบ	Convex นูน	Concave เว้า

2.4.6 การควบคุมคุณภาพงานเชื่อม

ในการปฏิบัติงานเชื่อมอุตสาหกรรมภายใต้การควบคุมภาพนั้น จะต้องได้รับการเตรียมงานอย่างมีแบบแผนเอกสารต่างๆที่จะใช้เป็นบรรทัดฐานในงานเชื่อม จะต้องได้รับการเตรียมพร้อมก่อนการปฏิบัติงานเสมอ เอกสารที่สำคัญมีดังนี้

2.4.6.1 Welding procedure specification (WPS) คือ ข้อกำหนดงานเชื่อมซึ่งจะเป็นคู่มือให้กับช่างเชื่อมผู้ควบคุมงานเชื่อม และผู้เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นบรรทัดฐานในการปฏิบัติงาน เนื้อหาโดยทั่วไปจะประกอบด้วยข้อกำหนดและตัวแปรหลักๆ ดังนี้

1. กรรมวิธีการเชื่อม (Welding process)
2. ลักษณ์ของร่อยต่อ (Joint details)
3. วัสดุชิ้นงาน (Base metal)
4. วัสดุและชนิดของลวดเชื่อม (Filler metal)
5. ท่าเชื่อม (Position)
6. การอุ่นชิ้นงานก่อนการเชื่อม (Preheating)
7. กระบวนการทางความร้อนหลังการเชื่อม(Post welded heattreatment)
8. คุณลักษณ์ทางไฟฟ้า (Electrical characteristic)
9. เทคนิค (Technique)

WPS เป็นเอกสารที่จะต้องจัดทำโดยหน่วยงานที่มีความชำนาญด้านงานเชื่อมและมีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานอ้างอิงเป็นอย่างดี สำหรับหน่วยงานใดๆที่ไม่สามารถจัดทำ WPS เองได้ ก็สามารถที่จะว่าจ้างบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านการตรวจสอบคุณภาพที่เรียกกันทั่วไปว่า Third party ให้จัดทำ WPS ให้ บริษัทเหล่านี้จะมีเจ้าหน้าที่ที่ความรู้ด้านงานเชื่อมและมาตรฐานอ้างอิงในการจัดทำ WPS นั้น เช่น มาตรฐาน ASME Section IX, AWS และ BS เป็นต้น

2.4.6.2 procedure qualification record (PQR) เป็นเอกสารที่ใช้สนับสนุน WPS กล่าวว่า ก่อนจะนำ WPS ไปใช้งาน จะต้องทำการพิสูจน์ให้เห็นว่า WPS นั้นสามารถให้ผลของชิ้นงานเชื่อมที่แข็งแรงสมบูรณ์ตามที่ได้มีการออกแบบไว้ในการนี้จะต้องทำการเชื่อมชิ้นงานทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Test piece) โดยปฏิบัติตามวิธีการและตัวแปรที่กำหนดใน WPS แล้วนำชิ้นงานทดสอบนั้นส่งเข้าห้องแล็บเพื่อทำการทดสอบทางกลตามข้อกำหนดของมาตรฐาน

สำหรับกระบวนการในห้องแล็บนั้น ชิ้นงานจะถูกตัดเป็นชิ้นทดสอบ (Specimens) หลายๆ ชิ้นเพื่อแยกไปทำการทดสอบ เช่น ทดสอบการรับแรงดึง (Tensile test), ทดสอบการรับแรงตัด (Guided bend test), ทดสอบความแข็ง (Hardness test) และตรวจสอบโครงสร้างมหาภาคด้วยการกัดกรด (Macro etch test) เป็นต้น เมื่อการทดสอบแล้วเสร็จ ทางแล็บก็จะทำรายงานแจ้งผลการทดสอบ และถ้าผลการทดสอบทั้งหมดผ่านเกณฑ์ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ก็จะต้องทำการบันทึกผลการทดสอบและรวบรวมรายงานผลการทดสอบไว้ใน PQR เพื่อใช้อ้างอิงต่อไปเมื่อ PQR เสร็จสมบูรณ์ก็จะสามารถนำ WPS ไปใช้ในงานจริงได้เลย โดยมี PQR เป็นเอกสารสนับสนุน

2.4.6.3 welder performance qualification (WPQ) เป็นเอกสารอีกชุดหนึ่งที่ถูกจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบฝีมือช่างเชื่อมว่ามีความสามารถที่จะปฏิบัติงานเชื่อมตาม WPQ นั้นๆ หรือไม่โดยจะต้องนำชิ้นงานสอบของช่างเชื่อมแต่ละคนไปตรวจสอบตามมาตรฐาน ถ้าผลการตรวจสอบชิ้นงานสอบของช่างเชื่อมรายใดผ่านเกณฑ์ ช่างเชื่อมรายนั้นก็จะได้รับใบรับรอง (Welder certification) และได้รับบัตรประจำตัวช่างเชื่อม (Welder card) ที่จะแสดงตนในขณะปฏิบัติงานเชื่อมต่อไป

2.4.7 การทดสอบและการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อม

คำว่า Test ในภาษาอังกฤษสามารถแปลเป็นภาษาไทยได้ทั้ง การทดสอบและการตรวจสอบ แต่เมื่อนำคำในภาษาไทยทั้งสองคำมาใช้ในงาน จะให้ความหมายที่แตกต่างกันบ้างดังนี้

การทดสอบ กระทำเพื่อการพิสูจน์ความแข็งแรง ความทนทานทางกายภาพของวัสดุ เช่น ความต้านทานแรงดึง ความต้านทานแรงกระแทก ความทนทานต่อการดัดงอ

การตรวจสอบ กระทำเพื่อตรวจหาความบกพร่อง ความไม่สมบูรณ์ ความผิดปกติที่อาจแฝงอยู่ในเนื้อวัสดุส่วนใหญ่มักจะนำผลไปใช้ในแง่ของการซ่อม การซ่อมบำรุง และการประกันคุณภาพ

อย่างไรก็ตามความหมายข้างต้นก็ไม่ได้ถือเป็นคำจำกัดความที่ตายตัว จึงอาจมีการนำคำทั้งสองไปใช้ในความหมายที่แตกต่างไปจากนี้บ้าง หรืออาจใช้โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างเลยการทดสอบและการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ การทดสอบแบบทำลายสภาพ และการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ

2.4.7.1 การทดสอบ/ตรวจสอบแบบทำลายสภาพ (Destructive testing : DT) มีทั้งการทดสอบคุณสมบัติทางกลการตรวจสอบทางเคมี และทางโครงสร้างของเนื้อโลหะ ชิ้นงานส่วนมากจะถูกตัดเป็น Specimens และเมื่อทดสอบ/ตรวจสอบแล้วเสร็จ ก็จะเสียสภาพไปเลย ยกเว้นการทดสอบความแข็งในบางกรณี ชิ้นงานจะได้รับผลกระทบน้อยมาก จึงสามารถทดสอบกับงานจริงได้ การทดสอบ/ตรวจสอบแบบทำลายสภาพที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดสอบแรงดึง (Tensile testing)
2. การทดสอบการดัดงอ (Bend testing)
3. การทดสอบการรับแรงกระแทก (Impact testing)
4. การทดสอบการแพร่ซึมของไฮโดรเจน (Hydrogen diffusion testing)
5. การทดสอบโครงสร้างมหภาคด้วยการกัดเกรด (Macro etch testing)

2.4.7.2 การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ (Non-Destructive desting: NDT) เป็นการตรวจสอบที่กระทำได้ทั้งกับชิ้นงานทดลองและงานจริง ชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพ จะคงคุณสมบัติทางกล ทางเคมีและทางโครงสร้างของเนื้อโลหะดังเดิมทุกประการ การตรวจสอบแบบไม่ทำลายสภาพมีวิธีหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. การตรวจสอบด้วยสายตาหรือการตรวจพินิจ (Visual testing: VT) เป็นวิธีการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อตรวจหาความไม่สมบรูณ์หือตำหนิที่เกิดขึ้นบนผิวของชิ้นงาน การตรวจสอบกระทำได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษใด ๆ อีกทั้งสามารถกระทำได้ในระหว่างทำการเชื่อม ทำให้รู้แนวโน้มคุณภาพของแนวเชื่อมและนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขระหว่างการเชื่อมเพื่อให้ได้คุณภาพงานเชื่อมที่ดีขึ้น

2. การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (Liquid penetrate testing: PT) เป็นวิธีการตรวจสอบเพื่อหารอยบกพร่องหรือตำหนิ เช่น รอยแตก รอยร้าว รูพรุนที่เกิดขึ้นบนผิวของชิ้นงานหรือผิวของแนวเชื่อมเท่านั้น ซึ่งรอยบกพร่องหรือตำหนิดังกล่าวอาจมีขนาดเล็กจนไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า

การตรวจสอบใช้หลักการแทรกซึมตัวของของเหลว (Capillary action) เข้าไปยังรอยแยกโดยการเคลือบสารแทรกซึม (Penetrate) ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดสีแดงและชนิดเรืองแสง ลงบนผิวของชิ้นงานที่ได้รับการทำความสะอาดอย่างดี ปล่อยทิ้งไว้สักครู่สารแทรกซึมจะแทรกตัวลงไปฝังตัวในรอยแยก หลังจากนั้นก็ทำความสะอาดเช็ดสารแทรกซึมออกจากผิวของชิ้นงานให้หมด คงเหลือแต่สารแทรกซึมที่ฝังตัวอยู่รอยแยก แล้วจึงใช้สารดูดซับ (Developer) ซึ่งมีสีขาวเคลือบลงบนผิวของชิ้นงาน เพื่อทำหน้าที่ในการดึงเอามารแทรกซึมอกมาเผยให้เห็นถึงรอยความบกพร่องและตำหนิต่างๆ ได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบนี้ไม่สามารถตรวจสอบรอยบกพร่องที่อยู่ใต้ผิวของชิ้นงานได้

3. การตรวจสอบด้วยอนุภาคสนามแม่เหล็ก (Magnetic particle testing: MT) เป็นวิธีการตรวจสอบเพื่อหารอยบกพร่อง เช่น รอยร้าว รอยแตก รูพรุน สแล็ค และโพรงอากาศที่อยู่บนผิวหรืออยู่ใต้ผิวตื้นๆ ของชิ้นงานโดยการเหนี่ยวนำชิ้นงานให้เป็นแม่เหล็ก แล้วโรยผงเหล็กลงบนผิวชิ้นงาน ผงเหล็กจะจับตัวกันบนผิวชิ้นงาน ณ บริเวณของจุดบกพร่อง ซึ่งจะบอกถึงขนาด รูปร่างและขอบเขตของจุดบกพร่องนั้นๆ อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบด้วนอนุภาคสนามแม่เหล็กใช้ได้กับชิ้นงานที่สามารถเหนี่ยวนำให้เป็นเหล็กได้ (Ferromagnetic material) เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การตรวจสอบด้วยรังสี (Radiographic testing: RT)เป็นวิธีการตรวจสอบเพื่อหารอยบกพร่อง เช่น รอยร้าว รอยแตก รูพรุน โพรงอากาศ และสแล็คฝังใน ได้ตลอดความหนาของชิ้นงาน โดยการฉายรังสีผ่านทะลุเนื้อโลหะและแนวเชื่อมเข้าไปหาฟิล์ม ปริมาณความเข้มของรังสีที่ตกกระทบและทำปฏิกิริยาบนฟิล์ม ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีของโลหะและรอยบกพร่อง รอยบกพร่องจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าเนื้อโลหะ ดังนั้น รอยบกพร่องจะดูดกลืนรังสีได้น้อยกว่าเนื้อโลหะ และจะปรากฏอยู่ในฟิล์มเป็นบริเวณที่มีความเข้มมากกว่าปกติ

5. การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic testing: UT) เป็นวิธีการตรวจสอบเพื่อหารอยบกพร่อง เช่น รอยร้าว รอยแตก รูพรุน โพรงอากาศ และสแล็คฝังใน ได้ตลอดความหนาของชิ้นงานโดยการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงส่งผ่านเข้าไปในชิ้นงาน เมื่อคลื่นเสียงเดินทางไปถึงรอยบกพร่อง คลื่นส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับ คลื่นที่สะท้อนกลับนี้จะถูกตรวจจับและตรวจวัดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หารอยบกพร่อง โดยที่ความเข้มของสัญญาณคลื่นที่สะท้อนกลับและเวลาที่ใช้ในการสะท้อนกลับ จะเป็นตัวแปรที่สำคัญสองค่าในการวิเคราะห์และประเมินตำแหน่งและขนาดของรอยบกพร่อง

6. การตรวจสอบด้วยกระแสไหลวน (Eddy current testing) เป็นวิธีการตรวจสอบเพื่อหารอยบกพร่อง เช่น รอยร้าว รอยแตก รูพรุน สแล็ค และโพรงอากาศที่อยู่บนผิวหรืออยู่ใต้ผิวตื้นๆ ของชิ้นงาน โดยใช้หลักการของสนามแม่เหล็กเป็นตัวเหนี่ยวนำกระแสไหลวน

7. การตรวจสอบหาส่วนผสมทางเคมี (Positive material identification: PMI) ใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานหรือแนวเชื่อมในกรณีที่สงสัยว่าอาจมีการนำชิ้นงานหรือลวดเชื่อมที่ใช้วัสดุผิดข้อกำหนดมาใช้งาน โดยการหาส่วนผสมทางเคมีจริงของชิ้นหรือแนวเชื่อมเปรียบเทียบกับส่วนผสมทางเคมีตามมาตรฐาน

สำหรับงานเชื่อมถังบรรจุ ถังรับแรงดัน หรือระบบท่อ ที่ได้ผ่านการตรวจสอบตามข้อกำหนดมาเป็นอย่างดีแล้วก่อนที่จะนำเข้าใช้งานจะต้องทำการตรวจสอบการรั่วซึม (Leak testing) หรือการทดสอบความดัน (Pressure testing) ก่อนเสมอ เนื่องจากอาจมีความผิดพลาดอันเกิดขึ้นได้ เช่น ใบหินเจียรปาดเนื้อโลหะโดยไม่ได้ตั้งใจ ตรวจสอบแนวเชื่อมไม่ครบถ้วนอ่านผลการตรวจสอบผิดพลาด เป็นต้น

สำหรับตัวกลางที่ใช้ในการตรวจสอบการรั้วซึมหรือการทดสอบความดันโดยทั่วไปจะใช้น้ำหรือลมอัด ในกรณีใช้น้ำเป็นตัวกลาง จะเรียกว่า Hydrostatic testing ส่วนในกรณีใช้ลมอัดลมเรียกว่า Pneumatic testing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คุณสมบัติของช่างเชื่อมโลหะ

2.5.1 คุณสมบัติของช่างฝีมืองานเชื่อมโลหะ

ปะทีป ระงับทุกข์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ช่างฝีมืองานเชื่อมโลหะที่พึงประสงค์ของสถานประกอบการ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ ผู้จัดการ วิศวกร และหัวหน้าฝ่ายในสถานประกอบการที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการเชื่อมโลหะรวม 146 คน การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการสมรรถภาพทางวิชาชีพของผู้บริหารสถานประกอบการในด้านความรู้ 5 ด้าน มีความต้องการโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านความรู้ที่ผู้บริหารสถานประกอบการมีความต้องการลำดับแรก ได้แก่ การวางแผนเตรียมงานเชื่อม โดยเฉพาะวิธีการป้องกันอุบติเหตุ ลำดับรองลงมาเป็นความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมทิกในด้านทักษะมีความต้องการโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก 2 ด้าน ได้แก่ ทักษะการเชื่อมมิก-แมก และการเชื่อมทิก ตามชนิดของรอยต่อ โดยเฉพาะการเชื่อมแบบต่อชน ส่วนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์มีความต้องการโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านเจตคติต่อวิชาชีพ เกี่ยวกับการมีความกระตือรือร้น มีความซื่อสัตย์สุจริตต่อหน้าที่การงาน มีความภูมิใจในอาชีพ มีความสามัคคีและรักษาชื่อเสียงในวงการงานอาชีพ และมีความศรัทธาในงานอาชีพ

2.5.2 คุณสมบัติของบุคลากรตรวจสอบงานเชื่อมโลหะ

ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมต้องเป็นบุคคลที่มีคุณสมบัติพื้นฐาน ซึ่งต้องได้รับการกลั่นกรองอย่างดีเพื่อการปฏิบัติงานตรวจสอบงานเชื่อมได้อย่างเชี่ยวชาญและรอบคอบ คุณสมบัติที่สำคัญมีดังต่อไปนี้ (ขันติพล วัชรานาถ และคณะ. 2535 : 16)

2.5.2.1 ความรู้ด้านแบบงานและข้อกำหนด ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมต้องสร้างความคุ้นเคยกับแบบงานวิศวกรรม และสามารถแปลความหมายของข้อกำหนดได้ โดยไม่ต้องสามารถอ่านและเข้าใจความหมายของแบบงานพิมพ์เขียว และแบบงานเชื่อม รวมทั้งสัญลักษณ์และความหมายของการตรวจสอบด้วยวิธีไม่ทำลาย ในกรณีที่การกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับงานเชื่อมในแบบงานหรือข้อกำหนดเป็นเพียงย่อๆ ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมต้องทราบว่า สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากแหล่งไหน

2.5.2.2 ความรู้ด้านงานการเชื่อม ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมต้องมีความรู้เพียงพอเกี่ยวกับกระบวนการเชื่อม ทำให้ทราบได้ว่าบริเวณไหนบ้างที่สามารถเกิดลักษณะบกพร่องขึ้นได้ เพื่อการกำหนดตำแหน่งและบริเวณที่ควรพิจารณาเป็นพิเศษ นอกจากนี้ยังต้องคุ้นเคยเกี่ยวกับการปฏิบัติการเชื่อมเพื่อจะได้ทราบข้อจำกัดของผู้ควบคุมการเชื่อมและผู้ปฏิบัติการเชื่อม ที่จะต้องดำเนินการตามรายละเอียดของการปฏิบัติการเชื่อม

2.5.2.3 ความรู้ด้านการทดสอบ กรรมวิธีและการทดสอบงานเชื่อมมีด้วนกันหลายวิธี โดยลักษณะการใช้งานเพื่อพิสูจน์ทราบคุณภาพของผลงานเชื่อมตามมาตรฐานกำหนด และเนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการทดสอบแต่ละวิธีต่างก็มีข้อจำกัดและวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่แตกต่างกันไป ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมจึงต้องมีความรู้และความเข้าใจอย่างถ่องแท้

2.5.2.4 ความสามารถด้านการบันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจของผู้ตรวจสอบงานเชื่อมต้องมีของเขตและปริมาณที่สมบรูณ์เพียงพอสำหรับการตัดสินผลการตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง ข้อควรจำสำหรับการบันทึกข้อมูลคือ นอกจากข้อมูลเกี่ยวกับผลการทดสอบและตรวจสอบยังไม่รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับกรรรมวิธีการเชื่อม คุณสมบัติของกระบวนการเชื่อม การควบคุมวัสดุเชื่อม เป็นต้น โดยต้องระลึกเสมอว่า “การบันทึกข้อมูลที่สมบรูณ์สามารถปกป้องชื่อเสียงของผู้ตรวจสอบไว้ได้” การเขียนรายงานผลการตรวจสอบต้องรัดกุม กะทัดรัด และมีความสมบรูณ์เพียงพอที่จะสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

2.5.2.5 สภาพร่ายกายที่ดี เนื่องจากการตรวจสอบในสภาพงานจริง ต้องประสบกับความยุ่งยากในการปฏิบัติงาน ได้แก่ การทำงานในที่สูง การปีนป่าย การมุด หรือคลาน เป็นต้น รวมทั้งการตรวจสอบต้องกระทำตั้งแต่ก่อนการเชื่อม ระหว่างการเชื่อมและภายหลังการเชื่อม ดังนั้นผู้ตรวจสอบจึงต้องมีสภาพร่างกายที่ดี เพื่อให้สามารถทำงานดังกล่าวได้

2.5.2.6 สภาพสายตาดี ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้สายตาในการเพ่งพิจารณาโดยเฉพาะในจุดรายละเอียดต่างๆซึ่งมีขนาดเล็กๆ เช่น การอ่านฟิล์มถ่านภาพด้วนรังสี หรือการตรวจหาข้อบกพร่องต่างๆ ในแต่ละกรรมวิธีการตรวจสอบ ซึ่งต้องใช้สายตาเป็นพื้นฐาน เป็นต้น ดังนั้นจึงมีข้อกำหนดเกี่ยวกับสภาพสายตา ตัวอย่างเช่น องค์การมาตรฐานนานาชาติ หมายเลขรหัส ISO/TC 135/SC7/N35E ว่าด้วย General standard for the qualification and certification on nondestructive testing personnel กำหนดว่าสภาพสายตาต้องสามารถมองเห็นได้ระยะไกลเท่ากับ 20/30 หรือดีกว่านั้น ด้วยดวงตาอย่างน้อยข้างใดข้างหนึ่ง โดยไม่คำนึงถึงการสวมหรือไม่สวมแว่นตา

2.5.2.7 การศึกษาด้านวิศวกรรมและโลหะวิทยา ความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมและโลหะวิทยาเป็นส่วนสำคัญที่สนับสนุนการทำงานด้านการตรวจสอบงานเชื่อม สำหรับแนวทางในการเสริมความรู้ทางด้านนี้คือ การศึกษาซึ่งได้จากการอบรมจากสถานศึกษาหรือจากประสบการณ์ โดยสมาคมการเชื่อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดไว้ในหนังสือ ชื่อ The guide to AWS welding inspector qualification and certification กล่าวว่า การเรียนรู้ในรูปแบบใหม่คือประสบการณ์ในการทำงานตรวจสอบงานเชื่อมมากกว่า 2 ปีขึ้นไป

2.5.2.8 ประสบการณ์ด้านการตรวจสอบ ทัศนคติแงะความคิดเห็นของผู้ตรวจสอบที่ดี สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในการทำงานด้วยการตรวจสอบ ตัวอย่างเช่น ประสบการณ์การตรวจสอบโลหะชิ้นงานมีส่วนช่วยสนับสนุนต่อการตรวจสอบเนื้อโลหะเชื่อมเป็นอย่างมาก เป็นต้น วิธีการเรียนรู้จากประสบการณ์คือ การสังเกต พฤติกรรมจากผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่มีประสบการณ์สูงเพื่อนำมาพัฒนาวิถีทางในการคิดและการทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.9 ประสบการณ์ด้านการเชื่อม โดยแท้จริงแล้วประสบการณ์ด้านการเชื่อมในลักษณะปฏิบัติการ ไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ตรวจสอบงานเชื่อมโดยตรง ความหมายของประสบการณ์ด้านการเชื่อมในที่นี้หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการเชื่อม คำสั่งที่สัมพันธ์กัน และข้อคิดเห็นที่น่าเชื่อถือได้สำหรับการแก้ไขหลังจาการตัดสินผลว่าปฏิเสธการใช้งาน

2.5.2.10 การวางตัว ลักษณะการวางตัวที่ดีส่วนสำคัญที่สามารถกำหนดความสำเร็จหรือความล้มเหลวได้ สำหรับความสำเร็จที่เกิดขึ้นมีส่วนประกอบที่สำคัญจากความร่วมมือในทุกระดับชั้น ในการตัดสินผลการตรวจสอบต้องงตั้งมั่นอยู่บนหลักการของความยุติธรรม และได้รับความเห็นพ้องกันจากทุกฝ่าย

2.6 เทคนิคการสอนแบบสาธิต

2.6.1 แนวคิดของการสอนแบบสาธิต

เป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใกล้เคียงกับประสบการณ์ตรงมากที่สุด ซึ่งเป็นการสอนที่ผู้สอนแสดงให้ดูหรือผู้เรียนมีโอกาสได้กระทำด้วยตนเอง ทำให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ และตรงกับแนวคิดของกรวยประสบการณ์ที่ เอดก้า เดล ได้กล่าวไว้ดังนี้

2.6.1.1 ลักษณะสำคัญของการสอนแบบสาธิต

วิธีสอนแบบสาธิตเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนรู้ประสบการณ์แนวทาง เช่น การฟัง การดู การสัมผัสแตะต้อง ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ให้การเรียนรู้ค่อนข้างสมบูรณ์

2.6.1.3 วัตถุประสงค์ของการสอนแบบสาธิต

1. ให้ผู้เรียนได้รับรู้หลายๆ ด้าน เช่น ทางตา หู จมูก ลิ้น และการสัมผัส
2. มุ่งให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์กว้างขึ้น
3. ให้ผู้เรียนได้เข้าใจลำดับขั้นต่างๆ และสามารถสรุปผลได้
4. เป็นกิจกรรมที่สามารถปฏิบัติไปพร้อมกับวิธีการสอนวิธีอื่นๆ ด้วยได้

2.6.1.4 จำนวนผู้เรียนที่เหมาะสม

การสาธิตเป็นการแสดงให้ดู การลองทำหรือผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิบัติ ดังนั้นการจัดกลุ่มผู้เรียนต้องไม่มากเกินไป เช่น 5-7 คน หรือน้อยกว่า อย่างไรก็ตามการจัดกลุ่มผู้เรียนจำนวนเท่าใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมาย วิธีการสาธิต สถานที่ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสาธิต

2.6.1.5 ระยะเวลาการสอน

ระยะเวลาของการสาธิตขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการจัดเนื้อหา เรื่องราวที่จะสาธิตเป็นสำคัญหากมีขั้นตอนและเนื้อหามาก การสาธิตก็ต้องใช้เวลานาน หรืออยู่ที่วิธีการสาธิต บางอย่างผลของการสาธิตต้องอาศัยเวลานานจึงจะเห็นผลที่เกิดขึ้น แต่กิจกรรมสาธิตบางเรื่องสามารถเน้นผลได้ในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.6 ลักษณะของห้องเรียน

อาจจะแบ่งลักษณะของห้องเรียนหรือสถานที่ได้ 3 รูปแบบ คือ

1. การสาธิตในห้องทดลอง กระบวนการสาธิตในลักษณะนี้จะต้องอาศัยอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องทดลอง เช่น การสาธิตเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ การผสมสารเคมี ซึ่งต้องใช้ความละเอียดอ่อนและขั้นตอน ผู้สาธิตต้องรู้และเข้าใจกระบวนการสาธิตเป็นอย่างดี เพราะรูปแบบการสาธิตวิธีนี้บางครั้ง หากทำผิดพลาดอาจจะเกิดเรื่องเสียหายได้

2. การสาธิตในห้องเรียน รูปแบบการสาธิตวิธีนี้อาจจะเป็นการสาธิตเรื่องราวต่าง ๆ ของบทเรียนที่มี ไม่จำเป็นต้องทำในห้องทดลอง และบางครั้งก็ไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากมาย เช่น การสาธิต วิธีการ การสาธิตท่ายืน เดิน นั่ง การสาธิตท่ากราบไหว้ที่ถูกต้อง เป็นต้น

3. การสาธิตนอกห้องเรียน การสาธิตรูปแบบนี้อาจจะต้องใช้สถานที่นอกห้องเรียน เช่น สนามกีฬา หรือในแปลงสาธิตทางการเกษตร เป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยสถานที่ หรือบริเวณกว้างขวางกว่าห้องเรียน

2.6.1.7 ลักษณะเนื้อหาการสาธิต

รูปแบบการสอนแบบสาธิตสามารถใช้ได้กับเนื้อหาในทุกวิชา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสอน และผู้สอนวิเคราะห์แล้ว การใช้กิจกรรมการสาธิตจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีที่สุด เช่น การทดลองวิทยาศาสตร์ การสาธิตวิธีการประกอบอาหาร หรือการสาธิตการเล่นกีฬา หรือการออกกำลังกายในท่าที่ถูกต้อง ฯลฯ จะสังเกตได้ว่าเป้าหมายของการสอนแบบสาธิตคือต้องการให้ผู้เรียนได้เน้นกระบวนการของเรื่องหนึ่งเรื่องใด เพื่อที่ผู้เรียนจะได้นำไปปฏิบัติได้

2.6.1.8 บทบาทผู้สอนแบบสาธิต

วิธีสอนแบบสาธิตส่วนใหญ่จะเป็นบทบาทของผู้สอนมากกว่าผู้เรียน ทั้งนี้การสอนแบบสาธิตจะมีลักษณะใกล้เคียงกับการแสดงโดยต้องการทำให้ดู และการบอกให้เข้าใจ บางครั้งเรื่องที่สาธิตนั้นอาจจะมีขั้นตอนหรือต้องอาศัยความชำนาญการในการทำ หรือบางครั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตนั้นมีราคาแพง หรือแตกหักชำรุดง่าย ผู้สอนจึงต้องเป็นผู้ทำเสียเอง อย่างไรก็ตามการสาธิตที่ดีนั้นผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมด้วย โดยเฉพาะหากการเรียนการสอนเน้นอยู่ที่ตัวผู้เรียน ผู้เรียนต้องมีโอกาสได้สาธิตด้วยตนเองให้มากที่สุดเพื่อให้ได้ประสบการณ์ตรง

2.6.1.9 บทบาทของผู้เรียน

วิธีสอนแบบสาธิตโดยทั่วๆ ไป ผู้เรียนจะมีบทบาทน้อยเป็นเพียงผู้ดูและผู้ฟัง อาจจะมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือเล็กๆ น้อย เท่านั้น แต่การสาธิตที่ดีต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมมากที่สุด ยิ่งถ้ามีโอกาสได้รับประสบการณ์ตรงด้วยคือ มีโอกาสได้ปฏิบัติภายหลังการสาธิตด้วยแล้ว ก็ยิ่งทำให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.10 ขั้นตอนการสอนแบบสาธิต

ก่อนการสาธิต มีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ ของการสาธิตให้ชัดเจนว่าการสาธิตนั้นมีวัตถุประสงค์อย่างไรการสาธิตบางอย่างเป็นการสาธิตกระบวนการเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการขั้นตอน เช่น การสาธิต ขั้นตอนการยิงลูกโทษ การสาธิตการเตะตะกร้อ และการสาธิตบางเรื่องต้องการสาธิตให้เกิดผลตามที่ต้องการ เช่น การสาธิตในห้องทดลอง

2. การเตรียมการ ผู้สอนต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการสาธิต เตรียมขั้นตอนการสาธิตซึ่งวิธีการเตรียมที่ถูกต้องคือ ต้องลองสาธิตดูก่อน เป็นการตรวจสอบว่าขั้นตอนเหล่านั้นถูกต้องหรือไม่ หากเกิดปัญหาใดๆ ขึ้นก็มีโอกาสแก้ไขได้ก่อน ขณะทำการสาธิตผู้สอนควรอธิบายหรือบรรยายให้ผู้เรียนเข้าใจเสียก่อน โดยเฉพาะควรจะบอกวัตถุประสงค์ของการสาธิตให้ผู้เรียนได้ทราบหลังจากนั้นจึงนำเข้าสู่การสาธิต โดยการอธิบายให้ฟังหรือใช้สื่อต่างๆ อาจจะเป็นสไลด์ประกอบคำบรรยายหรือวีดิทัศน์ หรือวิธีการที่ผู้สอนทั่วไปใช้คือ การให้ผู้เรียนได้ศึกษามาก่อน โดยให้ไปอ่านเอกสาร หนังสือ หรือค้นคว้าเรื่องราวที่สาธิตนั้นก่อน ก็จะทำให้การสาธิตดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วและผู้เรียนเข้าใจได้ชัดเจน ในขณะสาธิตผู้เรียนสาธิตต้องดำเนินการสาธิตไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้อาจจะสลับด้วยการบรรยายแล้วสาธิต วิธีที่จะทำให้บรรยากาศการสาธิตเป็นไปด้วยความตื่นเต้น ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสาธิตตลอดเวลา อาจจะเป็นการถามนำ กระตุ้น หรือให้ผู้เรียนช่วยสาธิตเรื่องราวบางเรื่องที่มีความสลับซับซ้อนหรือมีขั้นตอนยุ่งยาก ผู้สาธิตก็ต้องสาธิตหลายๆ ครั้งหรือให้ผู้เรียนทำตามไปด้วยเป็นขั้นๆ ผู้สอนจะต้องชี้แนะหรือเน้นย้ำในส่วนที่สำคัญตลอดเวลาดังนั้นการวางแผนสาธิตจำเป็นต้องเตรียมตัวมาเป็นอย่างดี ภายหลังการสาธิตเมื่อการสาธิตจบลงแล้ว การย้ำเน้นเรื่องราวที่สาธิตไม่ว่าจะเป็นการสาธิตกระบวนการหรือสาธิตผู้สอนก็ต้องให้มีการสรุปทั้งนี้ผู้ดูหรือผู้เรียนเป็นผู้สรุปเอง โดยมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนกัน หรือบางครั้งการจัดอาจจะจบลงด้วยการสรุปโดยวีดิทัศน์ หรือสไลด์ประกอบเสียง โดยการสอบถาม แจกแบบสอบถาม แบบทดสอบทั้งนี้อยู่ที่ระยะเวลาที่เหลือ

2.6.1.11 สื่อการสอนแบบสาธิต

การสอนแบบสาธิตก็เช่นเดียวกับวิธีการสอนแบบอื่น ๆ ที่สามารถนำสื่อในรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ได้ แต่ส่วนใหญ่การสาธิตนั้นหากเป็นการสาธิตที่ไม่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ใด ๆ ตัวผู้สอนจะเป็นสื่อที่สำคัญ ดังนั้นผลของการสาธิตจะบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่จึงขึ้นอยู่กับผู้สอน แต่แนวทางที่จะให้การสอนแบบสาธิตเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การออกแบบการสอนแบบสาธิตซึ่งต้องให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้น จึงต้องให้ผู้เรียนมีบทบาทตั้งแต่ก่อนการสาธิตจนกระทั่งหลังการสาธิต

2.6.1.12 การวัดและประเมินผลการสอนแบบสาธิตส่วนใหญ่ผู้สอนหรือผู้สาธิตจะมีบทบาทในการประเมิน อาจจะโดยการสังเกต วิเคราะห์คำตอบว่าผู้เรียนเข้าใจหรือไม่เพียงใด แต่การประเมินที่ดีคือการให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบหรือแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.13 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสาธิต

ข้อดี

1. ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรง
2. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายและจดจำเรื่องที่สาธิตได้นาน
3. ทำให้ผู้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง
4. ทำให้ประหยัดเงินและประหยัดเวลา
5. ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

ข้อจำกัด

1. หากผู้เรียนมีจำนวนมากเกินไปก็อาจทำให้การสังเกตไม่ทั่วถึง
2. ถ้าผู้เรียนเตรียมการมาไม่ดีเมื่อเวลาสาธิตวนไปวนมาหรือสาธิตไม่ชัดเจนก็ทำให้ได้ผลไม่ดี
3. ถ้าการสาธิตนั้นเน้นที่ผู้สอนโดยผู้เรียนไม่มีโอกาสได้ปฏิบัติเลย ผู้เรียนก็อาจจะได้ประสบการณ์น้อย
4. บางครั้งการสาธิตที่เยิ่นเย้อก็ทำให้เสียเวลา

2.6.1.14 การปรับใช้การสอนสาธิตโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ขั้นเตรียมการสาธิตผู้สอนต้องเตรียมการให้ดี ไม่ว่าการเตรียมเนื้อหา บทบาทการสาธิตส่วนใหญ่จะเป็นของผู้สอนแต่เนื้อหาหรือจุดมุ่งหมายในส่วนใดที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะทัศนคติ บทบาทในส่วนนั้นจะเน้นที่ผู้เรียนมากกว่าผู้สอน การเตรียมกระบวนการ เตรียมสื่อที่จะสาธิต และเตรียมกิจกรรมที่จะสาธิตต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เมื่อสาธิตจบแล้วควรมีการวางแผนว่าจะทำกิจกรรมอะไรต่อไปโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากที่สุด ขั้นการสาธิต ผู้สอนควรใช้วิธีการสื่อสารสองทาง คือ มีทั้งผู้สาธิตเป็นคนทำ แต่ในบางครั้งก็ให้ผู้เรียนมีส่วนช่วยสาธิต อธิบายหรือตอบคำถาม ผู้สาธิตควรใช้สื่ออื่นๆ ที่เร้าความสนใจได้มากกว่าคำพูดประกอบเช่น ของจริง ของตัวอย่าง แผ่นโปร่งใส สไลด์ หรือภาพฉาย ภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหวบนจอ ในขณะสาธิตจะต้องเน้น ต้องย้ำ การที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนอง (Feedback) ตลอดเวลา เช่น การซักถาม การอธิบายเสริม การได้มีกิจกรรมเสริมอื่นๆ เช่น การแสดงบทบาทสมมุติ สถานการณ์จำลอง การเล่นเกม ผู้สาธิตพยายามให้ผู้ดูมีส่วนร่วมมากที่สุด ที่สำคัญผู้สาธิตต้องมีความสามารถที่จะต้องจูงใจให้ผู้เรียนติดตามตลอดเวลา การจูงใจทำได้หลายวิธี เช่น การถามตอบ การให้เพื่อนช่วยเพื่อน ช่วยเสริมซึ่งกันและกัน เป็นต้น ภายหลังการสาธิต ผู้เรียนควรมีโอกาสทำกิจกรรมเสริมอื่นๆ ที่จะช่วยเน้นย้ำ เรื่องราวที่ได้เห็นการสาธิตมาเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในเรื่องที่เรียนและจำได้นาน ส่วนการประเมินการสาธิตถ้ามีโอกาสก็ควรให้ผู้เรียนได้รู้ว่ามีความเข้าใจหรือรู้เรื่องที่ได้เห็นการสาธิตมาเพียงใด ซึ่งการวัดและประเมินในส่วนนี้ถ้าทำได้ทุกครั้งก็จะเป็นการดี แต่ถ้าไม่มีเวลาอาจจะไม่จำเป็นต้องทำทุกครั้ง แต่ในส่วนของผู้สอนนั้นอาจจะประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียนว่าสนใจ หรือเอาใจใส่เพียงใด การประเมินจะเป็นวิธีการพัฒนาการสาธิตของผู้สอนได้เป็นอย่างดี ([Online] : http://portal.in.th/inno-cholticha/pages/1934)

จากหลักการสอนแบบสาธิตที่ผู้วิจัยศึกษานี้ จะพบว่าหลักการสาธิตนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ชมการสาธิตมองเห็นการสาธิตและทำความเข้าใจเนื้อหาจากสิ่งที่สาธิตนั้น ดังนั้นในการทำสื่อที่ใช้กระบวนการสาธิตจึงควรเน้นที่ความชัดเจนในการมองเห็นการสาธิตเป็นสำคัญ

2.7 หลักการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา

2.7.1 ความหมายของการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา

ธีรวุฒิ บุณยโสภณ (2536 : 3) การอาชีวศึกษา (Vocational education) หมายถึง การเตรียมบุคลากรด้านฝีมือสำหรับอาชีพหนึ่งหรือกลุ่มอาชีพ สาขาหรืองาน ตามปกติจัดในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งจะรวมทั้งการเรียนวิชาสามัญ การฝึกปฏิบัติ และวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สัดส่วนของวิชาเหล่านั้นอาจมีได้หลากหลายแต่ต้องเน้นภาคปฏิบัติ

เทคนิคศึกษา (Technical education) หมายถึง การศึกษาระดับสูงกว่ามัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งเป็นอุดมศึกษาตอนต้น เพื่อเตรียมกำลังคนระดับกลาง ได้แก่ ช่างเทคนิค ผู้ช่วยวิศวกรหรือผู้บริหารระดับต้น ให้กับหน่วยงานทั้งของรัฐและเอกชน และการศึกษาระดับมหาวิทยาลัยเพื่อเตรียมวิศวกรและนักเทคโนโลยีในระดับที่สูงกว่า การเรียนจะรวมทั้งวิชาสามัญ วิชาทฤษฎีวิชาด้านวิทยาศาสตร์และเทคนิค รวมทั้งการฝึกทักษะที่เกี่ยวข้อง สัดส่วนของเทคนิคศึกษาอาจหลากหลายขึ้นอยู่กับประเภทของบุคลากรที่เรียนและระดับการศึกษา

ดังนั้น อาชีวะและเทคนิคศึกษา (Vocational and technical education) หมายถึง กระบวนการศึกษาที่พัฒนาและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านทักษะหรือความชำนาญ (Psychomotor domain) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive domain) และด้านเจตคติ (Affective domain) เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพตามที่ตนเลือกเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันในวงการศึกษาและอุตสาหกรรมว่า หมายถึง ระดับช่างฝีมือและช่างเทคนิค

บรรเลง ศรนิล และคณะ (2548 : 6) การอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี (Vocational education and technology) หมายความรวมถึงการอาชีวศึกษา เทคนิคศึกษา และการฝึกอบรมที่เน้นด้านช่างอุตสาหกรรม

2.7.2 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีจัดการอาชีวศึกษา

โดยแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีการจัดการอาชีวศึกษาให้มีประสิทธิภาพนั้น มีต้นแบบมาจาก Professor Dr. Charles Prosser ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกงานด้านการพัฒนาระบบการอาชีวศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกาจนเจริญก้าวหน้าและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทรัพยากรกำลังคนเพื่ออุตสาหกรรม โดยได้เสนอทฤษฎีการจัดอาชีวศึกษาไว้ 16 ข้อ ดังนี้ (ธีรวุฒิ บุณยโสภณ. 2536 : 2-3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.1 ประสิทธิภาพของการจัดการอาชีวศึกษา จะแปรผันกับสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนได้รับการฝึกซึ่งจำลองสภาพแวดล้อมจริงที่ผู้เรียนต้องประสบก่อนสำเร็จการศึกษาและออกไปประกอบอาชีพ

2.7.2.2 การฝึกอาชีพจะมีประสิทธิผล เมื่อการศึกษากระทำในลักษณะเดียวกันกับการทำงานจริงนั่นคือ มีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ใช้เครื่องมือเครื่องจักร เช่นเดียวกันกับที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงในอาชีพนั้น

2.7.2.3 ประสิทธิผลของการอาชีวศึกษา จะแปรผันกับการฝึกอาชีพรายบุคคลโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้มีนิสัยในการคิดเป็นและทำเป็นสำหรับอาชีพนั้น

2.7.2.4 ประสิทธิผลของการอาชีวศึกษา จะแปรผันกับการจัดให้ผู้ฝึกอาชีพรายบุคคลได้ใช้ความสนใจ ความถนัด และใช้สมองของตนอย่างเต็มที่

2.7.2.5 การฝึกอาชีพที่มีประสิทธิผลของช่างในแต่ละอาชีพ จะสามารถจัดให้แก่กลุ่มที่ต้องการและได้ประโยชน์จากการฝึกเท่านั้น

2.7.2.6 การฝึกอาชีพที่มีประสิทธิผล จะแปรผันกับการฝึกประสบการณ์เฉพาะอย่างหลายๆ ครั้ง เพื่อสร้างพฤติกรรมของผู้เรียนที่ถูกต้องในการฝึกทักษะ รวมทั้งพฤติกรรมที่ต้องการให้เปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาขึ้น เพื่อให้เรียนรู้ทักษะที่จำเป็นในการหางานทำ

2.7.2.7 การฝึกอาชีพที่มีประสิทธิผลได้ต้องขึ้นอยู่กับครูผู้สอน ซึ่งจะต้องมีประสบการณ์วิชาชีพสูงในการประยุกต์ความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน

2.7.2.8 ในแต่ละอาชีพ ครูผู้สอนจะต้องมีความสามารถในการผลิตช่างที่มีมาตรฐานขั้นต่ำได้ในระดับหนึ่งและรักษามาตรฐานของการผลิตไว้ ถ้าการอาชีวศึกษาไม่สามารถจัดได้ถึงขั้นนี้แล้วก็จะไม่มีประสิทธิผล

2.7.2.9 การจัดการอาชีวศึกษาต้องตระหนักถึงสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน และต้องฝึกทักษะบุคคล เพื่อสนองความต้องการของตลาดแรงงานนั้น

2.7.2.10 การสร้างนิสัยของผู้เรียนในการปฏิบัติงาน จะได้ผลก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ฝึกทำงานจริงในโรงงาน ไม่ใช่ฝึกแต่แบบฝึกหัด หรือฝึกแบบลองผิดลองถูกในสถานศึกษาเท่านั้น

2.7.2.11 แหล่งข้อมูลของเนื้อหาสาระที่เชื่อถือได้ของการฝึกอบรมทักษะเฉพาะในแต่ละอาชีพจะมาจากแหล่งเดียวกันเท่านั้น คือจากประสบการณ์ของผู้ชำนาญงานของอาชีพนั้น

2.7.2.12 ในแต่ละอาชีพจะมีเนื้อหาวิชาอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นวิชาปฏิบัติของอาชีพนั้นโดยเฉพาะและไม่มีคุณค่าในทางปฏิบัติสำหรับอาชีพอื่น

2.7.2.13 การอาชีวศึกษาจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อให้บริการ หรือตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลหรือกลุ่มบุคคล โดยวิธีการที่กลุ่มบุคคลนั้นได้รับประโยชน์มากที่สุด

2.7.2.14 การอาชีวศึกษาที่มีประสิทธิภาพ จะแปรผันกับวิธีการสอนและความสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยพิจารณาคุณลักษณะพิเศษของกลุ่มผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.15 การบริหารอาชีวศึกษาจะมีประสิทธิภาพ ก็ต่อเมื่อมีการจัดการศึกษาในลักษณะที่ยืดหยุ่นได้ แทนที่จะใช้มาตรฐานที่ตายตัวเกินไป

2.7.2.16 ในขณะที่รัฐพยายามลดค่าใช้จ่ายต่อหัวในการฝึกอบรม แต่ก็ต้องใช้งบประมาณขั้นต่ำจำนวนหนึ่งที่พอเพียงในการจัดการอาชีวศึกษาให้มีประสิทธิผลได้ ดังนั้น ถ้าหากรัฐไม่สามารถสนับสนุนงบประมาณขั้นต่ำในการฝึกได้ ก็ไม่ควรให้มีการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาขึ้นมา

จากทฤษฎีทั้ง 16 ข้อ ตามที่กล่าวมานี้ จะมุ่งในประเด็นสำคัญของการจัดการอาชีวศึกษาให้สามารถฝึกทรัพยากรบุคคลให้มีความรู้ความชำนาญขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการประกอบอาชีพดังนั้น สถาบันอาชีวศึกษาจึงต้องพิจารณาถึงความพร้อมในด้านต่างๆ เช่น ครูผู้สอน อุปกรณ์ช่วยสอน วัสดุฝึก เครื่องมือเครื่องจักร สถานที่ฝึกงานทั้งภายในและภายนอก เป็นต้น เพื่อให้การจัดการอาชีวะและเทคนิคศึกษาได้บรรลุตามเป้าหมาย

2.7.3 ความแตกต่างระหว่างสถานประกอบการกับสถาบันอาชีวศึกษา

การจัดการอาชีวะและเทคนิคศึกษาสาขาช่างอุตสาหกรรมให้ได้ผลดี ผู้บริหารสถานศึกษาอาชีวศึกษาควรจะต้องพยายามจัดสภาพแวดล้อมในโรงฝึกงานให้ใกล้เคียงกับโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งนี้ เพื่อให้นักศึกษาได้เตรียมความพร้อมในการฝึกปฏิบัติงานก่อนสำเร็จการศึกษา และออกไปสู่โลกแห่งอาชีพ โดยมีการติดตั้งเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ภายในโรงฝึกงานที่มีการวางผังการติดตั้งไว้ล่วงหน้าเพื่อให้การใช้พื้นที่โรงฝึกงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สำหรับแนวคิดในการจัดการอาชีวะและเทคนิคศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการนั้น ผู้บริหารที่รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนจึงควรจะต้องศึกษาถึงข้อแตกต่างระหว่างสถานประกอบการกับสถาบันอาชีวศึกษาในด้านต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2 (ธีรวุฒิ บุณยโสภณ. 2536 : 21-23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างสถานประกอบการกับสถาบันอาชีวศึกษา

ข้อแตกต่าง	สถานประกอบการ	สถาบันอาชีวศึกษา
1. เป้าหมายการผลิต	มุ่งผลิตเพื่อหวังผลกำไร	มุ่งผลิตเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโดยไม่หวังผลกำไร
2. ผลผลิต	ผลผลิตคือสินค้าที่จำหน่าย	ผลผลิตคือนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา
3. ผลตอบแทน	ให้ผลตอบทนเป็นเงินเดือน	ให้ผลตอบทนเป็นคะแนน
4. วัสดุ	วัสดุที่ใช้ผลิตสินค้าต้องมีคุณภาพและได้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม	วัสดุที่ใช้ฝึกนักศึกษาอาจไม่ได้มาตรฐานเท่ากับโรงงานเพราะต้องคำนึงถึงงบประมาณที่มีอยู่
5. เครื่องมือเครื่องจักร	ใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิต	ใช้เครื่องเครื่องจักรตามความเหมาะสมของทักษะที่ทำการฝึก
6. ขนาดของโรงงาน	มีขนาดพอเพียงตามความต้องการใช้เนื้อที่ในกระบวนการผลิต	มีขนาดจำกัดโดยขึ้นอยู่กับจำนวนนักศึกษาและงบประมาณที่ได้รับ
7. งบประมาณ	มีงบประมาณในการจัดการผลิตอย่างเพียงพอ เพื่อให้ทันกับเหตุการณ์ปัจจุบัน	มีงบประมาณจำกัดขึ้นอยู่กับงบประมาณที่ได้รับการจัดสรรในแต่ละปี
8. เทคโนโลยีการผลิต	ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยและปรับปรุงคุณภาพของสินค้าด้วยการพัฒนากระบวนการผลิต	ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่มีอยู่ ในโรงฝึกงานและปรับปรุงคุณภาพด้วยการพัฒนาหลักสูตร
9. ปริมาณการผลิต	ผลิตสินค้าตามความต้องการของผู้ซื้อ	ผลิตช่างตามความต้องการของสถานประกอบการ
10. การดำเนินงาน	การดำเนินงานรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์อยู่ตลอดเวลา	การดำเนินงานมีความล่าช้าต้องขึ้นอยู่กับนโยบายของผู้บริหารและหลักสูตรที่สอน
11. ความสำเร็จ	มีผลกำไร มีการเพิ่มหรือขยายกำลังการผลิต โดยผลผลิตเป็นที่ยอมรับของตลาด	ผลผลิตหรือนักศึกษาที่ผ่านการฝึกอาชีพไม่ตกงาน ได้งานตรงตามสาขาและเป็นที่ยอมรับของตลาดแรงงานด้านคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอาชีวะและเทคนิคศึกษา

จากแนวคิดทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับอาชีวะและเทคนิคศึกษา ซึ่งในความหมายของ คำว่า “อาชีวะและเทคนิคศึกษา” คือ กระบวนการศึกษาที่พัฒนาและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านทักษะ (Psychomotor domain) ด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive domain) และด้านเจตคติ (Affective domain) เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพที่ตนสนใจเลือกเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีจัดการอาชีวศึกษา มุ่งที่จัดการศึกษาให้สามารถฝึกทรัพยากรบุคคลได้มีความรู้ขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการประกอบอาชีพโดยสถานศึกษาจะต้องมีการปรับเปลี่ยนทิศทางการผลิตกำลังคนด้านอาชีวะและเทคนิคศึกษาให้มีคุณภาพ ควรยึดแนวทางจุดมุ่งหมายในการจัดการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ในประเด็นต่างๆ อาทิ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกเรียนวิชาชีพต่างๆ ตามที่ตนสนใจและมีความถนัด เพื่อผลิตช่างอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพตอบสนองความต่อต้องการของสถานประกอบการ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนช่างอุตสาหกรรม (ในบางสาขา) ของสถานประกอบการและตลาดแรงงาน เพื่อพัฒนาความรู้และความชำนาญให้กับทรัพยากรบุคคลในสถานประกอบการ ให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีสมัยใหม่ และเพื่อแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

แนวคิดในการจัดหลักสูตรอาชีวะและเทคนิคศึกษา จำเป็นต้องมีการปฏิรูปทั้งระบบทั้งในด้านวิชาการและวิชาชีพ โดยเน้นการสร้างความร่วมมือกับสถานประกอบการ ภาคธุรกิจเอกชนและสร้างเครือข่ายสถาบันในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งคุณลักษณะพิเศษของหลักสูตรอาชีวะและเทคนิคศึกษาควรมีการจัดกระบวนการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งรวมทั้งจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการฝึกประสบการณ์จริงให้ผู้เรียนในแต่ละสาขาวิชาชีพและแต่ระดับการศึกษา ภายใต้การควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดของสถานศึกษา รูปแบบของกระบวนการพัฒนาหลักสูตรอาชีวะและเทคนิคศึกษานั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา และขั้นตอนที่ 2 ขั้นนำไปใช้และประเมินผล ซึ่งจัดเรียงลำดับ ดังนี้ 1)วิเคราะห์สถานการณ์ 2)วิเคราะห์เงื่อนไขเบื้องต้น 3) วิเคราะห์เนื้อหา 4)วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน 5)การจัดการเรียนการสอน 6)กระบวนการเรียนการสอน และ 7)การประเมินผลความแตกต่างระหว่างสถานประกอบการกับสถานศึกษา ซึ่งมีความแตกต่างกันหลายด้านอันได้แก่ เป้าหมายการผลิต ผลผลิต ผลตอบแทน วัสดุ เครื่องมือเครื่องจักร ขนาดของโรงงานงบประมาณ เทคโนโลยีการผลิต ปริมาณการผลิต การดำเนินงาน และความสำเร็จ แต่จะมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน ก็คือการจัดสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงสถานประกอบการและการผลิตบุคคลให้ได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา

2.7.3.1 ความหมายของนวัตกรรม

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2521 : 14) ได้ให้ความหมาย “นวัตกรรม” ไว้ว่าหมายถึง วิธีการปฏิบัติใหม่ๆ ที่แปลกไปจากเดิมโดยอาจจะได้มาจากการคิดค้นพบวิธีการใหม่ๆ ขึ้นมาหรือมีการปรับปรุงของเก่าให้เหมาะสมและสิ่งทั้งหลายเหล่านี้ได้รับการทดลอง พัฒนาจนเป็นที่เชื่อถือได้แล้วว่าได้ผลดีในทางปฏิบัติ ทำให้ระบบก้าวไปสู่จุดหมายปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

จรูญ วงศ์สายัณห์. (2520 : 37) ได้กล่าวถึงความหมายของ “นวัตกรรม” ไว้ว่า แม้ในภาษาอังกฤษเอง ความหมายก็ต่างกันเป็น 2 ระดับ โดยทั่วไป นวัตกรรม หมายถึง ความพยายามใดๆ จะเป็นผลสำเร็จหรือไม่ มากน้อยเพียงใดก็ตามที่เป็นไปเพื่อจะนำสิ่งใหม่ๆ เข้ามาเปลี่ยนแปลงวิธีการที่ทำอยู่เดิมแล้ว กับอีกระดับหนึ่งซึ่งวงการวิทยาศาสตร์แห่งพฤติกรรม ได้พยายามศึกษาถึงที่มา ลักษณะ กรรมวิธี และผลกระทบที่มีอยู่ต่อกลุ่มคนที่เกี่ยวข้อง คำว่า นวัตกรรม มักจะหมายถึง สิ่งที่ได้นำความเปลี่ยนแปลงใหม่เข้ามาใช้ได้ผลสำเร็จและแผ่กว้างออกไป จนกลายเป็นการปฏิบัติอย่างธรรมดาสามัญ

2.7.3.2 ความหมายของนวัตกรรมการศึกษา

“นวัตกรรมการศึกษา (Educational innovation)” หมายถึง นวัตกรรมที่จะช่วยให้การศึกษา และการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิผลสูงกว่าเดิม เกิดแรงจูงใจในการเรียนด้วยนวัตกรรมการศึกษา และประหยัดเวลาในการเรียนได้อีกด้วย ในปัจจุบันมีการใช้นวัตกรรมการศึกษามากมายหลายอย่าง ซึ่งมีทั้งนวัตกรรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายแล้ว และประเภทที่กำลังเผยแพร่ เช่น การเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer aids instruction) การใช้แผ่นวีดิทัศน์เชิงโต้ตอบ (Interactive video) สื่อหลายมิติ (Hypermedia) และอินเทอร์เน็ต [Internet] เหล่านี้ เป็นต้น ([Online] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี http://ceit.sut.ac.th/km.)

“นวัตกรรมทางการศึกษา” (Educational innovation) หมายถึง การนำเอาสิ่งใหม่ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของความคิดหรือการกระทำ รวมทั้งสิ่งประดิษฐ์ก็ตามเข้ามาใช้ในระบบการศึกษาเพื่อมุ่งหวังที่จะเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ระบบการจัดการศึกษามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วเกิดแรงจูงใจในการเรียน และช่วยให้ประหยัดเวลาในการเรียน เช่น การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้วีดิทัศน์เชิงโต้ตอบ(Interactive video) สื่อหลายมิติ (Hypermedia) และอินเตอร์เน็ต เหล่านี้เป็นต้น

2.7.3.3 ความหมายของเทคโนโลยีทางการศึกษา

สภาเทคโนโลยีทางการศึกษานานาชาติได้ให้คำจำกัดความของ เทคโนโลยีทางการศึกษา ว่าเป็นการพัฒนาและประยุกต์ระบบเทคนิคและอุปกรณ์ ให้สามารถนำมาใช้ในสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม เพื่อสร้างเสริมกระบวนการเรียนรู้ของคนให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดร. เปรื่อง กุมุท ได้กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีการศึกษา ว่า เป็นการขยายขอบข่ายของการใช้สื่อการสอน ให้กว้างขวางขึ้นทั้งในด้านบุคคล วัสดุเครื่องมือ สถานที่ และกิจกรรมต่างๆในกระบวนการเรียนการสอน

2.7.3.4 แนวคิดพื้นฐานของนวัตกรรมทางการศึกษา

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลอย่างมาก ต่อวิธีการศึกษา ได้แก่แนวความคิดพื้นฐานทางการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงไป อันมีผลทำให้เกิดนวัตกรรมการศึกษาที่สำคัญๆ พอจะสรุปได้4 ประการ คือ

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual different) การจัดการศึกษาของไทยได้ให้ความสำคัญในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลเอาไว้อย่างชัดเจนซึ่งจะเห็นได้จากแผนการศึกษาของชาติ ให้มุ่งจัดการศึกษาตามความถนัดความสนใจ และความสามารถ ของแต่ละคนเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่ การจัดระบบห้องเรียนโดยใช้อายุเป็นเกณฑ์บ้าง ใช้ความสามารถเป็นเกณฑ์บ้าง นวัตกรรมที่เกิดขึ้นเพื่อสนองแนวความคิดพื้นฐานนี้ เช่น

- การเรียนแบบไม่แบ่งชั้น (Non-graded school)
- แบบเรียนสำเร็จรูป (Programmed text book)
- เครื่องสอน (Teaching machine)
- การสอนเป็นคณะ (Team teaching)
- เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer assisted instruction)

2. ความพร้อม (Readiness) เดิมทีเดียวเชื่อกันว่า เด็กจะเริ่มเรียนได้ก็ต้องมีความพร้อมซึ่งเป็นพัฒนาการตามธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันการวิจัยทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ชี้ให้เห็นว่าความพร้อมในการเรียนเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นได้ ถ้าหากสามารถจัดบทเรียน ให้พอเหมาะกับระดับความสามารถของเด็กแต่ละคน วิชาที่เคยเชื่อกันว่ายาก และไม่เหมาะสมสำหรับเด็กเล็กก็สามารถนำมาให้ศึกษาได้ นวัตกรรมที่ตอบสนองแนวความคิดพื้นฐานนี้ได้แก่ ศูนย์การเรียน การจัดโรงเรียนในโรงเรียน นวัตกรรมที่สนองแนวความคิดพื้นฐานด้านนี้ เช่น

- ศูนย์การเรียน (Learning center)
- การจัดโรงเรียนในโรงเรียน (School within school)
- การปรับปรุงการสอนสามชั้น (Instructional development in 3 phases)

3. การใช้เวลาเพื่อการศึกษา แต่เดิมมาการจัดเวลาเพื่อการสอน หรือตารางสอนมักจะจัดโดยอาศัยความสะดวกเป็นเกณฑ์ เช่น ถือหน่วยเวลาเป็นชั่วโมง เท่ากันทุกวิชาทุกวันนอกจากนั้นก็ยังจัดเวลาเรียนเอาไว้แน่นอนเป็นภาคเรียน เป็นปีในปัจจุบันได้มีความคิดในการจัดเป็นหน่วยเวลาสอนให้สัมพันธ์กับลักษณะของแต่ละวิชาซึ่งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน บางวิชาอาจใช้ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั้นๆ แต่สอนบ่อยครั้ง การเรียนก็ไม่จำกัดอยู่แต่เฉพาะในโรงเรียนเท่านั้น นวัตกรรมที่สนองแนวความคิดพื้นฐานด้านนี้ เช่น

- การจัดตารางสอนแบบยืดหยุ่น (Flexible scheduling)
- มหาวิทยาลัยเปิด (Open university)
- การเรียนทางไปรษณีย์

4. ประสิทธิภาพในการเรียน การขยายตัวทางวิชาการและการเปลี่ยนแปลงของสังคม ทำให้มีสิ่งต่างๆ ที่คนจะต้องเรียนรู้เพิ่มขึ้นมาก แต่การจัดระบบการศึกษาในปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอจึงจำเป็นต้องแสวงหาวิธีการใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งในด้านปัจจัยเกี่ยวกับตัวผู้เรียน และปัจจัยภายนอก นวัตกรรมในด้านนี้ที่เกิดขึ้น เช่น

- มหาวิทยาลัยเปิด
- การเรียนทางวิทยุ การเรียนทางโทรทัศน์
- การเรียนทางไปรษณีย์ แบบเรียนสำเร็จรูป
- ชุดการเรียน

2.8 คำอธิบายหลักสูตรการสอนช่างเชื่อมโลหะ

2.8.1 หลักสูตรรายวิชา 2100-1005 งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น

คำอธิบายหลักสูตรรายวิชา 2100-1005 งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงพุทธศักราช 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กล่าวไว้ว่า ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานเชื่อมและงานโลหะแผ่น กระบวนการเชื่อมแก๊สและไฟฟ้า วัสดุ เครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ในงานเชื่อม เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในงานโลหะแผ่นการแล่นประสาน(Brazing) รอยต่อที่ใช้ในงานเชื่อมและการแล่นประสาน ท่าเชื่อม การเขียนแบบแผ่นคลี่อย่างง่าย ด้วยวิธีเส้นขนานและแบบรัศมี ขอบงานตะเข็บ หลักการบัดกรี(Soldering) และปฏิบัติเกี่ยวกับการประกอบติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์งานเชื่อมแก๊สและไฟฟ้า การเริ่มต้นอาร์ค การเชื่อมเดินแนว ต่อมุม ต่อตัวที ท่าราบ การเขียนแบบลงแผ่นงาน การทำตะเข็บ การบัดกรี การขึ้นรูปด้วยการพับ ดัด เคาะ ขึ้นขอบและประกอบชิ้นงาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคลถูกต้องตามหลักความปลอดภัยและอาชีวอนามัย ([Online]. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ : http://www.samuttech.com/weld)

2.8.2 หลักหลักสูตรช่างเชื่อมไฟฟ้า กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

หลักสูตรช่างเชื่อมไฟฟ้า เป็นการทำงานเกี่ยวกับการเชื่อมไฟฟ้า ในอุตสาหกรรมการผลิตและงานก่อสร้าง ช่างเชื่อมไฟฟ้ามีหน้าที่ต้องดูแลและบำรุงรักษาเครื่องเชื่อม เครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบต่างๆ ในงานเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันตลาดแรงงานทั้งในและต่างประเทศมีความต้องการช่างเชื่อมสูง

อาชีพที่จะทำเมื่อจบการฝึกอบรม สามารถไปเป็นช่างเชื่อมไฟฟ้า ช่างเชื่อม MIG/MAG ช่างเชื่อม TIG

ลักษณะงานเชื่อม ชิ้นส่วนโลหะหรือโครงสร้าง โดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้ากระแสตรง-สลับ สามารถเลือกลวดเชื่อมได้ขนาดตามข้อกำหนด ต่อสายไฟฟ้าเข้ากับเครื่องเชื่อม ปรับกระแสหรือแรงดันไฟฟ้าใส่ลวดเชื่อมเข้ากับหัวเชื่อม กดสวิทช์ไฟฟ้าทำให้เกิดประกายไฟฟ้าเชื่อม ไปตามแนวเชื่อมด้วยความเร็วที่กำหนดด้วยท่าเชื่อมต่างๆ กัน เช่น ท่าราบ ท่าขนานนอน ท่าตั้ง ท่าเหนือศีรษะ หรือการวางชิ้นงานต่างกัน เช่น เชื่อมต่อชน เชื่อมเกย เชื่อมฉาก เชื่อมมุม เชื่อมท่อ การเชื่อมพอกชิ้นงานที่สึกหรอสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากการเชื่อม การทำความสะอาดและตกต่างแนวเชื่อม การตรวจสอบความแข็งแรงของแนวเชื่อม สามารถอ่านแบบงานเชื่อมได้ ([Online]. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน : http://www.dsd.go.th)

2.9 มาตรฐานสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษา

เอกสารมาตรฐานสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษาจัดทำขึ้นจากการเห็นพ้องต้องกันและได้รับความเห็นชอบ จากองค์กรซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป สาระหลักของมาตรฐานได้แก่ การวางแนวทางการประเมินวางแนวทางปฏิบัติที่เป็นหลักเกณฑ์ทั่วไป (มาตรฐานทั่วไป) ของสื่อทุกๆ ประเภทและมีหลักเกณฑ์เฉพาะ (มาตรฐานเฉพาะ) เป็นตัวเทียบกำหนดสำหรับสื่อแต่ละประเภทที่ใช้ในระดับอาชีวศึกษาเพื่อให้เป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้กันถ้วนทั่วและเป็นปกติวิสัย โดยมุ่งถึงความสำเร็จสูงสุดในการใช้ การเลือก และการผลิตสื่อการเรียนการสอนในสถานศึกษา

2.9.1 ประเภทของสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษาที่รับการตรวจ

สำนักคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจะประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษาใน 2 ประเภท โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.9.1.1 สื่อวัสดุ ได้แก่

1. วัสดุกราฟิก (สื่อสองมิติ)
   - หนังสือเรียน/ตำรา
   - ใบช่วยสอน
   - ภาพโฆษณา (Poster)
   - แผนภูมิ
   - แผนสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แผนผัง
- การ์ตูนเรื่อง

2. วัสดุสามมิติ
- ของตัวอย่าง
- หุ่นจำลอง

3. วัสดุนิ่งโปร่งแสงและวัสดุเคลื่อนไหวโปร่งแสง
- ชุดแผ่นโปร่งใส
- ภาพยนตร์
- ชุดสไลด์ประกอบเสียง

4. วัสดุอิเล็กทรอนิกส์
- ลักษณะสื่อเสียง (เทปเสียง ซีดี)
- ลักษณะสื่อภาพและเสียง (วีดิทัศน์ วีซีดี ดีวีดี)
- ลักษณะสื่อมัลติมีเดีย
- ลักษณะสื่อสิ่งพิมพ์

2.9.1.2 เทคนิคและวิธีการ ได้แก่
- ชุดการเรียนการสอน
- บทเรียนโมดูล
- บทเรียนโปรแกรม
- ชุดทดลอง/ชุดอุปกรณ์

2.9.2 เกณฑ์ประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษา

เกณฑ์ประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษาจัดทำเพื่อให้ผู้สอน ผู้มีความรู้ ผู้มีความมุ่งมั่นทั้งภาครัฐและภาคเอกชนใช้เป็นแนวทางการผลิตสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ มีความหลากหลายสำหรับการเรียนการสอน ซึ่งมีมาตรฐานเพื่อวัดคุณภาพสื่อแต่ละประเภท ดังนี้

2.9.2.1 ประเภททั่วไป ใช้กับสื่อทุกประเภท มีประเด็นพิจารณา ดังนี้

1. สอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอนของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

2. ไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ทางปัญญา

3. มีรายละเอียดวัสดุ / หรือคู่มือผู้เรียน / คู่มือครู / คู่มือทางเทคนิค / คู่มือการใช้งาน เอกสาร คำแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ไม่ขัดต่อศีลธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงาม และความมั่นคงของชาติ

5. มีความมั่นคงแข็งแรง

2.9.2.2 มาตรฐานเฉพาะ ใช้กับสื่อแต่ละประเภท มีประเด็นพิจารณาแตกต่างกันไปตามประเภทของสื่อนั้น ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสื่อชนิดชุดทดลอง/ชุดอุปกรณ์ โดยมีประเด็นพิจารณา ดังนี้

1. มีลักษณะเป็นสื่อสามมิติ

2. มีชิ้นส่วนโดยรวมที่บอกรายละเอียด ที่ระบุให้แยกออกจากกัน หรือประกอบเข้าด้วยกัน หรือเคลื่อนไหวได้หรือสร้างสรรค์เป็นชิ้นงานใหม่ๆได้ชัดเจน

3. มีขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน

4. ใช้วัสดุที่เหมือนหรือคล้ายของจริง

5. มีขนาด รูปร่าง ที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างคล่องตัว

6. มีสีสัน/กระบวนการที่น่าสนใจ

7. สามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้

8. มีความคงทนถาวร

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฤทธิชัย เภาเนียม (2548) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือที่ช่วยการเรียนรู้และพัฒนาทักษะงานเชื่อมอาร์คโลหะ โดยกล่าวว่า บุคลากรด้านงานเชื่อมเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันการผลิตบุคลากรที่มีทักษะการเชื่อมจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ยังมีอุปสรรคอยู่หลายประการ เช่น ผู้ฝึกสอนใช้เวลาอย่างมากในการสอนและเฝ้าดูแลผู้ฝึก อีกทั้งผู้ฝึกสอนขาดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสอน ซึ่งหากได้รับ การแก้ไขปัญหาเหล่านี้จะทำให้การพัฒนาบุคลากรด้านงานเชื่อมพัฒนาทักษะขึ้นอย่างรวดเร็วและถูกต้อง โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างเครื่องมือ ที่ช่วยการเรียนรู้และพัฒนาทักษะงานเชื่อมอาร์คโลหะ ซึ่งเป็นกรรมวิธีการเชื่อมจริง โดยการดำเนินการวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการออกแบบ สร้างเครื่องมือเก็บตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวกับทักษะงานเชื่อมที่สำคัญ ได้แก่ ระยะการอาร์ค มุมเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม จากผู้เชื่อมที่มีทักษะสูงและปานกลาง โดยเก็บข้อมูลการเชื่อม 2 แบบคือ การเชื่อมท่าราบบนแผ่นงาน และการเชื่อมต่อตัวที เครื่องมือประกอบด้วย ชุดโต๊ะเชื่อมซึ่งจะมีกลไกอุปกรณ์ตรวจจับทักษะต่างๆ หลังจากนั้น จึงวิเคราะห์ผลเพื่อกำหนดค่าตัวแปรงานเชื่อมที่เหมาะสมสำหรับการฝึกของผู้เริ่มพัฒนาทักษะ ในขั้นตอนที่สอง เป็นการออกแบบระบบช่วยการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย บทเรียนจำลองการฝึกก่อนเชื่อมจริง และโปรแกรมฝึกโดยระบบตอบกลับด้วยเสียงคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการทดสอบประสิทธิผลของเครื่องมือโดยการสุ่มตัวอย่างผู้ถูกทดสอบซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีระบบช่วยการเรียนรู้และกลุ่มที่มีระบบช่วยการเรียนรู้ จากนั้นจะทำเก็บข้อมูลค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการเข้าถึงตัวแปรงานเชื่อมที่เหมาะ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การพัฒนาทักษะ จากนั้นจะนำชิ้นงานมาแบ่งระดับน้ำหนักคุณภาพ รอยเชื่อมจากคณาจารย์สาขางานเชื่อม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสา-หการ ซึ่งผลการทดลองจะถูกนำไปวิเคราะห์ และทดสอบสมมุติฐานเพื่อหาความแตกต่างของทักษะระหว่างกลุ่มที่ไม่มีระบบช่วยการเรียนรู้และที่มีระบบช่วยการเรียนรู้ รวมทั้งการพัฒนาขึ้นของทักษะของแต่ละบุคคลที่มีระบบ ช่วยการเรียนรู้ด้วย ซึ่งจากการผลการทดลองสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันระหว่างทักษะระหว่างกลุ่มที่ไม่มีระบบช่วยการเรียนรู้และที่มีระบบช่วยการเรียนรู้ โดยกลุ่มที่มีระบบช่วย การเรียนรู้จะมีการพัฒนาทักษะที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีระบบช่วยการเรียนรู้ทั้งการฝึกการเชื่อมท่าราบบนแผ่นงานและการเชื่อมต่อตัวที ขณะที่ระดับน้ำหนักคุณภาพรอยเชื่อมของกลุ่ม ที่มีระบบช่วยการเรียนรู้จะมีระดับที่สูงกว่าเช่นกัน ซึ่งจากการศึกษาเส้นโค้งการเรียนรู้ พบว่าทักษะมุมเดิน มุมงานจะมีการพัฒนาขึ้นจากการเชื่อมครั้งแรกอย่างรวดเร็วเนื่องจากเป็น การปรับตำแหน่งให้ถูกต้องเท่านั้น และทักษะระยะอาร์คจะเป็นลำดับต่อมา ขณะที่ทักษะความเร็วจะมีการพัฒนาที่ช้ากว่าทักษะอื่นๆ เนื่องจากการควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อม ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นทักษะที่ทำได้ลำบากสำหรับผู้เริ่มฝึก จากการวิเคราะห์ผลการทดลองบ่งชี้ได้ว่า เครื่องมือการเรียนการสอนช่างเชื่อมมีประสิทธิผลในการสอนงานเชื่อม และช่วย พัฒนาทักษะขึ้นมากกว่าการเรียนรู้แบบเดิม

วันชัย โกมลหิรัญ และตรีเนตร ยิ่งสัมพันธ์เจริญ ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับ สื่อการสอนและชุดปฏิบัติศึกษา เรื่อง การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีในงานเชื่อม โดยงานวิจัยฉบับนี้เป็นการสร้างสื่อการสอน เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีในงานเชื่อม เพื่อมุ่งเสริมสร้างความรู้ ความสามารถ ความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนรู้ ทำให้ความเข้าใจเนื้อหาเป็นไปอย่างได้ผลที่สมบูรณ์ ทำให้ผู้ศึกษาเกิดความมั่นใจในการวิเคราะห์และตัดสินผลงานเชื่อม ซึ่งต้องสามารถนำทักษะการปฏิบัติงานไปใช้จริงในภาคอุตสาหกรรมต่อไป จึงจำเป็นต้องใช้สื่อการสอนเพื่อวิเคราะห์ผลภาพถ่ายรังสีงานเชื่อม ที่ตอบสนองเป้าหมายดังกล่าวได้

โดยชุดสื่อการสอน ประกอบด้วย

1. ชิ้นทดสอบสำหรับวิเคราะห์ หลักพื้นฐานการถ่ายภาพรังสี ประกอบด้วย ชิ้นทดสอบพื้นฐานจำนวน 4 ชิ้น

2. ชิ้นทดสอบงานเชื่อมในลักษณะกำหนดสำคัญ ประกอบด้วย

   1) ชิ้นทดสอบงานเชื่อมสมบูรณ์ไม่ปรากฏข้อบกพร่อง (Non-defect)

   2) ชิ้นทดสอบที่ปรากฏข้อบกพร่องในงานเชื่อมที่สำคัญ 8 ลักษณะ

3. ชุดฟิล์มถ่ายภาพรังสีของชิ้นทดสอบตาม หัวข้อที่ 1) และ หัวข้อที่ 2)

ผลการศึกษา จากประสิทธิภาพของชุดสื่อการสอนและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นสอดคล้องกันว่า ชุดสื่อการสอนที่ประกอบด้วย ชิ้นทดสอบทั้งหมดที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผลภาพถ่ายรังสี สามารถตอบสนองลักษณะการเรียนรู้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสี ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะชิ้นทดสอบงานเชื่อมสามารถเปิดเผยถึงข้อบกพร่องที่ตรวจพบในภาพถ่ายรังสีให้ปรากฏ เพื่อพิสูจน์ความถูกต้องในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสี รวมถึงเงื่อนไขทางเทคนิคการถ่ายภาพรังสีที่ควรตระหนัก

จากงานวิจัยที่กล่าวถึงนี้พอสรุปได้ว่า สื่อการสอนด้านงานเชื่อมโลหะนั้นมีประโยชน์และส่งผลดีต่อการทำความเข้าใจหลักการหรือแนวทางการปฏิบัติงานเชื่อมได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติงานเชื่อมโลหะได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลและการประเมินประสิทธิภาพ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

จากหัวข้อข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมรายละเอียดในแต่ละเรื่อง ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลและการประเมินประสิทธิภาพ

3.1.1 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ที่ใช้ในการเรียนการสอนช่างเชื่อมโลหะของสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ โดยประกอบด้วยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนช่างเชื่อมโลหะ ซึ่งในที่นี้จะหมายถึงผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้ด้วย การสัมภาษณ์นี้เป็นการเก็บข้อมูลเบื้องต้น จึงใช้การสัมภาษณ์แบบถามตอบปากเปล่า แล้วเก็บข้อมูลด้วยวิธีการจดบันทึกข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้วางกรอบในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญไว้พอสังเขปคือ สอบถามถึงภาระหน้าที่การสอนทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า ปัญหาที่พบในการปฏิบัติหน้าที่งานสอนปัจจุบัน และการพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ทั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดความคุ้นเคยและส่งผลให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงที่สุด นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง เช่น เอกสารตำราด้านงานเชื่อมโลหะ วิศวกรรมการเชื่อม การสร้างสื่อการเรียนการสอนประเภทการสอนแบบสาธิต การประเมินผลการเรียนรู้ด้านเทคนิคศึกษา ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าต่อไป

3.1.2 การพัฒนารูปแบบของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ สภาพปัญหาในปัจจุบัน และเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและเขียนแบบภาพร่างของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยเป็นการวางแนวคิดในการออกแบบเพื่อให้เป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นทำการประเมินเพื่อหาข้อเสนอแนะและหาความเหมาะสมของรูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ เพื่อนำผลการประเมินที่ได้มาพัฒนาและสร้างต้นแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

3.1.3 การหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

หลังจากผู้วิจัยได้ทำการประเมินเพื่อข้อเสนอแนะและหาความเหมาะสมของรูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญแล้ว จึงนำผลมาสรุปเป็นแนวทางการออกแบบ แล้วได้จัดสร้างเป็นต้นแบบอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาแล้ว โดยกำหนดหัวข้อในการประเมินให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

3.2.1.1 ขั้นศึกษาและพัฒนารูปแบบของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านในด้านต่างๆ รวมทั้งหมดจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

อาจารย์ ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และสื่อเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐ แก้วสกุล ผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านการสอนวิศวกรรมการเชื่อมโลหะ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อาจารย์วิทูรย์ ไชยบุดดี ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

อาจารย์สมบัติ มุกดา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

นายฉลาด คงปาน ผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตำแหน่งหัวหน้าแผนกไอที บริษัท เอ็น เอช เค สปริง (ประเทศไทย) จำกัด

3.2.1.2 ขั้นการหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้น ประกอบด้วยข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า จากผู้เชี่ยวชาญการสอนช่างเชื่อมโลหะ ตามกรอบแนวคิดการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญรวม 3 ท่าน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐ แก้วสกุล ผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านการสอนวิศวกรรมการเชื่อมโลหะ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อาจารย์วิทูรย์ ไชยบุดดี ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

อาจารย์สมบัติ มุกดา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.2.1.3 ขั้นการหาความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ที่ผ่านการพัฒนาขึ้น ประเมินโดยผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งหมายถึงกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.3.1 เครื่องมือสำหรับศึกษาหาข้อมูลการสอนสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

3.3.1.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบด้วยการศึกษาข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์แล้วรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการจดบันทึกข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยได้วางกรอบในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญไว้พอสังเขปคือ สอบถามถึงภาระหน้าที่การสอนทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติงานเชื่อมไฟฟ้า ปัญหาที่พบในการปฏิบัติหน้าที่งานสอนปัจจุบัน

3.3.1.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ เป็นการศึกษาข้อมูลจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องทั้งด้านที่เกี่ยวกับกรรมวิธีการเชื่อมโลหะ รูปแบบการสอนแบบสาธิต สื่อการสอนด้านเทคนิคศึกษาและด้านหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงต่างๆ ประกอบการตัดสินใจในการออกแบบ

3.3.2 เครื่องมือสำหรับการหารูปแบบของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและเป็นไปตามกรอบแนวคิดการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้วิธีสัมภาษณ์เพื่อหาข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านการสอนวิศวกรรมการเชื่อมโลหะ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ เพื่อแนวทางในการออกแบบและรูปแบบการใช้งานของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า หลังจากได้ข้อมูลข้อเสนอแนะทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการสรุปและพัฒนารูปแบบของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 เครื่องมือสำหรับประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

เพื่อให้การศึกษาและประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า เป็นไปตามกรอบแนวคิดการวิจัย ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินประสิทธิภาพ โดยกำหนดระดับของคะแนนความมีประสิทธิภาพเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเกณฑ์การประเมินค่าได้ 5 ระดับ คือ แบ่งเกณฑ์การประเมินค่าได้ 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มีประสิทธิภาพมากที่สุด
4 หมายถึง มีประสิทธิภาพมาก
3 หมายถึง มีประสิทธิภาพปานกลาง
2 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อย
1 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

(รูปแบบของแบบประเมินประสิทธิภาพ แสดงในภาคผนวก ก.)

3.3.4 เครื่องมือสำหรับประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

การประเมินความพึงพอใจในอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาแล้ว จะใช้วิธีการประเมินจากแบบสอบถามที่เขียนอธิบายเป็นรายข้อ เพื่อให้สอดคล้องกับกรอบแนวความคิดการวิจัย และทำการประเมินหลังจากการมีการทดลองใช้อุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยกำหนดระดับของคะแนนแบบประเมินความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเกณฑ์การประเมินค่าได้ 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

(รูปแบบของแบบสอบถามความพึงพอใจ แสดงในภาคผนวก ก.)

3.3.5 การสร้างเครื่องมือ

3.3.5.1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า เป็นศึกษาและได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพื่อหาข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบของอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า แล้วนำมาสรุปในรูปแบบตารางวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

3.3.5.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น ประเมินเป็นรายข้อในด้านต่างๆ ตามกรอบแนวคิดการวิจัย โดยกำหนดระดับของคะแนนแบบประเมินประสิทธิภาพเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเกณฑ์การประเมินค่าได้ 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มีประสิทธิภาพมากที่สุด
4 หมายถึง มีประสิทธิภาพมาก
3 หมายถึง มีประสิทธิภาพปานกลาง
2 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อย
1 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น เป็นคำถามชนิดปลายเปิด เกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการใช้งานอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

3.3.5.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความพึงพอใจในอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 แบบประเมินความพึงพอใจของของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น ทั้ง 4 ด้าน โดยกำหนดระดับของคะแนนแบบประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเกณฑ์การประเมินค่าได้ 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น เป็นคำถามชนิดปลายเปิด เกี่ยวกับข้อเสนอแนะในการใช้งานอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

3.3.5.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิสักก์ สินธุภัค อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์การออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์การออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธเนศ ภิรมย์การ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์การออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการสำรวจและเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น ดังนี้

3.4.1 การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ คือ การสังเกต การสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ ถึงสภาพปัญหาและรูปแบบการเรียนการสอนแบบสาธิตงานเชื่อมโลหะที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

3.4.2 การเก็บข้อมูลทุติยภูมิ คือ การรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้อุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า รวมไปถึงการศึกษาข้อมูลด้านทฤษฎีจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้อง

เมื่อได้ข้อมูลเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนช่างเชื่อมไฟฟ้า จากการทดลองใช้งานจริงด้วยอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้นเรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์การออกแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

3.5.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยเป็นการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบการบรรยายข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญพร้อมภาพประกอบ

3.5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า นำข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยนำเสนอในรูปแบบของการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{x}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.) ของระดับประสิทธิภาพโดยแบ่งระดับเป็น ดังนี้

4.50~5.00	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด
3.50~4.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับมาก
2.50~3.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.50~2.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับน้อย
1.00~1.49	หมายถึง	มีประสิทธิภาพในระดับน้อยที่สุด

3.5.1.4 แบบประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า นำข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจในอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้น โดยนำเสนอในรูปแบบของระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ในรูปแบบของค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{x}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.) ของระดับความพึงพอใจ โดยแบ่งระดับเป็นดังนี้

4.50~5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50~4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.50~3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50~2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00~1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

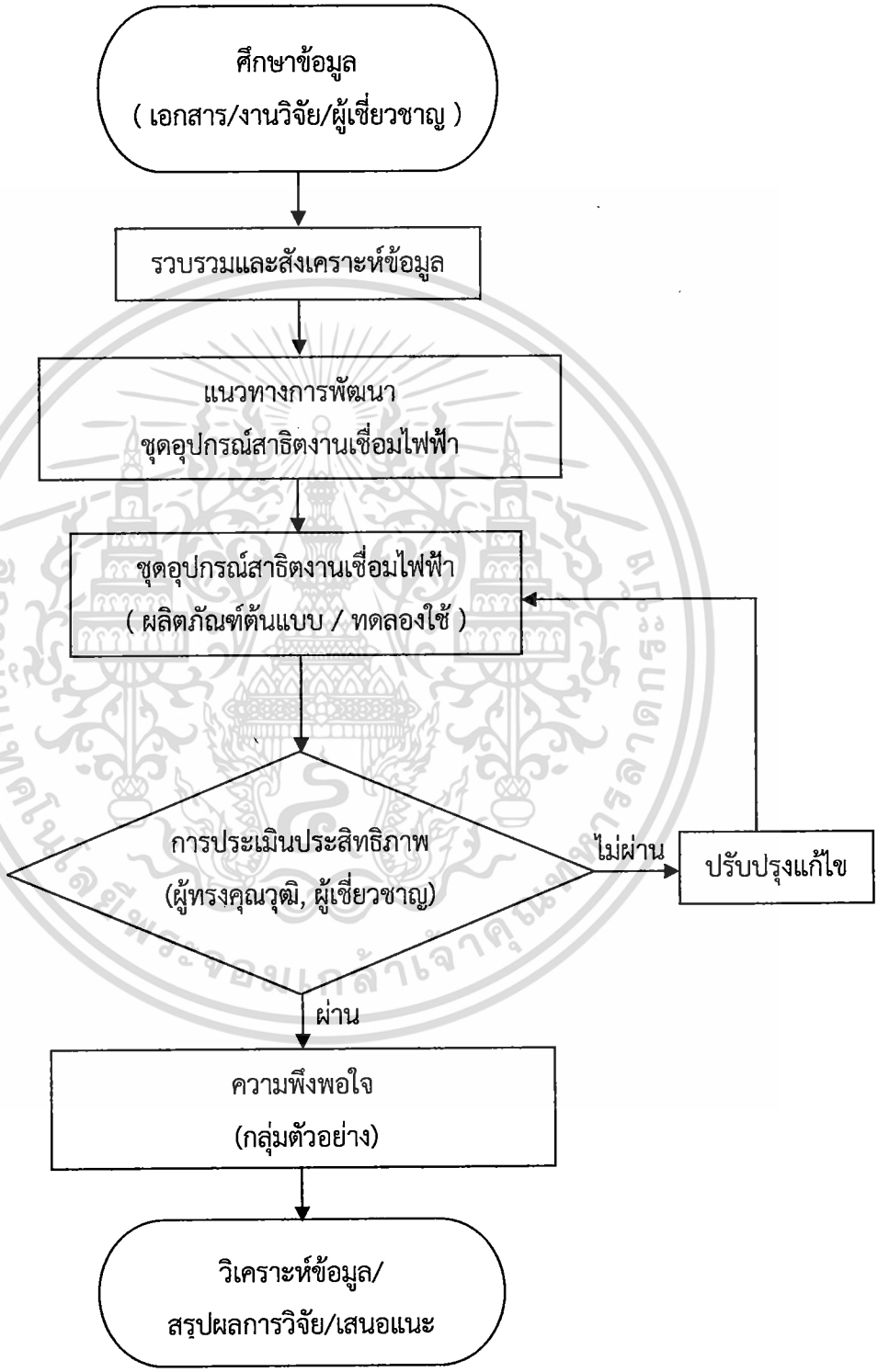
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะพบว่ากลุ่มประชากรมีอยู่กระจักกระจายอยู่ตามจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบเจาะจง(Purposive sampling) โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตในการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ในรูปของ ค่าเฉลี่ย(Mean: $\bar{x}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard deviation: S.D.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแบบการดำเนินงานและกรอบการวิจัย สามารถสรุปเป็นแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยได้ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า เป็นการศึกษารูปแบบการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าและศึกษาชุดอุปกรณ์ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้น โดยเน้นกระบวนการในงานเชื่อมขั้นพื้นฐานตามวัตถุประสงค์การวิจัย ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยแบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาสภาพปัจจุบันและข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะ เกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และสื่อเทคนิคศึกษา

4.1.3 ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า จากผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าสอดคล้องกับมาตรฐานการฝึกงานเชื่อมโลหะพื้นฐานและมาตรฐานสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมอาชีวศึกษา

4.3 ผลการวิเคราะห์ แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน และด้านการบำรุงรักษา

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาสภาพปัจจุบันและข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะ เกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

จากการลงพื้นที่เพื่อศึกษาและหาข้อเสนอแนะในการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ศึกษาโดยอาศัยความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการให้ข้อมูล ซึ่งข้อปัญหาส่วนใหญ่ที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมได้ให้ไว้นั้น ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.1 สภาพการสอนสาธิตงานเชื่อมปัจจุบัน พบว่า

- ไม่สามารถชมการสาธิตเป็นกลุ่มใหญ่ได้
- ความน่าสนใจของสื่อการสอนเป็นเพียงอุปกรณ์งานเชื่อมทั่วไป
- ต้องใช้หน้ากากเชื่อมทุกคนและต้องยืนมุงดูการสาธิต
- หากผู้เรียนต้องการชมการสาธิตซ้ำจะต้องทำการเชื่อมสาธิตอีกหลายๆ ครั้ง
- หากสังเกตจะพบว่าการชมการสาธิตจะได้มุมมองการชมที่แตกต่างกัน

4.1.1.2 ข้อเนอแนะแนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

ผลการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะได้เสนอแนะนั้น ผู้วิจัยได้สรุปและนำเสนอแจกแจงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแจกแจงสภาพปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าจากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมไฟฟ้า

ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ	สภาพการสาธิตงานเชื่อมโลหะในปัจจุบัน	แนวทางการแก้ปัญหา
ผศ.ณัฐ แก้วสกุล	1. ผู้เรียนไม่เข้าใจและไม่ให้ความสำคัญกับรูปแบบการไหลของน้ำโลหะในขณะทำการเชื่อม	ให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นกระบวนการเชื่อมที่ชัดเจน สามารถดูกระบวนการควบคุมบ่อหลอมละลายได้ และมีความน่าสนใจ
	2. ผู้เรียนไม่สามารถจินตนาการภาพการสร้างบ่อหลอมละลายได้	
	3. ผู้เรียนไม่เข้าใจและไม่ให้ความสำคัญกับการถ่ายเทความร้อนในการเชื่อม	
อ.สมบัติ มุกดา	1. ผู้เรียนมีจำนวนมากต้องสาธิตหลายครั้ง	สร้างรูปแบบการสาธิตที่ผู้เรียนสามารถชมการสาธิตได้จำนวนมาก มีความน่าสนใจ มีความชัดเจน ปลอดภัย
	2. ผู้เรียนไม่สนใจเพราะไม่เห็นถึงความสำคัญของงานเชื่อมโลหะ	
	3. ผู้เรียนอาจได้รับอันตรายจากสะเก็ดงานเชื่อมขณะชมการสาธิต	
อ.วิทูรย์ ไชยบุดดี	1. ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นได้พร้อมๆ กันหรือเหมือนกัน	ควรเป็นรูปแบบที่สามารถชมการสาธิตได้ชัดเจน จำนวนผู้ชมได้มาก มีความน่าสนใจ
	2. ต้องทำการสาธิตบ่อยครั้ง	
	3. สิ้นเปลืองวัสดุฝึก เช่น เหล็ก ลวดเชื่อม	
	4. ผู้เรียนไม่สามารถนำทักษะพื้นฐานไปใช้ได้จริง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและเป็นประโยชน์ในการออกแบบพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า พอสรุปได้ว่า

1. รูปแบบของชุดสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าควรจะสามารถมองเห็นกระบวนการในการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานได้อย่างชัดเจน

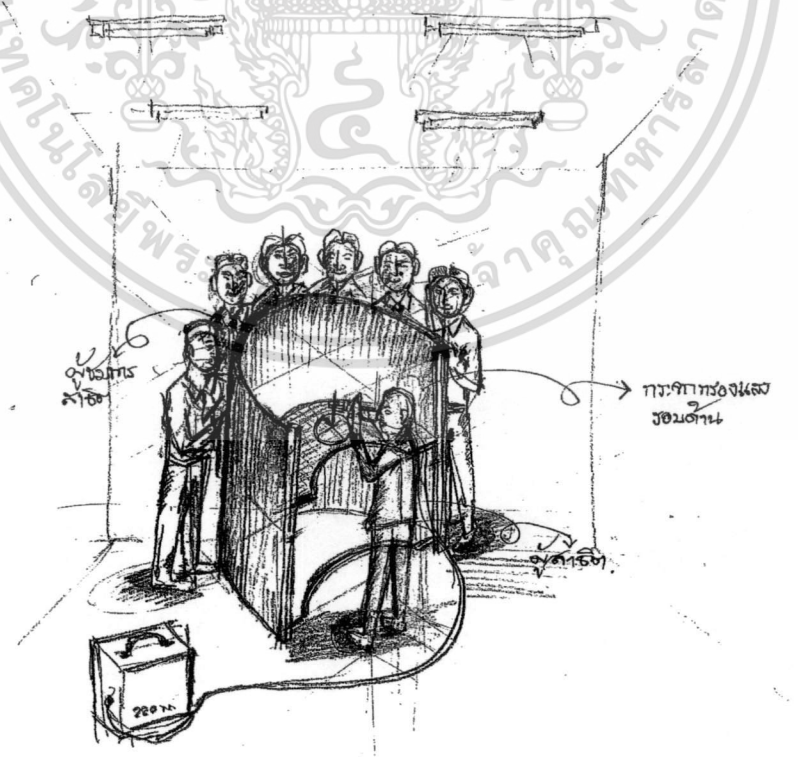
2. สามารถให้ผู้เรียนชมได้พร้อมกันหลายคนในรูปแบบที่คล้ายกันมากที่สุด

3. ชุดอุปกรณ์นี้จะต้องดึงดูดความสนใจของผู้เรียนด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ

4. มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

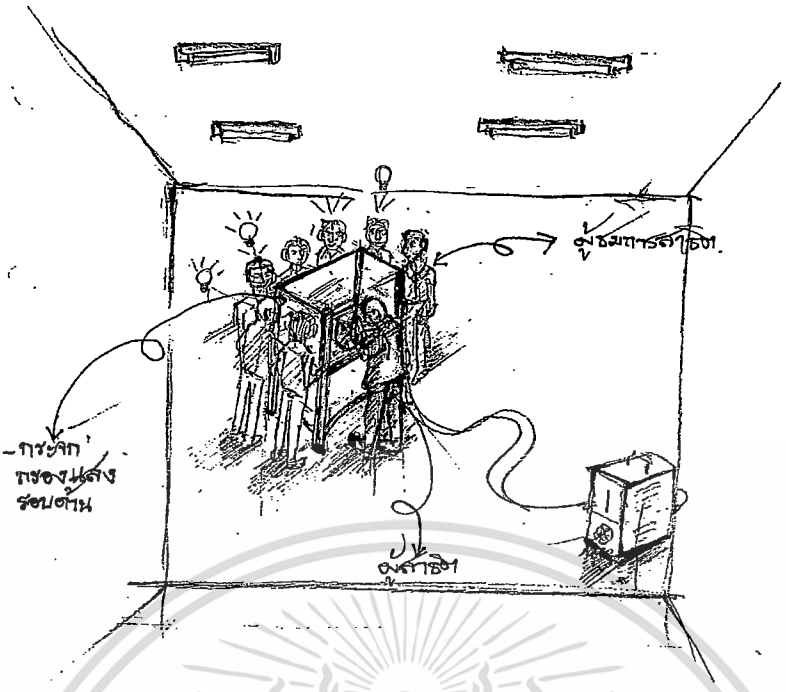
นอกจากข้อเสนอแนะที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะ ได้เสนอเกี่ยวกับรายการอุปกรณ์ที่จะใช้ในการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า เนื่องจากภายในโรงฝึกงานงานเชื่อมส่วนใหญ่จะมีเครื่องมือและอุปกรณ์เหล่านี้พร้อมอยู่แล้ว เช่น เครื่องเชื่อม ลวดเชื่อม อุปกรณ์ทำความสะอาดแนวเชื่อม เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับจากการสาธิตงานเชื่อมโลหะนั้นควรประกอบด้วย การเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม การควบคุมบ่อหลอมละลาย และระยะในการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน

จากข้อมูลที่เสนอแนะโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะที่ได้มานั้น ผู้วิจัยได้ทำการเขียนแบบภาพร่าง (Sketch design) และแนวคิดในการออกแบบ (Concept design)ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าจำนวน 3 รูปแบบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกรูปแบบในการพัฒนา โดยมีรูปแบบดังนี้

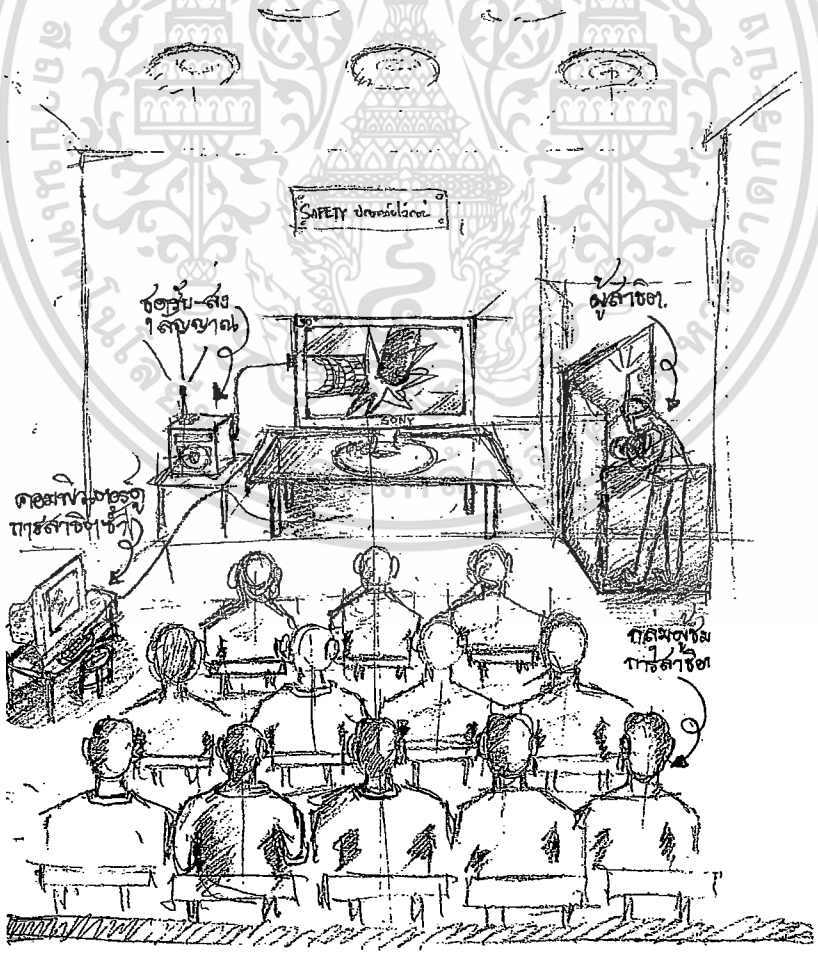


รูปที่ 4.1 แสดง Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดง Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 2



รูปที่ 4.3 แสดง Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแบบภาพร่าง (Sketch design) และแนวคิดในการออกแบบ (Concept design) ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าทั้ง 3 รูปแบบ ผู้วิจัยได้ทำการให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะเลือกรูปแบบการพัฒนาโดยใช้ช่องทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-Mail) ผลการประเมินพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เลือกรูปแบบและแนวทางการพัฒนาแบบที่ 3 เป็นเอกฉันท์ โดยให้เหตุผลพอสรุปได้ว่า เป็นรูปแบบใหม่ที่ประกอบด้วยสื่อที่มีความน่าสนใจและสามารถดูซ้ำและเก็บข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ผู้ชมสามารถชมการสาธิตได้พร้อมกันหลายคนในมุมมองที่คล้ายกัน

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และสื่อเทคนิคศึกษา

จากการให้ข้อมูลของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และสื่อเทคนิคศึกษา ได้ให้ข้อเสนอแนะในการออกแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าไว้ว่า ควรมีการเตรียมขั้นตอนและสคริปสำหรับการสาธิตอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ในการออกแบบควรคำนึงถึงหลักการออกแบบต่างๆ รวมถึงความสอดคล้องกับเนื้อหาและหลักสูตรรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมด้วย

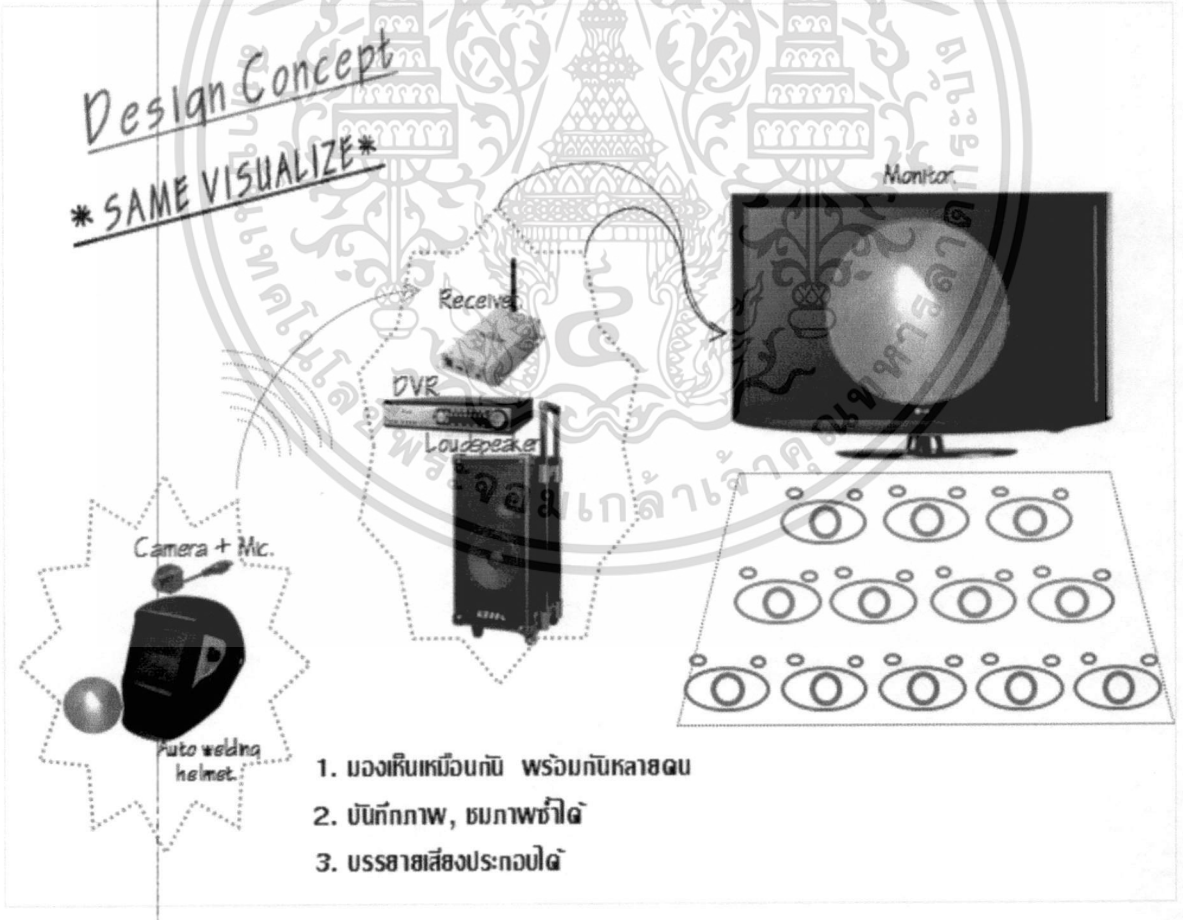
4.1.3 ผลการวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า จากผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จากรูปแบบและแนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 3 ที่ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้เลือกไว้นั้น ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำข้อมูลที่เป็นประโยชน์เหล่านั้นไปขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ให้ข้อมูลแนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และวิธีการเลือกซื้อ ซึ่งในการทดลองเบื้องต้นนั้นผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า ควรเป็นอุปกรณ์ที่มีมูลค่าไม่สูงจนเกินไป ส่วนแหล่งที่มาของอุปกรณ์ต่างๆ นั้นผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะแหล่งที่เรียกกัน “แหล่งบ้านหม้อ” เป็นสถานที่จำหน่ายอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ใหญ่แห่งหนึ่งตั้งอยู่ในเขตพระนครกรุงเทพมหานคร ส่วนรายการอุปกรณ์นั้นจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ โดยผู้วิจัยได้สรุปรายชื่ออุปกรณ์และข้อมูลสำคัญในการเลือกซื้ออุปกรณ์จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไว้ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และ Sketch รูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.4 แล้วทำการสร้างต้นแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าโดยอาศัยความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นทำการทดลองเบื้องต้นแล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงรายชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และข้อมูลการเลือกซื้อจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

รายชื่ออุปกรณ์	ข้อเสนอแนะการเลือกซื้ออุปกรณ์
กล้องวีดีโอ CCTV	ควรเป็นกล้องที่มีขนาดเล็ก ความละเอียดตั้งแต่ 420 ทีวีไลน์ขึ้นไป
ชุดบันทึก/อ่านข้อมูลกล้อง (DVR.)	ควรเป็นเครื่องบันทึกที่มีความละเอียดตั้งแต่ 1024 x 786 ขึ้นไป
จอแสดงผล	ควรเป็นจอโทรทัศน์ที่สามารถรับสัญญาณวีดีโอได้
ลำโพง	ควรเป็นลำโพงที่มีขนาดเล็กให้เลียงดังได้ในพื้นที่การสาธิต
ไมโครโฟน	ควรเป็นขนาดพกพาเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
หน้ากากเชื่อม	ควรเป็นระบบอัตโนมัติเพื่อจะสามารถปรับเข้ากับตัวกล้องได้ง่าย
สายไฟ/อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ	สามารถหาซื้อได้ทั่วไปตามรูปแบบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์นั้นๆ



รูปที่ 4.4 แสดง Sketch รูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

การวิเคราะห์ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า สามารถแบ่งการวิเคราะห์ผลออกเป็น 6 ด้าน ประกอบด้วย

4.2.1 ประสิทธิภาพด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะ / การสาธิตงานเชื่อม

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญการสอนงานเชื่อมโลหะในด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะและการสาธิตงานเชื่อม โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายสามารถแสดงค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพในด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะและการสาธิตงานเชื่อม (n = 3)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ความชัดเจนในการมองเห็นการเริ่มต้นและสิ้นสุดแนวเชื่อม	4.00	0.00	ระดับมาก
2. ความชัดเจนในการมองเห็นระยะอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน	3.00	0.00	ระดับปานกลาง
3. ความชัดเจนในการมองเห็นความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม	4.00	0.00	ระดับมาก
4. ความชัดเจนในการมองเห็นรูปแบบการส่ายลวดเชื่อม	3.80	0.84	ระดับมาก
5. ความชัดเจนในการมองเห็นบ่อหลอมละลายในขณะเชื่อม	3.60	0.55	ระดับมาก
6. ความชัดเจนในการมองเห็นการหลอมเหลวและการไหลของเนื้อโลหะขณะเชื่อม	3.60	0.55	ระดับมาก
7. ความชัดเจนในการมองเห็นมุมของลวดเชื่อมในขณะเชื่อม	3.40	0.55	ระดับปานกลาง
8. สามารถนำไปใช้ในการประเมินทักษะพื้นฐานช่างเชื่อมได้	4.20	0.45	ระดับมาก
9. ช่วยลดเวลาในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าของผู้สอนได้	4.20	0.45	ระดับมาก
10. มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	4.40	0.55	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**3.82**	**0.59**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่าค่าระดับประสิทธิภาพในด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะและการสาธิตงานเชื่อม ของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 3.82) มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.59) นอกจากนั้นหากวิเคราะห์เป็นรายข้อจะพบได้ว่าความชัดเจนในการมองเห็นระยะอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน การมองเห็นการหลอมเหลวและการมองเห็นมุมลวดเชื่อม ยังมีประสิทธิภาพด้อยกว่าด้านอื่น เนื่องจากมุมมองของกล้องผ่านหน้ากากเชื่อมส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมองจากมุมด้านบน จึงเป็นเหตุให้ไม่สามารถมองเห็นระยะอาร์คที่ชัดเจนได้จากมุมมองด้านข้าง และประสิทธิภาพของกล้องยังไม่สูงพอ

4.2.2 ประสิทธิภาพด้านความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญการสอนงานเชื่อมโลหะในด้านความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอนเชื่อม โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย สามารถแสดงค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพในด้านความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน (n = 3)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้	4.20	0.45	ระดับมาก
2. ก่อให้เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจในทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า	4.20	0.45	ระดับมาก
3. สามารถปรับใช้ในการประเมินทักษะงามเชื่อมไฟฟ้าของผู้เรียนได้	4.40	0.55	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.27**	**0.46**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ 4.4 จะพบว่าค่าระดับประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.27) มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.46) มีระดับประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ในความตรงและเหมาะสมกับหลักสูตรการสอนช่างเชื่อมโลหะ

4.2.3 ด้านเอกสารคำแนะนำ หรือคู่มือการใช้งาน

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญการสอนงานเชื่อมโลหะในด้านเอกสารคำแนะนำ หรือคู่มือการใช้งาน โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย สามารถแสดงค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพในด้านเอกสารคำแนะนำ หรือคู่มือการใช้งาน (n = 3)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. เอกสารแนะนำการใช้งานสามารถปฏิบัติตามได้จริง	4.20	0.45	ระดับมาก
2. เอกสารแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.25	0.50	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.20**	**0.45**	**ระดับมาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 จะพบว่าค่าระดับประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.20) มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.45) ในด้านเอกสารคำแนะนำหรือคู่มือการใช้งานนั้น มีค่าประสิทธิภาพในระดับมาก

4.2.4 ด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญการสอนงานเชื่อมโลหะในด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย สามารถแสดงค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพในด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน (n = 3)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่หรือสถานที่ฝึกงานเชื่อมไฟฟ้า	4.60	0.55	ระดับมากที่สุด
2. ขนาด รูปร่าง และน้ำหนักมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน	4.60	0.55	ระดับมากที่สุด
3. ขนาด รูปร่าง ที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างคล่องตัว	4.40	0.55	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.53**	**0.51**	**ระดับมากที่สุด**

จากตารางที่ 4.6 จะพบว่าค่าระดับประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.53) มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.51) มีค่าประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด

4.2.5 ด้านกระบวนการที่น่าสนใจ

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญการสอนงานเชื่อมโลหะในด้านกระบวนการที่น่าสนใจ โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย สามารถแสดงค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพในด้านกระบวนการที่น่าสนใจ (n = 3)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. ทำให้ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า	4.80	0.45	ระดับมากที่สุด
2. ชุดสาธิตงานเชื่อมสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้	4.80	0.45	ระดับมากที่สุด
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.80**	**0.45**	**ระดับมากที่สุด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 จะพบว่าค่าระดับประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.80) มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.45) มีค่าประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด

4.2.6 ด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญการสอนงานเชื่อมโลหะในด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้ โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมาย สามารถแสดงค่าเฉลี่ยระดับประสิทธิภาพเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับประสิทธิภาพในด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้ (n = 3)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
1. สามารถอธิบายความรู้/ทักษะได้ขณะปฏิบัติ หรือการสาธิต	4.60	0.55	ระดับมากที่สุด
2. สามารถอธิบายซ้ำ / ดูกระบวนการเชื่อมซ้ำได้	4.80	0.45	ระดับมากที่สุด
3. ภาพที่มองเห็นจากการสาธิตคล้ายคลึงกับการเชื่อมจริง	4.20	0.45	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.53**	**0.38**	**ระดับมากที่สุด**

จากตารางที่ 4.8 จะพบว่าค่าระดับประสิทธิภาพโดยเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.53) มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.38) มีค่าประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าทั้ง 6 ด้านที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า ค่าประสิทธิภาพโดยรวมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.13) มีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.71) คิดเป็นค่าประสิทธิภาพในระดับมาก เมื่อเทียบผลกับค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ในงานวิจัยนี้ คือระดับมากกว่า 2.50 หรือระดับปานกลาง พบว่ามีค่าประสิทธิภาพมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากวิเคราะห์เป็นรายด้านจะพบว่าด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะและการสาธิตงานเชื่อม จะมีค่าประสิทธิภาพด้อยกว่าด้านอื่นๆ เนื่องจากอุปกรณ์ในการถ่ายภาพมีคุณภาพไม่เพียงพอรวมถึงสภาพแวดล้อมในพื้นที่การสาธิตที่ไม่เหมาะสม เช่น ความสว่างของแสงจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน และด้านการบำรุงรักษา

ผลการวิเคราะห์ด้านความพึงพอใจต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น ของกลุ่มตัวอย่าง 31 คน ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 4.9 และมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างในการประเมินด้านความพึงพอใจต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า (n = 31)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านประโยชน์ / หน้าที่ใช้สอย			
1. สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าได้	4.38	0.57	ระดับมาก
2. สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ ในการประเมินทักษะของผู้เรียนได้	4.54	0.51	ระดับมากที่สุด
3. สามารถนำชุดอุปกรณ์นี้ ไปประยุกต์ใช้กับการสาธิตกระบวนการเชื่อมอื่นๆ ได้	4.54	0.65	ระดับมาก
4. ชุดอุปกรณ์นี้สามารถช่วยลดเวลาการสาธิตได้	4.38	0.70	ระดับมาก
5. ชุดอุปกรณ์นี้สามารถช่วยความสิ้นเปลืองวัสดุการสาธิตได้	4.15	0.88	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.40**	**0.67**	**ระดับมาก**
ด้านความปลอดภัย			
1. ชุดอุปกรณ์นี้ มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าดูด	4.08	0.69	ระดับมาก
2. ชุดอุปกรณ์ มีความปลอดภัยจากการลุกไหม้หรือเกิดระเบิด	4.00	0.75	ระดับมาก
3. ชุดอุปกรณ์นี้ มีความต่อดวงตาของผู้ใช้	4.15	0.83	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.08**	**0.75**	**ระดับมาก**
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน			
1. ชุดอุปกรณ์นี้สามารถติดตั้งในพื้นที่ฝึกอบรมได้	4.50	0.58	ระดับมากที่สุด
2. ชุดอุปกรณ์นี้ใช้งานได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน	4.15	0.83	ระดับมาก
3. ชุดอุปกรณ์นี้สามารถใช้ได้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน	4.42	0.64	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.36**	**0.70**	**ระดับมาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านการบำรุงรักษา			
1. ชุดอุปกรณ์นี้สามารถเก็บรักษาในพื้นที่ฝึกอบรมได้	4.54	0.58	ระดับมากที่สุด
2. สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ง่าย	4.38	0.70	ระดับมาก
3. สามารถหาอะไหล่อุปกรณ์ได้ภายในประเทศ	4.42	0.50	ระดับมาก
4. สามารถทำความสะอาดชุดอุปกรณ์ได้ง่าย	4.27	0.78	ระดับมาก
สรุปค่าเฉลี่ยเฉพาะด้าน	**4.40**	**0.64**	**ระดับมาก**
สรุปภาพรวมของระดับความพึงพอใจทั้ง 4 ด้าน	**4.31**	**0.69**	**ระดับมาก**

จากตารางที่ 4.9 พบว่า การประเมินด้านความพึงพอใจต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าของกลุ่มตัวอย่าง โดยภาพรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ย($\bar{x}$ = 4.31, S.D. = 0.69) ซึ่งตรงกับเกณฑ์ยอมรับสำหรับงานวิจัยนี้ และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านจะพบว่า

4.3.1 ด้านประโยชน์ / หน้าที่ใช้สอย

4.3.1.1 สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.38, S.D. = 0.57) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.1.2 สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ในการประเมินทักษะของผู้เรียนได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.51) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.3.1.3 สามารถนำชุดอุปกรณ์นี้ไปประยุกต์ใช้กับการสาธิตกระบวนการเชื่อมอื่นๆ ได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.65) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.3.1.4 ชุดอุปกรณ์สามารถช่วยลดเวลาการสาธิตได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.38, S.D. = 0.70) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.1.5 ชุดอุปกรณ์สามารถช่วยความสิ้นเปลืองวัสดุการสาธิตได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.15, S.D. = 0.88) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.2 ด้านความปลอดภัย

4.3.2.1 ชุดอุปกรณ์มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าดูด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.08, S.D. = 0.69) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.2.2 ชุดอุปกรณ์มีความปลอดภัยจากการลุกไหม้หรือการเกิดระเบิด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.00, S.D. = 0.75) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2..3 ชุดอุปกรณ์มีความปลอดภัยต่อดวงตาของผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.15, S.D. = 0.83) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.3 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

4.3.3.1 ชุดอุปกรณ์สามารถติดตั้งในพื้นที่ฝึกอบรมได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.50, S.D. = 0.58) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.3.3.2 ชุดอุปกรณ์ใช้งานได้ง่ายไม่สลับซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.15, S.D. = 0.83) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.3.3 ชุดอุปกรณ์สามารถใช้ได้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.64) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.4 ด้านการบำรุงรักษา

4.3.4.1 ชุดอุปกรณ์สามารถเก็บรักษาในพื้นที่ฝึกอบรมได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.58) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4.3.4.2 สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.38, S.D. = 0.70) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.4.3 สามารถหาอะไหล่อุปกรณ์ได้ภายในประเทศ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.50) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

4.3.4.4 สามารถทำความสะอาดชุดอุปกรณ์ได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.27, S.D. = 0.78) ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าครั้งนี้ ได้ดำเนินโครงการจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามที่วางไว้ ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้หรือการทำวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการเชื่อมเดินแนวท่าราบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นกรณีตัวอย่าง
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

5.1.2 ผลการวิจัย

5.1.2.1 ผลการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

การศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางในการแก้ไขโดยอาศัยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการเสนอแนะแนวทางในการพัฒนา การศึกษาและพัฒนาในครั้งนี้ทำให้ได้รูปแบบชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ที่สามารถชมการสาธิตผ่านทางหน้าจอโทรทัศน์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถชมการสาธิตได้พร้อมกันเช่นเดียวกับการชมโทรทัศน์
2. สามารถชมการสาธิตได้ในมุมมองที่คล้ายกัน ในรูปแบบที่ผู้กำลังสาธิตมองเห็นและสามารถบรรยายเสียงประกอบการสาธิตได้
3. สามารถชมการสาธิตซ้ำได้โดยมีรูปแบบคล้ายกับการชมวีดีโอทั่วไป และสามารถนำข้อมูลบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งช่วยให้ลดเวลาในการสาธิตและความสิ้นเปลืองวัสดุฝึก
4. รายการชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าประกอบด้วย กล้องวงจรปิดแบบรับส่งสัญญาณด้วยระบบไร้สายพร้อมไมโครโฟน (Wireless camera, Receiver & microphone), เครื่องบันทึกสัญญาณวีดีโอ (Digital video recorder), หน้ากากเชื่อมแบบปรับแสงอัตโนมัติ (Auto welding helmet), จอโทรทัศน์ (Television), ลำโพง (Loudspeaker), และอุปกรณ์ต่อพ่วงสัญญาณอื่นๆ (ภาคผนวก ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการเชื่อมเดินแนวท่าราบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นกรณีตัวอย่าง

ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะนั้น มีผลการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.48) และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.60)

5.1.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ในด้านหน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการใช้งาน และการบำรุงรักษานั้น มีผลการประเมินโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มีความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.31) และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.69)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ผู้วิจัยพบว่าปัญหาสำคัญของการสอนสาธิตงานเชื่อมในปัจจุบันโดยการให้ข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะนั้น ได้แก่ ปัญหาจำนวนผู้เรียนมีจำนวนมาก ผู้สอนจึงมีความจำเป็นต้องทำการสอนแบบสาธิตหลายครั้งเพื่อให้ผู้เรียนสามารถชมการสาธิตได้อย่างทั่วถึงและมีความเข้าใจในด้านเทคนิคในงานเชื่อมที่ถูกต้อง ปัญหาการชมการสาธิตที่ไม่ชัดเจนไม้สามารถให้เสียงบรรยายประกอบขณะทำการสาธิตได้ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนวทางในการออกแบบพอสรุปได้ว่า รูปแบบของชุดสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าควรจะสามารถมองเห็นกระบวนการในการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานได้อย่างชัดเจน สามารถให้ผู้เรียนชมได้พร้อมกันหลายคนในรูปแบบที่คล้ายกันมากที่สุด ชุดอุปกรณ์นี้จะต้องดึงดูดความสนใจของผู้เรียนด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน นอกจากนั้นผู้วิจัยยังพบอีกว่าผู้สอนต้องการใช้ระยะเวลาในการสาธิตให้น้อยที่สุด เพราะต้องการให้ผู้เรียนมีเวลาเหลือในการฝึกทักษะ และผู้สอนจะได้ใช้เวลาในการเตรียมการสอนหรือการพัฒนาสื่อการสอน สอดคล้องกับงานวิจัยของอำนาจ เจนจิตศิริ(2546 : บทคัดย่อ)ที่ทำวิจัยเรื่อง ความต้องการพัฒนาตนเองของครูช่างยนต์ในวิทยาลัยการอาชีพ สังกัดกรมอาชีวะศึกษา ในการออกแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านั้น ผู้วิจัยได้อาศัยประเด็นปัญหาจากที่กล่าวแล้วข้างต้นเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยคำนึงถึงหลักในการออกแบบด้านต่างๆ ประกอบด้วย ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานและด้านการบำรุงรักษา ซึ่งสอดคล้องกับหลักการออกแบบของอุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549 : 10) ส่วนการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการสอนสาธิตงานเชื่อมโลหะนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาจากคำแนะนำและความร่วมมือของผู้เชี่ยวชาญด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในท้องตลาดปัจจุบันนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสอนสาธิตงานเชื่อมโลหะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญได้แก่ กล้องวงจรปิดแบบรับส่งสัญญาณด้วยระบบไร้สายพร้อมไมโครโฟน (Wireless camera, Receiver & microphone), เครื่องบันทึกสัญญาณวีดีโอ (Digital video recorder), หน้ากากเชื่อมแบบปรับแสงอัตโนมัติ (Auto welding helmet), จอโทรทัศน์ (Television), ลำโพง (Loudspeaker), และอุปกรณ์ต่อพ่วงสัญญาณอื่นๆ อุปกรณ์เหล่านี้เป็นชุดอุปกรณ์ที่นำมาประกอบและประยุกต์ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ (ภาคผนวก ง)

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคการเชื่อมเดินแนวท่าราบด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เป็นกรณีตัวอย่างนั้น ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าโดยให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะเป็นพิเศษ เนื่องจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะเห็นว่าความชัดเจนในการชมการสาธิตงานเชื่อมเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจทักษะได้ถูกต้อง ซึ่งความชัดเจนของการชมการสาธิตงานเชื่อมโลหะที่กล่าวถึงประกอบด้วย ความชัดเจนในการมองเห็นการเริ่มต้นและสิ้นสุดแนวเชื่อม, ระยะอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน, ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม, การสายลวดเชื่อม, การควบคุมบ่อหลอมละลาย, และมุมของลวดเชื่อม สอดคล้องกับงานวิจัยของประทีป ระงับทุกข์ (2540:บทคัดย่อ) ที่ศึกษาเรื่อง ช่างฝีมืองานเชื่อมโลหะที่พึงประสงค์ของสถานประกอบการ ผลการศึกษาพบว่าสถานประกอบการมีความต้องการช่างฝีมือที่มีความสามารถทางด้านทักษะงานเชื่อมโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพด้านต่างๆ นั้น ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะได้ประเมินประสิทธิภาพ พบว่า ระดับประสิทธิภาพในด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะได้ระดับประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากชุดอุปกรณ์สาธิตที่พัฒนาขึ้นมีความน่าสนใจและเป็นแนวทางใหม่ สามารถชมการสาธิตได้ ในมุมมองเดียวกับผู้ที่ทำการสาธิตทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจกระบวนการเชื่อมโลหะเป็นไปในทางเดียวกัน ด้านความสอดคล้องและ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน พบว่าอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากรูปแบบการสาธิตงานเชื่อมนี้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสอนสาธิตงานเชื่อมโลหะที่ผู้สอนได้ตั้งไว้ ด้านเอกสารคำแนะนำหรือคู่มือการใช้งาน พบว่าได้ระดับประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากสามารถศึกษาและนำไปใช้งานได้จริง ด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน พบว่าได้ระดับประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากชุดอุปกรณ์นี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในสภาพพื้นที่หรือสถานที่ฝึกงานเชื่อมไฟฟ้าได้ ด้านกระบวนการที่น่าสนใจ พบว่าได้ระดับประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากชุดอุปกรณ์นี้เป็นรูปแบบของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบใหม่และมีการประยุกต์เลือกใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้ พบว่าได้ระดับประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านี้มีความใกล้เคียงกับของจริง สามารถชมการสาธิตซ้ำได้และสามารถเก็บข้อมูลการสาธิตในรูปแบบวีดีโอใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ จากผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าข้างต้น ทำให้สามารถยอมรับระดับประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ของงานวิจัยนี้

ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ผู้วิจัยพบว่ากลุ่มผู้ใช้มีความพึงพอใจในรูปแบบและการใช้งานชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าในระดับพึงพอใจมากทุกด้าน เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้มองว่ารูปแบบชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านี้เป็นรูปแบบของเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งยังไม่เคยพบเห็นในสถานศึกษา รวมถึงมีความพึงพอใจในด้านหน้าที่ใช้สอย เช่น การสามารถเก็บข้อมูลการเชื่อมไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยเรื่อง ศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ครั้งนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ได้วางไว้แล้วนั้น ผู้วิจัยจึงได้มีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

1. จากผลการศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ทำให้ได้รูปแบบชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าได้ โดยเฉพาะการสาธิตงานเชื่อมโลหะในตำแหน่งการเชื่อมเดินแนวท่าราบ

2. ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนสาขาช่างเชื่อมโลหะได้ในระดับการสอนพื้นฐานงานเชื่อมโลหะ ตัวอย่างสถานศึกษา เช่น วิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัยสารพัดช่าง วิทยาลัยการอาชีพ และสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน ซึ่งจะช่วยให้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะงานเชื่อมของผู้เรียนมีมากขึ้น

3. แนวทางการวิจัยนี้อาจนำไปใช้กับงานช่างสาขาอื่นๆ ที่มีความลักษณะคล้ายหรือทำนองเดียวกัน

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. จากผลการวิจัยนี้เป็นเพียงการทดลองเบื้องต้นกับการเชื่อมโลหะในตำแหน่งการเชื่อมเดินแนวท่าราบ ดังนั้นหากมีการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติมควรทำการทดลองกับตำแหน่งท่าเชื่อมหรือกระบวนการเชื่อมโลหะอื่นๆ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำชุดอุปกรณ์ไปใช้งานในระดับอื่นต่อไป

2. การวิจัย ควรศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยอุปกรณ์คุณภาพขั้นสูง นำมาศึกษาเพื่อให้ทันต่อสภาพการและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะส่งผลให้ได้คุณภาพด้านความชัดเจนในการชมการสาธิตงานเชื่อมที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ในกระบวนการสาธิตงานเชื่อมโดยใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้านี้ ควรวางรูปแบบการสาธิตให้ครบกระบวนการ คือตั้งแต่กระบวนการเตรียมชิ้นงาน กระบวนการเชื่อม และกระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานหลังการเชื่อมด้วย

4. ควรจัดสถานที่และสภาพแวดล้อมในการสาธิตที่มีความเหมาะสม เช่น แสงสว่าง และพื้นที่ที่มีความสะดวกในการชมการสาธิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ขันติพล วัชรานาถ และคณะ. 2535. **การตรวจสอบงานเชื่อม.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ซีเอ็ดยูเคชั่น.

คะเน วรรณโท และคณะ. 2541. **คู่มือ การเชื่อมโลหะ 1**. มูลนิธิเพื่อสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ.

จรูญ พรมพิสุทธิ์และอำนาจ ทองแสน. 2544. **กระบวนการเชื่อม**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.

ชิเกะอากิ ยามาโมโต้. **วิศวกรรมการเชื่อม**. กรุงเทพฯ : ไทยโกเบเวลดิ้ง, ม.ป.ป.

ทวี เทศเจริญ. 2543. **กรรมวิธีการผลิต**. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ฤทธิชัย เภาเนียม. 2548. "เครื่องมือการเรียนการสอนสำหรับช่างเชื่อมอาร์คโลหะ." วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธีรวุฒิ บุณยโสภณ. 2536. **การบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษาเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บรรเลง ศรนิล และคณะ. 2548. **รายงานการวิจัยเส้นทางการศึกษาด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

ปะทีป ระงับทุกข์. 2540. "ช่างฝีมืองานเชื่อมโลหะที่พึงประสงค์ของสถานประกอบการ." วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ.

ประทีป ระงับทุกข์. 2546. **เอกสารประกอบการเรียน.** วิชา งานเชื่อมโลหะ 1(2103-2104) แผนกช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี.[Online]www.prateepwelding.com

ประสิทธิ์ เวียงแก้ว และฉัตรชัย ลาภรังสิรัตน์. 2554. **คู่มืองานเหล็ก (Steel quick reference)**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พิชัย โอภาสอนันต์. 2542. **งานเชื่อมและโลหะแผ่น**. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์.

วิทยา ทองขาว. 2541. **ทฤษฎีเชื่อมแก๊สและเชื่อมไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน. **สัมมนาบุคลากรเชื่อม.** วันศุกร์ที่ 25 สิงหาคม 2006 [Online] (http://www.dsd.go.th/index.php/2011-04-27-03-22-46/229-asiao)

สบสันต์ อุตกฤษฎ์. 2521. **งานเชื่อมและตัดโลหะแผ่นด้วยแก๊สออกซิเจน-อะซิติลีน.** กรุงเทพฯ : สำนักงานบริการวิชาการและวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า.

สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ และบัณฑิต ใจชื่น. 2551. **งานเชื่อมโลหะ**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุริยนต์ ฉิ่งแก้ว. 2550. **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีการเชื่อม 1.** ราชบุรี : วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี,

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

อรรคเดช โสสองชั้น. 2554. **"ความหมายของ นวัตกรรมการศึกษาและเทคโนโลยีทางการศึกษา"** [Online]. http://ceit.sut.ac.th/km/wordpress/?p=138.

อำนาจ เจนจิตศิริ. 2546. "ความต้องการพัฒนาตนเองของครูช่างยนต์ในวิทยาลัยการอาชีพสังกัดกรมอาชีวะศึกษา." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ.

Jeffus, Larry. 2004. **Welding : Principles and Applications, 5th ed.,** United states of America : Thomson Delmar learning.

Jeffus, Larry. 2004. **Metal fabrication technology for agriculture.** United states of America : Thomson Delmar learning.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

ภาคผนวก ข. - หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

- หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะ
- หนังสือขอแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

ภาคผนวก ค. - ภาพแสดงผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ

- ภาพแสดงการลงพื้นที่และทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ภาคผนวก ง. รูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
สำหรับผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

สาระนิพนธ์นิพนธ์ เรื่อง การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โดย นายวิเชียรชัย ภูพวก
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินเพื่อหาความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยผู้ใช้อุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
2. แบบประเมินชุดนี้ มี 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ด้านหน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความสะดวกสบายในการใช้งาน และการบำรุงรักษา โดยพิจารณาคำตอบในแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 เป็นแบบประเมินเพื่อหาข้อเสนอแนะ ในการใช้งานชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยสามารถตอบได้อย่างอิสระ (Open End)

ผู้ศึกษาโครงการขอขอบพระคุณทุกท่าน
ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินครั้งนี้
นายวิเชียรชัย ภูพวก
บัณฑิตศึกษา สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
สำหรับผู้ใช้ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

.....

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องหน้าข้อความซึ่งตรงกับความเป็นจริงของท่าน

1. อาชีพ

( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) ครู / อาจารย์ / ผู้ช่วยสอน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นโดยการทำเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

คำอธิบายระดับความพึงพอใจ

5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ ก 1 ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	**ด้านประโยชน์ / หน้าที่ใช้สอย**					
	1.1 สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าได้					
	1.2 สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ ในการประเมินทักษะของผู้เรียนได้					
	1.3 สามารถนำชุดอุปกรณ์นี้ ไปประยุกต์ใช้กับการสาธิต กระบวนการเชื่อมอื่นๆ ได้					
	1.4 ชุดอุปกรณ์นี้สามารถช่วยลดเวลาการสาธิตได้					
	1.5 ชุดอุปกรณ์นี้สามารถช่วยความสิ้นเปลืองวัสดุการสาธิตได้					
2	**ด้านความปลอดภัย**					
	2.1 ชุดอุปกรณ์นี้ มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าดูด					
	2.2 ชุดอุปกรณ์นี้ มีความปลอดภัยจาก การลุกไหม้หรือ การเกิดระเบิด					
	2.3 ชุดอุปกรณ์นี้ มีความปลอดภัยต่อดวงตาของผู้ใช้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
3	**ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน**					
	3.1 ชุดอุปกรณ์นี้สามารถติดตั้งในพื้นที่ฝึกอบรมได้					
	3.2 ชุดอุปกรณ์นี้ใช้งานได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน					
	3.3 ชุดอุปกรณ์นี้สามารถใช้ได้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน					
4	**ด้านการบำรุงรักษา**					
	4.1 ชุดอุปกรณ์นี้สามารถเก็บรักษาในพื้นที่ฝึกอบรมได้					
	4.2 สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ง่าย					
	4.3 สามารถหาอะไหล่อุปกรณ์ได้ภายในประเทศ					
	4.4 สามารถทำความสะอาดชุดอุปกรณ์ได้ง่าย					

ตอนที่ 3 เป็นแบบประเมินเพื่อหาข้อเสนอแนะ ในการใช้งานชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดย สามารถตอบได้อย่างอิสระ (Open End)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาในการตอบแบบสอบถาม

นายวิเชียรชัย ภูพวก

บัณฑิตศึกษา สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะ

สาระนิพนธ์นิพนธ์ เรื่อง การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โดย นายวิเชียรชัย ภูพวก
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

.....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบประเมินเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ
2. แบบประเมินชุดนี้ มี 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ด้านประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นแบบเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างรูปแบบการสาธิตเดิมกับรูปแบบใหม่ และส่วนที่สองเป็นแบบประเมินประสิทธิภาพทั่วไป โดยพิจารณาคำตอบในแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นท้ายคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังนี้

5 หมายถึง มีประสิทธิภาพมากที่สุด
4 หมายถึง มีประสิทธิภาพมาก
3 หมายถึง มีประสิทธิภาพปานกลาง
2 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อย
1 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินเพื่อหาข้อเสนอแนะ ในการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าในระดับต่อไป โดยสามารถตอบได้อย่างอิสระ (Open End)

ผู้ศึกษาโครงการขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน
ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินครั้งนี้
นายวิเชียรชัย ภูพวก
บัณฑิตศึกษา สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนงานเชื่อมโลหะ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพโดยการทำเครื่องหมาย / ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

คำอธิบายระดับประสิทธิภาพ

5 หมายถึง มีประสิทธิภาพมากที่สุด
4 หมายถึง มีประสิทธิภาพมาก
3 หมายถึง มีประสิทธิภาพปานกลาง
2 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อย
1 หมายถึง มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

ตารางที่ ก 2 ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

หัวข้อประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะ / การสาธิตงานเชื่อม					
1.1 ความชัดเจนในการมองเห็นการเริ่มต้นและสิ้นสุดแนวเชื่อม					
1.2 ความชัดเจนในการมองเห็นระยะอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน					
1.3 ความชัดเจนในการมองเห็นความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม					
1.4 ความชัดเจนในการมองเห็นรูปแบบการส่ายลวดเชื่อม					
1.5 ความชัดเจนในการมองเห็นบ่อหลอมละลายในขณะเชื่อม					
1.6 ความชัดเจนในการมองเห็นการหลอมเหลวและการไหลของเนื้อโลหะขณะเชื่อม					
1.7 ความชัดเจนในการมองเห็นมุมของลวดเชื่อมในขณะเชื่อม					
1.8 สามารถนำไปใช้ในการประเมินทักษะพื้นฐานช่างเชื่อมได้					
1.9 ช่วยลดเวลาในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าของผู้สอนได้					
1.10 มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน					
2. ด้านความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน					
2.1 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้					
2.2 ก่อให้เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจในทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า					
2.3 สามารถปรับใช้ในการประเมินทักษะงามเชื่อมไฟฟ้าของผู้เรียนได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 2 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
3. ด้านเอกสารคำแนะนำ หรือคู่มือการใช้งาน					
3.1 เอกสารแนะนำการใช้งานสามารถปฏิบัติตามได้จริง					
3.2 เอกสารแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
4. ด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน					
4.1 มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่หรือสถานที่ฝึกงานเชื่อมไฟฟ้า					
4.2 ขนาด รูปร่าง และน้ำหนักมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน					
4.3 ขนาด รูปร่าง ที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างคล่องตัว					
5. ด้านกระบวนการที่น่าสนใจ					
5.1 ทำให้ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า					
5.2 ชุดสาธิตงานเชื่อมสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้					
6. ด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้					
6.1 สามารถอธิบายความรู้/ทักษะได้ขณะปฏิบัติ, สาธิตหรือการประเมิน					
6.2 สามารถอธิบายซ้ำ / ดูกระบวนการเชื่อมซ้ำได้					
6.3 ภาพที่มองเห็นจากการสาธิตคล้ายคลึงกับการเชื่อมจริง					

ตอนที่ 2 เป็นข้อเสนอแนะ <u>สามารถตอบได้อย่างอิสระ</u>

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาในการตอบแบบประเมิน

นายวิเชียรชัย ภูพวก

บัณฑิตศึกษา สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

เป็นการนำแบบประเมินด้านประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า และแบบประเมินความคิดเห็นด้านความพึงพอใจ มาทำการวิเคราะห์หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อให้ตรงกับจุดประสงค์ (IQC) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย.

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิสักก์ สินธุภัค อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์การออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์ ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์การออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธเนศ ภิรมย์การ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์การออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามเพื่องานวิจัย
แบบสอบถามรายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา
แบบประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อสาระนิพนธ์ เรื่อง การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
โดย นายวิเชียรชัย ภูพวก
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คำชี้แจง : ลักษณะแบบสอบถามมี 3 ตอน ที่ต้องการใช้ประกอบร่วมกันมีดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 หาค่าดัชนีความสอดคล้องเที่ยงตรงถูกต้องกับวัตถุประสงค์ ในแต่ละข้อต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยขอความกรุณาให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ช่องของระดับค่าความคิดเห็นที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด ในแต่ละข้อคำถาม

+1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
0 ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
-1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินไม่ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิในตอนท้ายของแบบสอบถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและงานวิจัยในครั้งนี้

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น จึงขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาช่วยประเมินตอบแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลต่อไปนี้

ชื่อผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน.....

สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามหาค่าดัชนีความสอดคล้องเที่ยงตรงถูกต้องกับเนื้อหา ในแต่ละข้อต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ ก 3 ตอนที่ 1. แบบประเมินความสอดคล้องด้านประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

หัวข้อประเมิน	คะแนนพิจารณา		
	+1	0	-1
1. ด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะ / การสาธิตงานเชื่อม			
1.1 ความชัดเจนในการมองเห็นการเริ่มต้นและสิ้นสุดแนวเชื่อม			
1.2 ความชัดเจนในการมองเห็นระยะอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน			
1.3 ความชัดเจนในการมองเห็นความเร็วในการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อม			
1.4 ความชัดเจนในการมองเห็นรูปแบบการส่ายลวดเชื่อม			
1.5 ความชัดเจนในการมองเห็นบ่อหลอมละลายในขณะเชื่อม			
1.6 ความชัดเจนในการมองเห็นการหลอมเหลวและการไหลของเนื้อโลหะ			
1.7 ความชัดเจนในการมองเห็นมุมของลวดเชื่อมในขณะเชื่อม			
1.8 สามารถนำไปใช้ในการประเมินทักษะพื้นฐานช่างเชื่อมได้			
1.9 ช่วยลดเวลาในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าของผู้สอนได้			
1.10 มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน			
2. ด้านความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน			
2.1 สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้			
2.2 ก่อให้เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจในทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า			
2.3 สามารถปรับใช้ในการประเมินทักษะงามเชื่อมไฟฟ้าของผู้เรียนได้			
3. ด้านเอกสารคำแนะนำ หรือคู่มือการใช้งาน			
3.1 เอกสารแนะนำการใช้งานสามารถปฏิบัติตามได้จริง			
3.2 เอกสารแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน เข้าใจง่าย			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 3 (ต่อ)

หัวข้อประเมิน	คะแนนพิจารณา		
	+1	0	-1
4. ด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน			
4.1 มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่หรือสถานที่ฝึกงานเชื่อมไฟฟ้า			
4.2 ขนาด รูปร่าง และน้ำหนักมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน			
4.3 ขนาด รูปร่าง ที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างคล่องตัว			
5. ด้านกระบวนการที่น่าสนใจ			
5.1 ทำให้ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า			
5.2 ชุดสาธิตงานเชื่อมสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้			
6. ด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้			
6.1 สามารถอธิบายความรู้/ทักษะได้ขณะปฏิบัติ, สาธิตหรือการประเมิน			
6.2 สามารถอธิบายซ้ำ/ดูกระบวนการเชื่อมซ้ำได้			
6.3 ภาพที่มองเห็นจากการสาธิตคล้ายคลึงกับการเชื่อมจริง			

ตอนที่ 2 ข้อเสนอเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิในตอนท้ายของแบบสอบถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 4 สรุปผลประเมินความสอดคล้องของประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าในด้านต่างๆ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม คะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านเทคนิคพื้นฐานงานเชื่อมโลหะ / การสาธิตงานเชื่อม						
1.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.4	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.5	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.6	1	1	0	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
1.7	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.8	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.9	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.10	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2. ด้านความสอดคล้อง และ/หรือตรงตามหลักสูตรการเรียนการสอน						
2.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3. ด้านเอกสารคำแนะนำ หรือคู่มือการใช้งาน						
3.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4. ด้านขนาด รูปร่าง น้ำหนัก เหมาะสมกับการใช้งาน						
4.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
5. ด้านกระบวนการที่น่าสนใจ						
5.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
5.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
6. ด้านความสามารถตรวจปรับความเข้าใจกับของจริงได้						
6.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
6.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
6.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) แบบสอบถามเพื่องานวิจัย
แบบสอบถามรายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

หัวข้อสาระนิพนธ์ เรื่อง การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า
หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
โดย นายวิเชียรชัย ภูพวก
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คำชี้แจง : ลักษณะแบบสอบถามมี 3 ตอน ที่ต้องการใช้ประกอบร่วมกันมีดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 หาค่าดัชนีความสอดคล้องเที่ยงตรงถูกต้องกับวัตถุประสงค์ ในแต่ละข้อต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า โดยขอความกรุณาให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ช่องของระดับค่าความคิดเห็นที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด ในแต่ละข้อคำถาม

+1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

0 ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินไม่ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิในตอนท้ายของแบบสอบถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและงานวิจัยในครั้งนี้

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น จึงขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาช่วยประเมินตอบแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลต่อไปนี้

ชื่อผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน.....

สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบสอบถามหาค่าดัชนีความสอดคล้องเที่ยงตรงถูกต้องกับวัตถุประสงค์ ในแต่ละข้อต่อชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

ตารางที่ ก 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของความพึงพอใจชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1. ด้านประโยชน์ / หน้าที่ใช้สอย				
1.1	สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ ในการสาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าได้			
1.2	สามารถใช้ชุดอุปกรณ์นี้ ในการประเมินทักษะของผู้เรียนได้			
1.3	สามารถนำชุดอุปกรณ์นี้ ไปประยุกต์ใช้กับการสาธิตกระบวนการเชื่อมอื่นๆ ได้			
1.4	ชุดอุปกรณ์นี้สามารถช่วยลดเวลาการสาธิตได้			
1.5	ชุดอุปกรณ์นี้สามารถช่วยความสิ้นเปลืองวัสดุการสาธิตได้			
2. ด้านความปลอดภัย				
2.1	ชุดอุปกรณ์นี้ มีความปลอดภัยจากไฟฟ้าดูด			
2.2	ชุดอุปกรณ์นี้ มีความปลอดภัยจาก การลุกไหม้หรือการเกิดระเบิด			
2.3	ชุดอุปกรณ์นี้ มีความต่อดวงตาของผู้ใช้			
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน				
3.1	ชุดอุปกรณ์นี้สามารถติดตั้งในพื้นที่ฝึกอบรมได้			
3.2	ชุดอุปกรณ์นี้ใช้งานได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน			
3.3	ชุดอุปกรณ์นี้สามารถใช้ได้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน			
4. ด้านการบำรุงรักษา				
4.1	ชุดอุปกรณ์นี้สามารถเก็บรักษาในพื้นที่ฝึกอบรมได้			
4.2	สามารถถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ง่าย			
4.3	สามารถหาอะไหล่อุปกรณ์ได้ภายในประเทศ			
4.4	สามารถทำความสะอาดชุดอุปกรณ์ได้ง่าย			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อเสนอเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิในตอนท้ายของแบบสอบถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก 6 สรุปผลประเมินความสอดคล้องของความพึงพอใจในชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าในด้านต่างๆ

ข้อคำถาม (ข้อที่)	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม คะแนน	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านประโยชน์ / หน้าที่ใช้สอย						
1.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.4	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.5	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2. ด้านความปลอดภัย						
2.1	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
2.2	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
2.3	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน						
3.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4. ด้านการบำรุงรักษา						
4.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.4	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ

หนังสือขอแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / **1075** วันที่ 13 มีนาคม 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.อภิสักก์ สินธุภัค

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายวิเชียรชัย ภูพวก มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ยินดีเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการวิจัย
25/3/55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 4540 วันที่ 27 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม

เรียน ผศ.ธเนศ ภิรมย์การ

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม ของนายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

ผู้ทรงคุณวุฒิ

๒๑ ม.ค. ๕๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 /4533 **วันที่** 27 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และสื่อเทคนิคศึกษาและตรวจแบบสอบถาม

เรียน ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และสื่อเทคนิคศึกษา และตรวจแบบสอบถาม ของ นายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 4533

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

27 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาวิศวกรรมการเชื่อมโลหะ

เรียน ผศ.ณัฐ แก้วสกุล

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสารนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชาวิศวกรรมการเชื่อมโลหะ ของนายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร.087-563-2174

ผศ.ณัฐ แก้วสกุล
21 ธ.ค. 55.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/4535

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

27 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ

เรียน อาจารย์วิฑูรย์ ไชยบุตรดี

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ ของ นายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร.087-563-2174

ยินดีรับเป็นที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/**4535**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

27 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ

เรียน อาจารย์สมบัติ มุกดา

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนช่างเชื่อมโลหะ ของ นายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร.087-563-2174

ยินดีให้ความอนุเคราะห์ เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน
ช่างเชื่อมโลหะ ให้แก่ นายวิเชียรชัย ภูพวก.

(นายสมบัติ มุกดา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ **4535**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

27 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เรียน นายฉลาด คงปาน

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของ นายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร.087-563-2174

ยินดีให้ใช้สถานที่
สถานประกอบการศึกษาดูงาน

ฉลาด
๓ ม.ค. ๕๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ **1245**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๒ มีนาคม 2555

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ด้วยนายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า ผศ.นัฐ แก้วสกุล มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญ ผศ.นัฐ แก้วสกุล เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในเรื่องดังกล่าว และขออนุญาตใช้พื้นที่โรงฝึกงานในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยของ นายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 087-563-2174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ **1245**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๒๒ มีนาคม 2555

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ด้วยนายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าอาจารย์สมบัติ มุกดา มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญ อาจารย์สมบัติ มุกดา เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชางานเชื่อมโลหะในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในเรื่องดังกล่าว และขออนุญาตใช้พื้นที่โรงฝึกงานในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยของ นายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 087-563-2174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ **1245**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

22 มีนาคม 2555

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ ศูนย์พัฒนาฝึกฝีมือแรงงาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ด้วย นายวิเชียรชัย ภูพวก นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า อาจารย์วิฑูรย์ ไชยบุดดี มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญ อาจารย์วิฑูรย์ ไชยบุดดี เป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิชางานเชื่อมโลหะในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในเรื่องดังกล่าว และขออนุญาตใช้พื้นที่โรงฝึกงานในการทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยของ นายวิเชียรชัย ภูพวก

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 087-563-2174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

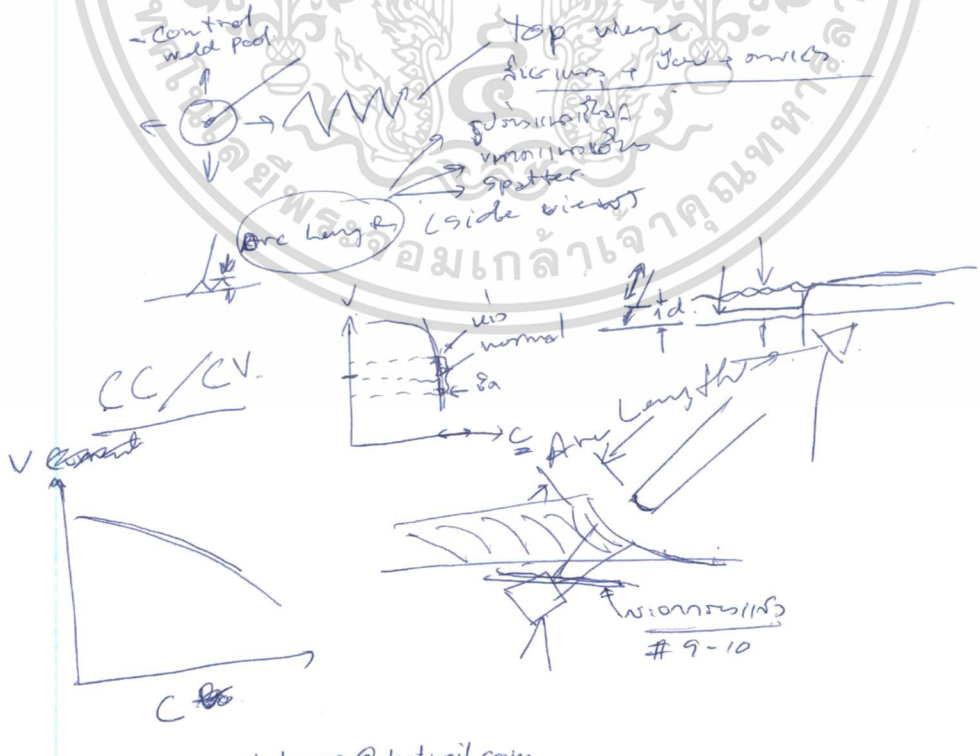
ภาคผนวก ค

ภาพแสดงผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ

ภาพแสดงการลงพื้นที่และทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

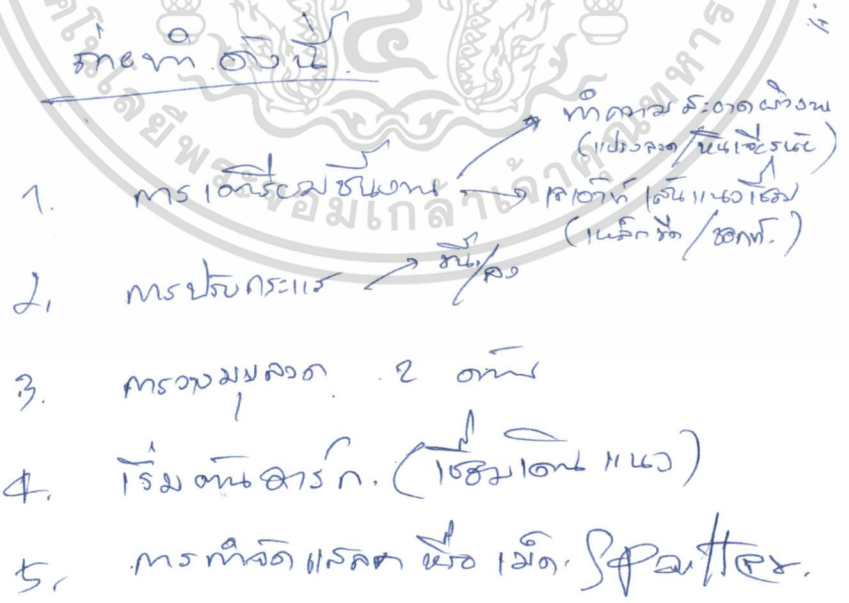
รูปที่ ค 1 ผู้ทรงคุณวุฒิ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐ แก้วสกุล



รูปที่ ค 2 ผู้ทรงคุณวุฒิ Sketch แนวทางในการพัฒนาชุดอุปกรณ์

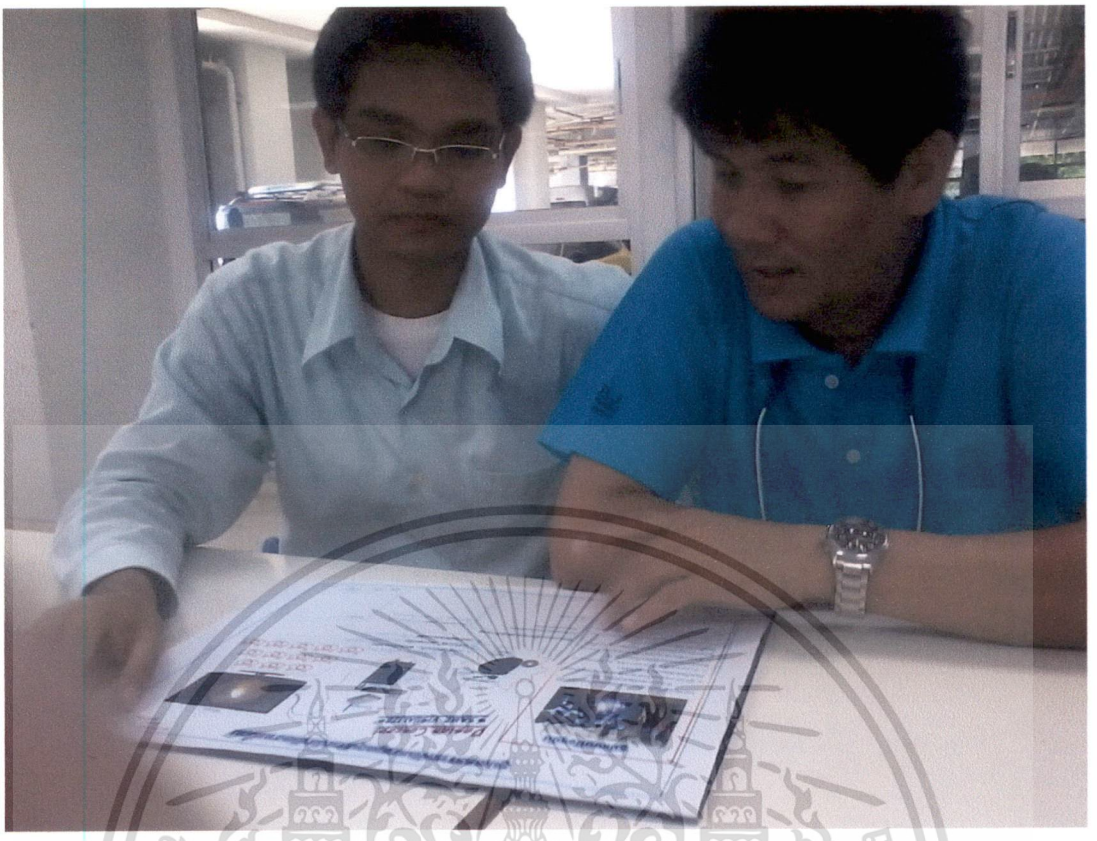
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค 3 ผู้เชี่ยวชาญจาก ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
อาจารย์วิทูรย์ ไชยบุดดี

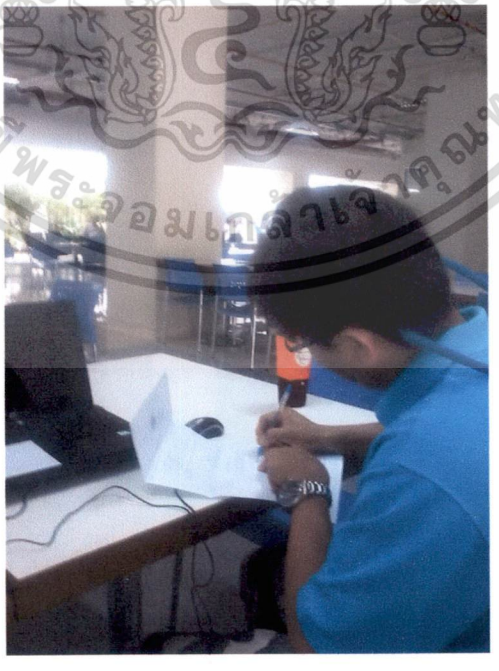


รูปที่ ค 4 ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแนวทางในกระบวนการเชื่อมสาธิตด้วยกล้องวิดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค 5 ผู้เชี่ยวชาญจาก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์สมบัติ มุกดา



รูปที่ ค 6 ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแนวทางในการพัฒนา

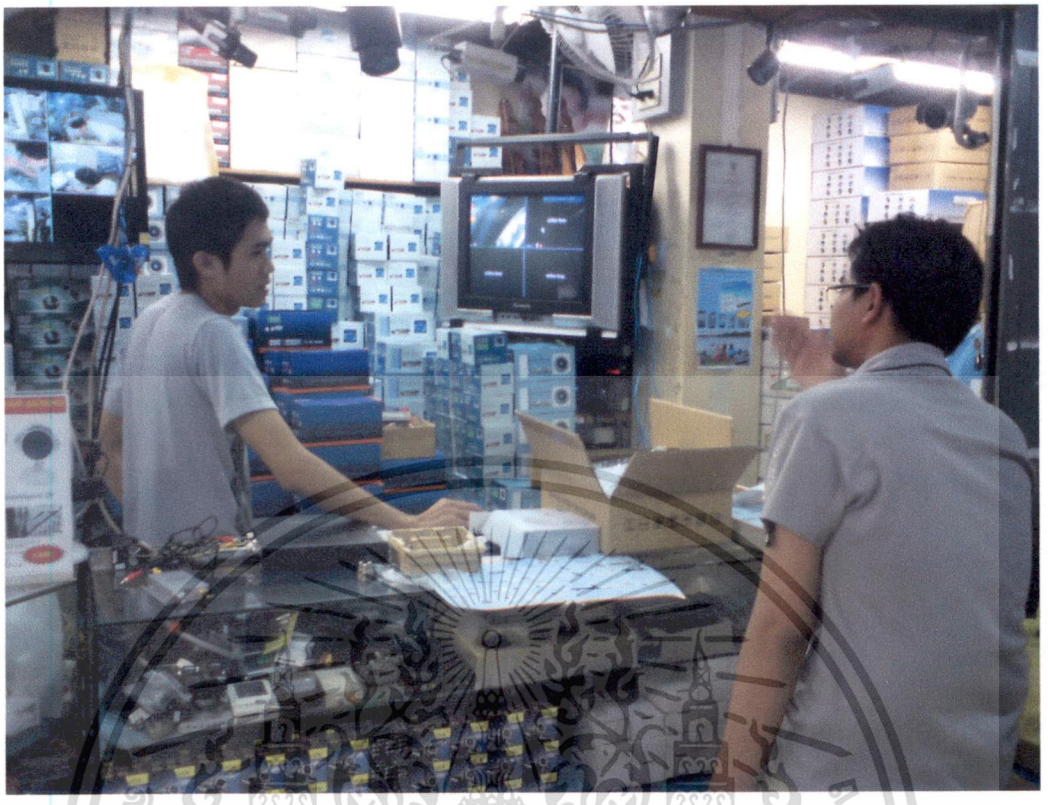
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค 7 สภาพสถานที่โรงฝึกงานช่างเชื่อม (Welding shop)
ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค 8 ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
เป็นสถานที่ฝึกอบรมและทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ
สาขา - ช่างเชื่อมอาร์คโลหะด้วยมือ
- ช่างเชื่อม MIG / MAG
- ช่างเชื่อม TIG
- ช่างเชื่อมท่อ HDPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค 9 การลงพื้นที่แหล่งจำหน่ายสินค้าประเภทไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (บ้านหม้อ) พร้อมผู้เชี่ยวชาญ คุณฉลาด คงปาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค 10 การประกอบและทดลองใช้เบื้องต้นร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ

รูปที่ ค 11 รูปสำเร็จการประกอบชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค 12 การลงพื้นที่เพื่อทดลองใช้อุปกรณ์เบื้องต้นกับผู้เชี่ยวชาญ จากมหาวิทยาลัยศิลปากร
(รูปถ่ายโดย : มงคล สาระพางค์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค 13 การประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มหาวิทยาลัยศิลปากร

รูปที่ ค 14 การประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค 15 การทดลองใช้และประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรม
ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
สถานที่อบรม ณ กองโรงงานวัตถุระเบิด กรมสรรพาวุธทหารบก 72 หมู่ 2 ต.บ้านเกาะ อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา

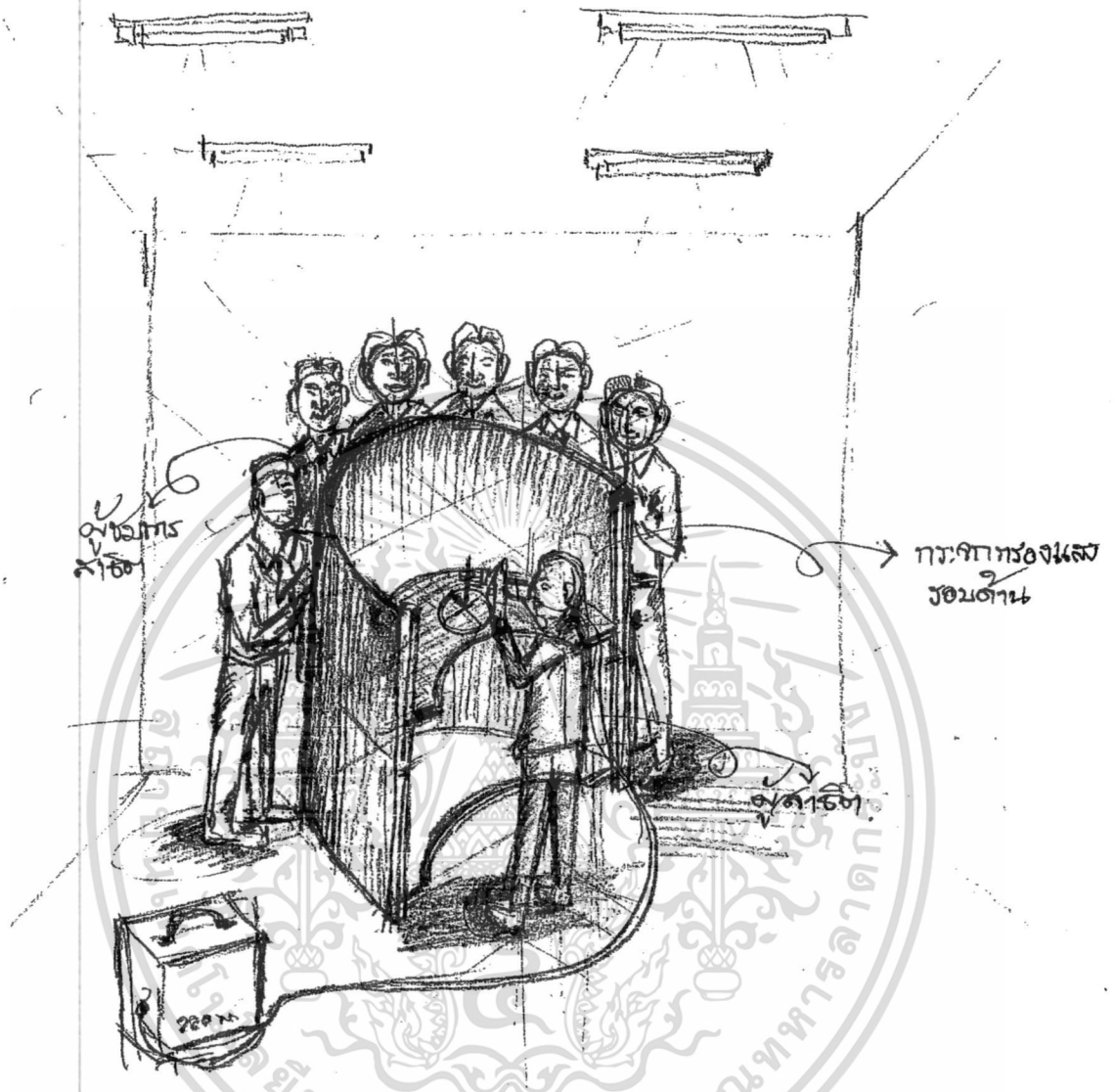
รูปที่ ค 16 การทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ
ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้น

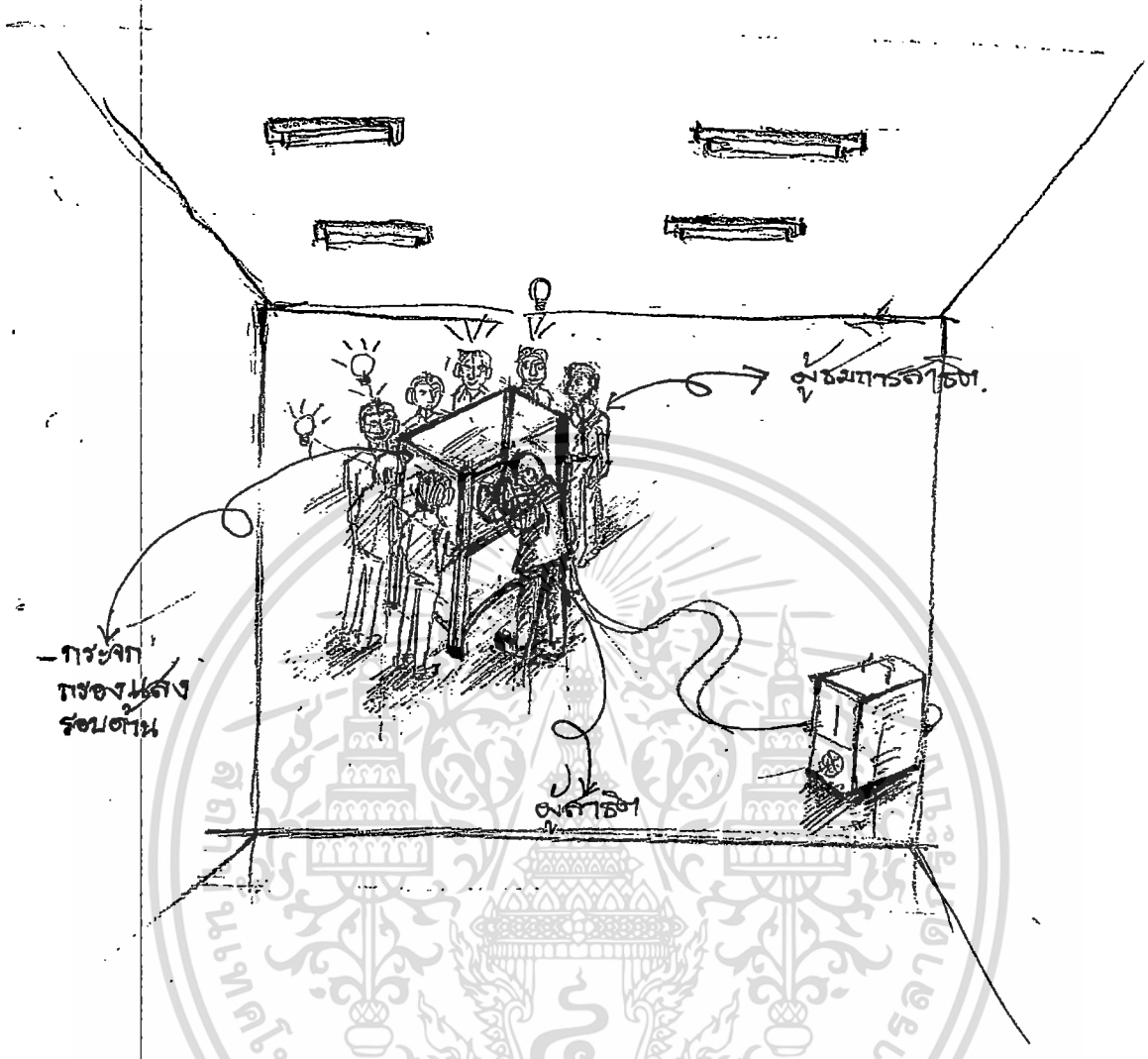
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง 1 Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 1

แนวทางแนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 1 เป็นการสาธิตโดยผู้สาธิตทำการเชื่อมในโต๊ะเชื่อมและให้ผู้ชมการสาธิตผ่านทางกระจกกรองแสงที่เป็นลักษณะแนวโค้งช่วยป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับผู้ชมการสาธิต

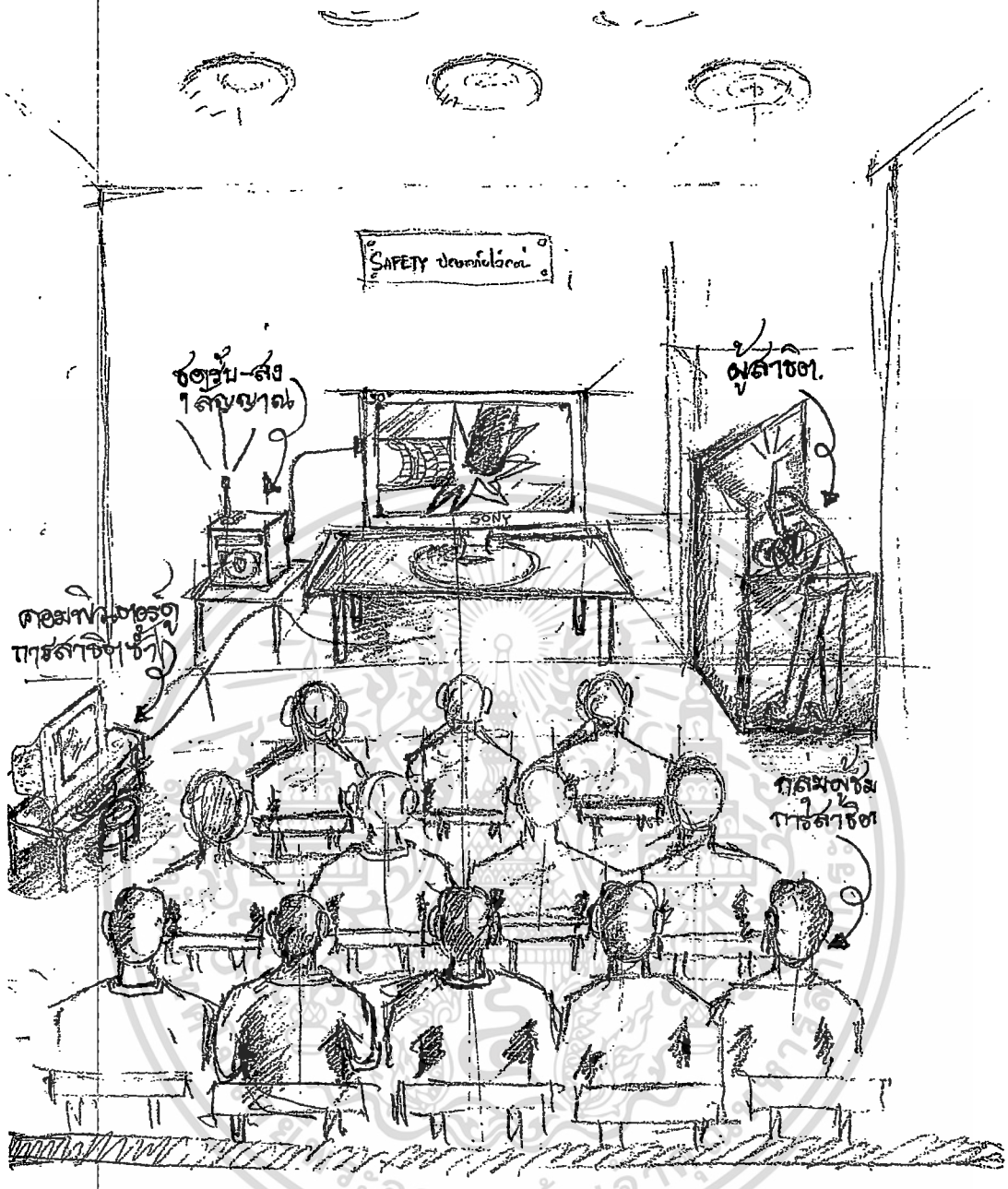
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง 2 Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 2

แนวทางแนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 2 เป็นการสาธิตโดยผู้สาธิตทำการเชื่อมในโต๊ะเชื่อมและให้ผู้ชมการสาธิตผ่านทางกระจกกรองแสงที่เป็นลักษณะแนวขนาน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับแบบที่ 1

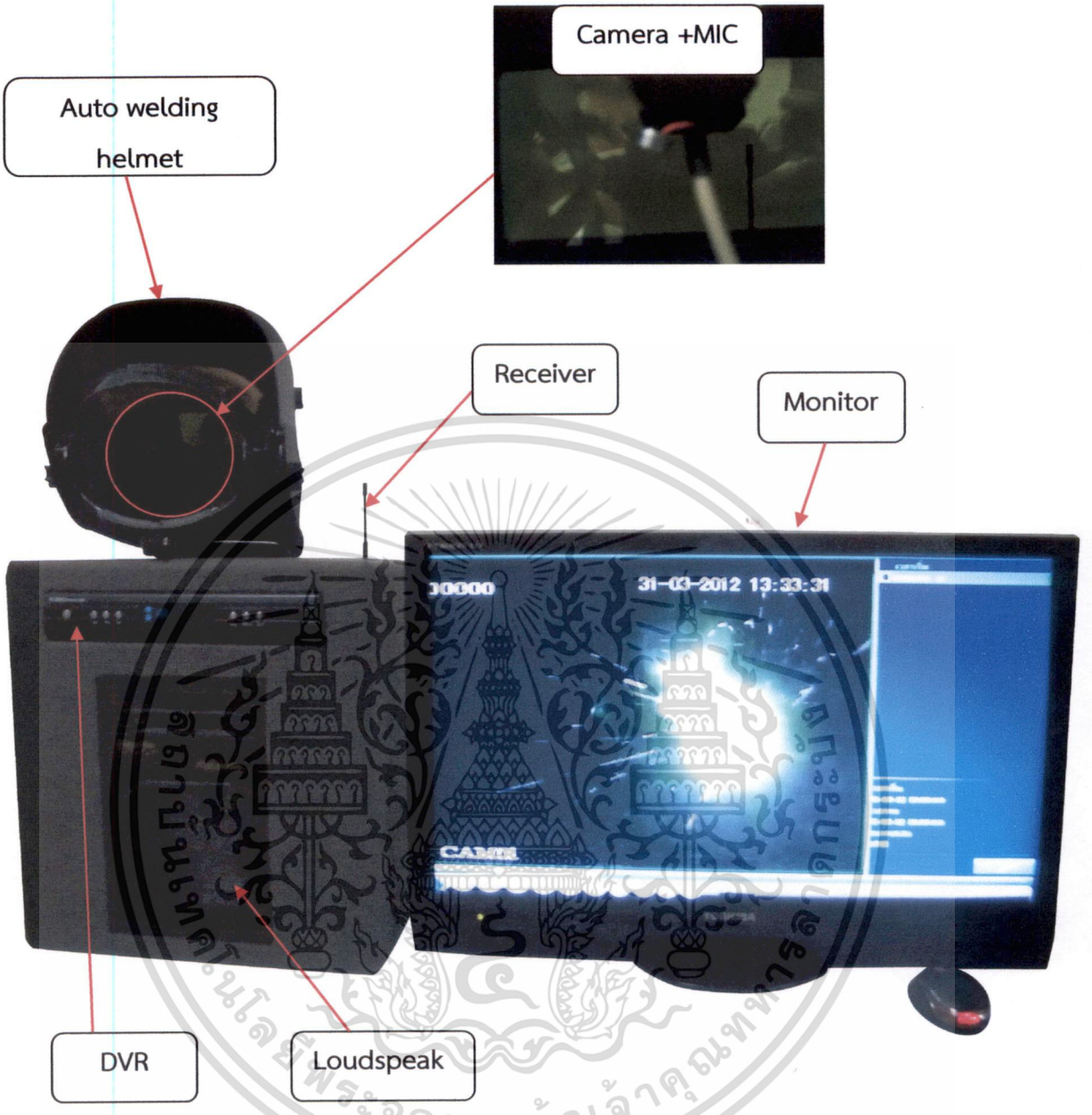
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง 3 Sketch แนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 3

แนวทางแนวทางการพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าแบบที่ 3 เป็นการสาธิตโดยผู้สาธิตทำการเชื่อมในโต๊ะเชื่อมและให้ผู้ชมการสาธิตผ่านทางหน้าจอโทรทัศน์แบบเวลาจริง (Real time) โดยการส่งสัญญาณจากกล้องบันทึกภาพที่ติดอยู่กับหน้ากากเชื่อมผ่านเข้าสู่ชุดรับสัญญาณและบันทึกเป็นภาพวีดีโอ สามารถบรรยายเสียงประกอบการสาธิตได้โดยมีไมโครโฟนไว้สำหรับผู้สาธิต นอกจากนั้นยังสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไว้มาชมซ้ำได้หลายๆ ครั้งผ่านทางโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง 4 รูปแบบชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าที่ผ่านการพัฒนาขึ้น

รายการชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้าประกอบด้วย กล้องวงจรปิดแบบรับส่งสัญญาณด้วยระบบไร้สายพร้อมไมโครโฟน (Wireless camera, Receiver & microphone), เครื่องบันทึกสัญญาณวีดีโอ (Digital video recorder), หน้ากากเชื่อมแบบปรับแสงอัตโนมัติ (Auto welding helmet), จอโทรทัศน์ (Television), ลำโพง (Loudspeaker), และอุปกรณ์ต่อพ่วงสัญญาณอื่นๆ ดังตารางที่ ง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง 1 แสดงรายการชุดอุปกรณ์

ลำดับ	รายชื่ออุปกรณ์	ยี่ห้อ / รุ่น	รูปภาพ
1	Wireless-Camera	Fujiko / KP-802	
2	Digital video recorder(DVR.)	H-264	
3	Welding helmet	Arc tech / S998c	
4	Monitor	ยี่ห้อใดก็ได้ มีระบบรับสัญญาณวีดีโอ	
5	ลำโพง	(ไทยประดิษฐ์)	-
6	อุปกรณ์ต่อพ่วงสัญญาณ	(ไทยประดิษฐ์)	-

จากตารางที ง 1 สามารถอธิบายลายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละชิ้น ดังนี้

1. กล้องวงจรปิดแบบรับส่งสัญญาณด้วยระบบไร้สายพร้อมไมโครโฟน (Wireless camera, Receiver & microphone) เป็นกล้องขนาดเล็กที่สามารถประกอบเข้าภายในตัวหน้ากากเชื่อมได้ง่าย ไม่ทำให้เกะกะพื้นที่การมองภายในหน้ากากเชื่อมและควรมีความละเอียดในการจับภาพตั้งแต่ 420 ทีวีไลน์ขึ้นไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ใช้รุ่น Fujiko/KP-802 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

2. เครื่องบันทึกสัญญาณวีดีโอ Digital video recorder (DVR.) เป็นเครื่องบันทึกสัญญาณวีดีโอที่ได้จากกล้องวงจรปิดแบบรับส่งสัญญาณด้วยระบบไร้สาย (Wireless camera) เครื่องบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณวีดีโอนี้ สามารถเก็บข้อมูลได้ภายไต้หน่วยความจำ 250 Gb. หรือสามารถเพื่อหน่วยความจำได้ตามความจำเป็นของการใช้งาน ในงานวิจัยนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ใช้รุ่น H-264 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา โดยเครื่องสามารถรับสัญญาณได้ 4 ช่องสัญญาณ สามารถดูข้อมูลย้อนหลังและนำข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

3. หน้ากากเชื่อมแบบปรับแสงอัตโนมัติ (Auto welding helmet) หน้ากากเชื่อมปรับระดับแสงอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์งานเชื่อมโลหะที่หาซื้อได้ทั่วไป ข้อดีของหน้ากากเชื่อมแบบนี้คือสามารถสวมเข้ากับศีรษะ และในขณะทำงานเชื่อมกระจกจะปรับความเข้มสำหรับรับแสงที่เกิดจากการเชื่อมเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับสายตาผู้ทำงานเชื่อม หน้ากากเชื่อมชนิดนี้เหมาะสำหรับงานที่ต้องใช้การเชื่อมแบบต่อเนื่อง ในงานวิจัยนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ใช้รุ่น Arc tech/S998c เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา เนื่องจากมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีและราคาต่ำ

4. จอโทรทัศน์ (Television) สามารถหาซื้อได้ทั่วไป เป็นจอที่สามารถรับสัญญาณวีดีโอได้ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้จอโทรทัศน์ LCD ยี่ห้อ โตชิบ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา เนื่องจากมีราคาถูกและหาซื้อง่าย ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำเพิ่มเติมว่าควรเป็นจอโทรทัศน์ชนิดจอแก้วเนื่องจากจะให้ความละเอียดในการแสดงผลสำหรับงานชนิดนี้ได้ชัดเจนกว่า

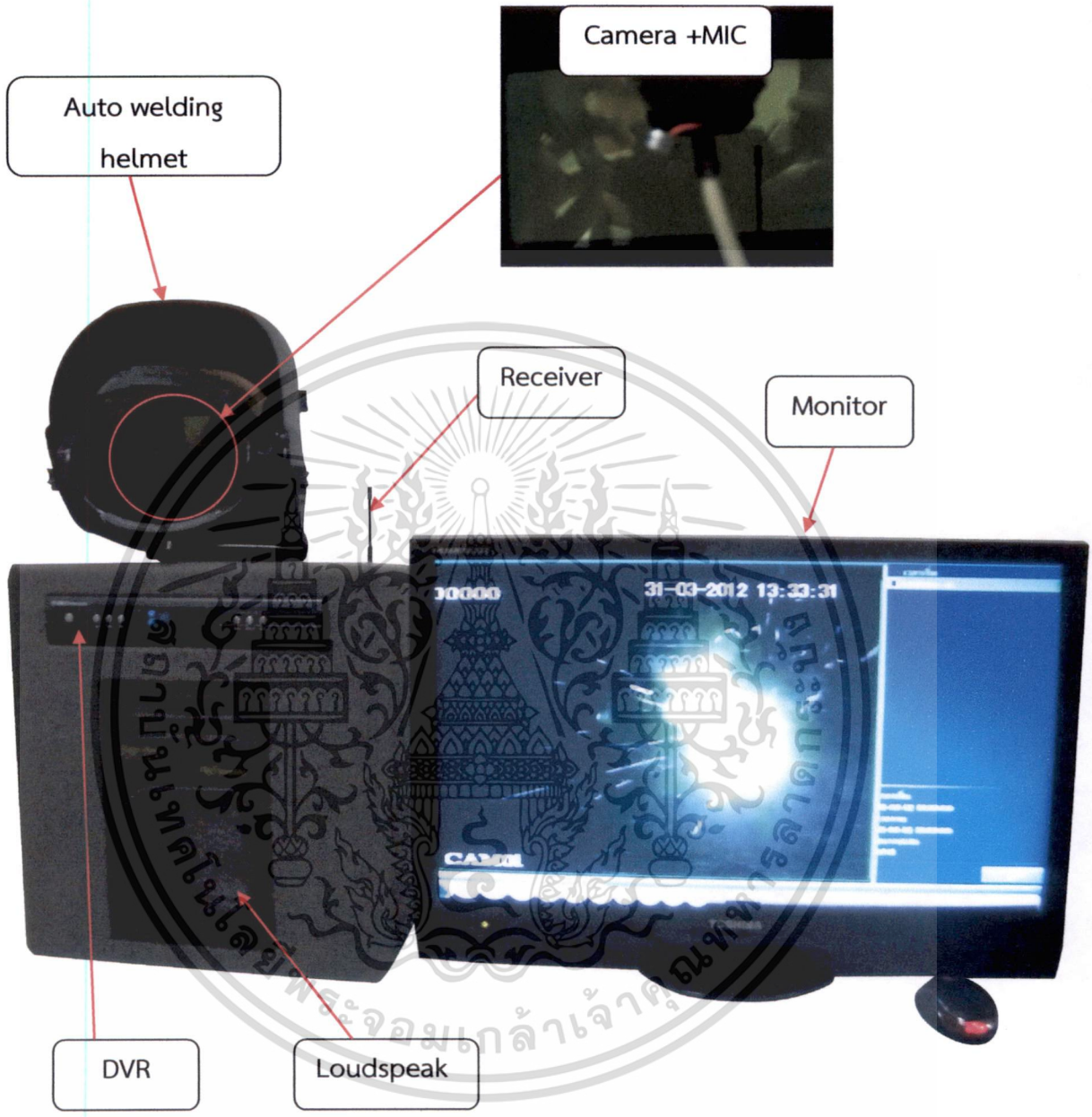
5. ลำโพง (Loudspeaker) เป็นลำโพงที่สามารถผลิตและหาซื้อได้จากแหล่งซ้อขายภายในประเทศ มีขนาดกะทัดรัดสามารถให้เสียงดังชัดเจนในระยะรัศมีประมาณ 10 เมตรขึ้นไป

6. อุปกรณ์ต่อพ่วงสัญญาณ หมายถึง อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการต่อวงจรไฟฟ้า เช่น สายไฟชนิดต่างๆ ปลั๊กไฟ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นของแถมและหาซื้อได้ทั่วไป

หมายเหตุ : รูปแบบอุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นเพียงอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาเบื้องต้น จึงอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมด้านเทคโนโลยี ต้นทุน และสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า



<u>คำแนะนำด้านความปลอดภัย</u>

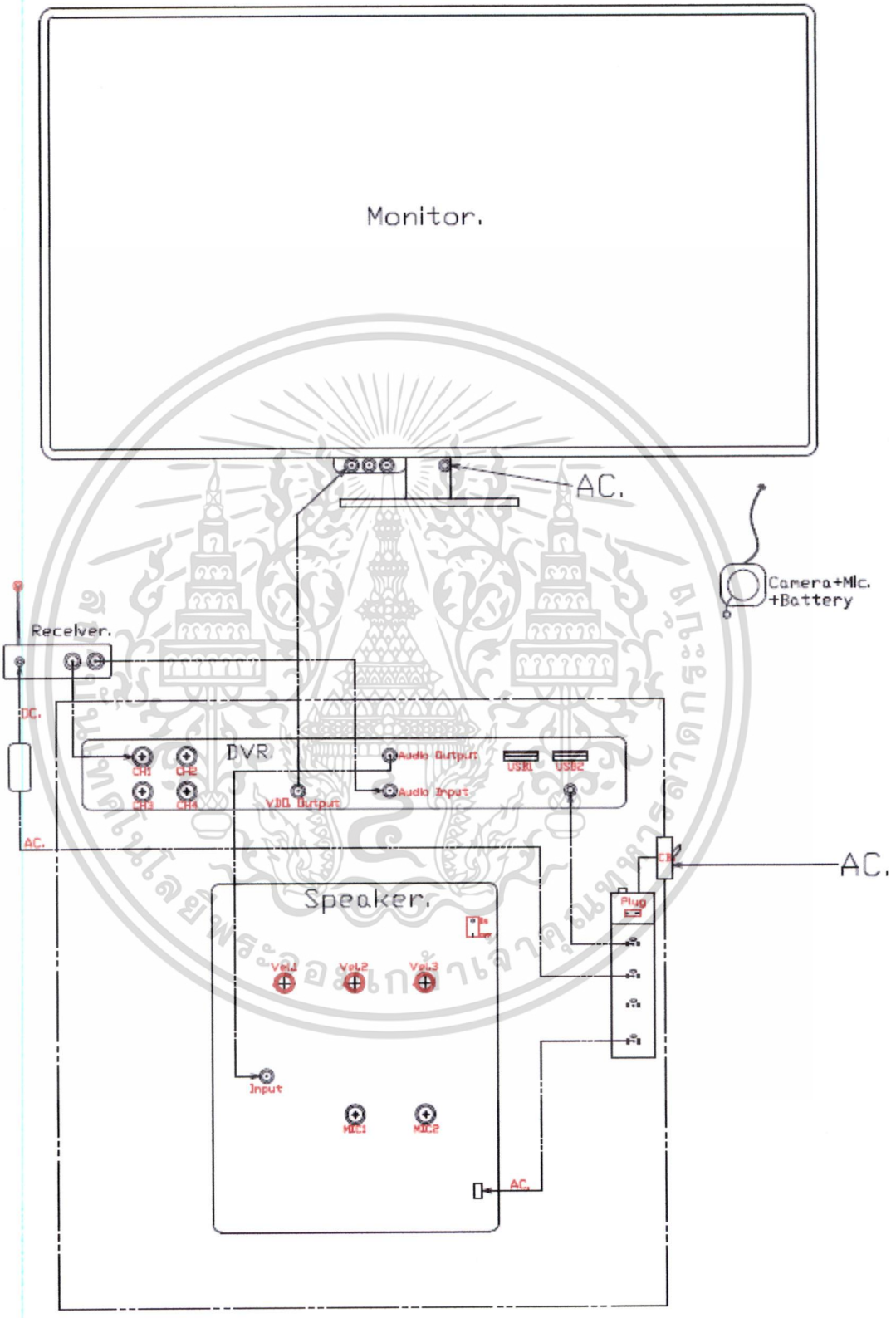
1. ชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า เป็นชุดอุปกรณ์ต้นแบบดังนั้นในการใช้งานจึงควรระมัดระวังอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากไฟฟ้าหรือการรัดวงจรของอุปกรณ์ต่าง ๆ

2. น้ำหนักของชุดอุปกรณ์อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ จึงควรระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์

3. หากจำเป็นต้องเคลื่อนย้าย ตัด ถอดเข้า-ออกหรือประกอบชุดวงจรอุปกรณ์ใหม่ ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำการต่อวงจรอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันการเกิดการรัดวงจรของชุดอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อวงจรไฟฟ้าชุดอุปกรณ์



แผนผังแสดงวงจรไฟฟ้าสำหรับชุดอุปกรณ์สาธิตงานเชื่อมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการตั้งค่าเพื่อใช้งาน

1. จัดวางชุดอุปกรณ์ในสถานที่ๆ เหมาะสมกับการสาธิต โดยควรอยู่ใกล้กับพื้นที่สำหรับการเชื่อมสาธิต และมีพื้นที่พอสำหรับการชมการสาธิตได้

2. เสียบปลั๊กไฟเพื่อจ่ายไฟเข้ากล่องอุปกรณ์

3. ต่อสายสัญญาณ VDO จากกล่องอุปกรณ์เข้ากับจอแสดงผล TV.

4. เปิดเบรคเกอร์ด้านหลังกล่องอุปกรณ์จากตำแหน่ง OFF ไป ON

5. ต่อขั้วแบตเตอรี่เข้ากับกล้องบริเวณหน้ากากเชื่อม (ใช้แบตเตอรี่ตามคำแนะนำการใช้งานคือ ขนาด AA (หากแบตเตอรี่มีกำลังไฟอ่อนจะส่งผลให้ภาพไม่ชัด) อาจใช้อุปกรณ์ปรับกระแสไฟ (Adapter) แทนได้

6. เปิดสวิตช์ที่จอ TV แล้วปรับเลือก Mode VDO

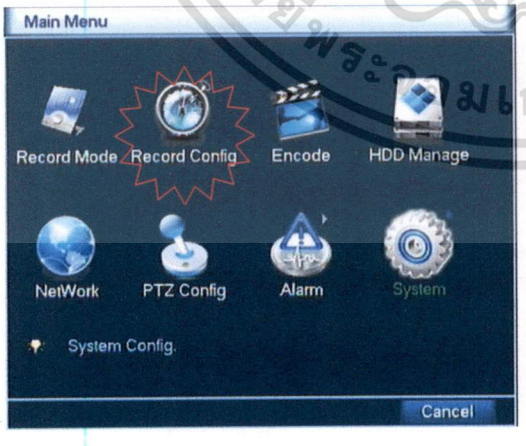
7. ใช้เมาส์คลิกเพื่อเลือกการแสดงผลใน (Channel 1)

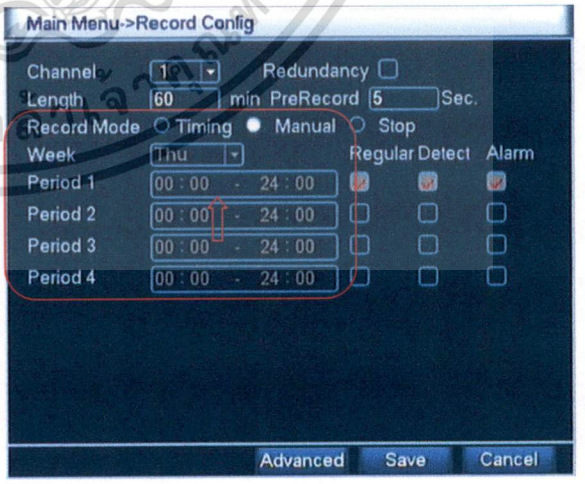
8. ปรับจูนเนอร์สัญญาณตัวรับสัญญาณภาพ(Receiver) ให้สามารถรับสัญญาณจากกล้องได้ชัดเจน

9. ทดสอบเสียงจากไมโครโฟนที่ติดอยู่กับตัวกล้อง

10. นำหน้ากากเชื่อมไปใช้ในการสาธิตงานเชื่อม หรือประเมินทักษะงานเชื่อมของผู้เรียน

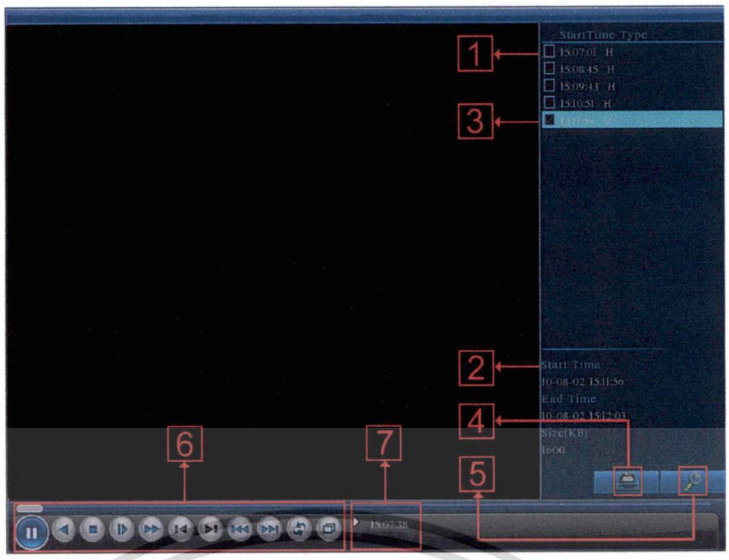
11. การตั้งค่าช่วงเวลาในการบันทึกภาพ คลิกเมาส์ปุ่มขวา เลือกไปที่เมนูหลัก/เลือกเมนูการบันทึก (Record config) จากนั้นตั้งค่าการบันทึก โดยสามารถเลือกช่วงเวลาการบันทึกได้ 4 ช่วงเวลา หรืออาจเลือกบันทึกตลอด หรือเลือกหยุดการบันทึก โดยเบื้องต้นนั้นระบบจะตั้งค่าไว้ให้ที่ 24.00





12. การชมการบันทึกซ้ำ ให้ใช้เมาส์คลิกขวาที่หน้าจอ เลือกเมนู “การเล่นภาพ (Play)” จากนั้นเลือกช่วงเวลาที่บันทึกข้อมูลไว้ตามที่ต้องการ

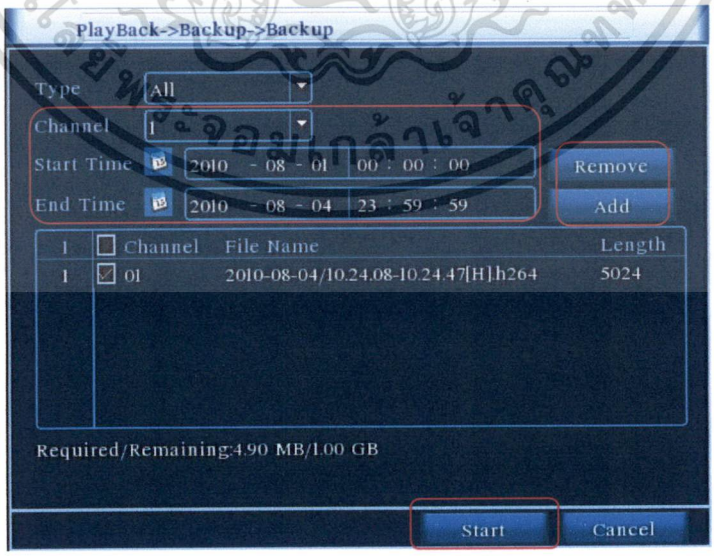
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. File ข้อมูล
2. ข้อมูล File
3. เมนูสำรองข้อมูล
4. สำรองข้อมูล
5. การค้นหา
6. ควบคุมการเล่นภาพ
7. แสดงช่วงเวลา

13. การสำรองข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ก่อนอื่นให้ต่ออุปกรณ์สำรองข้อมูล เช่น USB hard disk, USB Flash memory disk หรืออื่นๆ เข้ากับ DVR บริเวณช่องเสียบ USB

- เลือกเมนูสำรองข้อมูล (Backup)



- เลือกช่วงเวลาที่ต้องการสำรองข้อมูล (Start & End Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกปุ่มเพิ่มข้อมูล(Add)

- จากนั้นเลือกข้อมูลที่ต้องการสำรองข้อมูล แล้วคลิก “เริ่ม (Start)” ข้อมูลจะถูกถ่ายโอนเข้าสู่อุปกรณ์สำรองข้อมูลที่เตรียมไว้

- นำข้อมูลเข้าแปลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

14. เมื่อสิ้นสุดการใช้งาน ให้ถอดขั้วแบตเตอรี่ออกจากกล้อง พร้อมปิดสวิตซ์ชุด DVR, TV จากนั้นก็ถอดปลั๊กไฟและเก็บให้เรียบร้อย

<u>การบำรุงรักษาชุดอุปกรณ์</u>

1. ก่อนใช้งานควรตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ทุกชิ้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหาย

2. ไม่ควรวางสิ่งของหนักบนตู้ชุดอุปกรณ์ เพราะอาจทำให้ตู้อุปกรณ์ชำรุดเสียหายได้

3. ไม่ควรให้ชุดอุปกรณ์ตกหรือกระแทกพื้นหรืออื่นๆ เพราะจะทำให้ชำรุดและเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายวิเชียรชัย ภูพวก

วัน เดือน ปีเกิด 15 สิงหาคม 2524

ที่อยู่ปัจจุบัน 61/206 หมู่บ้านพฤกษาวิลล์ 24 หมู่ 2 ต. บางแก้ว อ. บางพลี
จ. สมุทรปราการ 10540
โทรศัพท์มือถือ 087-6532174
E-Mail : vichian_pu@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ-เครื่องมือกล) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (ธัญบุรี)

ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2547~2548 บริษัท เอ็น เอช เค สปริง (ประเทศไทย) จำกัด ตำแหน่ง วิศวกรฝ่ายผลิต

พ.ศ. 2549 รับราชการทหาร ประจำกองพันทหารปืนใหญ่ที่ 2 รักษาพระองค์ ค่ายจักรพงษ์ จังหวัดปราจีนบุรี

พ.ศ. 2550~ปัจจุบัน บริษัท เอ็น เอช เค สปริง (ประเทศไทย) จำกัด ตำแหน่ง วิศวกรฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้