รายงานการวิจัย

การสร้างสื่อการสอนชุดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

Construction and Efficiency Evaluation of the Instructional Media for the Topic of Transformer Welding Machine

นายอภิรพ แก้วมาก Mr. Apirop Kaewmak

นายพิชิต เพ็งสุวรรณ Mr.Pichit Pengsuwan

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณแผนดิน ประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๙

การสร้างสื่อการสอนชุดเครื่องเชื่อมไฟฟ้าAnalysis and Construction of the Construction and Efficiency Evaluation of the Instructional Media for the Topic of Transformer Welding Machine

นายอภิรพ แก้วมาก Mr. Apirop Kaewmak
นายพิชิต เพ็งสุวรรณ Mr.Pichit Pengsuwan

ชื่อ : นายอภิรพ แก้วมากและนายพิชิต เพ็งสุวรรณ
ชื่อโครงการวิจัย : การสร้างสื่อการสอนชุดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า
หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ประเภททุนวิจัย : งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2559

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยการศึกษาในปัจจุบันเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะทางด้านปฏิบัติ ซึ่งวิชาปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น 1 ผู้เรียนยังไม่เข้าใจกลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ รวมถึงค่าของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม

การจัดทำสื่อการสอนที่ใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ซึ่งใช้อะคริลิคใสเป็นส่วนประกอบและทำการติดตั้งชุดวัดกระแสไฟฟ้าโดยใช้ Current Transformer เป็นตัววัดกระแสไฟฟ้าโดยวัดทั้งกระแสไฟฟ้าเข้าและกระแสไฟฟ้าออกเพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม

การทดลองเชื่อมโดยใช้เหล็กและลวดเชื่อมชนิดเดียวกันในช่วงกระแสไฟฟ้าต่างกัน ผลปรากฏว่าค่าของกระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่าความคลาดเคลื่อน 5.586 แอมแปร์ เพราะกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับระยะอาร์คของลวดเชื่อมและสามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของขดลวดเมื่อมีการปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้า นอกจากนี้มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศระบบ On Time บริเวณหลังเครื่องเชื่อมเพื่อควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ใช้ได้จริงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

Name : Mr. Apirop Kaewmak and Mr.Pichit Pengsuwan
Title : Construction and Efficiency Evaluation of the Instructional Media for the Topic of Transformer Welding Machine
University : Rajamangala University of Technology Srivijaya Songkhla Campus
Category: : Government budget of the year 2014

Abstract

In the present education focused on providing student there are real practical skills. Which subjects perform welding sheet metal 1,Students do not understand the core functionality of an electrical transformer by means of arc welding wire coated with flux,Including the value of the electricity that is used in welding.

Media use electric welder transformers series by means of arc welding wire with flux cover which use acrylic as components and the installation measurement electricity using Current Transformer measure of electricity by measuring the electric current and electric current to measure the electricity used in welding.

The experiment of iron and wire connections using the same type of connection in a different voltage range. The result, the value of the electricity from the power series is staggering, because the electrical current ampere, 5.586 depending on the stage of international welding wire and coil changes when modifying the electrical flow. In addition, there is the installation of the blower system back On Time machine to control the heat arising during the use of electric welding machine a transformer by means of welding wire khaduai wire using an actual flak fire according to the purpose.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้ ได้ดำเนินการจนเสร็จตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยตั้งใจไว้ทุกประการโดยงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากงบประมาณแผ่นดินประจำปี งบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยได้รับการประเมินข้อเสนอจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้วิจัยขอกราบพระคุณอย่างสูงไว้ในที่นี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยฝ่ายสนับสนุนทุกคน ที่ช่วยงานประสานงานด้านเอกสารในงานวิจัยรวมถึงคำแนะนำในการจัดการด้านค่าใช้จ่ายในโครงการวิจัย

ท้ายสุดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินเพิ่มเติมและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จโครงการ

คณะผู้วิจัย

อภิรพ แก้วมาก

พิชิต เพ็งสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษาและการวิจัย	2
1.4 สถานที่จัดของการศึกษาและวิจัย	2
1.5 ขอบเขตของการศึกษาและวิจัย	2
1.6 ระยะเวลาดำเนินงานการศึกษาและวิจัย	2
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานการศึกษาและวิจัย	2
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาและการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Welding Equipment)	4
2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)	17
2.3 กระแสไฟฟ้า	24
2.4 เร็กติไฟเออร์	31
2.5 แผ่นอะคริลิคหรือแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต	36
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	41
3.1 รายละเอียดการดำเนินงาน	41
3.2 แผนการดำเนินงาน	43
3.3 เลือกใช้วัสดุที่ต้องใช้กับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	45
3.4 ขั้นตอนการออกแบบและปฏิบัติงาน	45
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล	57
4.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์	57
4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดกระแสไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์	73
4.3 ผลการทดสอบทิศทางลมโดยควันธูป	75
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	76
5.1 สรุปผลการวิจัย	76

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ 77
5.3 ข้อเสนอแนะ 78
เอกสารอ้างอิง 79
ภาคผนวก ก เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ 80

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงชื่อของเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์	5
2.2	แสดงแผนภาพแรงเคลื่อน - กระแสของเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC)	6
2.3	แสดงแผนภาพแรงเคลื่อน - กระแสของเครื่องเชื่อมชนิดแรงดันคงที่ (CV)	6
2.4	แสดงเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงและการปรับกระแสไฟเชื่อม	8
2.5	แสดงการปรับกระแสเชื่อมแบบรูเสียบและแบบสวิตช์	9
2.6	แสดงจำนวนรอบของขดลวดในสวิตช์	9
2.7	แสดงแบบขดลวดควบคุม (Movable – Coil Teastor)	10
2.8	แสดงขดลวดต้านทานแบบสนามแม่เหล็กอิ่มตัว (Satruable Reastor)	10
2.9	แสดงขดลวดต้านทานแบบเสริมความเข้มสนามแม่เหล็ก (Magnetic Amplitier)	11
2.10	แสดงเครื่องเชื่อมแบบใช้ตัวต้านทาน	11
2.11	แสดงเทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบไทรีสเตอร์	12
2.12	แสดงบล๊อกไดอะแกรมของเครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์	13
2.13	แสดงไฟเมนมาตรฐาน	14
2.14	แสดงการต่อเมนไฟแบบ 1 เฟส	14
2.15	แสดงการต่อเมนไฟแบบ 2 เฟส	15
2.16	แสดงการต่อเมนไฟแบบ 3 เฟส	15
2.17	แสดงป้ายข้อมูลทางเทคนิคที่กำหนดโดยมาตรฐานยุโรป	17
2.18	แสดงการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กของหม้อแปลง	19
2.19	แสดงรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ	19
2.20	แสดงเวกเตอร์ของหม้อแปลงขณะมีโหลด	20
2.21	แสดงแกนเหล็กแบบคอร์	20
2.22	แสดงแกนเหล็กแบบเชลล์	21
2.23	แกนเหล็กแบบตัว H	21
2.24	หม้อแปลง 1 เฟส	22
2.25	หม้อแปลง 3 เฟส	23
2.26	หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า	23
2.27	แสดงไฟฟ้ากระแสสลับ	24
2.28	แสดงกราฟของกระแสไฟฟ้าสลับ	25
2.29	แสดงรูปร่างแบบนี้เรียกว่าคลื่นซายน์	25
2.30	แสดงสัญญาณสามเหลี่ยมเป็นเอซี (AC) เพราะเปลี่ยนแปลงระหว่างบวก (+) และลบ (-)	26
2.31	แสดงภายในของไดนาโมเฟลเดียวและไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.32	แสดงภายในของไดนาโมสามเฟสและไฟฟ้ากระแสสลับชนิดสาม	27
2.33	แสดงทิศทางการไหลของไฟฟ้ากระแสตรง	28
2.34	แสดงการเปรียบเทียบการไหลของกระแสไฟฟ้า ที่เป็นกระแสตรงกับการไหลของน้ำที่เกิดจากการปั๊ม	28
2.35	แสดงกระแสดีซี (DC) สม่ำเสมอ (steady) จากแบตเตอรี่หรือแหล่งจ่ายกำลังคุมค่า ในอุดมคติสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์	29
2.36	แสดงกระแสดีซี (DC) เรียบ (smooth) จากแหล่งจ่ายกำลังที่มีการกรองเหมาะสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์	29
2.37	แสดงกระแสดีซี (DC) ไม่เรียบ (varying) จากแหล่งจ่ายกำลังที่ไม่ได้กรองไม่เหมาะสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์	30
2.38	แสดงไฟฟ้ากระแสตรงสม่ำเสมอ	30
2.39	แสดงไฟฟ้ากระแสตรงไม่สม่ำเสมอ	31
2.40	แสดงการเร็กติไฟเออร์เบื้องต้น	32
2.41	วงจรเร็กติไฟเออร์ครึ่งคลื่น	33
2.42	วงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง	34
2.43	แรงดันไฟสลับวัดออกมาได้ที่ตำแหน่ง V1, V2 เทียบกับแทปกลาง (CT)	35
2.44	วงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์	36
2.45	แสดงแผ่นอะคริลิคใส	38
2.46	แสดงแม่พิมพ์ผลิตแผ่นอะคริลิคพลาสติกเรียงซ้อนกันหลายชั้น	39
3.2	เครื่องเชื่อมที่ทำสื่อการสอนวิชาปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น 1	45
3.3	ทำความสะอาดหม้อแปลงโดยใช้ลม	46
3.4	เขียนแบบเครื่องเชื่อมตามขนาดจริง	47
3.5	ตัดโครงเครื่องเชื่อมด้วยเครื่องตัดพลาสมา	48
3.6	ชิ้นส่วนเครื่องเชื่อมที่ทารองพื้นแล้วมาตากแดด	48
3.7	เจาะเครื่องเชื่อมด้วยสว่านไฟฟ้า	49
3.8	ตัดแผ่นอะคลิลิคด้วยเลื่อยฉลุ	49
3.9	พ่นสีเครื่องเชื่อมไฟฟ้า	50
3.10	ยึดแผ่นอะคลิลิคไว้กับเครื่องเชื่อม	51
3.11	ทดสอบการทำงานของเครื่องเชื่อม	52
3.12	ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ	53
3.13	ชุดวัดกระแสไฟฟ้า	54
3.14	ติดตั้ง Current Transformer	54
3.15	ทดสอบทิศทางลมด้วยควันธูป	55
3.16	ติดตั้งชุดวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับเครื่อง	55

สารบัญตาราง

ภาพที่		หน้า
3.1	แผนการดำเนินงานโครงการ	43
4.1	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับ แคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)	57
4.2	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (-)	59
4.3	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)	61
4.4	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (-)	63
4.5	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)	65
4.6	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)	67
4.7	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)	69
4.8	แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)	71
4.9	ตารางแสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและ แคลมป์มิเตอร์ทั้ง 4 การทดลอง	73
4.10	ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์	74

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากวิชาปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น1 เป็นวิชาภาคทฤษฎี เนื้อหาวิชามุ่งเน้นด้านความรู้ให้กับผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ในภาคปฏิบัติ เช่น รู้หลักการเชื่อม รู้วิธีการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อม และเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานเชื่อม เป็นต้น

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนพบว่าผู้เรียนยังไม่เข้าใจหลักทฤษฎีของงานเชื่อมอย่างแท้จริง ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ สามารถนำไปประกอบอาชีพตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน คือ ความสามารถที่จะทำงานได้ ผู้เรียนจึงต้องมีความเข้าใจเนื้อหาสาระของวิชาชีพอย่างลึกซึ้ง ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องมืออุปกรณ์ในงานเชื่อมและสามารถนำไปปฏิบัติได้ เครื่องเชื่อมไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญในการเชื่อมไฟฟ้า ขณะที่ใช้งานชิ้นส่วนที่อยู่ภายในบางตัวมีการเคลื่อนไหว ชิ้นส่วนบางตัวมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ในขณะก่อน-หลัง เปิดเครื่องเชื่อมมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่าไร และเมื่อทำการเชื่อมอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์แล้วกระแสไฟฟ้าคงที่ตามที่ปรับหรือกำหนดไว้หรือไม่ การใช้สื่อการสอนบางชนิดไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ จำเป็นต้องใช้สื่อที่สามารถจำลองหรือทำให้เห็นการเคลื่อนไหว เพื่ออธิบายหลักการทำงานของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

จากปัญหาดังกล่าวผู้จัดทำโครงการ ได้เล็งเห็นแล้วว่าปัญหาที่ผู้เรียนไม่เข้าใจในหลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ทำให้การปฏิบัติงานของผู้เรียนไม่มีประสิทธิภาพและผลการปฏิบัติงานยังไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้เรียนขาดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของช่างเทคนิค และจะมีผลต่อการประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต ดังนั้นผู้จัดทำโครงการจึงมีความสนใจที่จะสร้างสื่อการสอน วิชาการปฏิบัติงานเชื่อมโลหะและโลหะแผ่น 1 เรื่อง เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในวิชาการปฏิบัติงานเชื่อมโลหะและโลหะแผ่น 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาและวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.2.2 เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนเบื้องต้นของการเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.3 สมมติฐานของการศึกษาและการวิจัย

1.3.1 นักศึกษาเข้าใจการทำงานภายในของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เท่านั้น

1.3.2 นักศึกษาสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและผลการปฏิบัติงานเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

1.4 สถานที่จัดของการศึกษาและวิจัย

อาคารปฏิบัติการเชื่อมโลหะ สาขาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

1.5 ขอบเขตของการศึกษาและวิจัย

1.5.1 ศึกษาการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เท่านั้น

1.5.2 ใช้เป็นสื่อการสอนวิชาปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น1

1.6 ระยะเวลาดำเนินงานการศึกษาและวิจัย

ตุลาคม 2558 – กันยายน 2559

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานการศึกษาและวิจัย

1.7.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

1.7.2 จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

1.7.3 ดำเนินงานการปฏิบัติงานตามขั้นตอนและวิธีการปรับปรุงใหม่

1.7.4 ทดลองเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และปรับปรุงเพิ่มเติมจนได้ประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่วางไว้

1.7.5 ทดลองใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

1.7.6 ถ่ายทอดผลการดำเนินการแก่นักศึกษา และสรุปผลโครงการ

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาและการวิจัย

1.8.1 เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยเชื่อมหุ้มฟลักซ์

1.8.2 เพื่อเป็นสื่อช่วยสอนในการศึกษาเรื่องการเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 2
ทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงการสื่อการสอนวิชา ปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น1 Instruefional Media of the Subject "Praetice of welding and sheet Metal" ผู้จัดทำโครงงานได้ศึกษาเอกสารและจากเว็บไซต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Welding Equipment)

2.2 หม้อแปลง

2.3 กระแสไฟฟ้า

2.4 เรติไฟเออร์

2.5 แผ่นอะคริลิค

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Welding Equipment)

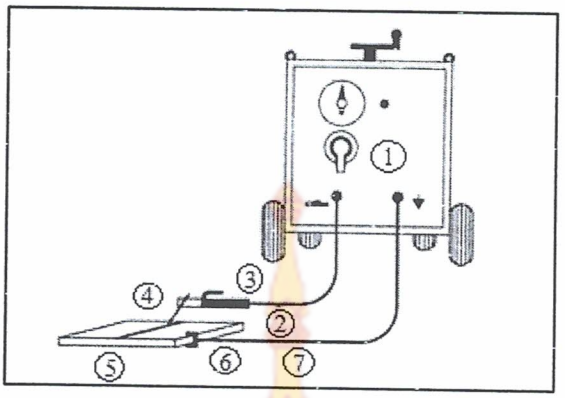
2.1.1 เครื่องเชื่อม (Welding Machine) การเชื่อมโลหะที่ใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำเนิดความร้อนซึ่งจะทำให้เกิดการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน สำหรับกระแสแรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ ไม่สามารถนำมาใช้กับการเชื่อมได้เนื่องจากขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงเกินไปอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ในการเชื่อมไม่ต้องการแรงดันไฟฟ้าสูงแต่ต้องการจำนวนกระแสมาก ดังนั้นเครื่องเชื่อมจะต้องมีลักษณะดังนี้

1) ขนาดแรงดันไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 40 – 100 โวลท์

2) กระแสเคลื่อนสูง แต่แรงเคลื่อนต่ำ

3) สามารถควบคุมขนาดกระแสเชื่อม

ปัจจุบันเครื่องเชื่อมได้มีการพัฒนาไปอย่างมากทั้งความสามารถในการใช้งานการประหยัดกระแสไฟและขนาดซึ่งเครื่องแต่ละแบบนั้นราคาแตกต่างกันมาก ดังนั้นผู้ใช้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจทางเทคนิคของเครื่องเชื่อมแต่ละแบบอย่างชัดเจนจึงจะสามารถเลือกเครื่องเชื่อมที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน



รูปที่ 2.1 แสดงชื่อของเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

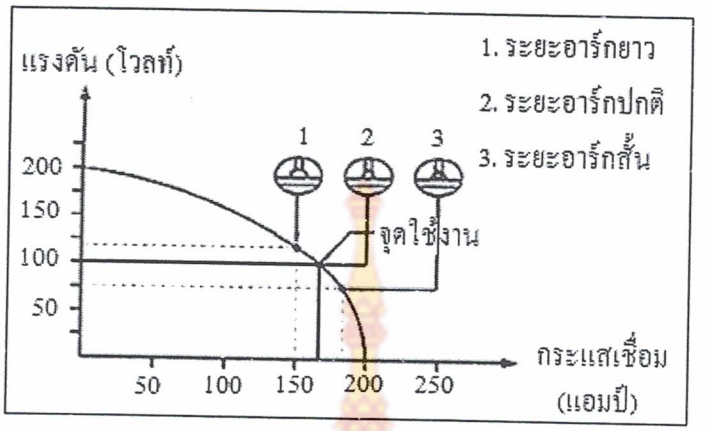
จากรูปที่ 1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ประกอบด้วย

1. เครื่องเชื่อม (Welding Machine, Power Source)
2. สายเชื่อม (Welding Cable, Hot Cable)
3. หัวเชื่อม (Electrode Holder)
4. ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Coated Electrode)
5. ชิ้นงาน (Base Metal, Workpiece, Parent Metal)
6. คีมจับชิ้นงาน (Ground Clamp)
7. สายดิน (Ground Cable, Work Cable)

2.1.2 ชนิดของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ชนิดของเครื่องเชื่อมที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมงานเชื่อม จัดแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

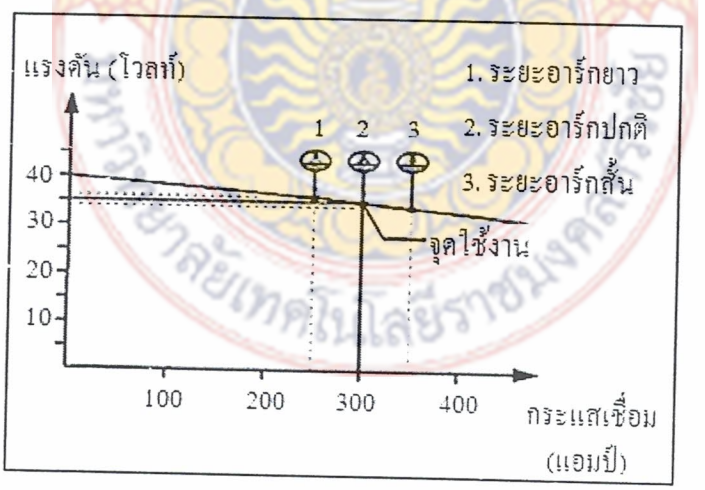
2.1.2.1 เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบ่งตามชนิด ตามลักษณะการจ่ายพลังงานเครื่องเชื่อมชนิดนี้ แบ่งเป็น 2 ชนิด ประกอบด้วย

1) เครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (Constant Current ; CC) เป็นเครื่องเชื่อมที่มีการจ่ายพลังงานออกมาแล้วนำไปเขียนแผนภาพจะได้เส้นแผนภาพที่มีลักษณะลาดชันขณะวงจรเปิด (Open Circuit) จะไม่มีกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนจะสูงในขณะทำการเชื่อมหรือวงจรปิดหากปรับกระแสไฟเชื่อมสูงแรงเคลื่อนจะลดลงตามจำนวนของกระแสที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2 จึงเป็นระบบที่ใช้กับเครื่องเชื่อมธรรมดาโดยใช้กับกรรมวิธีเชื่อมแบบต่าง ๆ เช่น ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (SMAW) การเชื่อมทิก (TIG) การเชื่อมอาร์คคาร์บอน (CAW) การเชื่อมสลัก (SW) สำหรับการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) ที่ใช้ลวดขนาดใหญ่จะใช้เครื่องเชื่อมลักษณะนี้แต่จะต้องใช้เครื่องป้อนลวดชนิดไวต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้า



รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพแรงเคลื่อน - กระแสของเครื่องเชื่อมชนิดกระแสคงที่ (CC)

2) เครื่องเชื่อมแบบแรงดันไฟฟ้าคงที่ (Constant Voltage ; CV) เป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่จะจ่ายพลังงานออกมาแล้วนำไปเขียนแผนภาพจะได้เส้นแผนภาพในลักษณะแบนเรียบเมื่อวงจรเปิดไม่มีกระแสไฟฟ้าแรงดันจะอยู่ประมาณ 40 โวลท์ ขณะทำการเชื่อมหรือวงจรปิดแรงเคลื่อนจะอยู่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักหากปรับกระแสไฟเชื่อมสูงแรงเคลื่อนจะลดลงเล็กน้อย ดังแสดงในรูปที่ 2.3 จึงเป็นระบบที่ใช้กับเครื่องเชื่อมแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติที่ใช้เครื่องป้องลวดแบบความเร็วคงที่ เช่น การเชื่อมมิก/แม็ก (MIG / MAG) หรือการเชื่อมใต้ฟลักซ์ (SAW) ที่ใช้ลวดเชื่อมเล็ก เครื่องเชื่อมแบบนี้จะผลิตออกมาเฉพาะกระแสตรง (DC) เท่านั้น



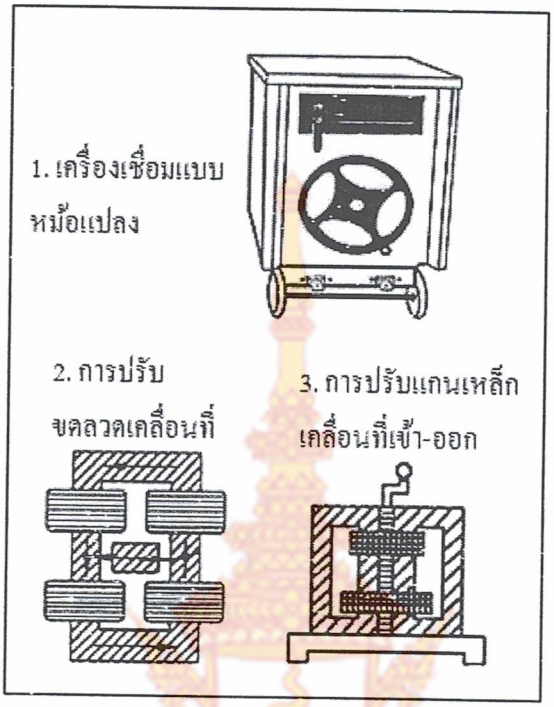
รูปที่ 2.3 แสดงแผนภาพแรงเคลื่อน - กระแสของเครื่องเชื่อมชนิดแรงดันคงที่ (CV)

2.1.2.2 เครื่องเชื่อมแบ่งตามลักษณะต้นกำลังผลิต เครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ผลิตกระแสออกมาทั้งระบบแรงดันคงที่และระบบกระแสคงที่จะต้องมีต้นกำลังในการผลิตแบ่งเครื่องเชื่อมได้ดังนี้

1) เครื่องเชื่อมแบบเยนเนอเรเตอร์ (Generators Welding Machines) เครื่องเชื่อมแบบเยนเนอเรเตอร์เป็นเครื่องเชื่อมที่จ่ายกระแสเชื่อมโดยเยนเนอเรเตอร์ (เครื่องปั่นไฟ) มีหลายแบบขึ้นอยู่กับต้นกำลังที่ใช้ในการขับเยอเนอเรเตอร์ ได้แก่ เทคโนโลยีมอเตอร์เยนเนอเรเตอร์ขับด้วยมอเตอร์และเทคโนโลยีเยนเรเตอร์ขับด้วยเครื่องยนต์

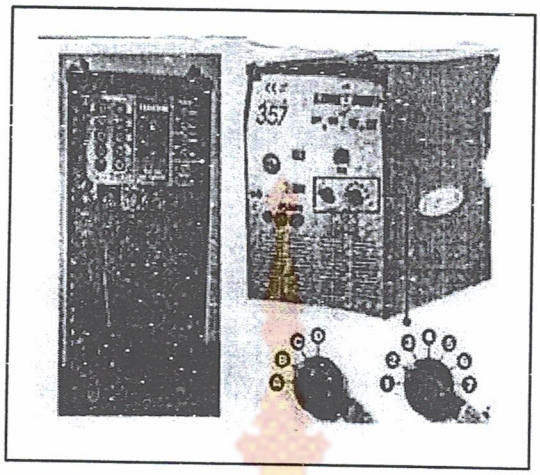
2) เครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer Welding Machine) เครื่องเชื่อมแบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปเพราะมีหลายชนิดให้เลือกใช้บางชนิดก็มีราคาถูก น้ำหนักไม่หนักเกินไปเมื่อเทียบกับแบบเยนเนอเรเตอร์ซึ่งจะผลิตเฉพาะกระแสไฟสลับ (AC) เท่านั้น โดยมีหลักการทำงานเหมือนกับหม้อแปลงไฟทั่วๆ ไปซึ่งจะนำกระแสที่มีแรงดันสูง (220 โวล์ท) ต่อเข้าทางขดลวดปฐมภูมิ (primary) และจ่ายออกทางขดลวดทุติยภูมิ (secondary) เป็นกระแสไฟที่มีแรงดันต่ำกระแสสูงซึ่งเหมาะสำหรับการเชื่อมโลหะ โดยใช้เทคโนโลยีในการควบคุมกระแสไฟเชื่อมดังนี้

ก. เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบเลื่อนขดลวด เป็นเครื่องเชื่อมที่มีหม้อแปลงจำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิกับทุติยภูมิ การปรับกระแสเชื่อมเพิ่มขึ้นหรือลดลงทำได้ 2 ลักษณะ คือ การปรับแกนเหล็กเคลื่อนเข้าออก (Movable Core) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 แกนเหล็กเคลื่อนเข้ากระแสไฟเชื่อมจะสูงเพราะเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสูง ถ้าะเคลื่อนออกการเหนี่ยวนำไฟฟ้าจะลดลงทำให้กระแสไฟเชื่อมลดลงและการปรับขดลวดเคลื่อนที่ (Movable Winding) ซึ่งจะให้ขดลวดเคลื่อนที่ 1 ชุด และอยู่กับที่ 1 ชุด จะเป็นขดลวดปฐมภูมิหรือทุติยภูมิก็ได้ถ้าขดลวดเคลื่อนที่เข้าใกล้กันกระแสไฟเชื่อมจะสูงขึ้น หากเคลื่อนที่ห่างออกกระแสไฟเชื่อมจะต่ำลง



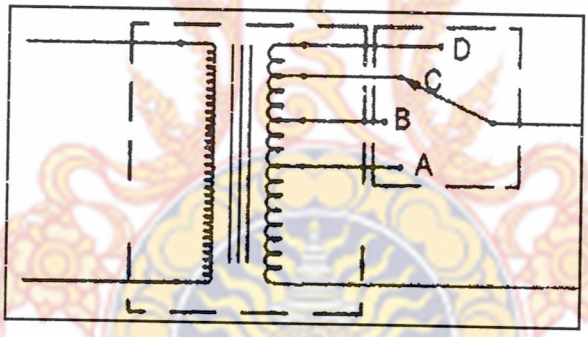
รูปที่ 2.4 แสดงเครื่องเชื่อมแบบหม้อแปลงและการปรับกระแสไฟเชื่อม

ข. เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบสวิตช์หลายจุด (Multi-point Switch Technolog) เป็นเครื่องเชื่อมที่มีหม้อแปลงชุดเดียวปรับเปลี่ยนกระแสเชื่อมได้ตามจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิหรือทุติยภูมิด้านใดด้านหนึ่งวิธีปรับกระแสเชื่อมมีลักษณะเป็นแบบรูเสียบ หรือเป็นแบบสวิตช์ที่ปรับได้เป็นขั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.5 แสดงการปรับกระแสเชื่อมแบบรูเสียบและแบบสวิตช์

ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 22

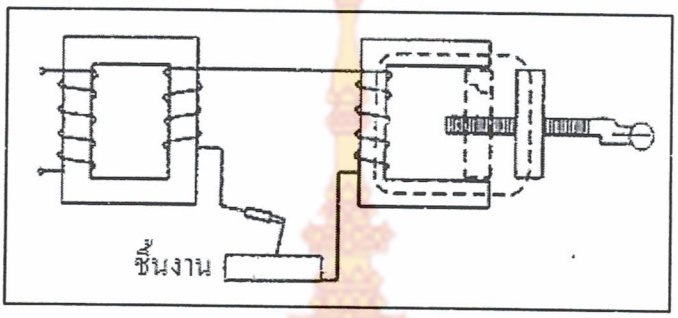


รูปที่ 2.6 แสดงจำนวนรอบของขดลวดในสวิตช์

ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 22

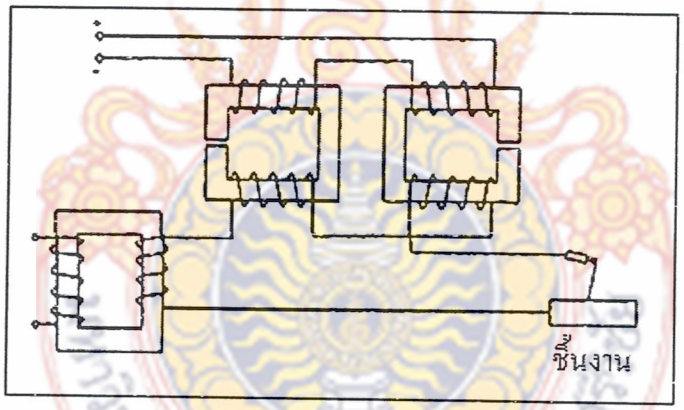
จากรูปที่ 2.6 ถ้าปรับตำแหน่งสวิตช์ไปที่ A,B,C หรือ D ก็จะทำให้ได้กระแสเชื่อมมีค่าแตกต่างกัน ค่ากระแสเชื่อมที่ปรับได้ในแต่ละขั้นมีค่าช่วงมากน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบจำนวนรอบของขดลวดโดยทั่วไปดูได้จากค่าเชื่อมซึ่งแสดงบนหน้าปัดของเครื่องเชื่อม ห้ามปรับกระแสเชื่อมในขณะที่กำลังเชื่อมเพราะการขยับเปลี่ยนจุดสัมผัสของสวิตช์หรือปลั๊กเสียบในขณะที่มีกระแสไหลอยู่นั้นจะทำให้เกิดการอาร์คซึ่งสร้างความเสียหายให้กับอุปกรณ์หรือหม้อแปลงค่ากระแสเชื่อมจะมีลักษณะคล้ายกันกับเทคโนโลยีแบบเลื่อนแกน

ค. เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบใช้ขดลวดต้านทานหรือขดลวดควบคุม (Reactance Technology) เป็นเครื่องเชื่อมที่มีหม้อแปลง 2 ชุด หรือมากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 2.7, 2.8 และ2.9



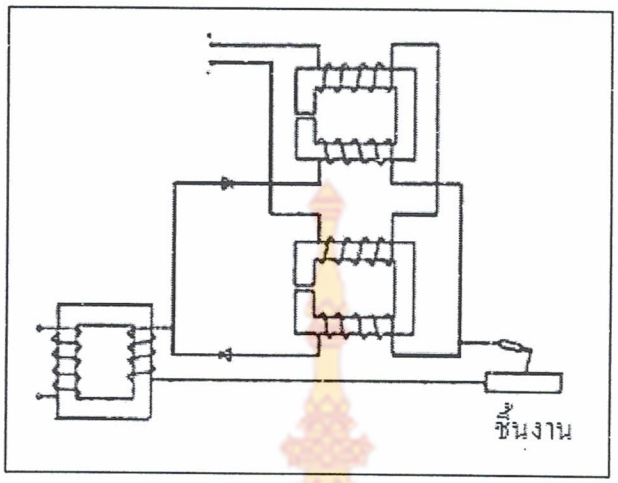
รูปที่ 2.7 แสดงแบบขดลวดควบคุม (Movable – Coil Teastor)

ที่มา : สมพร พงศ์ขจร , เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 22



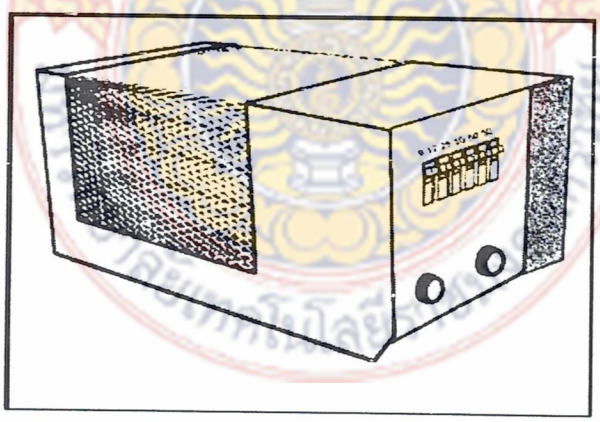
รูปที่ 2.8 แสดงขดลวดต้านทานแบบสนามแม่เหล็กอิ่มตัว (Satruable Reastor)

ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 22



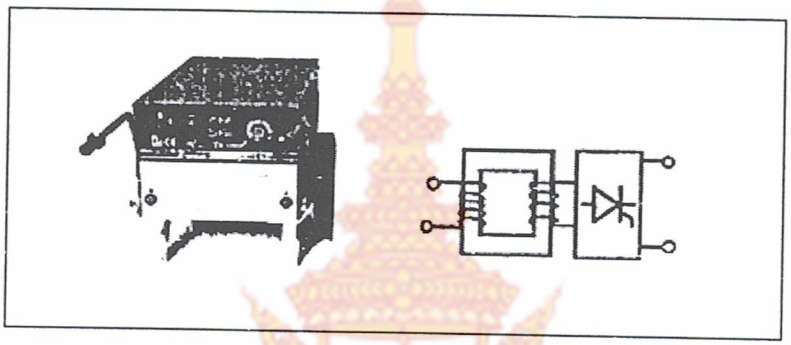
รูปที่ 2.9 แสดงขดลวดต้านทานแบบเสริมความเข้มสนามแม่เหล็ก (Magnetic Amplitier)
ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 22

ง. เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบใช้ต้านทาน (Resistance -Technology) เป็นเครื่องเชื่อมที่มีหม้อแปลงชุดเดียวโดยมีตัวต้านทานต่ออนุกรมด้านกระแสไฟเชื่อม ตัวต้านทานอาจเป็นขดลวดเป็นแท่งหรือเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องเชื่อมที่กินกระแสไฟสูงมากเสียพลังงานสูง ซึ่งสังเกตได้จากความร้อนที่เกิดจากตัวเครื่องเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.10



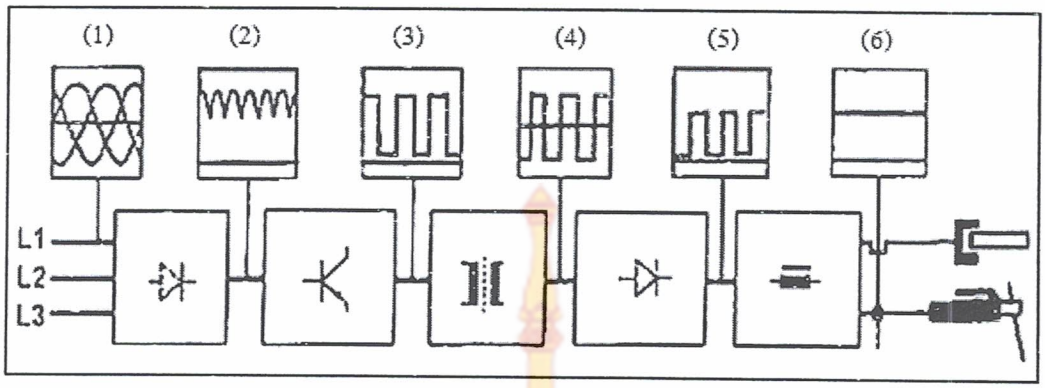
รูปที่ 2.10 แสดงเครื่องเชื่อมแบบใช้ตัวต้านทาน
ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 23

จ. เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบไทรีสเตอร์ (Thyristor Controllec Technology) เป็นเครื่องเชื่อมที่มีหม้อแปลงชุดเดียวการควบคุมและปรับกระแสไฟเชื่อมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า ไทรีสเตอร์ วิธีปรับกระแสเชื่อมทำได้โดยหมุนปุ่มปรับกระแสซึ่งมีความสะดวกรวดเร็วเมื่อปรับกระแสเชื่อมไปยังค่าที่ต้องการไทรีสเตอร์จะทำงานร่วมกับแผงวงจรเพื่อควบคุมปริมาณกระแสไฟเชื่อมและปริมาณไฟเมนให้เหมาะสมจึงเป็นเทคโนโลยีที่ประหยัดพลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงเทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบไทรีสเตอร์
ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 23

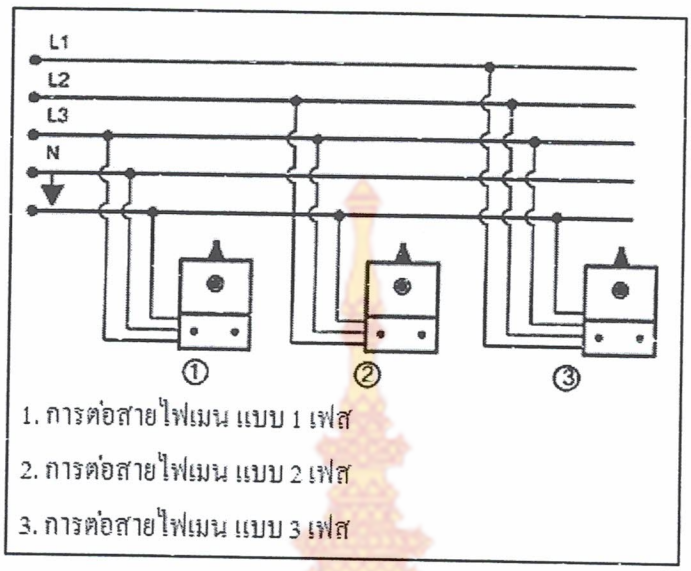
ฉ. เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบอินเวอร์ทเตอร์ (Inverter Technology) อินเวอร์เตอร์ คือ ระบบแหล่งจ่ายกำลังที่เปลี่ยนศักดาอินพุท (Input) ซึ่งเป็นไฟกระแสสลับให้เป็นสัญญาณเอาท์พุท (Output) ซึ่งเป็นไฟกระแสตรงและสามารถกำหนดขนาดของศักดาและความถี่ให้คงที่หรือเปลี่ยนแปลงก็ได้เปลี่ยนศักดาเอาท์พุทที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงศักดาอินพุท ระบบนี้สามารถที่จะควบคุมให้อัตราการขยายของอินเวอร์เตอร์มีค่าคงที่โดยจะใช้การควบคุมแบบ PWM (Pulse – width – modulation) ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงบล๊อกไดอะแกรมของเครื่องเชื่อมแบบอินเวอร์เตอร์
ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์.2545 หน้า 24

จากรูปที่ 2.12 เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมหม้อแปลงแบบอินเวอร์ทเตอร์มีหลักการทำงานตามแบบวงจรดังนี้ จากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เป็นแบบสามเพสไหลผ่านตัวเรียงกระแส (1) เพื่อเปลี่ยนให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) และทำการกรองด้วยตัวเก็บประจุ (2) ทำให้ได้ศักดากระแสไฟตรงที่เรียบ จากนั้น ศักดากระแสไฟตรงจะถูกเปลี่ยนไปเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมซึ่งมีความถี่ 300 เฮิร์ท ถึง 8.5 กิโลเฮิร์ท โดยผ่านไทรีสเตอร์ (3) สำหรับคลื่นสี่เหลี่ยมที่ได้นั้นจะต้องลดขนาดของศักดาโดยส่งผ่านหม้อแปลงความถี่สูงซึ่งผลิตจากสารเฟอร์ไรด์ (4) จึงทำให้หม้อแปลงมีขนาดเล็กลง จากนั้นกระแสจะผ่านตัวเรียงกระแส (5) ให้เป็นกระแสตรงและทำการกรองกระแสให้เรียบโดยใช้ขดลวดโช๊ค (6)

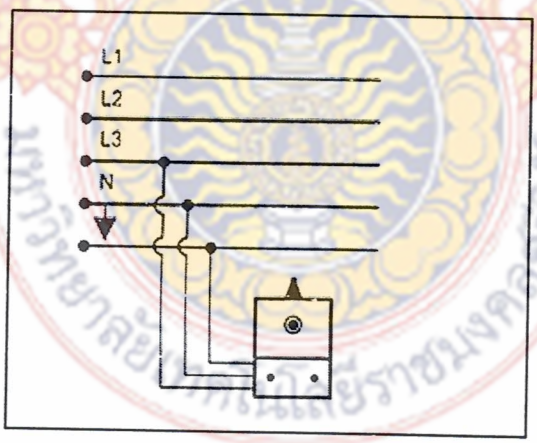
2.1.3 ไฟเมน ไฟเมนมาตรฐานในประเทศไทยเป็นไฟฟ้า 3 เฟส ประกอบด้วยสายไฟ 5 เส้นโดยที่ 4 เส้น (L1, L2, L3, N) เป็นสายไฟที่นำกระแสเข้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าและอีกเส้นหนึ่งเป็นสายดิน (Ground) เพื่อป้องกันอันตรายเมื่อเกิดการลัดวงจร ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงไฟเมนมาตรฐาน

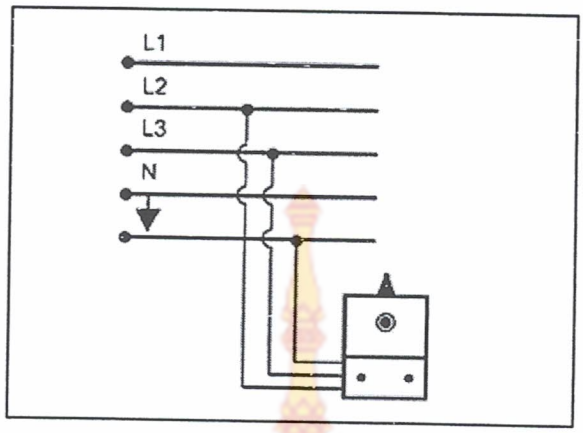
จากระบบไฟเมนมาตรฐานสามารถนำไปต่อไฟเมนเป็นเฟส (Phase) ต่างๆ ดังนี้

2.1.3.1 การต่อไฟเมนแบบ 1 เฟส คือการต่อสาย L1, L2, L3 เพียงสายหนึ่งสายใดเท่านั้นร่วมกับสาย N และสายดินเมื่อเสร็จจะได้ไฟที่จะนำไปใช้งานเท่ากับ 220 โวลท์ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



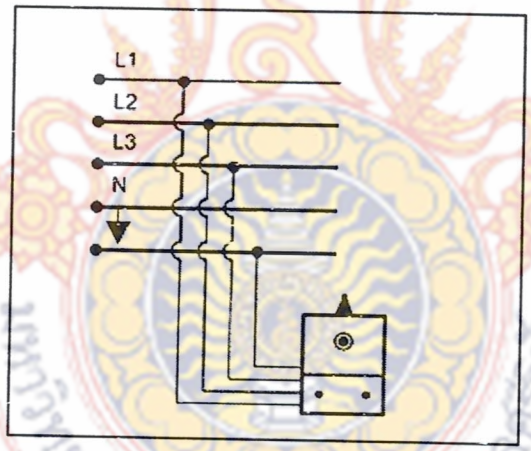
รูปที่ 2.14 แสดงการต่อเมนไฟแบบ 1 เฟส

2.1.3.2 การต่อไฟเมนแบบ 2 เฟส คือ การต่อสาย L1, L2 และ L3 ภายในสามสายนี้ให้ใช้ได้แต่สองสายเท่านั้น เช่น L1 กับ L2 หรือ L2 กับ L3 ก็ได้ร่วมกับสายดินเมื่อต่อเสร็จจะได้ไฟที่จะนำไปใช้งานเท่ากับ 380 โวลท์ ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงการต่อเมนไฟแบบ 2 เฟส

2.1.3.3 การต่อไฟเมนแบบ 3 เฟส คือการต่อสาย L1, L2 และ L3 ทั้งสามสายร่วมกับสายดิน เมื่อต่อเสร็จจะได้ไฟที่จะนำไปใช้เท่ากับ 380 โวลท์ ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงการต่อเมนไฟแบบ 3 เฟส

2.1.4 ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องเชื่อม ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องเชื่อมโดยปกติผู้ผลิตได้ทำการทดสอบข้อมูลทางเทคนิคต่างๆ และระบุไว้ให้ช่างเชื่อมได้เลือกใช้งานอย่างถูกต้องซึ่งข้อมูลทางเทคนิคที่ต้องทราบมีดังนี้

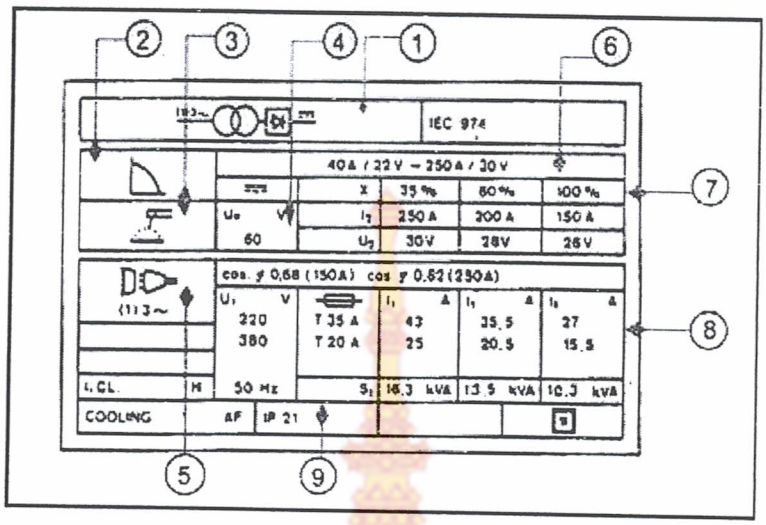
2.1.4.1 ช่วงการปรับกระแสเชื่อมเป็นการระบุค่ากระแสเชื่อมที่สามารถปรับได้ค่าต่ำสุดจนถึงสูงสุดซึ่งเป็นการบ่งบอกขนาดของลวดเชื่อมและความหนาของชิ้นงานที่สามารถเชื่อมได้

2.1.4.2 แรงดันวงจรเปิด (Open Circuit Voltage : OCV) เป็นค่าแรงดันกระแสเชื่อมในขณะจุดอาร์ค ถ้ามีค่าสูงจะทำให้จุดอาร์คได้ง่ายกว่าแต่ในขณะเดียวกันค่าสูงก็อาจเป็นอันตรายต่อช่างเชื่อมถ้ากระแสเชื่อมสามารถไหลผ่านช่างเชื่อมลงสู่ดิน เช่น ในกรณีทำงานที่เปียกชื้นโดยไม่สวมรองเท้าหรือสวมรองเท้าเปียกชื้นที่ปราศจากฉนวน ช่างเชื่อมจะรู้สึกถูกกระตุกหรือเหมือนถูกชนทุกครั้งที่เปลี่ยนลวดเชื่อม เครื่องเชื่อมที่มีค่า OCV มากกว่า 70 โวลท์ จะทำให้ช่างเชื่อมจะรู้สึกอ่อนแรงทุกครั้ง เมื่อเปลี่ยนลวดเชื่อม (ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของช่างเชื่อม) ในกรณีทำงานบนที่สูงอาจทำให้เกิดการพลัดตกได้ อย่างไรก็ตามสถาบันมาตรฐานได้กำหนด OCV สูงสุดไม่เกิน 113 โวลท์ สำหรับเครื่องเชื่อมกระแสตรงและไม่เกิน 90 โวลท์ สำหรับเครื่องเชื่อมกระแสสลับ

2.1.4.3 แรงดันอาร์ค (Arc Voltage) เป็นค่าแรงดันของกระแสเชื่อมในขณะกำลังเชื่อม โดยแรงดันนี้จะทำให้อิเล็คตรอนสามารถไหลผ่านระยะอาร์คได้ครบวงจร ค่านี้จะสูงขึ้นเมื่อระยะอาร์คมากขึ้นและต่ำลงเมื่อระยะอาร์คลดลง กรณีที่เดินแนวเชื่อมด้วยมือ แรงดันอาร์คขณะเชื่อมจะแปรเปลี่ยนขึ้นลงตามการแปรเปลี่ยนของมือช่างเชื่อมที่สามารถควบคุมระยะอาร์คได้สม่ำเสมอก็จะทำให้ค่านี้เปลี่ยนแปลงน้อยมาก

2.1.4.4 รอบทำงาน (Duty Cycle) เป็นข้อมูลทางเทคนิคที่ได้จากการตรวจสอบเพื่อบ่งบอกความสามารถในการทำงานได้อย่างต่อเนื่องของเครื่องเชื่อม โดยทำการเชื่อมค่ากระแสเชื่อมหนึ่งภายใต้บริเวณใช้งานที่อุณหภูมิหนึ่งในรอบเวลา 10 นาที ตัวอย่าง เช่น 100% ดิวติไซเคิล ที่กระแสเชื่อม 160 แอมป์ ภายใต้บริเวณใช้งาน 40 C หมายความว่า ถ้าช่างเชื่อมทำงานที่กระแสเชื่อม 160 แอมป์ ภายใต้บริเวณที่มีอุณหภูมิ 40 C หรือต่ำกว่าเครื่องเชื่อมจะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

2.1.5 ป้ายแสดงข้อมูลทางเทคนิค (Rating Plate) ป้ายแสดงข้อมูลทางเทคนิคซึ่งสถาบันมาตรฐานต่างๆ ได้กำหนดให้ผู้ผลิตทำป้ายแสดงข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องเชื่อมติดไว้บนเครื่องเชื่อมเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 แสดงป้ายข้อมูลทางเทคนิคที่กำหนดโดยมาตรฐานยุโรป

ที่มา : สมพร พงศ์ขจร, เจริญ คงปรีพันธุ์. 2544 หน้า 28

จากรูปที่ 17 หมายเลข 1 – 9 ที่แสดงในตำแหน่งต่างๆ ในป้ายข้อมูลทางเทคนิคมีความหมายดังนี้

1. เทคโนโลยีเครื่องเชื่อม
2. แผนภาพแรงเคลื่อน – กระแส
3. สัญลักษณ์กรรมวิธีการเชื่อม
4. แรงดันวงจรเปิด
5. ไฟเมน
6. กระแสเชื่อมต่ำสุด – สูงสุด
7. รอบการทำงาน
8. การกินไฟ
9. ระดับการป้องกันความเสียหาย

2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

2.2.1 หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ใช้ในการส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าจากขดลวดชุดหนึ่งไปยังขดลวดอีกชุดหนึ่งโดยที่ความถี่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าต่างกันโดยจะทำหน้าที่เพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะกับการส่งการจ่ายและการใช้พลังงานไฟฟ้า หม้อแปลงจึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่สำคัญชนิดหนึ่ง การเกิดเหตุขัดข้องหรือการชำรุดเสียหายของหม้อแปลงมักมีผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้าหรือกระบวนการผลิตอย่างมาก

เป็นเวลานาน ดังนั้นหม้อแปลงนอกจากจะต้องออกแบบผลิต ติดตั้งอย่างถูกต้องและมีคุณภาพแล้ว การใช้งานและการดูแลรักษาก็เป็นปัจจัยสำคัญที่จะหลีกเลี่ยงการขัดข้องหรือการชำรุดเสียหาย ดังกล่าวได้ สำหรับบทความนี้มาทำความรู้จักเกี่ยวกับโครงสร้าง หลักการทำงานและชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดต่างๆ ดังนี้

2.2.1.1 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้ามีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ แกนเหล็ก ขดลวดตัวนำและฉนวนอาจจะมีส่วนประกอบย่อยอื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดพิกัดของหม้อแปลง เช่น หม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีถังบรรจุหม้อแปลง น้ำมันหม้อแปลง ครีบระบายความร้อน ขั้วแรงดันด้านสูง ขั้วแรงดันด้านต่ำและอื่นๆ เป็นต้น

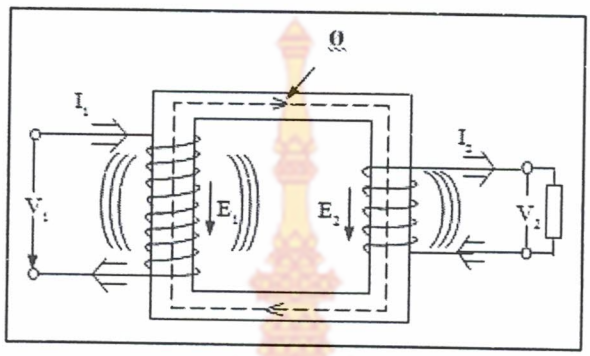
1) แกนเหล็ก (Core) มีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กบางๆ เคลือบด้วยฉนวนนำมาอัดซ้อนกันเป็นรูปแกนของหม้อแปลงทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก แกนเหล็กที่ดีต้องเป็นเหล็กอ่อนมีส่วนผสมของสารซิลิกอนมีความซึมซับได้ (Permeability)

2) ขดลวด (Winding) ขดลวดที่ใช้พันหม้อแปลงมีลักษณะเป็นขดลวดทองแดงหรือขดลวดอลูมิเนียมที่หุ้มหรือเคลือบด้วยฉนวนอาจจะเป็นได้ทั้งลวดแบนที่มีพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือลวดกลมก็ได้ หม้อแปลงไฟฟ้ามีขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดปฐมภูมิ (Primary winding) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary winding) โดยขดลวดปฐมภูมิจะเป็นชุดที่รับไฟเข้าส่วนขดลวดทุติยภูมิเป็นชุดที่จ่ายไฟออกไปใช้งาน

3) ฉนวน (Insulation) ฉนวนมีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ขดลวดสัมผัสกับส่วนที่เป็นแกนเหล็กและป้องกันไม่ให้ขดลวดแต่ละชั้นสัมผัสกันได้ (Short turn)

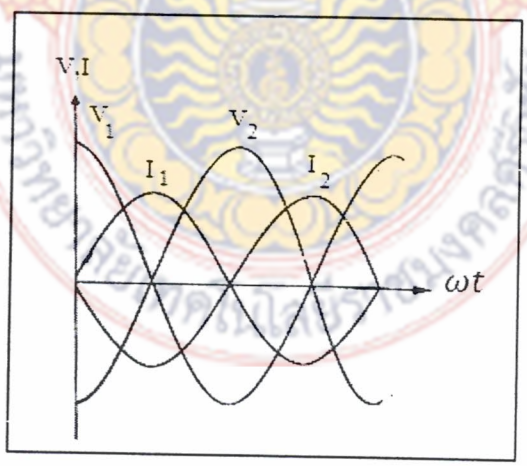
2.2.1.2 หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดปฐมภูมิทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าและเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่ขดปฐมภูมิ มีลักษณะของการพองตัวและยุบตัวของสนามแม่เหล็กตามการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นไซน์ทั้งซีกบวกและซีกลบเป็นเช่นนี้ตลอดไปและสนามแม่เหล็กที่พองตัวและยุบตัวนี้ จะตัดกับขดลวดปฐมภูมิทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดปฐมภูมิซึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดปฐมภูมินั้นและเรียกแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ว่า แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ (Back e.m.f) ส่วนกระแสที่ไหลในขดลวดปฐมภูมิขณะไม่มีโหลดเรียกว่า กระแสกระตุ้น (Excited current) เนื่องจากขดลวดทุติยภูมิพันอยู่บนแกนเหล็กเดียวกันกับขดลวดปฐมภูมิ สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดปฐมภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจะตัดกับขดลวดทุติยภูมิ ดังนั้นจึงทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดทุติยภูมิซึ่งหาได้จากอัตราส่วนของจำนวนรอบขดลวดทุติยภูมิกับขดลวดปฐมภูมิและเมื่อต่อโหลดเข้ากับทางด้านทุติยภูมิจะทำให้มีกระแสไหลเพราะว่าหม้อแปลงเป็นอินดักทีฟ กระแสไฟฟ้าที่ขดทุติยภูมิจะล้าหลังแรงดันไฟฟ้าของขดทุติยภูมิ 90 องศา เมื่อแรงดันที่

ขดทุติยภูมิล้าหลังกระแสที่ขดปฐมภูมิอยู่ 90 องศา กระแสที่ขดทุติยภูมิจะต่างเฟสกับกระแสที่ไหลในขดปฐมภูมิ 180 องศา

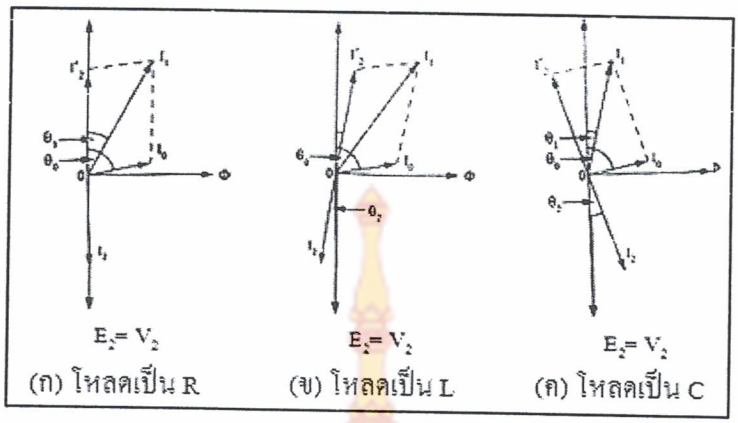


รูปที่ 2.18 แสดงการเกิดเส้นแรงแม่เหล็กของหม้อแปลง

กระแสของขดทุติยภูมิจะเหนี่ยวนำทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับขึ้นในขดทุติยภูมิ แรงดันไฟฟ้าต้านกลับนี้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดันไฟฟ้าต้านกลับของขดปฐมภูมิและทำให้แรงดันไฟฟ้าต้านกลับของขดทุติยภูมิอ่อนกำลังลงและทำให้กระแสที่ไหลในขดปฐมภูมิมากกว่ากระแสขณะไม่มีโหลดในขณะที่กระแสขดทุติยภูมิเพิ่มขึ้นกระแสในขดปฐมภูมิก็จะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนกัน



รูปที่ 2.19 แสดงรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ

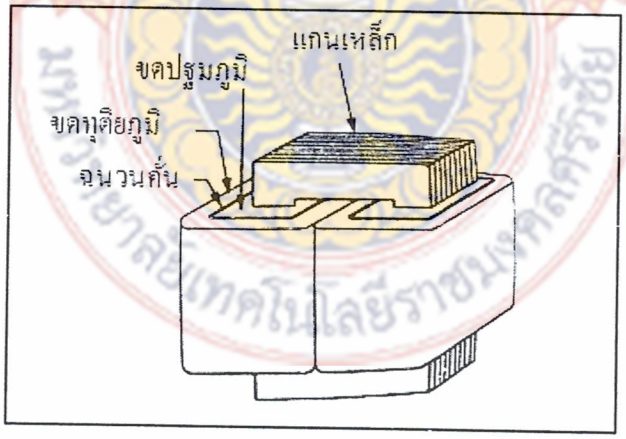


รูปที่ 2.20 แสดงเวกเตอร์ของหม้อแปลงขณะมีโหลด

2.2.1.3 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดของหม้อแปลงสามารถจำแนกตามประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

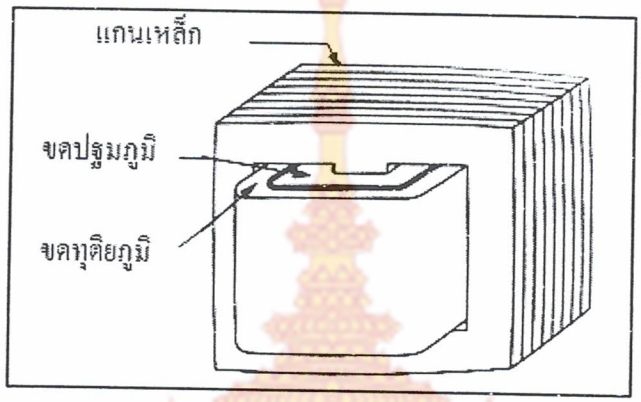
1) จำแนกตามลักษณะของแกนเหล็ก

2) แกนแหล็กแบบคอร์ (Core Type) เป็นแกนเหล็กแผ่นบางๆ มีลักษณะเป็นรูปตัว L สองตัวประกบเข้าหากันหรือเป็นรูปตัว U กับตัว I นำมาประกอบเข้าด้วยกันมีวงจรแม่เหล็กเป็นแบบวงจรเดี่ยวหรือวงจรอนุกรมซึ่งมีขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิพันอยู่บนแกนเหล็กทั้งสองด้านแยกกันอยู่คนละข้าง



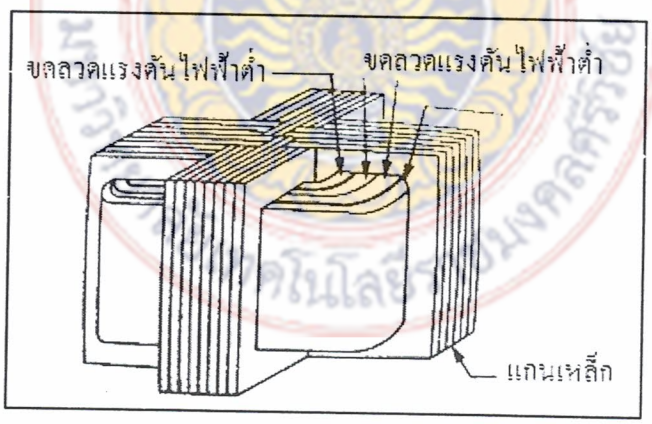
รูปที่ 2.21 แสดงแกนเหล็กแบบคอร์

2.1) แกนเหล็กแบบเซลล์ (Sheli Type) แกนเหล็กแบบนี้มีลักษณะเป็นรูปตัว E กับ I เมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะมีวงจรแม่เหล็ก 2 วง หรือวงจรแม่เหล็กแบบขนานขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิจะพันอยู่ที่ขากลางของแกนเหล็ก



รูปที่ 2.22 แสดงแกนเหล็กแบบเซลล์

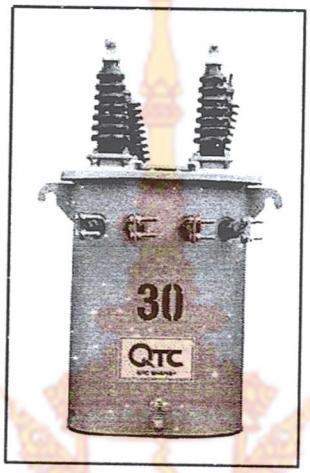
2.2) แกนเหล็กแบบตัว H หรือแบบกระจายเป็นการรวมกันระหว่างแกนเหล็กแบบคอร์กับแบบเซลล์หรือรวมตัว L เข้ากับตัว EI มีวงจรแม่เหล็กล้อมรอบขดลวดหม้อแปลง ขดลวดแรงดันสูงจะพันไว้ระหว่างขดลวดแรงดันต่ำทั้งสองชุดและระหว่างขดลวดแต่ละชุดจะกั้นด้วยฉนวนไฟฟ้า การพันขดลวดหม้อแปลงแบบนี้จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหลน้อยที่สุด



รูปที่ 2.23 แกนเหล็กแบบตัว H

3) จำแนกตามระบบไฟฟ้า

3.1) หม้อแปลงไฟฟ้าเฟสเดียว (Single Phase Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟส มีขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิอย่างละหนึ่งชุด



รูปที่ 2.24 หม้อแปลง 1 เฟส

3.2) หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส (Three Phase Transformer) เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส มีขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิอย่างละ 3 ชุด ต่อเข้าด้วยกันเป็นแบบวาย (Wye) หรือแบบเดลตา (Delta)

รูปที่ 2.25 หม้อแปลง 3 เฟส

4) จำแนกตามการใช้งานของเครื่องมือวัด เป็นหม้อแปลงที่ใช้สำหรับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า เช่น เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าหรือกิโลวัตต์-ฮาวมิเตอร์ เพื่อวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าแต่ละเดือน ซึ่งการวัดโดยตรงของแรงดันหรือกระแสสูงๆ ทำให้ต้องใช้เครื่องวัดขนาดใหญ่ซึ่งมีราคาแพง หม้อแปลงเครื่องมือวัดจะมีขนาดเล็กและราคาไม่แพง ถูกออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับเครื่องมือวัดมีความปลอดภัยและเที่ยงตรงสูง มี 2 ชนิดด้วยกัน

4.1) หม้อแปลงแรงดัน (Potential Transformer) เป็นหม้อแปลงแรงดันขนาดเล็กใช้แปลงแรงดันไฟฟ้าสูงๆ เป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำๆใช้กับโวลต์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์และกิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์ พิกัดกำลังเอาต์พุตจะบอกเป็นโวลต์-แอมป์ (VA) ส่วนพิกัดแรงดันจะบอกแรงดันไฟฟ้าของขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ เช่น 1500/100 โวลต์, 4800/120 โวลต์, 22000/220โวลต์ เป็นต้น

รูปที่ 2.26 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

5) จำแนกตามลักษณะของการพันขดลวด

5.1) หม้อแปลงแบบแยกขดลวด ซึ่งขดลวดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิที่พันอยู่บนแกนเหล็กทั้งสองชุดแยกออกจากกันโดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดของขดลวดต่อถึงกันเป็นหม้อแปลงที่มีใช้งานโดยทั่วไป

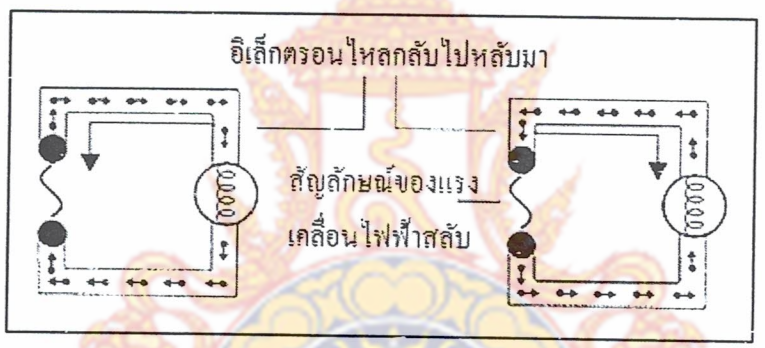
5.2) หม้อแปลงแบบใช้ขดลวดชุดเดียวร่วมกันหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าหม้อแปลงออโต (Auto Transformer) หม้อแปลงแบบนี้มีขดลวดเป็นชุดเดียวที่ทำหน้าที่เป็นทั้งขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ จึงทำให้ประหยัดลวดทองแดงและมีราคาถูกกว่าหม้อแปลงไฟฟ้าแบบขดลวด 2 ชุด อัตราส่วนของหม้อแปลงแบบออโตจะต่ำซึ่งส่วนมากแล้วจะไม่เกินกว่า 4 : 1 สามารถแปลงแรงดันได้ทั้งลดลงและเพิ่มขึ้น ส่วนมากจะนำไปใช้เพื่อชดเชยแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของสายเคเบิลที่จ่ายไปยังโหลดใช้เป็นอุปกรณ์สตาร์ทของมอเตอร์เหนี่ยวนำ ใช้กับหม้อแปลงของเตาหลอม

โลหะ (Furnace Transformer) และใช้เป็นหม้อแปลงกำลังในสถานีไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

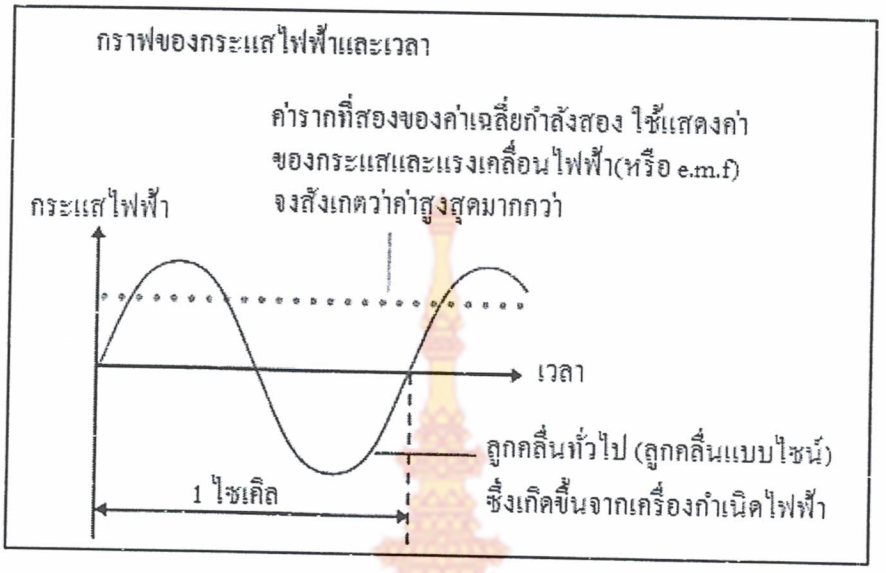
2.3 กระแสไฟฟ้า

ไฟฟ้ากระแสสลับ (อังกฤษ: Alternating Current Elcctricity: AC หรือ ac) หมายถึง กระแสที่มีทิศทางไปและกลับตลอดระยะเวลาไม่เหมือนกระแสตรง (Direct Current, DC หรือ dc) ที่ไหลไปในทิศทางเดียวไม่ไหลกลับ

2.3.1 ไฟฟ้ากระแสสลับ Alternating Current (AC) ไหลทางเดียวแต่สลับทิศอย่างต่อเนื่องแรงดันกระแสสลับเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องระหว่างบวก (+) และลบ (-) อัตราการเปลี่ยนทิศทางเรียกว่าความถี่ของกระแสสลับมีหน่วยวัดเป็นเฮิร์ท (Hz) ซึ่งก็คือจำนวนรอบคลื่นต่อหนึ่งวินาที ไฟฟ้าหลักในประเทศไทยใช้ความถี่ 50 Hz.



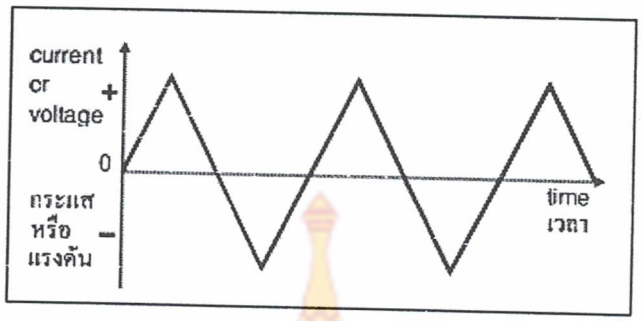
รูปที่ 2.27 แสดงไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 2.28 แสดงกราฟของกระแสไฟฟ้าสลับ

แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับเหมาะสำหรับจ่ายกำลังให้อุปกรณ์บางอย่าง เช่น หลอดไฟและเครื่องกำเนิดความร้อนแต่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ต้องการเลี้ยงด้วยไฟกระแสตรงคงที่

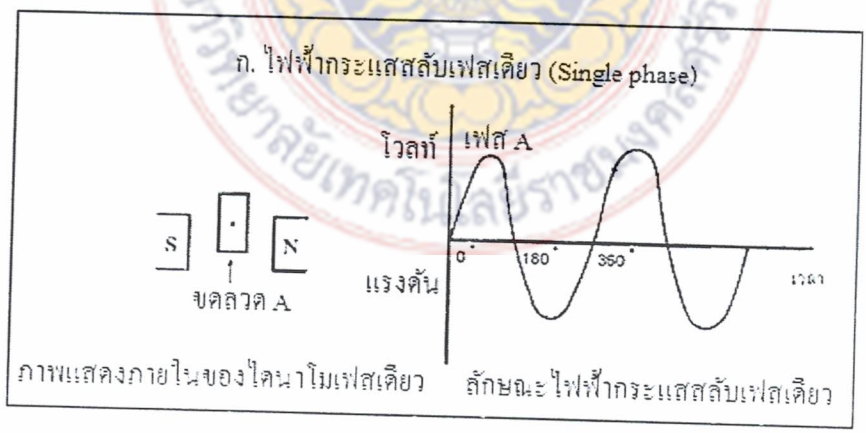
รูปที่ 2.29 แสดงรูปร่างแบบนี้เรียกว่าคลื่นซายน์



รูปที่ 2.30 แสดงสัญญาณสามเหลี่ยมเป็นเอซี (AC) เพราะเปลี่ยนแปลงระหว่างบวก (+) และลบ (-)

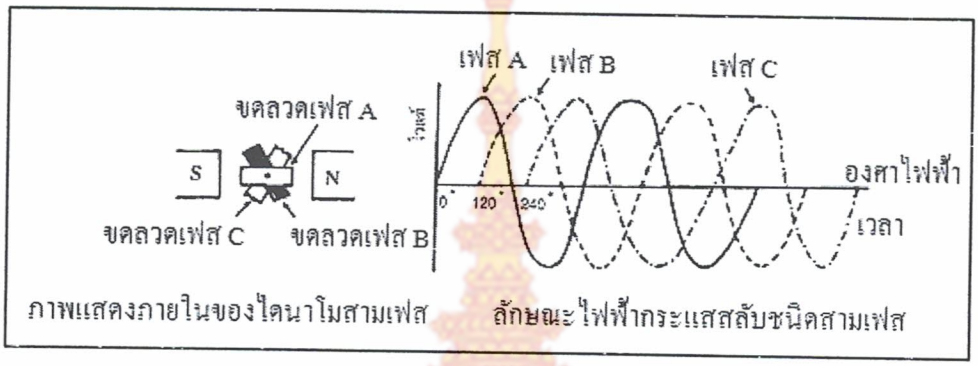
ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) เป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากแหล่งจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ โดยมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตลอดเวลาโดยกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดตัวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ ไฟฟ้ากระแสสลับ เฟสเดียว สองเฟส และสามเฟส ในปัจจุบันนิยมใช้เพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ กระแสไฟฟ้าสลับเฟสเดียวกับสามเฟส

2.3.1.1 ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว (Single Phase) ลักษณะการเกิดไฟฟ้ากระแสสลับคือ ขดลวดชุดเดียวหมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็กเกิดแรงดันกระแสไฟฟ้าทำให้กระแสไหลไปยังวงจรภายนอกโดยผ่านวงแหวนและแปลงถ่านดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าเมื่อออกแรงหมุนลวดตัวนำได้1 รอบ จะได้กระแสไฟฟ้าชุดเดียวเท่านั้น ถ้าต้องการให้ได้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก็ต้องใช้ลวดนำหลายชุดไว้บนแกนที่หมุน ดังนั้นในการออกแบบขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับถ้าหากออกแบบขดลวดบนแกนให้เพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด แล้วจะได้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.31 แสดงภายในของไดนาโมเฟสเดียวและไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว

2.3.1.2 ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส (Three Phase) เป็นการพัฒนามาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับชนิดสองเฟส โดยการออกแบบจัดวางขดลวดบนแกนที่หมุนของเครื่องกำเนิดนั้นเป็น 3 ชุด ซึ่งแต่ละชุดนั้นวางห่างกัน 120 องศาทางไฟฟ้า

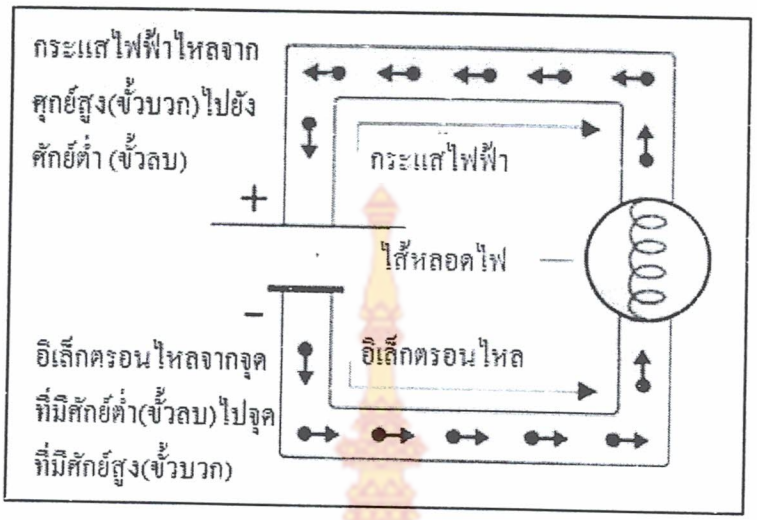


รูปที่ 2.32 แสดงภายในของไดนาโมสามเฟสและไฟฟ้ากระแสสลับชนิดสาม

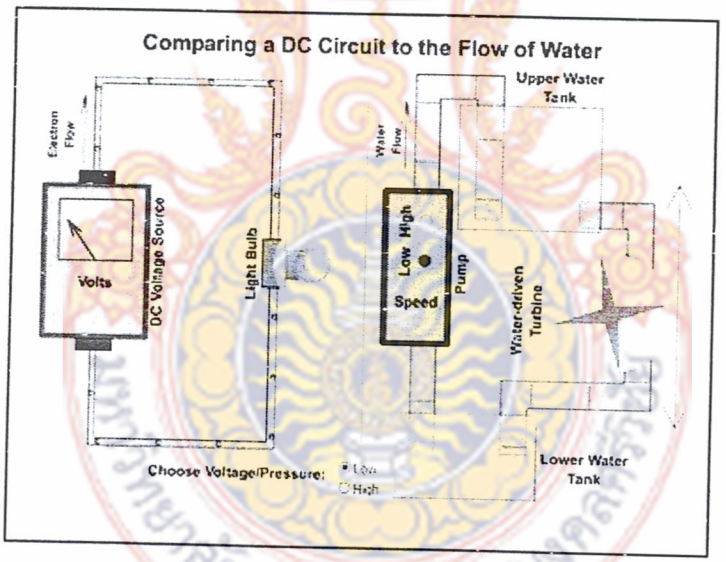
2.3.1.3 การไหลของกระแสสลับ การไหลของกระแสสลับกลับไปกลับมาครบ 1 รอบ เรียกว่า 1 ไซเคิล (Cycle) หรือ 1 รูปคลื่นและจำนวนรูปคลื่นทั้งหมดในเวลาที่ผ่านไป 1 วินาที เรียกว่า ความถี่ (Frequency) ซึ่งความถี่ไฟฟ้ามีหน่วยวัดเป็น รอบต่อวินาทีหรือรูปคลื่นต่อวินาที หรือไซเคิลต่อวินาที มีหน่วยย่อเป็น "เฮิรตซ์" (Hertz) สำหรับความถี่ไฟฟ้าในประเทศไทยเท่ากับ 50 เฮิรตซ์ สำหรับบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา จะมีค่า 60 Hz

ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในบ้านพักอาศัย ส่วนใหญ่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว (Single Phase) ระบบการส่งไฟฟ้าจะใช้สายไฟฟ้า 2 สายคือ สายไฟฟ้า 1 เส้นและสายสูนย์ (นิวทรอล) หรือเราเรียกกันว่าสายดินอีก ! สาย สำหรับบ้านพักอาศัยในเมืองบางแห่งอาจจะใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดพิเศษจะต้องใช้ไฟฟ้าชนิดสามเฟสซึ่งจะให้กำลังมากกว่า เช่น มอเตอร์เครื่องสูบน้ำในการบำบัดน้ำเสีย ลิฟต์ของอาคารสูงๆ เป็นต้น

2.3.2 ไฟฟ้ากระแสตรง Direct Current (DC) ไฟฟ้ากระแสตรงจะไหลไปทิศทางเดียวแต่อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง แรงดันกระแสตรงเป็นบวกหรือเป็นลบก็ได้แต่อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง



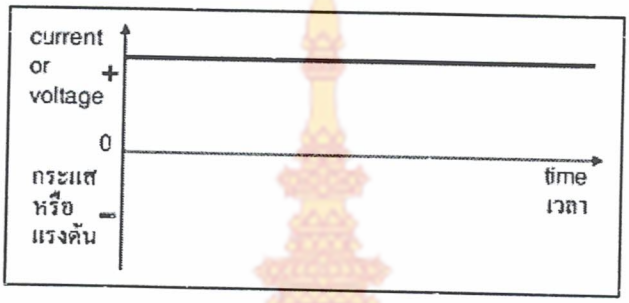
รูปที่ 2.33 แสดงทิศทางการไหลของไฟฟ้ากระแสตรง



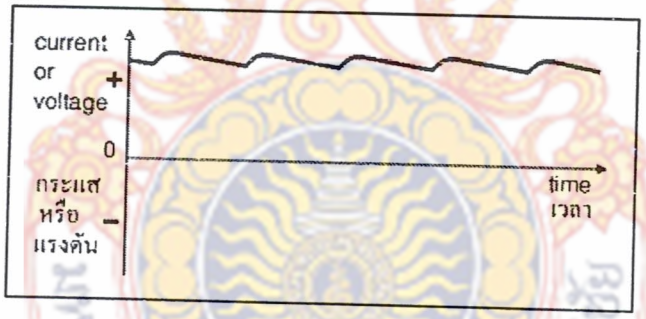
รูปที่ 2.34 แสดงการเปรียบเทียบการไหลของกระแสไฟฟ้า
ที่เป็นกระแสตรงกับการไหลของน้ำที่เกิดจากการปั๊ม

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ปกติต้องเลี้ยงด้วยไฟกระแสตรงสม่ำเสมอและคงที่ ที่ค่าหนึ่งหรือไฟกระแสตรงที่เรียบมีค่าเปลี่ยนแปลง ที่เรียกว่า ริบเปิ้ล เพียงเล็กน้อย เซลล์ แบตเตอรี่และแหล่งจ่ายกำลังแบบคุมค่า ให้ไฟกระแสตรงแบบสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นดีซีในอุดมคติสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์

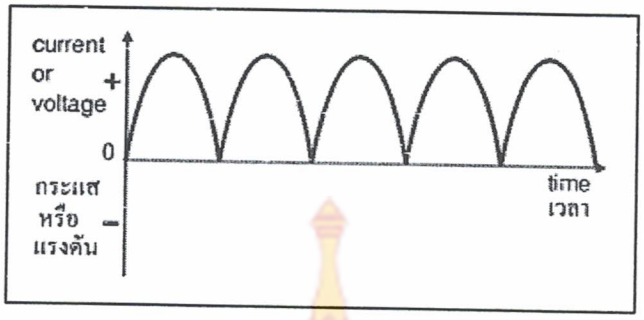
แหล่งจ่ายกำลังประกอบด้วย หม้อแปลง ซึ่งทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับหลักให้ได้แรงดันกระแสสลับที่เหมาะสมจากนั้นก็แปลงไฟกระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรงด้วยตัวเรียงกระแสแบบบริดจ์แต่ไฟที่ได้ยังไม่เรียบและไม่เหมาะที่จะใช้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งใช้กับโครงงานส่วนใหญ่ของเรา หลอดไฟตัวทำความร้อนและมอเตอร์ทำงานด้วยไฟเลี้ยงกระแสตรงได้



รูปที่ 2.35 แสดงกระแสดีซี (DC) สม่ำเสมอ (steady)
จากแบตเตอรี่หรือแหล่งจ่ายกำลังคุมค่า ในอุดมคติสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.36 แสดงกระแสดีซี (DC) เรียบ (smooth)
จากแหล่งจ่ายกำลังที่มีการกรองเหมาะสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์



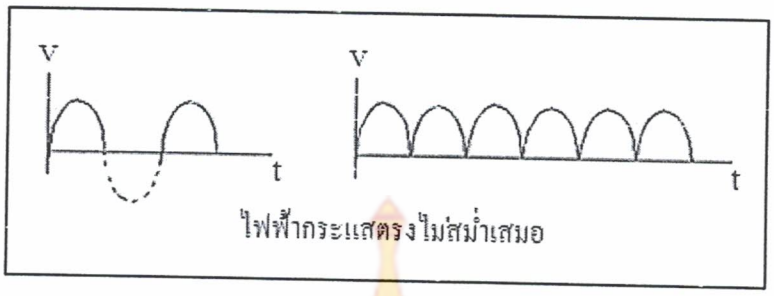
รูปที่ 2.37 แสดงกระแสดีซี (DC) ไม่เรียบ (varying)
จากแหล่งจ่ายกำลังที่ไม่ได้กรองไม่เหมาะสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.3.3 แรงดันกระแสตรง แบ่งหลักๆ ออกเป็น 2 ชนิด

3.3.3.1 ไฟฟ้ากระแสตรงประเภทสม่ำเสมอ (Steady D.C) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง อันแท้จริง คือ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (ดังรูป) ที่ไหลอย่างสม่ำเสมอตลอดไปและสามารถพบไฟฟ้ากระแสตรงประเภทนี้ได้มาจากแบตเตอรี่หรือถ่านไฟฉาย

รูปที่ 2.38 แสดงไฟฟ้ากระแสตรงสม่ำเสมอ

3.3.3.2 ไฟฟ้ากระแสตรงประเภทไม่สม่ำเสมอ (Pulsating D.C) เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่เป็นช่วงคลื่นไม่สม่ำเสมอ (ดังรูป) ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดนี้ได้มาจากเครื่องไดนาโมหรือวงจรเรียงกระแส (เรคติไฟเออร์)



รูปที่ 2.39 แสดงไฟฟ้ากระแสตรงไม่สม่ำเสมอ

2.4 เร็กติไฟเออร์

2.4.1 วงจรเรียงกระแสด้วยเพาเวอร์ไดโอด (Rectifier circuit with Power diode)

ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติยอมให้กระแสไหลผ่านได้เพียงทิศทางเดียวจากขั้วแอโนด (Anode: A) ซึ่งมีศักย์เป็นบวกไปยังขั้วแคโทด (Cathode : K) ซึ่งมีศักดิ์เป็นลบเมื่อได้รับไบอัสแบบฟอร์เวิร์ด (Forward Bias) แต่ถ้าไดโอดได้รับไบอัสแบบตรงกันข้ามหรือรีเวิร์ส (Reverse Bias) ไดโอดจะไม่ยอมให้กระแสไหลผ่าน ดังนั้นไดโอดจึงถูกนำไปใช้ในวงจรเรียงกระแสหรือวงจรเร็กติไฟร์ (Rectifire Circuit) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltage) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage) ซึ่งมีอยู่ 2 แบบคือ การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบครึ่งคลื่นหรือแบบฮาร์ฟเวฟ (Halfwave) และแบบเต็มคลื่นหรือฟูลเวฟ (Full wave)

2.4.2 ความหมายของวงจรเรียงกระแส

วงจรเรียงกระแส (Rectifire Circuit) หมายถึง วงจรเรียงกระแส วงจรเรียงกระแสหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เร็คติไฟเออร์ คือวงจรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติในการแปลงสัญญาณกระแสสลับให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงหรือมีคุณสมบัติยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการแปลงสัญญาณได้แก่ ไดโอด

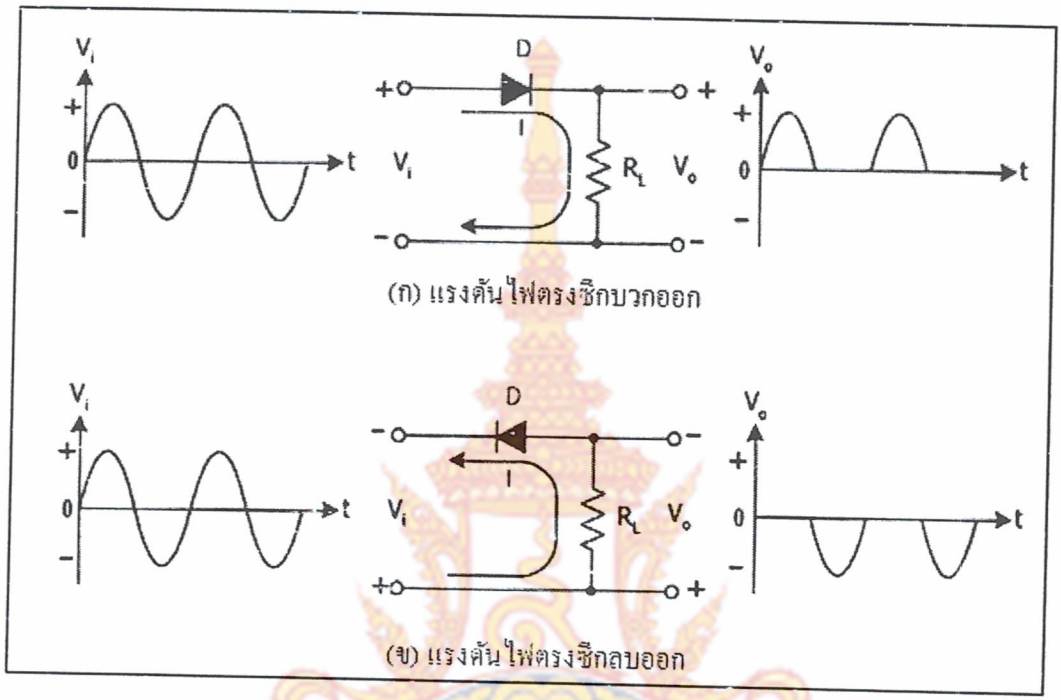
2.4.3 การแปลงแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรง

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะต้องใช้แรงดันเลี้ยงวงจรเป็นแรงดันไฟตรง (DC) โดยทำการแปลงแรงดันไฟสลับ (AC) ให้เป็นแรงดันไฟตรง (DC) วงจรที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนี้เรียกว่าวงจรเร็กติไฟเออร์ (Rectifier Circuit) หรืออาจเรียกว่าวงจรเรียงกระแส อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้คือไดโอด ไดโอดที่นิยมนำมาใช้งานในวงจรเร็กติไฟเออร์เป็นไดโอดชนิดซิลิกอน

2.4.4 การทำงานของไดโอดเร็กติไฟเออร์ใช้หลักการจ่ายไบอัสตรง

การจ่ายไบอัสกลับให้ตัวไดโอดเพื่อทำให้ไดโอดนำกระแสและหยุดนำกระแสตามสภาวะไบอัสที่จ่ายแรงดันที่ผ่านการเร็กติไฟเออร์แล้วได้แรงดันออกมาเป็นไฟตรงซีกบวกหรือแรงดันไฟตรงซีกลบ แรงดันไฟตรงจะได้ออกมาซีกใดขึ้นอยู่กับการจัดวงจรไดโอดเร็กติไฟเออร์

ถ้าไดโอดจัดให้ขาแคโถด (K) ออกเอาต์พุตได้แรงดันซีกบวกออกมาและถ้าไดโอดจัดให้ขาแอโนด (A) ออกเอาต์พุตได้แรงดันซีกลบออกมา ลักษณะการเร็กติไฟเออร์เบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40 แสดงการเร็กติไฟเออร์เบื้องต้น

จากรูปที่ 2.40 (ก) แสดงการเร็กติไฟเออร์เบื้องต้น ได้แรงดันไฟตรงซีกบวกออกเอาต์พุต โดยต่อขา A รับแรงดันไฟสลับอินพุต และต่อขา K ออกเอาต์พุต ไดโอด D จะได้รับไบอัสตรงเมื่อแรงดันไฟสลับซีกบวกป้อนให้ขา A ไดโอด D นำกระแส มีกระแส I ไหลผ่านไดโอดไปตกคร่อมโหลด RL เป็นแรงดันออกเอาต์พุต VO ซีกบวก

ส่วนรูปที่ 2.40 (ข) แสดงการเร็กติไฟเออร์เบื้องต้นได้แรงดันไฟตรงซีกลบออกเอาต์พุต โดยต่อขา K รับแรงดันไฟสลับอินพุต และต่อขา A ออกเอาต์พุต ไดโอด D จะได้รับไบอัสตรงเมื่อแรงดันไฟสลับซีกลบป้อนให้ขา K ไดโอด D นำกระแสมีกระแส I ไหลผ่านโหลด RL ไหลผ่านไดโอด D เป็นแรงดันออกเอาต์พุต VO ซีกลบ วงจรเร็กติไฟเออร์ที่ถูกสร้างใช้งานมีลักษณะแรงดันที่ผ่านการเร็กติไฟเออร์ แล้วได้แรงดันออกเอาต์พุต 2 แบบ คือ แบบแรงดันครึ่งคลื่น (Half Wave Voltage) และแบบแรงดันเต็มคลื่น (Full Wave Voltage) เมื่อนำมาสร้างเป็นวงจรเร็กติไฟเออร์สามารถสร้างวงจรออกมาได้เป็น 3 ชนิด คือ

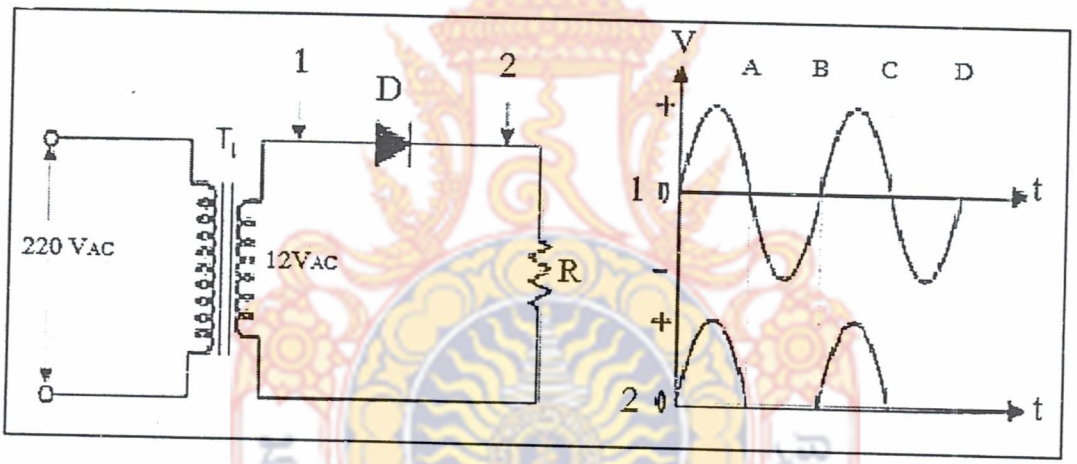
1) เร็กติไฟเออร์ครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier)

2) เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง (Fuli Wave Rectifier by Center-tapped Transformer)

3) เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ (Full Wave Bridge Rectifier)

2.4.5 เร็กติไฟเออร์ครึ่งคลื่น

เร็กติไฟเออร์ครึ่งคลื่น เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์ที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรงกระเพื่อมโดยการตัดแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้ามาออกไปซีกใดซีกหนึ่งอาจเป็นซีกบวกหรือซีกลบ การกำหนดตัดซีกใดออกขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดวงจรเร็กติไฟเออร์ วงจรเร็กติไฟเออร์แบบนี้ใช้ไดโอดในการทำงานเพียงตัวเดียว แรงดันไฟตรงกระเพื่อมที่ออกเอาต์พุตถูกตัดหายไปเป็นเป็นช่วงๆ ลักษณะวงจรและแรงดันที่ได้แสดงดังรูปที่ 2.41

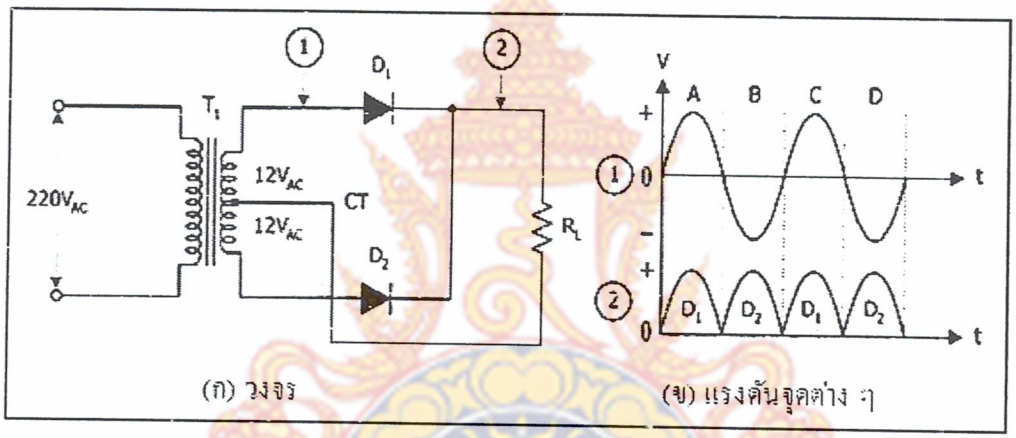


รูปที่ 2.41 วงจรเร็กติไฟเออร์ครึ่งคลื่น

จากรูปที่ 2.41 แสดงเร็กติไฟเออร์ครึ่งคลื่น รูปที่ 2.41 (ก) เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์ครึ่งคลื่นมีหม้อแปลง T1 เป็นหม้อแปลงชนิดลดแรงดันมีไดโอด D1 เป็นตัวตัดแรงดันไฟสลับออกซีกหนึ่งก่อนส่งออกเอาต์พุตและมีโหลด RL เป็นตัวรับแรงดันไฟตรงกระเพื่อมมาตกคร่อมจ่ายออกเป็นแรงดันเอาต์พุต จุดวัดสัญญาณแรงดันมี 2 จุด คือ จุด 1 และจุด 2 รูปสัญญาณแรงดันที่วัดได้แสดงดังรูปที่ 2 (ข) จุด 1 เป็นแรงดันไฟสลับวัดได้ที่ขดทุติยภูมิของหม้อแปลง T1 ส่วนจุด 2 เป็นแรงดันไฟตรงกระเพื่อมวัดได้ที่โหลด RL และเมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกลบตำแหน่ง D ของจุด 1 ป้อนให้ไดโอด D1 เป็นการจ่ายไบอัสกลับให้ไดโอด D1 อีกครั้ง เริ่มทำงานซ้ำเหมือนกับตำแหน่ง B ไม่มีกระแสไหลผ่าน D1, RL ไม่มีแรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง D

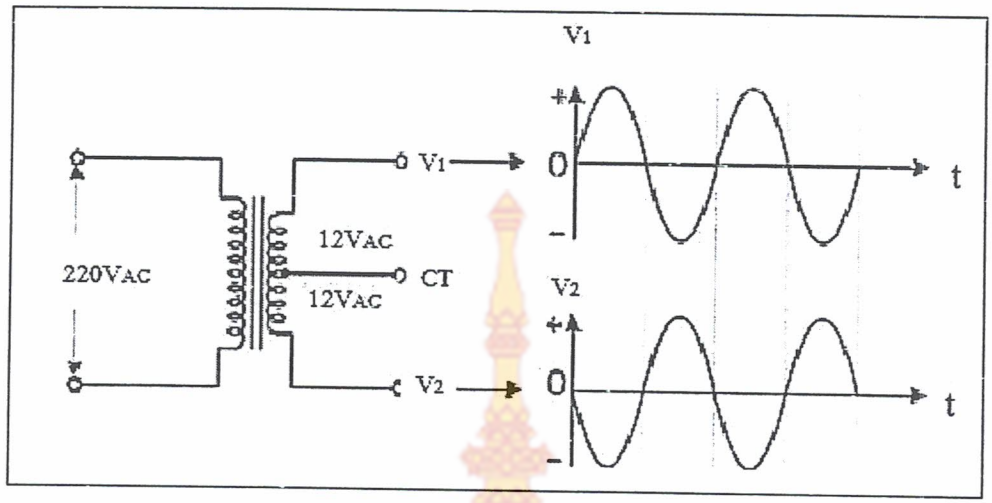
2.4.6 เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้ หม้อแปลงมีแทปกลาง

เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่น เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์ที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรงกระเพื่อมสามารถนำแรงดันไฟสลับทั้ง 2 ซีก มาทำเป็นแรงดันไฟตรงกระเพื่อมได้ทั้งหมด แรงดันไฟตรงกระเพื่อมที่ได้ออกมาอาจเป็นแรงดันไฟตรงซีกบวกหรืออาจเป็นแรงดันไฟตรงซีกลบก็ได้ขึ้นอยู่กับการจัดวงจรเร็กติไฟเออร์ วงจรเร็กติไฟเออร์ชนิดนี้ใช้ไดโอดในการทำงาน2 ตัว และใช้หม้อแปลงที่มีขดทุติยภูมิ 3 ขั้วต่อจ่ายแรงดันไฟสลับออกมาเหมือนกัน 2 ชุดโดยมีขั้วต่อกลางหรือแทปกลาง (Center Tap) เป็นขั้วร่วมในการทำงานลักษณะวงจรและแรงดันที่ได้แสดงดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 วงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง

จากรูปที่ 2.42 แสดงวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง รูปที่ 2.42 (ก) เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นชนิดใช้หม้อแปลง T1 มีแทปกลาง (CT) เป็นขั้วต่อร่วมในการทำงานของวงจรขั้วแทปกลาง (CT) นี้แบ่งแรงดันไฟสลับที่ขดทุติยภูมิออกเป็น 2 ชุดเท่ากัน การวัดสัญญาณที่จุด 1 ได้รูปสัญญาณออกในรูปที่ 2.42 (ข) ที่จุด 1 วัดได้จากการวัดสัญญาณที่ขั้วบนกับขั้วแทปกลาง (CT) ของขดทุติยภูมิ T1 และถ้าวัดสัญญาณที่ขั้วล่างกับขั้วแทปกลาง (CT) ของขดทุติยภูมิ T1 จะได้รูปสัญญาณเหมือนกันแต่มีเฟสสัญญาณเป็นตรงข้าม แสดงได้ดังรูปที่ 2.43

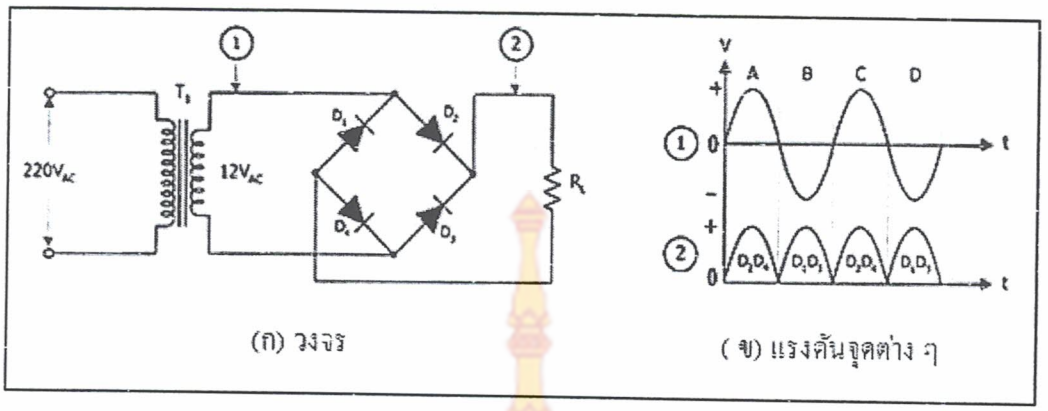


รูปที่ 2.43 แรงดันไฟสลับวัดออกมาได้ที่ตำแหน่ง V1, V2 เทียบกับแทปกลาง (CT)

การทำงานของวงจรตามรูปที่ 2.43 อธิบายได้ดังนี้ ที่จุด 1 เมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกบวกตำแหน่ง A ป้อนให้ไดโอด D1 ไดโอด D1 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส มีกระแสไหลผ่าน Di ผ่าน RLครบวงจรที่แทปกลาง (CT) ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง A ส่วนด้านล่างที่ไดโอด D2 มีแรงดันไฟสลับซีกลบจ่ายให้ไดโอด D1 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส เมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกลบตำแหน่ง B ของจุด 1 ป้อนให้ไดโอด D1 ไดโอด D1 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส ส่วนด้านล่างที่ไดโอด D2 มีแรงดันไฟสลับซีกบวกจ่ายให้ไดโอด D2 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสมีกระแสไหลผ่าน D2 ผ่าน RL ครบวงจรที่แทปกลาง (CT) ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง B เมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกบวกตำแหน่ง C ของจุด 1 ป้อนให้ไดโอด D1 อีกครั้งเป็นการทำงานซ้ำเหมือนกับที่ตำแหน่ง A ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง C และเมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกลบตำแหน่ง D ของจุด 1 ป้อนให้ไดโอด D1 อีกครั้งเป็นการทำงานซ้ำเหมือนกับที่ตำแหน่ง B ทุกประการได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง D

2.4.7 เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์

เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ คือวงจรเร็กติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นนั่นเอง เพียงแต่การจัดวงจรเร็กติไฟเออร์มีความแตกต่างไปจากวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง วงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ประกอบด้วยหม้อแปลงใช้ชนิดทางขดทุติย ภูมิมี 2 ขั้วต่อไม่ต้องมีแทปกลาง (CT) ใช้ไดโอดในการเร็กติไฟเออร์ 4 ตัว การทำงานแต่ละครั้งไดโอดทำงานเป็นชุด 2 ตัว ลักษณะวงจรและแรงดันที่ได้แสดงดังรูปที่ 2.44



รูปที่ 2.44 วงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์

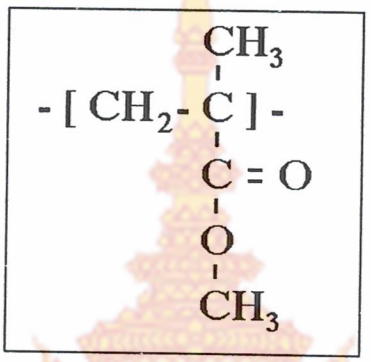
จากรูปที่ 2.44 แสดงวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์รูปที่ 5 (ก) เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ มีไดโอด D1-D4 เป็นวงจรเร็กติไฟเออร์ หม้อแปลง T1 เป็นชนิดธรรมดาไม่มีแทป กลาง (CT) วัดสัญญาณที่จุด 1 และจุด 2 ออกมาได้เหมือนกับเร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลางทุกประการ การทำงานของวงจรตามรูปที่ 5 อธิบายได้ดังนี้ ที่จุด 1 เมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกบวกตำแหน่ง A ป้อนเข้ามา ไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสมี กระแสไหลผ่าน D2, RL และผ่าน D4 ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง A ส่วนไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส เมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกลบตำแหน่ง B ของจุด 1 ป้อนเข้ามาไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสตรงนำกระแสมีกระแสไหลผ่าน D3, RL และผ่าน D1 ครบวงจร ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด2 ที่ตำแหน่ง B ส่วนไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสกลับไม่นำกระแส เมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกบวกตำแหน่ง C ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด D2, D4 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานเหมือนกับที่ตำแหน่ง A ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อมRL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง C และเมื่อมีแรงดันไฟสลับซีกลบตำแหน่ง D ของจุด 1 ป้อนเข้ามาอีกครั้ง ไดโอด D1, D3 ได้รับไบอัสตรงนำกระแส เป็นการทำงานซ้ำเหมือนกับที่ตำแหน่ง B ทุกประการ ได้แรงดันตกคร่อม RL ตามจุด 2 ที่ตำแหน่ง D

2.5 แผ่นอะคริลิคหรือแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

อะคริลิก (Acrylic) เป็นชื่อที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปของพลาสติกที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่าพอลิเมทิลเมทาคริเลต (Poly Methyl Methacrylate) จัดเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่มีคุณสมบัติโดดเด่นในด้านความใสที่มีความคล้ายแก้ว มีความทนทานต่อการผุพัง (Weathering) แต่มีข้อด้อยคือมีความเปราะและแตกหักง่าย นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานกระเบื้องมุงหลังคาใสเฟอร์นิเจอร์แผ่นป้ายโฆษณาและอุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์เพื่อให้ได้พลาสติกที่มีคุณสมบัติใสสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในระดับอุตสาหกรรมพลาสติกชนิดนี้จึงนิยมเตรียมขึ้นด้วยปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์

แบบบัลค์ (Bulk Polymerization) ผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบหล่อ (Casting Process) เพื่อให้ได้แผ่นอะคริลิกที่มีความใสมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

สูตรทางเคมีของพลาสติกอะคริลิคชนิดนี้ คือ C5H802



พอลิเมทิลเมทาคริเลตสามารถเตรียมได้ด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์ แบบสารละลายแบบแขวนลอยและแบบอิมัลชัน แต่วิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในทางอุตสาหกรรม คือ แบบบัลค์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเตรียมด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์ จะมีสิ่งเจือปนน้อย

รูปที่ 2.45 แสดงแผ่นอะคริลิคใส

2.5.1 คุณสมบัติของแผ่นอะคริลิค

2.5.1.1 มีความหนาแน่นประมาณ 1.15 – 1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.5.1.2 มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 130 – 140 องศาเซลเซียสและจุดเดือดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

2.5.1.3 มีความทนทานต่อแรงกระแทก (impact strength) สูงกว่าแก้วโพลิสไตรีน แต่ต่ำกว่าโพลิคาร์บอเนตและพลาสติกวิศวกรรมชนิดอื่น

2.5.1.4 อะคริลิคพลาสติก มีเนื้ออ่อนจึงเกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย

2.5.1.5 แสงสว่างสามารถส่องผ่านเนื้อพลาสติกได้ถึงร้อยละ 92 และมีการสะท้อนกลับที่ผิวประมาณร้อยละ 4

2.5.1.6 มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีกว่าพลาสติกชนิดอื่น เช่น โพลิคาร์บอเนต จึงนิยมใช้อะคริลิคพลาสติกกับงานกลางแจ้งด้วย

2.5.1.7 อะคริลิคพลาสติก ไม่ทนทานต่อตัวทำละลายหลายชนิด

2.5.1.8 ใส่สีให้มีสีสันได้ตามความต้องการ

2.5.1.9 เป็นฉนวนไฟฟ้าได้

2.5.2 การผลิตแผ่นอะคริลิคพลาสติก ทำได้ 2 แบบ คือ

2.5.2.1 การผลิตเป็นชุด (Bacth cell bull polymerization) มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

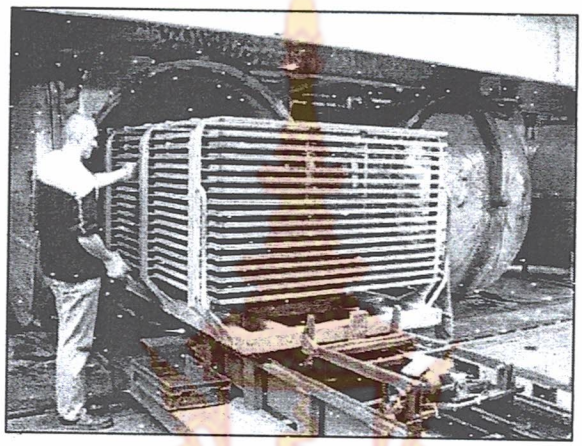
1) การผลิตแผ่นพลาสติกจะใช้แม่พิมพ์เป็นแผ่นแก้วหรือแผ่นโลหะผิวเรียบ 2 แผ่นประกบเข้าด้วยกันโดยขอบนอกแม่พิมพ์มีลักษณะเป็นกรอบหนาที่ยืดหดได้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าในระหว่างการเกิดโพลิเมอร์ เมื่อโมโนเมอร์หรือโมเลกุลเล็กหลายตัวมาเชื่อมกันเข้ากลายเป็นโมเลกุลใหญ่จะทำให้ปริมาตรสารลดลง ดังนั้นกรอบแม่พิมพ์จึงต้องหดตัวตามปริมาตรพลาสติกที่เปลี่ยนไป

2) โมโนเมอร์เหลวของเมทิลเมทาไครเลตกับตัวเร่งปฏิกิริยาถูกปล่อยเข้าไปในแม่พิมพ์ บางครั้งอาจเติมพรีโพลิเมอร์ (prepolymer) ของเมทิลเมทาไครเลตเข้าไปด้วย (พรีโพลิเมอร์เป็นโพลิเมอร์น้ำหนักโมเลกุลต่ำ) เพื่อเร่งกระบวนการผลิตให้เร็วขึ้น

3) เมื่อวัตถุดิบเข้าไปเต็มแม่พิมพ์แล้วปิดแม่พิมพ์ให้สนิทจากนั้นอาจมีการให้ความร้อนแก่แม่พิมพ์เพื่อกระตุ้นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เริ่มทำงาน

4) ขณะที่เกิดปฏิกิริยาจะมีการคายความร้อนออกมาจึงต้องระบายความร้อนด้วยการเป่าลมหรือแช่แม่พิมพ์ในน้ำเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของของเหลวในแม่พิมพ์ไม่ให้กลายเป็นไอซึ่งจะกลายเป็นฟองบนผิวพลาสติกในภายหลัง

5) เมื่อพลาสติกแข็งตัว ผู้ผลิตจะปล่อยให้แผ่นพลาสติกเย็นก่อนจึงถอดออกจากแม่พิมพ์ ทั้งนี้อะคริลิกพลาสติกแผ่นบางจะใช้เวลาในการแข็งตัวนานประมาณ 10-12 ชั่วโมง ขณะที่พลาสติกแผ่นหนาต้องใช้เวลาหลายวันกว่าจะแข็งตัวหลังจากแกะแผ่นพลาสติกออกแล้วแม่พิมพ์จะถูกทำความสะอาดเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการผลิตชุดใหม่



รูปที่ 2.46 แสดงแม่พิมพ์ผลิตแผ่นอะคริลิคพลาสติกเรียงซ้อนกันหลายชั้น

6) นำแผ่นอะคริลิกพลาสติกไปอบแอนนีล (anneal) ที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลาหลายชั่วโมงเพื่อลดความเค้นตกค้าง (residual stress) ในพลาสติกที่อาจทำให้แผ่นพลาสติกบิดงอหรือเสียรูปร่าง

7) สุดท้ายแผ่นพลาสติกจะถูกตัดแต่งครีบ หรือส่วนที่เกินออกจากนั้นปิดทับแผ่นพลาสติกด้วยกระดาษหรือฟิล์มพลาสติกเพื่อป้องกันสินค้าในระหว่างการขนส่งและการจัดเก็บ

2.5.2.2 การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous bulk polymerization) มีขั้นตอนคล้ายการผลิตเป็นชุดแต่ใช้เวลาในการผลิตน้อยกว่าและใช้ผลิตแผ่นอะคริลิกพลาสติกขนาดบาง

1) การผลิตแผ่นอะคริลิกพลาสติกแบบนี้ แม่พิมพ์มีลักษณะเป็นสายพานเหล็กกล้าซ้อนกัน 2 ชั้นโดยเว้นช่องห่างกันเล็กน้อยซึ่งระยะห่างระหว่างชั้นแผ่นเหล็กจะเป็นตัวควบคุมความหนาของแผ่นพลาสติก

2) โมโนเมอร์เหลวกับตัวเร่งปฏิกิริยาจะถูกฉีดเข้าไปในช่องว่างระหว่างแผ่นเหล็กและสายพานเหล็กที่บรรจุสารแล้วจะเลื่อนผ่านชุดอุปกรณ์ให้ความร้อนและระบายความร้อนสลับกันไปเพื่อให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดอย่างสมบูรณ์

3) หลังจากพลาสติกถูกนำออกจากแม่พิมพ์จะถูกนำไปอบแอนนีลเพื่อลดความเค้นตกค้างในแผ่นพลาสติก

4) แผ่นพลาสติกที่ผ่านการอบแล้วจะถูกตัดให้ได้ขนาดตามต้องการและปิดผิวด้วยกระดาษหรือฟิล์มพลาสติกเพื่อปกป้องกันตัวสินค้าจากการขนย้าย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้แสดงถึงการดำเนินงานโครงการสื่อการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติงานเชื่อมโลหะและโลหะแผ่น 1 ผู้จัดทำโครงการได้ทำสื่อเป็นชุดศึกษาการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ โดยการนำความรู้จากทฤษฎีต่างๆ ที่ได้กล่าวมาในบทที่ 2 มาออกแบบและสร้างชุดศึกษาการทำงานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 รายละเอียดการดำเนินงาน

3.2 แผนการดำเนินงาน

3.3 เลือกใช้วัสดุที่ต้องใช้กับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

3.4 ขั้นตอนการออกแบบและปฏิบัติงาน

3.1 รายละเอียดการดำเนินงาน

การดำเนินการออกแบบสื่อการสอนวิชาปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น 1 นี้สามารถแบ่งเป็น 9 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ศึกษารูปแบบและรวบรวมข้อมูล

3.1.2 ออกแบบโครงเครื่องเชื่อมสำหรับติดอะคริลิค

3.1.3 จัดเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์

3.1.4 จัดทำโครงเครื่องเชื่อมและประกอบชิ้นส่วนเครื่องเชื่อม

3.1.5 ออกแบบชุดวัดกระแสไฟฟ้าและจัดทำชุดวัดกระแสไฟฟ้า

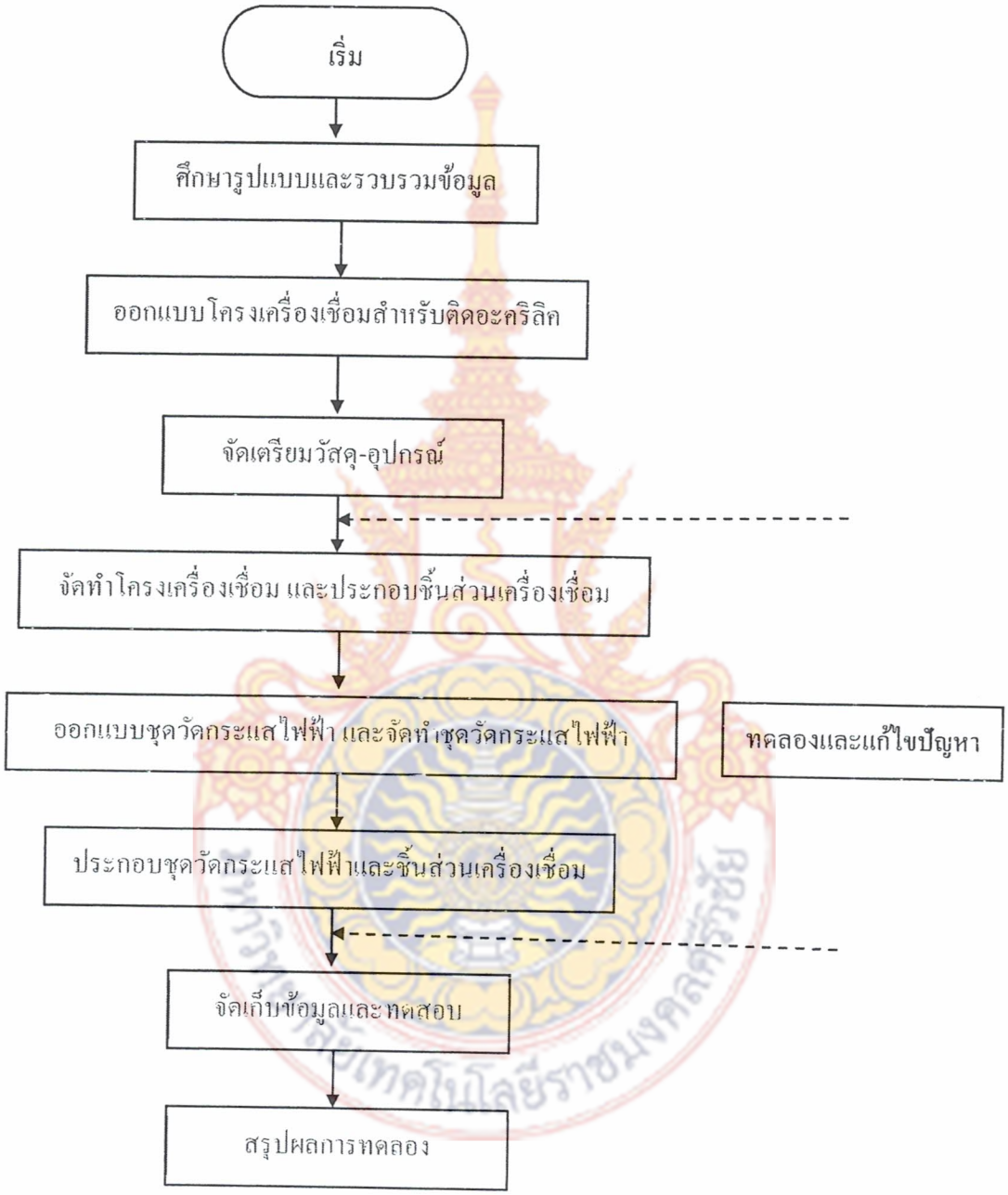
3.1.6 ประกอบชุดวัดกระแสไฟฟ้าและชิ้นส่วนเครื่องเชื่อม

3.1.7 ทดลองและแก้ไขปัญหา

3.1.8 จัดเก็บข้อมูลและทดสอบ

3.1.9 สรุปผลการทดลอง

การดำเนินโครงงานสามารถเขียนแผนผังขั้นตอนการทำงานได้ดังรูป



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินโครงการ

3.2 แผนการดำเนินงาน

จากตารางการดำเนินงานของโครงการนั้น แสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติงานไม่เป็นไปตามแผนที่วาง

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานโครงการ

กิจกรรม	ปี	พ.ศ.2558																พ.ศ. 2559																			
	เดือน	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
	สัปดาห์	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กิจกรรมที่ 1 ศึกษารูปแบบและรวบรวมข้อมูล																																					
กิจกรรมที่ 2 ออกแบบโครงเครื่องเชื่อมสำหรับติดอะคริลิค																																					
กิจกรรมที่ 3 จัดเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์																																					
กิจกรรมที่ 4 จัดทำโครงเครื่องเชื่อม และประกอบชิ้นส่วนเครื่องเชื่อม																																					
กิจกรรมที่ 5 ออกแบบชุดวัดกระแสไฟฟ้า และจัดทำชุดวัดกระแสไฟฟ้า																																					
กิจกรรมที่ 6 ประกอบชุดวัดกระแสไฟฟ้าและชิ้นส่วนเครื่องเชื่อม																																					

กิจกรรม	ปี	พ.ศ.2558																พ.ศ. 2559																			
	เดือน	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
	สัปดาห์	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
กิจกรรมที่ 7 ทดลองแลแก้ไขปัญหา																																					
กิจกรรมที่ 8 จัดเก็บข้อมูลและทดสอบ																																					
กิจกรรมที่ 9 สรุปและรายงานผลการทดลอง																																					

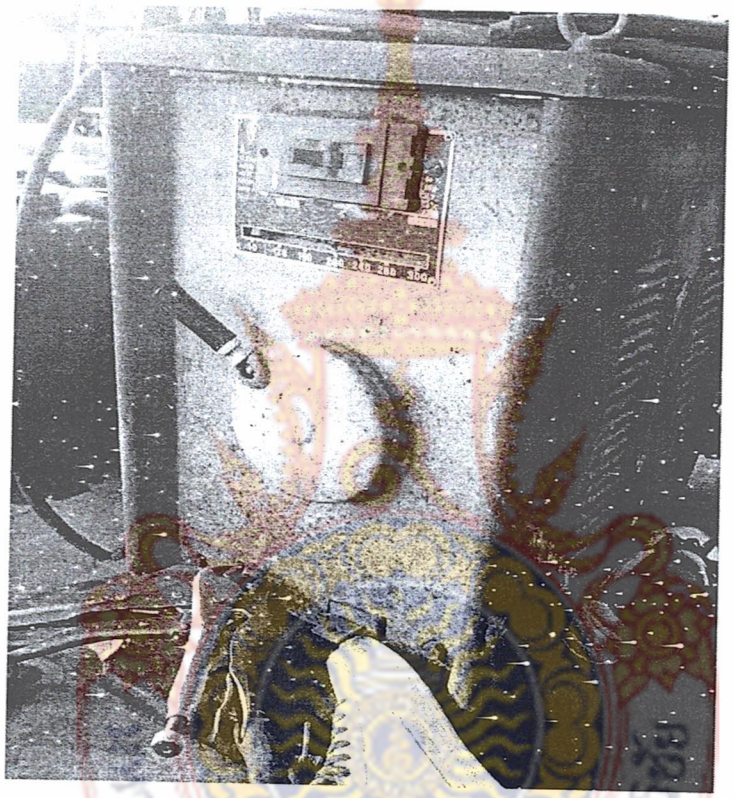
*หมายเหตุ ◄------► การดำเนินงานตามแผน ◄——► การดำเนินงานจริง

.3 **เลือกใช้วัสดุที่ต้องใช้กับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า**

เลือกใช้แผ่นอะคริลิคชนิดใส ขนาด 10 มิลลิเมตร

ขั้นตอนการออกแบบและปฏิบัติงาน

3.4.1 เลือกเครื่องเชื่อมและตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องเชื่อม



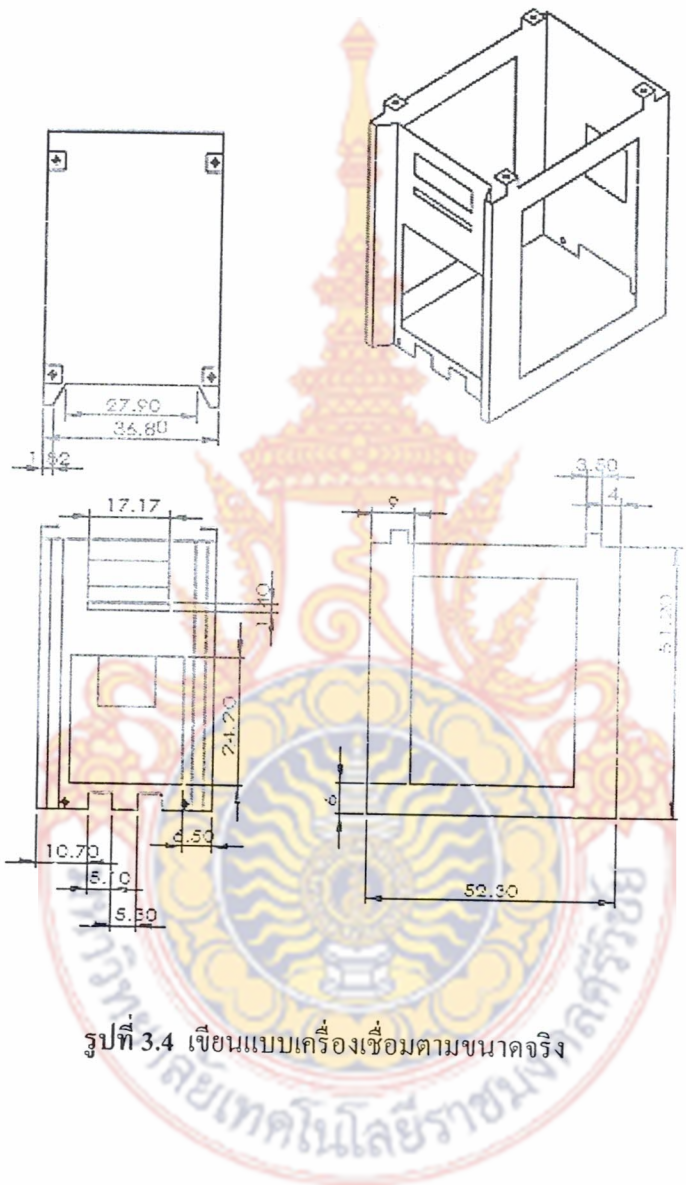
รูปที่ 3.2 เครื่องเชื่อมที่ทำสื่อการสอนวิชาปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น 1

3.4.2 แกะชิ้นส่วนของเครื่องเชื่อม พร้อมทำความสะอาดเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

รูปที่ 3.3 ทำความสะอาดหม้อแปลงโดยใช้ลม

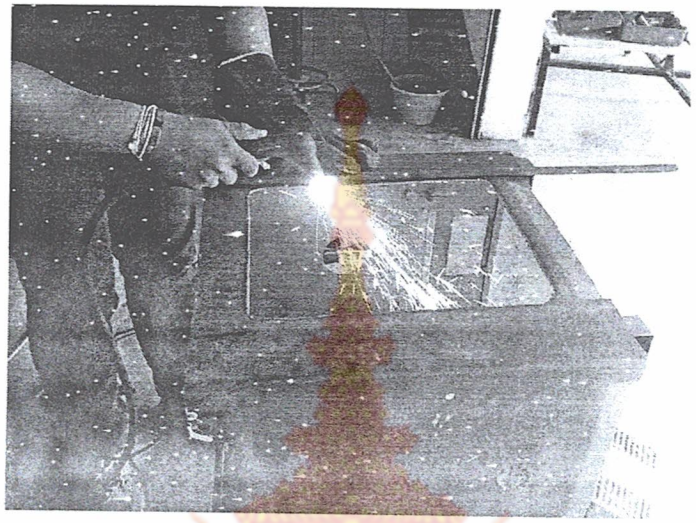
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

3.4.3 ออกแบบสื่อการสอนวิชาปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น 1



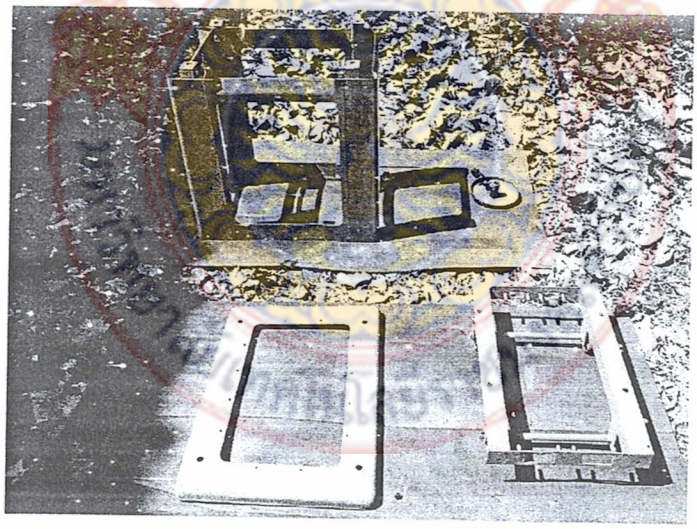
รูปที่ 3.4 เขียนแบบเครื่องเชื่อมตามขนาดจริง

3.4.4 วัดขนาดเครื่องเชื่อมตามแบบ ตัดโครงเครื่องเชื่อมด้วยเครื่องตัดพลาสมา



รูปที่ 3.5 ตัดโครงเครื่องเชื่อมด้วยเครื่องตัดพลาสมา

3.4.5 ทาสีรองพื้นเครื่องเชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนเครื่องเชื่อมที่ทารองพื้นแล้วมาตากแดด

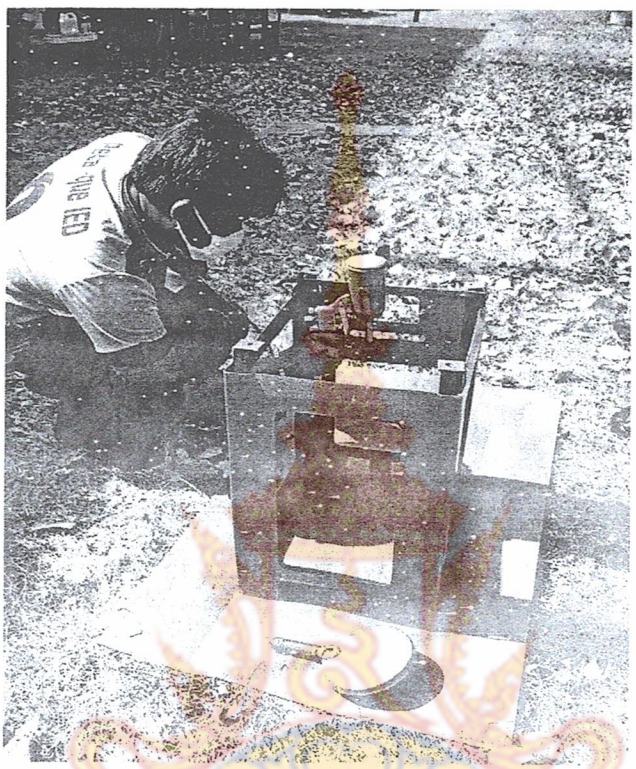
3.4.6 เจาะรูเครื่องเชื่อมไฟฟ้าเพื่อยึดแผ่นอะคลิลิค

รูปที่ 3.7 เจาะเครื่องเชื่อมด้วยสว่านไฟฟ้า

3.4.7 ตัดแผ่นอะคลิลิคให้ได้ตามขนาด

รูปที่ 3.8 ตัดแผ่นอะคลิลิคด้วยเลื่อยฉลุ

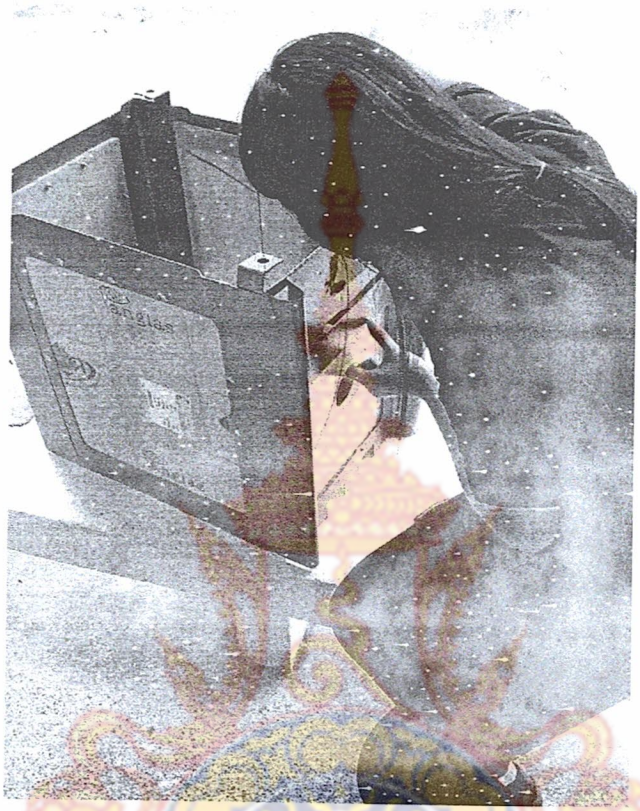
3.4.8 พ่นสีเครื่องเชื่อมไฟฟ้า โดยเลือกใช้สีพ่นเกร็ด



รูปที่ 3.9 พ่นสีเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

3.4.9 ยึดแผ่นอะคลิลิคกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้สกรูขนาด M4x2



รูปที่ 3.10 ยึดแผ่นอะคลิลิคไว้กับเครื่องเชื่อม

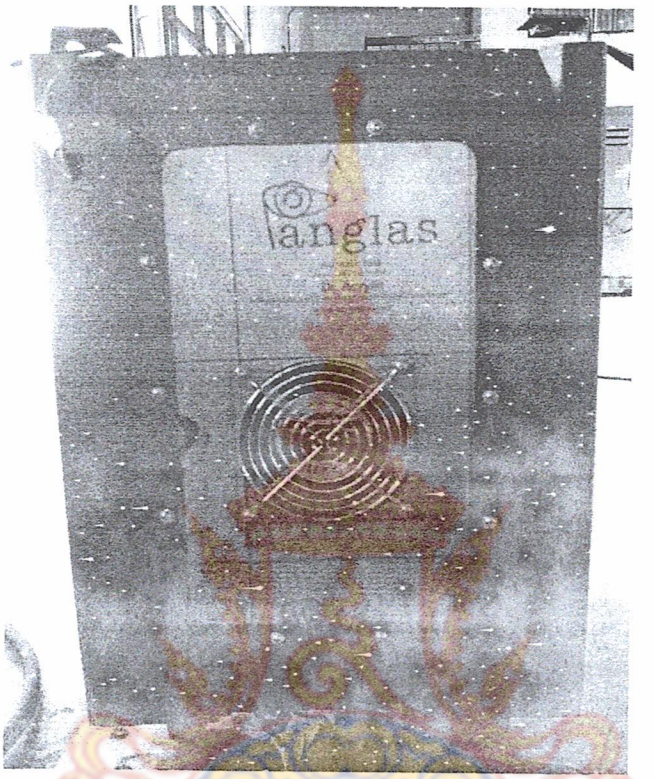
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

3.4.10 ประกอบเครื่องเชื่อมไฟฟ้า พร้อมทดสอบการทำงานของเครื่องเชื่อม

รูปที่ 3.11 ทดสอบการทำงานของเครื่องเชื่อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

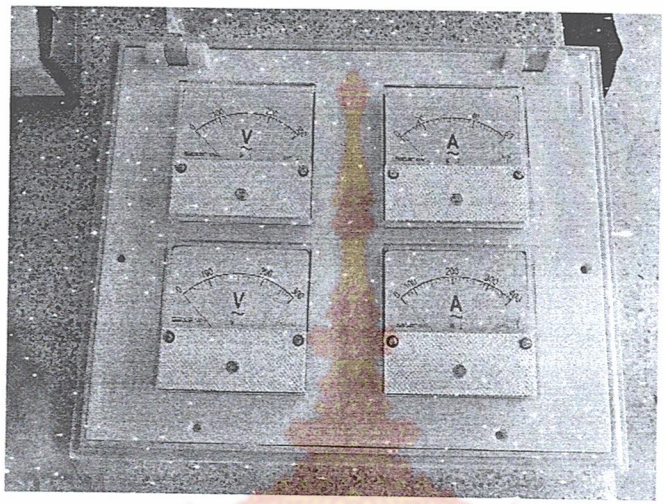
3.4.11 ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ บริเวณหลังเครื่องเชื่อม



รูปที่ 3.12 ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

3.4.12 ประกอดชุดวัดกระแสไฟฟ้า

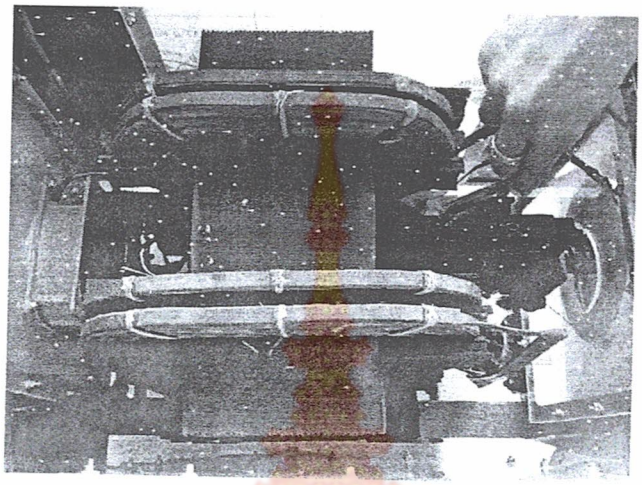


รูปที่ 3.13 ชุดวัดกระแสไฟฟ้า

3.4.13 ติดตั้ง Current Transformer บริเวณไฟฟ้าเข้า และไฟฟ้าออก

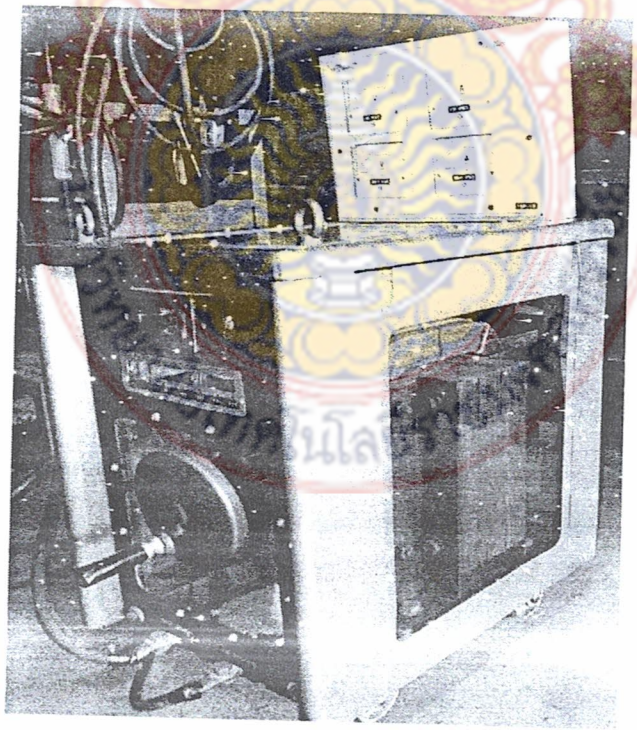
รูปที่ 3.14 ติดตั้ง Current Transformer

3.4.14 ทดสอบทิศทางลม



รูปที่ 3.15 ทดสอบทิศทางลมด้วยควันธูป

3.4.15 ติดตั้งชุดวัดกระแสไฟกับเครื่องเชื่อม



รูปที่ 3.16 ติดตั้งชุดวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับเครื่อง

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะแสดงถึงผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูลจากการปฏิบัติงานสังเกตและการทดลองในบทที่ 3 ซึ่งข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นี้จะแสดงถึงผลรายละเอียดในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยทำการทดลอง 4 วิธี

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์

4.3 ผลการทดสอบทิศทางลมโดยควันธูป

4.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

จากการทดลองเชื่อมเพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ผลจากการดำเนินการตามแผนงานตามขั้นตอนตั้งแต่การประดิษฐ์เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่ใช้ในการทดลอง การสังเกตจากการเชื่อมเนื่องจากระยะอาร์คส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมจึงจัดทำเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมเพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ จึงทำการวัดกระแสไฟฟ้าจากเครื่องมือ 2 ชนิดด้วยกัน คือ วัดกระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์และแคลมป์มิเตอร์ ทำการรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์แสดงผลในรูปแบบของตารางและกราฟข้อมูล โดยมีการควบคุม ชนิดของเหล็ก ขนาดของเหล็ก ชนิดของลวดเชื่อม ลักษณะการเชื่อม เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์ ผลที่นำมาแสดงนี้นำมาจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเชื่อมโดยการกำหนดค่ากระแสไฟฟ้าตามช่วงที่กำหนดเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระไฟฟ้ามาเปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแคลมป์มิเตอร์โดยมีการทดลองทั้งหมด 4 การทดลอง แต่ละการทดลองได้ทำการทดลอง 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ทำการวัดกระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์ต่างขั้วกันและครั้งที่ 2 ทำการวัดกระแส

ไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคมป์มิเตอร์ขั้วเดียวกัน ระยะเวลาในการดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 ไปจนถึงวันที่ 6 พฤษภาคม 2558

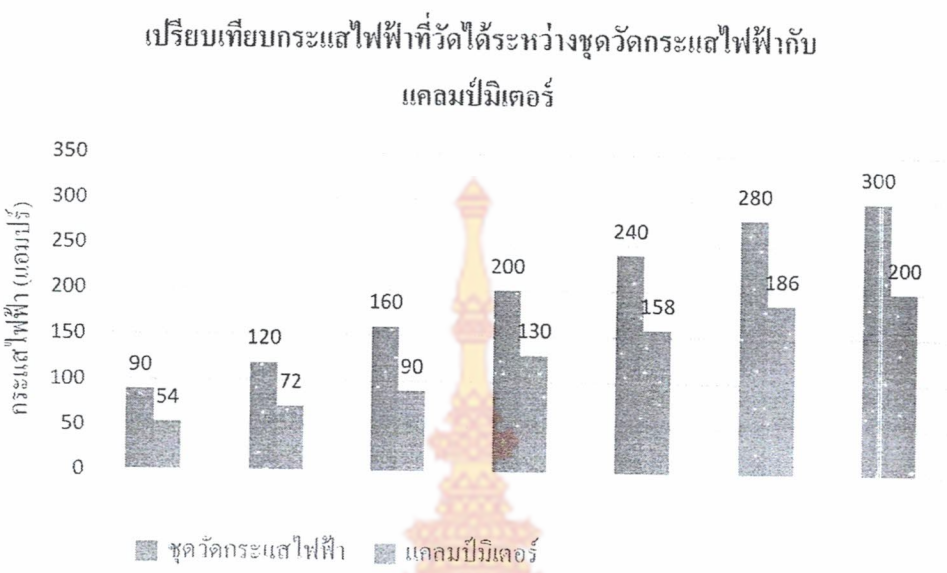
4.1.1 การทดลองที่ 1 วัดกระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	54
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	72
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	90
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	130
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	158
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	186
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	200

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

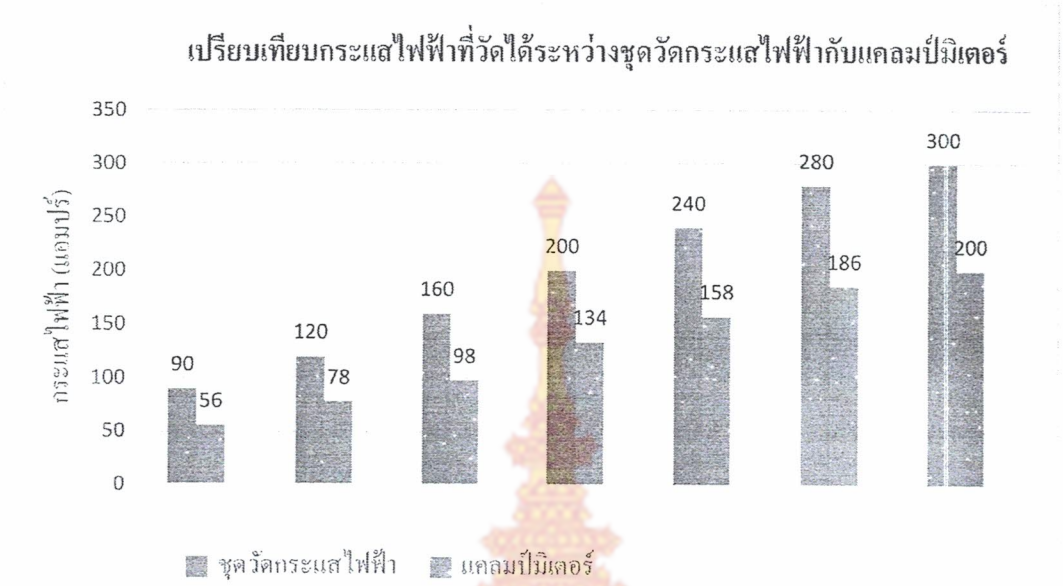
จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม ชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกัน โดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 36 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 48 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 70 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 70 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 82 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 94 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 100 แอมแปร์

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (-)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	56
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	78
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	98
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	134
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	158
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	186
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	200

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.2 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่าง ชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม ชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกัน โดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 34 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 42 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 62 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 66 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 82 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 94 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 100 แอมแปร์

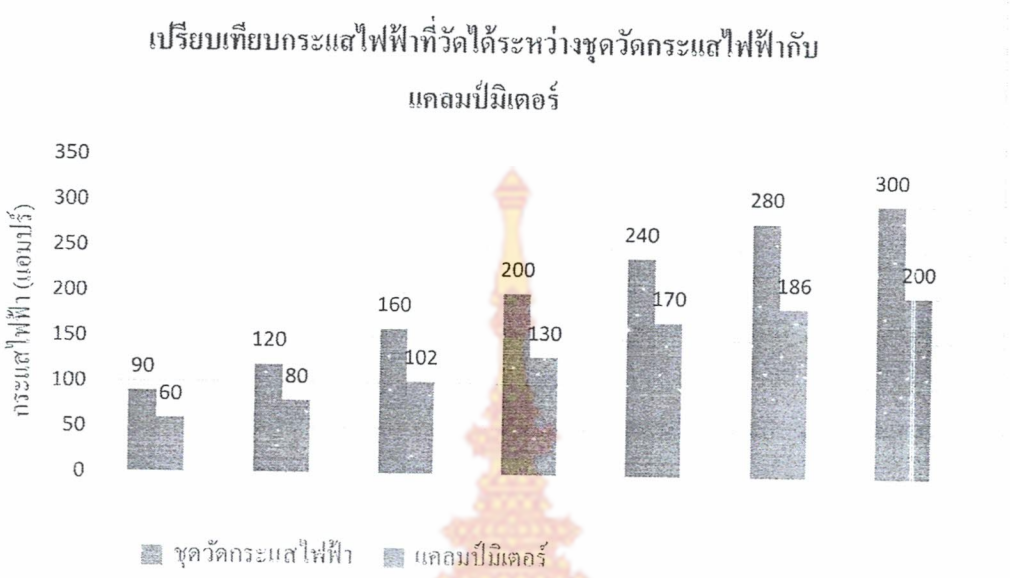
4.1.2 การทดลองที่ 2 วัดกระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์โดยทำการเปลี่ยนตำแหน่ง Current Transformer ให้ห่างจากหม้อแปลง 2 ฟุต

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	50
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	80
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	102
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	130
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	170
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	198
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	208

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

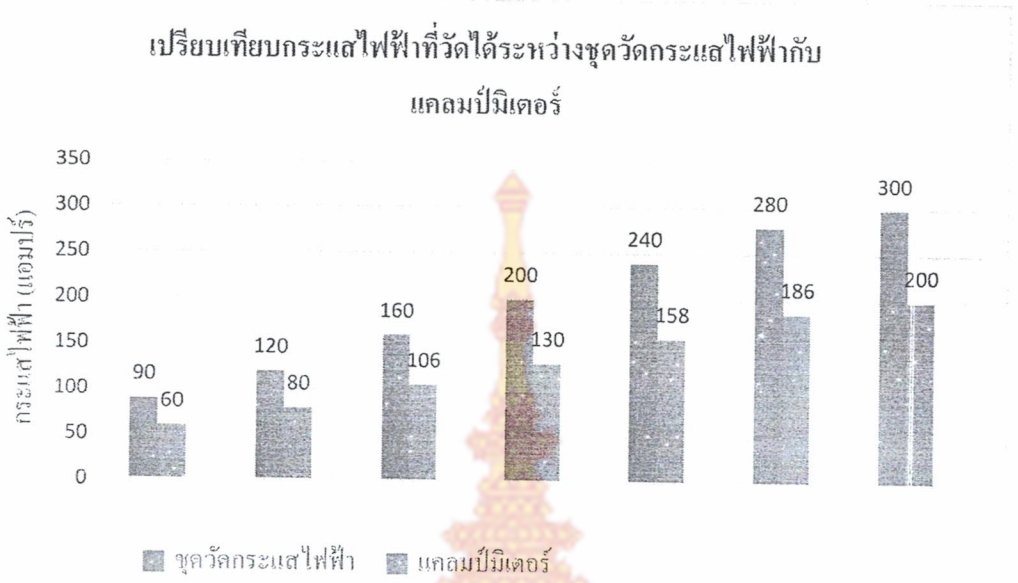
จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกัน โดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 30 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 40 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 58 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 70 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 70 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 94 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 100 แอมแปร์

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (-)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	60
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	80
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	106
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	140
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	170
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	198
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	209

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกันโดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 30 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 40 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 54 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 70 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 82 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 94 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 100 แอมแปร์

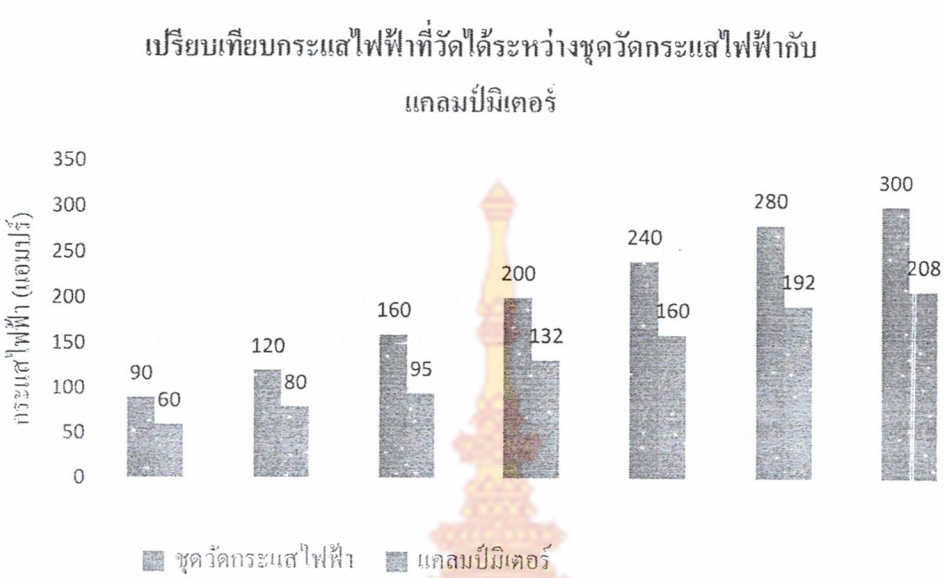
4.1.3 การทดลองที่ 3 วัดกระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์โดยทำการเปลี่ยนตำแหน่ง Current Transformer ให้ห่างจากหม้อแปลง 3 ฟุต

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	60
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	80
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	95
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	132
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	160
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	192
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	220

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.5 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

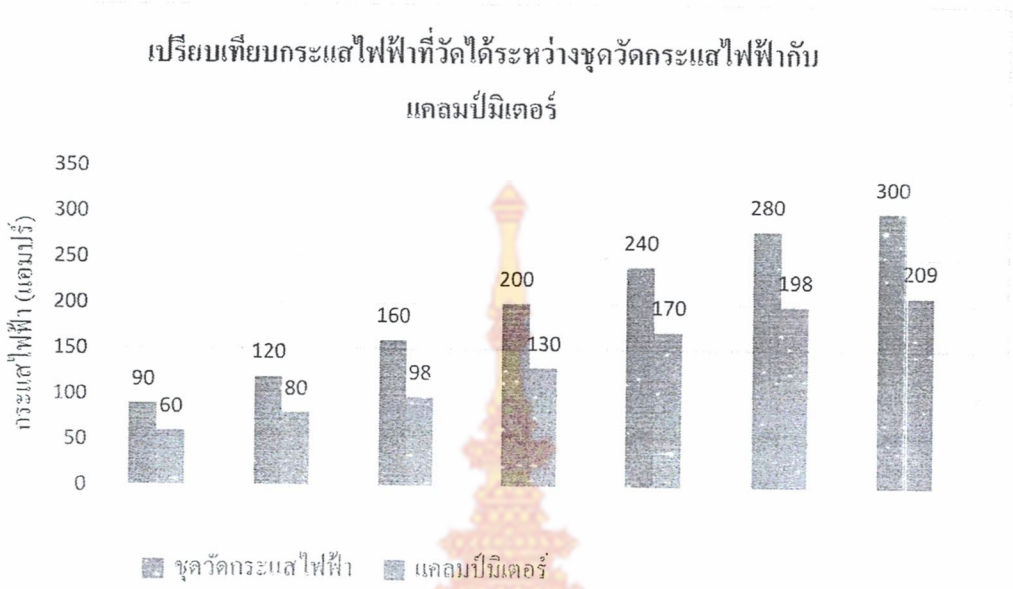
จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกัน โดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 30 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 40 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 65 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 68 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 80 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 88 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 92 แอมแปร์

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	60
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	80
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	98
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	130
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	158
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	188
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	230

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.6 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่าง
ชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกันโดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 30 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 40 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 62 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 40 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 70 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 82 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 91 แอมแปร์

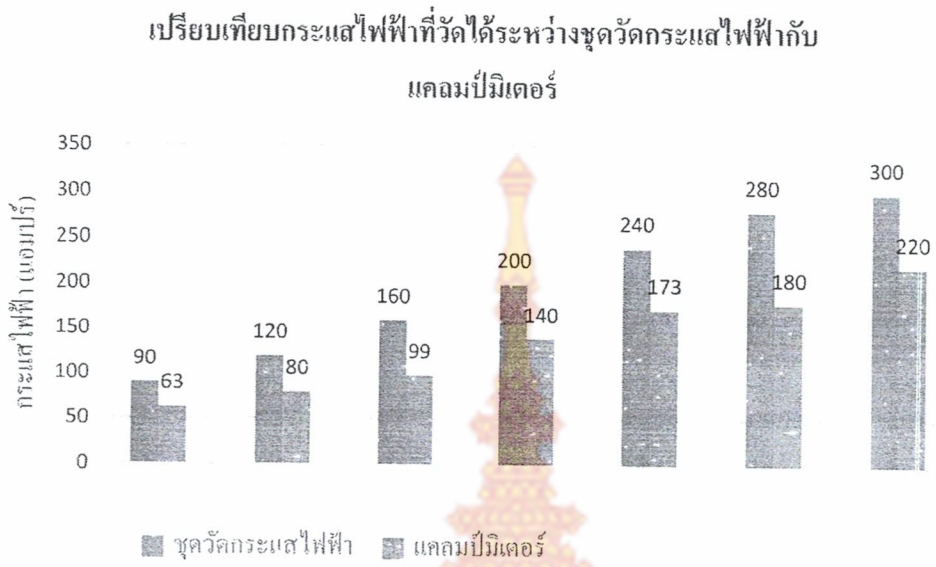
4.1.4 การทดลองที่ 4 วัดกระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์โดยทำการเปลี่ยนตำแหน่ง Current Transformer ให้ห่างจากหม้อแปลง 2 ฟุตและนำแผ่นอะลูมิเนียมกั้นระหว่างเครื่องเชื่อมกับ Current Transformer และแคลมป์มิเตอร์

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	63
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	80
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	99
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	140
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	173
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	180
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	218

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.7 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่าง
ชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

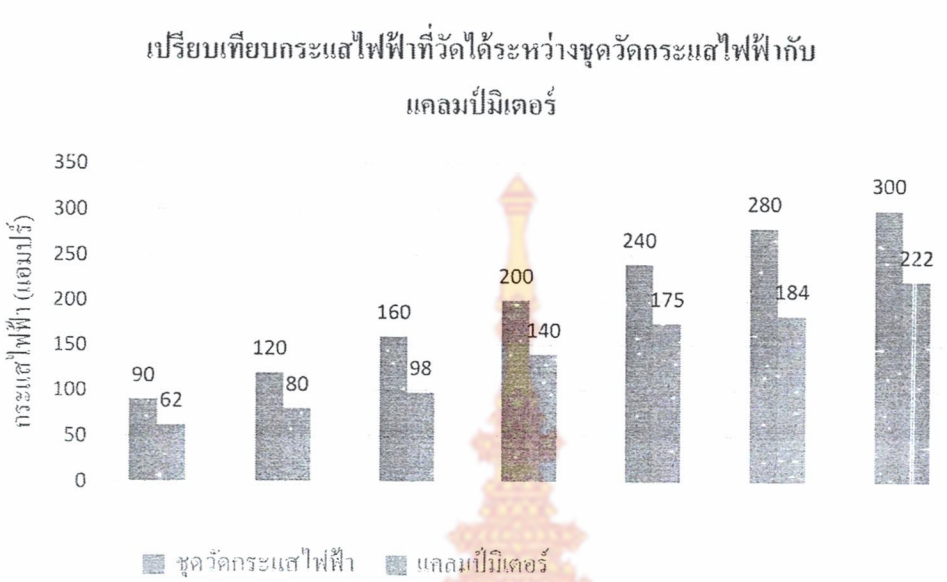
จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกัน โดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 27 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 40 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 6! แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 60 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 67 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 100 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 80 แอมแปร์

ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558 – 6 พฤษภาคม 2558 ดังข้อมูลในตาราง 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์โดยวัด Current Transformer ขั้วลบ (-) และวัดแคลมป์มิเตอร์ ขั้วบวก (+)

ชนิดของเหล็กเหล็ก	ขนาดเหล็ก (มิลลิเมตร)	ชนิดลวดเชื่อม (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเชื่อม	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมวัดโดยแคลมป์มิเตอร์ (แอมแปร์)
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	90	62
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	120	80
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 2.60	เดินแนวท่าราบ	160	98
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	200	140
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	240	175
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	280	184
เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ST37	100*100 หนา 4	E6013 ขนาด 3.20	เดินแนวท่าราบ	300	222

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer



กราฟที่ 4.8 กราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับแคลมป์มิเตอร์

จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกันโดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 28 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 40 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 62 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 60 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 65 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 96 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกัน 78 แอมแปร์

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์

จากข้อมูลผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์ทั้ง 4 การทดลอง พบว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้ามีค่าคงที่ทุกการทดลองแต่ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์มีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงผลการทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้าและแคลมป์มิเตอร์ทั้ง 4 การทดลอง

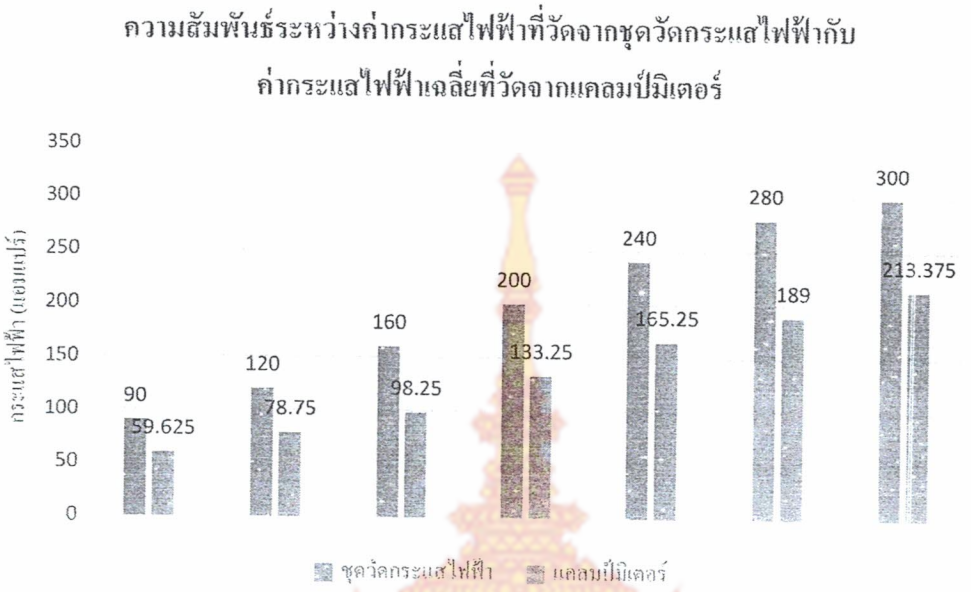
กระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์ / กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้า	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 1	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 1	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 2	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 2	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 3	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 3	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 4	ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากการทดลองที่ 4
	ขั้วบวก (+)	ขั้วลบ (-)	ขั้วบวก (+)	ขั้วลบ (-)	ขั้วบวก (+)	ขั้วลบ (-)	ขั้วบวก (+)	ขั้วลบ (-)
90	56	56	60	60	60	60	63	62
120	72	78	80	80	80	80	80	80
160	90	98	102	106	95	98	99	98
200	130	134	130	130	132	130	140	140
240	158	158	170	170	160	158	173	175
280	186	186	198	198	192	188	180	184
300	200	200	208	209	220	230	218	222

หมายเหตุ : ชุดวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์

ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่วัดจากแคลป์มิเตอร์ (แอมแปร์)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (แอมแปร์)	ค่าความแปรปรวน (แอมแปร์)
90	59.625	2.503	6.267
120	78.750	2.815	7.928
160	98.250	4.682	21.928
200	133.250	4.399	19.357
240	165.250	7.421	55.071
280	189.00	6.502	42.285
300	213.375	10.835	117.410

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



กราฟที่ 4.9 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากชุดวัดกระแสไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้จากแคลมป์มิเตอร์ทั้ง 4 การทดลอง

จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม ชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าแคลมป์มิเตอร์ ยิ่งปรับกระแสไฟฟ้าสูงมากขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ก็จะมีผลต่างกันมากยิ่งขึ้นเช่นกัน โดยช่วงที่ 1 กระแสไฟฟ้าต่างกันเฉลี่ย 30.375 แอมแปร์ ช่วงที่ 2 กระแสไฟฟ้าต่างกันเฉลี่ย 41.25 แอมแปร์ ช่วงที่ 3 กระแสไฟฟ้าต่างกันเฉลี่ย 61.75 แอมแปร์ ช่วงที่ 4 กระแสไฟฟ้าต่างกันเฉลี่ย 66.75 แอมแปร์ ช่วงที่ 5 กระแสไฟฟ้าต่างกันเฉลี่ย 74.75 แอมแปร์ ช่วงที่ 6 กระแสไฟฟ้าต่างกันเฉลี่ย 91 แอมแปร์ ช่วงที่ 7 กระแสไฟฟ้าต่างกันเฉลี่ย 86.625 แอมแปร์ ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ามากกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์เฉลี่ย 64.642 แอมแปร์

4.3 ผลการทดสอบทิศทางลมโดยควันธูป

จากการทดสอบทิศทางลมโดยควันธูป เป็นการทดสอบทิศทางลมของพัดลมที่ติดตั้งบริเวณหลังเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งการทำงานของพัดลมใช้ระบบ On Time ติดตั้งโดยให้พัดลมดูดอากาศออกจากเครื่องเชื่อม ผลการทดสอบทิศทางลมปรากฏว่าทิศทางลมมีการเคลื่อนที่ผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าตลอดเวลา

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะแสดงถึงบทสรุปของโครงการปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการรวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาต่อสำหรับผู้ที่สนใจในเรื่องของสื่อการสอนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์

5.1 สรุปผล

สื่อการสอนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ที่ได้ทำการออกแบบสร้างและทดสอบโดยการสร้างชุดวัดกระแสไฟฟ้าเพื่อวัดกระแสไฟฟ้าจริงที่ใช้ในการเชื่อมแต่ละครั้งเพราะกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมไม่มีความคงที่โดยขึ้นอยู่กับระยะอาร์คของลวดเชื่อมซึ่งชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะใช้ Current Transformer เป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าโดยทำการวัดทั้ง Input และ Output จากการทดลองที่ได้ปรากฏว่าค่ากระแสไฟฟ้าจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่าความคลาดเคลื่อน 5.586 แอมแปร์ เมื่อนำค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้ามาเปรียบเทียบกับกระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์ กระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้าจะมีค่ามากกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากแคลมป์มิเตอร์เฉลี่ย 64.642 แอมแปร์ เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์โดยการใช้อะคริลิคใสเป็นส่วนประกอบของโครงเครื่องเชื่อม ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของขดลวดเมื่อมีการปรับเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าโดยกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวด นอกจากนี้มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศระบบ On Time บริเวณหลังเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เพื่อควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ใช้ได้จริงเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

จากการทำปริญญานิพนธ์ ปัญหาที่ประสบในการดำเนินงานต่างๆ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

5.2.1 ปัญหาเรื่องระยะเวลาในการดำเนินการ

เนื่องจากสภาพของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เป็นแบบรุ่นเก่าชนิดมือหมุนปรับกระแสไฟฟ้า มีอายุการใช้งานมานานหลายปีทำให้ชิ้นส่วนบางอย่างที่มีความชำรุดตามระยะเวลาการใช้งานจำเป็นจะต้องสั่งซื้อเพื่อเปลี่ยนเป็นชิ้นส่วนใหม่ทำให้ทางคณะผู้จัดทำประสบปัญหาการจัดการหาซื้อชิ้นส่วนเพราะปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าระบบอินเวอร์เตอร์ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนวางขายตามท้องตลาดจะต้องสั่งซื้อชิ้นส่วนจากสำนักงานขายโดยตรงทำให้เกิดความล่าช้าในการจัดทำโครงการทางคณะผู้จัดทำจึงต้องเร่งจัดทำโครงการในภายหลังอย่างเร่งด่วนจนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

5.2.2 ปัญหาในการออกแบบและติดตั้ง

คณะผู้จัดทำมีประสบการณ์ในการออกแบบสื่อการสอนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ไม่มากนักและมีประสบการณ์ในการทำงานน้อย จึงเกิดปัญหาการเลือกใช้อุปกรณ์ในการทำสื่อการสอนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์เนื่องจากจะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติทนต่อความร้อนและเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ส่งผลรบกวนต่อกระแสไฟฟ้าภายในขดลวดของเครื่องเชื่อมไฟฟ้ารวมทั้งการหาตำแหน่งติดตั้ง Current Transformer เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม ทั้ง IN PUT และ OUT PUT จากกรณีดังกล่าวผู้จัดทำต้องใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการออกแบบและหาชิ้นส่วนต่างๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อให้สื่อการสอนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์มีประสิทธิภาพตามที่กำหนดจึงต้องเสียเวลาในส่วนนี้ไปเป็นอย่างมาก แต่จากการค้นคว้าจากตำราหนังสือต่างๆ การสอบถามข้อมูลจากผู้ที่มีความชำนาญทางด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาทำให้สามารถแก้ปัญหาในการออกแบบและติดตั้งได้ อย่างไรก็ตามปัญหาต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ก็ไม่ได้เป็นอุปสรรคต่อคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์เพราะคณะผู้จัดทำได้ทำการร่วมมือกันอย่างเต็มที่จนสามารถแก้ไขปัญหาออกไปได้ตลอดจนได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายจนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

5.2.3 ประสิทธิภาพของชุดวัดกระไฟฟ้า

เมื่อนำค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดจากชุดวัดกระแสไฟฟ้ามาเปรียบเทียบกับแคลมป์มิเตอร์ ปรากฏว่ามีความแตกต่างของค่ากระแสไฟฟ้ากันอย่างมากผู้จัดทำเกรงว่าจะเกิดจากประสิทธิภาพของชุดวัดกระแสไฟฟ้า

การแก้ไขปัญหา คือ ทำการทดลอง 4 การทดลองที่ต่างกันแล้วนำมาเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้เพื่อหาสาเหตุที่อาจจะส่งผลให้ค่ากระแสไฟฟ้าต่างกัน ผลปรากฏว่าการทดลองทั้ง 4 การทดลองไม่มีความแตกต่างกันซึ่งสรุปได้ว่าไม่ได้เกิดความผิดปกติแต่อย่างใด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรใช้สื่อการสอนเครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ในสถานที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ หากแสงสว่างไม่เพียงพออาจส่งผลให้ไม่สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของขดลวดได้

5.3.2 ในการเชื่อมควรใช้ระยะอาร์ค 1 เท่าของแกนลวดเชื่อม เพราะระยะอาร์คจะส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมจริง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บรรณานุกรม

[1] กนกพร จันทรสี่ทิศ และทวิยากร แช่มกัน. กระแสไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://.cpe.ku.th/yuen/204471/power/inver/. (เข้าถึงเมื่อ: 19 กันยายน 2557)

[2] เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเชื่อมโลหะด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (welding Equipment). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://.lab.excise.go.th/group3/battery/batstruc.htm. (เข้าถึงเมื่อ: 7 พฤศจิกายน 2557)

[3] จงจิตร์ หิรัญลาภ (2541). เรติไฟเออร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี : กรุงเทพฯ

[4] พงศ์วุฒิ สิทธิพล (2546). หม้อแปลงไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์.

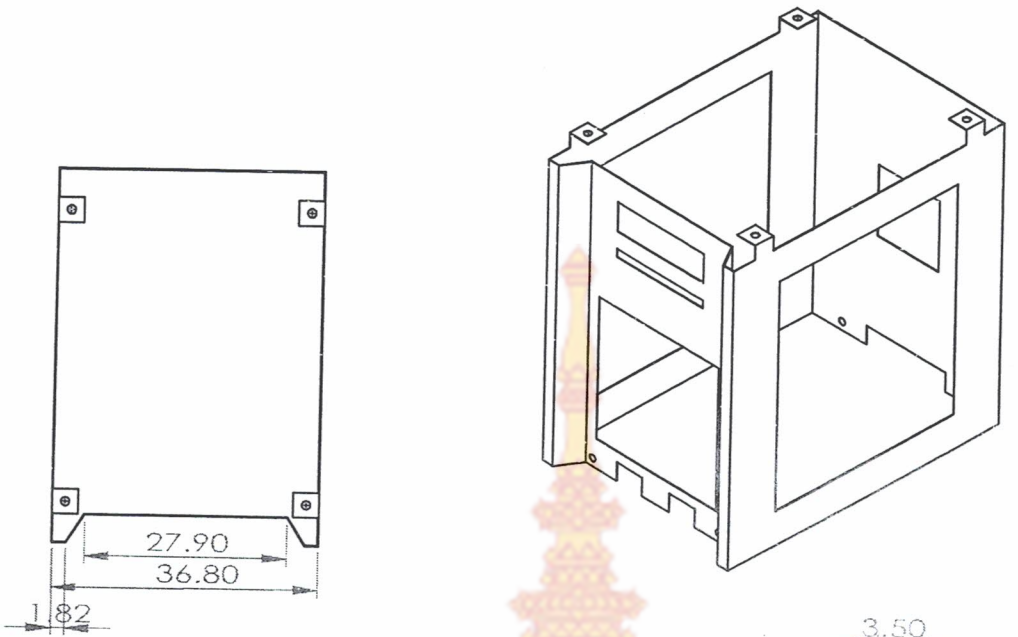
[5] ศุภชัย สุรินทร์วงศ์ ,"แผ่นอะคริลิค ตอน วัสดุสารพัดประโยชน์", หน้า 9-23,2554

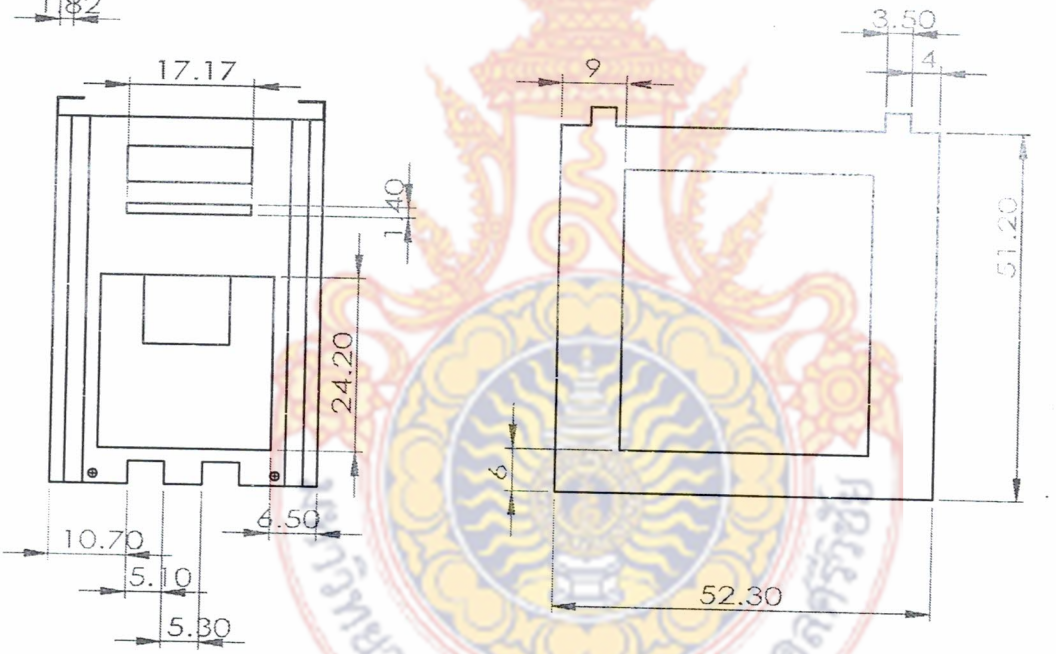
[6] อำพล ซื่อตรง และวิชิต เกริกไกรวัล. (2540). เครื่องเชื่อมไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ภาคผนวก

เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแบบหม้อแปลงโดยวิธีการอาร์คด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

โครงจริง

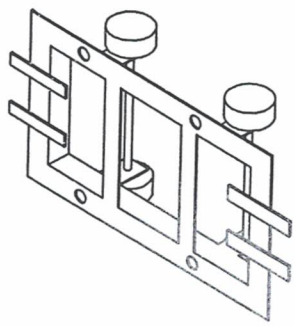
A4

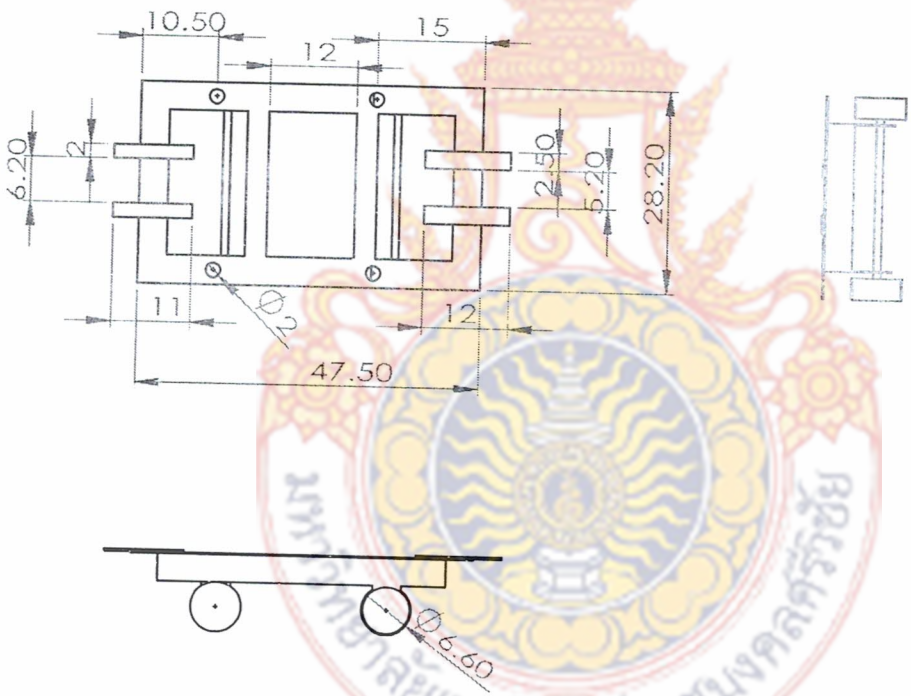
WEIGHT:

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

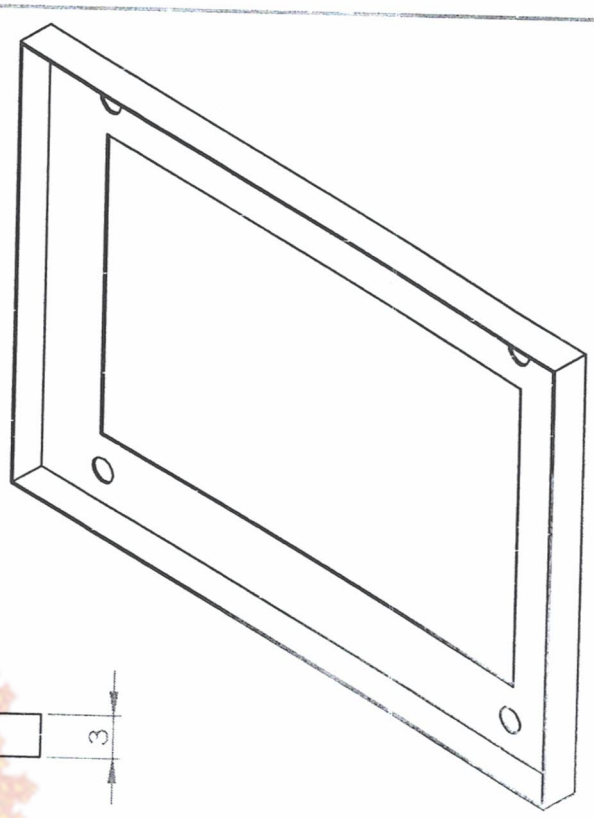
ฐานล่าง

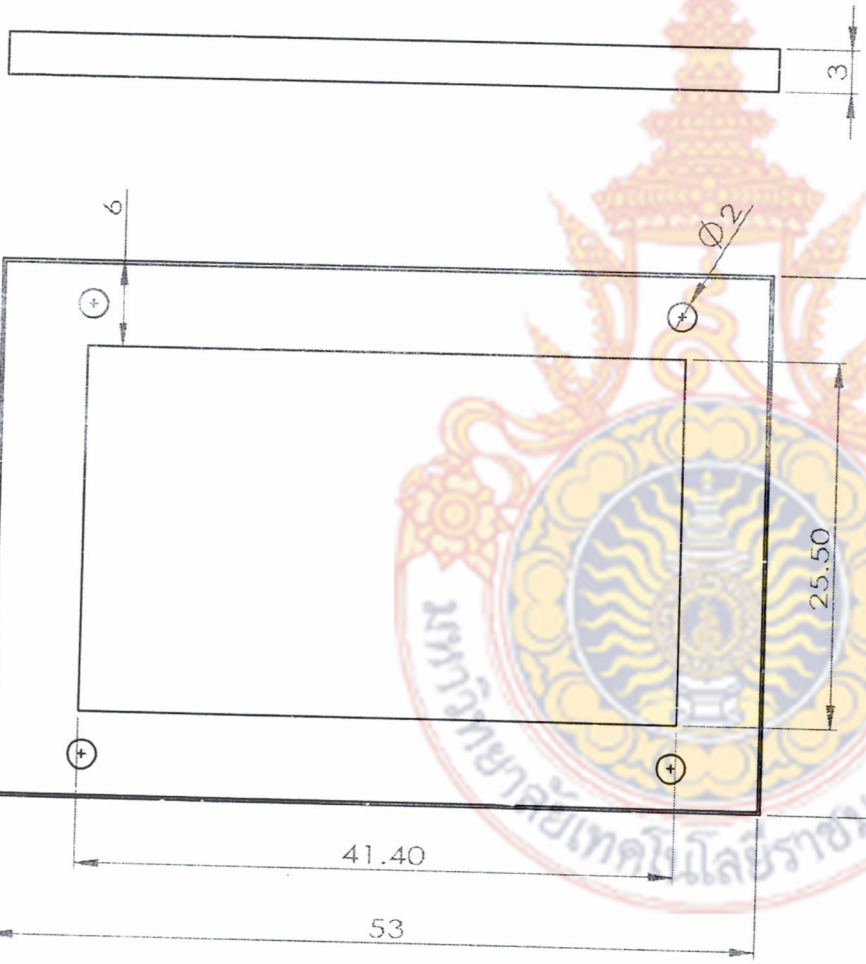
A4

WEIGHT:

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

ฝาบน

A4

WEIGHT:

SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1