ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า

ELECTROMECHANICAL EXPERIMENTALSET

ธนเกียรติ สังฆธรรม

ชลรกานต์ ฉายา

ไกรวิชญ์ โตพัก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTROMECHANICAL EXPERIMENTALSET

TANAKIAT SUNGKATHUM

CHONRAGARN CHAYA

KAIVIT TOPHAK

A THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า

ELECTROMECHANICAL EXPERIMENTALSET

นักศึกษาผู้จัดทำ นายธนเกียรติ สังฆธรรม **รหัสนักศึกษา** 64015056

นายชลรกานต์ ฉายา **รหัสนักศึกษา** 64015027

นายไกรวิชญ์ โตพัก **รหัสนักศึกษา** 64015015

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า

ELECTROMECHANICAL EXPERIMENTALSET

นักศึกษาผู้จัดทำ นายธนเกียรติ สังฆธรรม **รหัสนักศึกษา** 64015056

นายชลรกานต์ ฉายา **รหัสนักศึกษา** 64015027

นายไกรวิชญ์ โตพัก **รหัสนักศึกษา** 64015015

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าเพื่อศึกษาคุณลักษณะของอุปกรณ์ทดลองระบบเครื่องกลไฟฟ้าคือช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานโครงสร้างลักษณะการควบคุมต่างๆและค่าที่วัดได้ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารวมถึงการอ่านของวงจร 1เฟส และ 3เฟส จากการทดลองภาคปฏิบัติทำให้ง่ายต่อการเข้าใจการทำงานของวงจร แต่เนื่องจากมอเตอร์ประเภทต่างๆ จะมีการเชื่อมต่อของวงจรจะแตกต่างกัน ซึ่งสามารถให้นักศึกษามีประสบการณ์ในการทดลองวิเคราะห์วงจรและอ่านค่าที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title ELECTROMECHANICAL EXPERIMENTALSET

Authors Mr. Tanakiat Sungkathum

Mr. Chonragarn Chaya

Mr. Kaivit Tophak

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Sirichai Tammaruckwattana

Year 2023

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to establish a set of electrical machinery experimental devices and study the characteristics of the electrical machinery system experimental device, which is helpful to understand the working principle, structure, various control characteristics, and measured values of the generator, including the readings of 1-phase and 3-phase circuits. Through the actual experiment, it is convenient to know the operation of the circuit, but because of the different circuit connection modes of different types of motors, it can provide students with experimental experience, analyze the circuit, and read the measured values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับคำปรึกษาและความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยรองศาสตราจารย์ ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สาขาวิศวกรรมการวัดคุมและควบคุมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ และได้ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้าอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียไม่ได้คือ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่ได้ทำการสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธนเกียรติ สังฆธรรม

ชลรกานต์ ฉายา

ไกรวิญ์ โตพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....IV

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....V

กิตติกรรมประกาศ.....VI

สารบัญ.....VII

สารบัญตาราง.....XIV

สารบัญรูป.....XV

บทที่ 1 บทนำ.....**1**

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....**4**

2.1 กล่าวนำ.....4

2.2 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ชันท์/ซีรีย์ (MG-5211).....4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ชันท์....5

2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ซีรีย์....5

2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (MG-5211)....5

2.4 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก (MG-5212, MG-5219)....7

2.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าการกระตุ้นแบบแยก (MG-5212)....8

2.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบอิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์ (MG-5219)....9

2.7 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ชันท์/คอมปาวด์ (MG-5214)....10

2.8 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบซิงโครนัส (MG 5214)....11

2.9 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสแบบพันขดลวด (MG-5213)....12

2.9.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ....12

2.10 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (MG-5213)....13

2.10.1 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง....13

2.10.2 อาร์เมเจอร์....13

2.11 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้าแบบซิงโครนัส (MG-5215)....14

2.11.1 การสตาร์ทมอเตอร์แบบซิงโครนัส....14

2.11.2 การทำงานมอเตอร์แบบซิงโครนัส....14

2.12 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระตุ้นตัวเอง (MG-5215)....14

2.13 ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.13.1 อินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม....15

2.13.2 อินเวอร์เตอร์แบบมอดูเลตความกว้างของพัลส์....16

2.13.2.1 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบไซน์....16

2.13.2.2 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบลดค่าฮาร์มอนิกส์ที่ไม่ต้องการ....18

2.13.2.3 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบลดค่าการกระเพื่อมของกระแส....18

2.13.2.4 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นที่สร้างจากการปรับตัวของกระแส....19

2.14 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 3 ระดับ....19

2.15 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบหลายระดับ....20

2.16 การเบรกมอเตอร์....20

2.17 แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรอง....21

2.17.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง....22

2.17.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส....22

2.18 หม้อแปลงไฟฟ้า....23

2.19 โวลท์เตจเรกกูเลชั่น....24

2.20 ความสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า....24

2.21 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า....25

2.22 การระบายความร้อน....25

2.23 การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.24 ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า.....25

2.25 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า.....26

2.25.1 ผลจากไฟฟ้าลัดวงจร.....26

2.25.2 ผลจากไฟฟ้าดูดต่อร่างกายมนุษย์.....26

2.26 ไฟฟ้าดูดเพราะเราสัมผัสไฟฟ้า.....27

2.26.1 การป้องกันการสัมผัสโดยตรง.....27

2.26.2 การป้องกันการสัมผัสโดยอ้อม.....28

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....29

3.1 กล่าวนำ.....29

3.2 เทอมที่ 1 แผนการดำเนินงาน.....29

3.3 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด).....30

3.4 ออกแบบวงจรของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด).....32

3.5 สั่งซื้ออุปกรณ์และปรับปรุงอุปกรณ์ของชุดทดลองตามที่ได้ทำการตรวจสอบ.....33

3.6 นำอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาติดตั้งกับตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า.....34

3.7 ทดสอบวงจรและทำคู่มือและใบงานการทดสอบ.....37

3.8 เทอมที่ 2 แผนการดำเนินงาน.....40

3.9 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด).....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.10 ตรวจสอบอุปกรณ์ของพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 3 ชุด).....41

3.11 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า (จำนวน 11 ชุด).....43

3.12 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 1 ชุด).....44

3.13 สั่งซื้ออุปกรณ์ของชุดทดลองตามที่ได้ทำการตรวจสอบ.....44

3.14 นำอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาติดตั้งกับชุดทดลอง.....45

บทที่ 4 ทดสอบการทำงาน.....49

4.1 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด).....49

4.1.1 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5211 (1 เฟส).....49

4.1.2 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5212 (1 เฟส).....50

4.1.3 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5214 (1 เฟส).....51

4.1.4 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5219 (1 เฟส).....53

4.1.5 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5213 (3 เฟส).....54

4.1.6 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5215 (3 เฟส).....56

4.2 ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด).....57

4.3 พาวเวอร์ซัพพลาย (1 เฟส และ 3 เฟส) (จำนวน 4 ชุด).....58

4.3.1 พาวเวอร์ซัพพลาย SCM 0108-031 (จำนวน 2 ชุด).....58

4.3.2 พาวเวอร์ซัพพลายกระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด).....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.3 พาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรง (จำนวน 1 ชุด).....60

4.4 ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า (จำนวน 11 ตัว).....61

4.5 ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 1 ชุด).....62

บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ.....63

5.1 กล่าวนำ.....63

5.2 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด).....63

5.3 ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด).....63

5.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 4 ชุด).....64

5.5 ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า (จำนวน 11 ตัว).....64

5.6 ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 1 ชุด).....64

5.6 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....65

บรรณานุกรม.....67

ภาคผนวก.....67

ภาคผนวก ก. ใบงานชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส (จำนวน 10 ใบงาน).....69

ใบงานชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 3 เฟส (จำนวน 15 ใบงาน).....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข. ใบงานชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 14 ใบงาน).....72

ภาคผนวก ค. ใบงานชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 34 ใบงาน).....74

ภาคผนวก ง. SPECIFICATION.....77

ประวัติผู้เขียน.....83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางแสดงผลที่เกิดขึ้นกับบุคคลมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย.....26

3.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงานเทอมที่ 1.....29

3.2 ตารางแสดงแผนการดำเนินงานเทอมที่ 2.....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปภาพที่ 2.1 แสดงถึงภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง....6

รูปภาพที่ 2.2 แสดงถึงภาพกฎมือซ้าย....6

รูปภาพที่ 2.3 แสดงถึงภาพโรเตอร์แบบกรงกระรอก....7

รูปภาพที่ 2.4 แสดงถึงภาพทิศทางการหมุนของโรเตอร์....8

รูปภาพที่ 2.5 แสดงถึงภาพสัญลักษณ์ของเครื่องกำเนิดชนิดกระตุ้นแยกต่างหาก....9

รูปภาพที่ 2.6 แสดงถึงภาพการต่อวงจรแบบ ชอตชันท์....10

รูปภาพที่ 2.7 แสดงถึงภาพการต่อวงจรแบบ ลองชันท์....11

รูปภาพที่ 2.8 แสดงถึงภาพวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส....12

รูปภาพที่ 2.9 แสดงถึงภาพอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง....14

รูปภาพที่ 2.10 แสดงถึงภาพวงจรบริดจ์อินเวอร์เตอร์แบบ 6 ขั้น....16

รูปภาพที่ 2.11 แสดงถึงภาพหลักการสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น....17

รูปภาพที่ 2.12 แสดงถึงภาพวงจรภาคกำลังซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์หรือ IGBT ในภาคอินเวอร์เตอร์....18

รูปภาพที่ 2.13 แสดงถึงภาพอินเวอร์เตอร์พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 3 ระดับ....19

รูปภาพที่ 2.14 แสดงถึงภาพหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์แบบหลายระดับ....20

รูปภาพที่ 2.15 แสดงถึงภาพการปล่อยพลังงานของวงจรเบรกแบบไดนามิค....21

รูปภาพที่ 2.16 แสดงถึงภาพสัญลักษณ์ของหม้อแปลง....24

รูปภาพที่3.1 การตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)....30

รูปภาพที่3.2 การตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปภาพที่ 3.3 การตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1เฟส และ 3เฟส (จำนวน 2 ชุด).....31

รูปภาพที่ 3.4 การออกแบบวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบผสม.....32

รูปภาพที่ 3.5 การออกแบบวงจรสตาร์ทโรเตอร์แบบซิงโครนัส.....32

รูปภาพที่ 3.6 การประกอบหม้อแปลงของชุดทดลอง 3เฟส.....33

รูปภาพที่ 3.7 การจัดซื้ออุปกรณ์ของชุดทดลอง.....34

รูปภาพที่ 3.8 การนำฐานยึดอุปกรณ์มาปรับปรุง.....34

รูปภาพที่ 3.9 การเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาติดตั้ง.....35

รูปภาพที่ 3.10 การนำเอาอุปกรณ์มาติดตั้งเข้ากับชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า.....35

รูปภาพที่ 3.11 การนำหม้อแปลงมาติดตั้ง.....36

รูปภาพที่ 3.12 การเชื่อมต่อสายต่างๆเข้ากับอุปกรณ์.....37

รูปภาพที่ 3.13 การทดสอบชุดทดลอง.....37

รูปภาพที่ 3.14 การทดสอบชุดทดลองตามวงจรในคู่มือใบงานการทดลอง.....38

รูปภาพที่ 3.15 การทำคู่มือและใบงาน.....38

รูปภาพที่ 3.16 การทำคู่มือและใบงาน.....39

รูปภาพที่ 3.17 แสดงถึงการตรวจสอบของชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....41

รูปภาพที่ 3.18 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟส.....41

รูปภาพที่ 3.19 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส.....42

รูปภาพที่ 3.20 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรง.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปภาพที่ 3.21 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า....43

รูปภาพที่ 3.22 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้า....44

รูปภาพที่ 3.23 แสดงถึงอุปกรณ์ที่ทำการสั่งซื้อ....44

รูปภาพที่ 3.24 แสดงถึงภาพการซ่อมชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ....45

รูปภาพที่ 3.25 แสดงถึงภาพการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและซ่อมบำรุงพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟส....46

รูปภาพที่ 3.26 แสดงถึงภาพการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและซ่อมบำรุงพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส....46

รูปภาพที่ 3.27 แสดงถึงภาพการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและซ่อมบำรุงพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรง....47

รูปภาพที่ 3.28 แสดงรูปหม้อแปลงที่ทำการแก้ไข....47

รูปภาพที่ 4.1 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5211)....50

รูปภาพที่ 4.2 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5212)....51

รูปภาพที่ 4.3 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5214)....52

รูปภาพที่ 4.4 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5219)....54

รูปภาพที่ 4.5 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5213)....55

รูปภาพที่ 4.6 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5215)....57

รูปภาพที่ 4.7 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์....58

รูปภาพที่ 4.8 การทดสอบพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟส ที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์....59

รูปภาพที่ 4.9 การทดสอบพาวเวอร์ซัพพลายกระแสสลับที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์....60

รูปภาพที่ 4.10 การทดสอบพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรงที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปภาพที่ 4.11 หม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง 11 ตัว.....61

รูปภาพที่ 4.12 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์.....62

รูปภาพที่ ง.1 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5211.....77

รูปภาพที่ ง.2 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5212.....78

รูปภาพที่ ง.3 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5213.....79

รูปภาพที่ ง.4 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5214.....80

รูปภาพที่ ง.5 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5215.....81

รูปภาพที่ ง.6 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5219.....82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากเราพบว่า อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีไม่เพียงต่อนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ แล้วยังค้นพบว่าอุปกรณ์ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าที่ภาควิชาชำรุดเสียหายเยอะ เราจึงทำการปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์ชุดทดลองให้กับมาใช้งานได้และเกิดประโยชน์ต่อการศึกษาให้ได้มากที่สุด เพราะว่าหลักสูตรการเรียนรู้วิศวกรรมศาสตร์ต้องทำการศึกษาในทางด้านทฤษฎีและในทางปฏิบัติ เราจึงทำการสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เพียงพอต่อนักศึกษาภาควิศกรรมศาสตร์ และยังให้นักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติได้อย่างครบหลักสูตร ซึ่งชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าที่เราทำการสร้างมาและยังติดตั้งอุปกรณ์ภายในตัวเครื่อง รวมถึงการออกแบบวงจรไฟฟ้าและคู่มือใบงานทดสอบ มีดังนี้

1. ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า (1 เฟส-3 เฟส) จำนวน 6 ชุด
2. ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 1 ชุด
3. พาวเวอร์ซัพพลาย (1 เฟส-3 เฟส-ไฟฟ้ากระแสตรง) จำนวน 4 ชุด
4. ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 11 ตัว
5. ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อสร้างชุดทุดลองทางจักรกลไฟฟ้ามาให้เพียงพอต่อการศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์
2. เพื่อให้นักศึกษาภาควิศวกรรมศาสตร์สามารถเข้าถึงการปฏิบัติได้มากยิ่งขึ้น และยังสามารถเข้าใจหลักการทำงานของตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้ามากยิ่งขึ้นและยังค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้อีก

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า เพื่อให้เพียงพอกับการศึกษาของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ได้ครบตามหลักสูตร โดยอธิบายหลักการพื้นฐาน ขั้นตอนการทำงาน การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบวงจรไฟฟ้า การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ อีกทั้งยังทำการทดสอบการทำงานของชุดทดลองที่ออกแบบเพื่อแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าขึ้นมาใหม่เพื่อให้เพียงพอต่อนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์
2. ทำการศึกษาอุปกรณ์ของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าและทำการแก้ไขติดตั้งอุปกรณ์ให้พร้อมกับการศึกษา
3. ศึกษาหลักการทำงานของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าและทำการออกแบบวงจรไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้กับตัวของชุดทดลอง พร้อมทำคู่มือและใบงานการทดสอบให้นักศึกษาได้เข้ามาทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้มากยิ่งขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับประโยชน์จาก การสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า ซึ่งทางคณะผู้จัดทำนั้นได้มีการทำคู่มือเอกสารและใบงานที่สามารถใช้ทดสอบกับตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า พร้อมออกแบบวงจรไฟฟ้าที่สามารถทำงานร่วมกับตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า เพื่อให้นักศึกษาได้ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้อีกมากมาย และในการลงภาคปฏิบัตินั้นทำให้นักศึกษาสามารถพิสูจน์ได้ว่า ในทางทฤษฎีนั้นมีผลลัพธ์ที่ตรงตามปฏิบัติอีกด้วย

โดยถ้านักศึกษาศึกษาค้นคว้าและเข้าใจในหลักการทำงานของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า นักศึกษาสามารถสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าได้ด้วยตัวเอง รวมถึงสามารถออกแบบวงจรไฟฟ้าได้ด้วยตัวเอง ซึ่งสามารถเป็นประโยชน์และต่อยอดในการงานอาชีพได้ในอนาคต

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดแบ่งเนื้อหาเป็นทั้งหมด 5 บท โดยจะมีเนื้อหาที่ได้นำเสนอในปริญญานิพนธ์เป็นดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นบทที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา ขั้นตอนการศึกษาและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและเนื้อหาการที่เกี่ยวข้องของชุดทดลงทางจักรกลไฟฟ้า หลักการทำงานและการออกแบบวงจรไฟฟ้า 1 เฟส – 3 เฟส

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า วิธีการดำเนินงาน ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ การออกแบบวงจรไฟฟ้า

บทที่ 4 ทดสอบการทำงาน เป็นบทที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการทดสอบของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า จากบทที่3 ในแต่ละเครื่องของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า เป็นบทที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับสรุปผลการทดลอง และ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนาต่อ

ในส่วนสุดท้ายของปริญญานิพนธ์นี้ คือ บรรณานุกรม ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าและออกแบบวงจรไฟฟ้า โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เข้าใจในหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและโครงสร้างลักษณะการควบคุม การวัดค่าต่างๆ เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจในการทำงานของแต่ละวงจรไฟฟ้า ซึ่งมีวงจรไฟฟ้าที่แตกต่างกันออกไป โดยชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ได้แก่

1.ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า (1 เฟส – 3 เฟส)

ซึ่งในส่วนของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้านั้น จะสามารถแบ่งข้อมูลในทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ฝั่ง ได้แก่ 1.มอเตอร์ไฟฟ้า 2.เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

3.พาวเวอร์ซัพพลาย (1 เฟส – 3 เฟส)

4.ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า

5.ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

2.2 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ชันท์/ซีรีย์ (MG-5211)

โครงสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้ามอเตอร์กระแสตรง ประกอบไปด้วยขดลวด 2 ชุด ซึ่งขดลวดชุดที่หนึ่งอยู่ที่สเตเตอร์เรียกว่าขดลวดสนามที่ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กถาวร ซึ่งแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายมานั้นจะมาจากแหล่งเดียวกันกับขดลวดอาร์เมเจอร์แต่ในบางครั้งสำหรับมอเตอร์เล็กๆนั้นจะใช้แม่เหล็กถาวรแทนการใช้ขดลวดเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กถาวรและขดลวดชุดที่สองที่อยู่ในส่วนของโรเตอร์จะเรียกว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ซึ่งจะจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าขดลวดอาร์เมเจอร์ผ่านแปรงถ่านและชุดคอมมูเตเตอร์ ซึ่งตัวขดลวดนั้นจะทำให้เกิดทอร์คในการหมุนของโรเตอร์ที่เกิดมาจากการกระทำระหว่างขั้วแม่เหล็กของขดลวดในสเตเตอร์และโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต่างขั้วกันและผลักกันทำให้เกิดการหมุนขึ้นได้ในที่สุดมอเตอร์กระแสตรงจะมีส่วนประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังโดยมีการทำงานเป็น ชันท์/ซีรีย์ ซึ่งมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ชันท์

เป็นการต่อแบบขดลวดสนามและขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นแบบขนานกัน ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านฟิลด์คอยล์และอาเมเจอร์คอยล์จะไม่เท่ากัน คุณสมบัติของประเภทนี้ คือ มีแรงบิดปานกลางและความเร็วรอบคงที่

2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ซีรีย์

เป็นการต่อแบบขดลวดสนามและขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นแบบอนุกรมกันซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดทั้ง 2 นั้นจะมีค่าเท่ากัน ซึ่งปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลนั้นจะขึ้นอยู่กับภาระหรือภาระที่แกนมอเตอร์ โดยความเร็วของมอเตอร์จะลดลง เมื่อโหลดเพิ่มขึ้นคุณสมบัติของประเภทนี้คือ แรงบิด สูงมาก และความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะลดลง ถ้าภาระของโหลดมากขึ้น

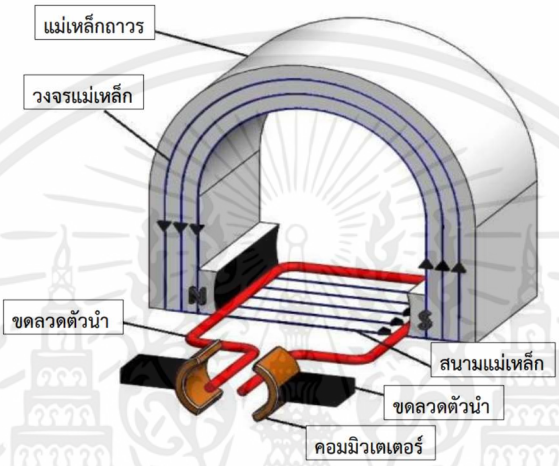
2.3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (MG-5211)

เครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อทำงานเป็นเครื่องกำเนิดอาร์เมเจอร์จะเคลื่อนที่โดยแหล่งกำลังกล เช่น เครื่องยนต์ดีเซล มอเตอร์ กังหันไอน้ำ ฯลฯ ในการสร้างแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดจากตัวนำซึ่งพันอยู่บนอาร์เมเจอร์เคลื่อนที่ตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็กที่แกนขั้วแม่เหล็กหลัก จึงทำให้มีแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้น ซึ่งระดับแรงดันในการจ่ายโหลดขึ้นอยู่กับลักษณะการต่อของเครื่องกำเนิดแต่ละชนิด

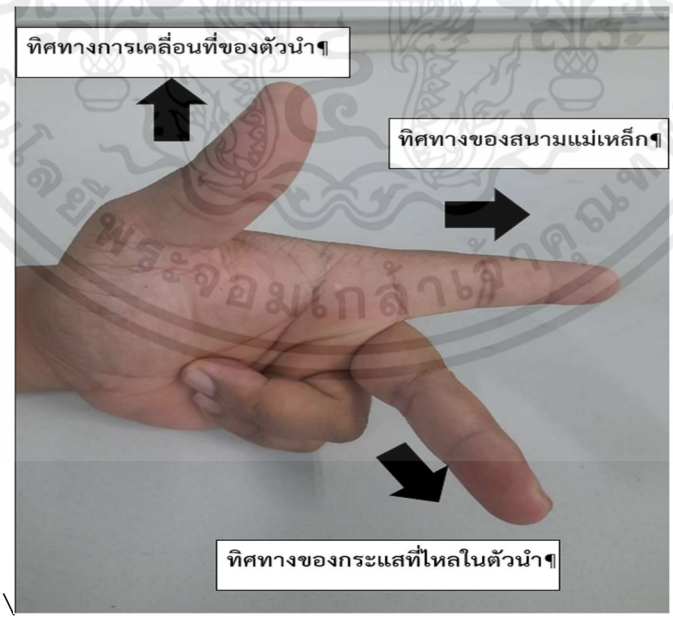
การทำงานของเจเนอเรเตอร์ ทำงานอยู่บนพื้นฐานหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าว่า เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็กเกิดการเหนี่ยวนำเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำเมื่อตัวนำเคลื่อนที่ขนานกับเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในตัวนำจำนวนของกระแสไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามแม่เหล็ก (จำนวนของเส้นแรงแม่เหล็ก) จำนวนของขดลวดที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็กและความเร็วที่ตัวนำตัดผ่านสนามแม่เหล็ก กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยหลักการเหนี่ยวนำสามารถอธิบายได้โดยการใช้แท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง เป็นขั้วแม่เหล็กเหนือ ขั้วแม่เหล็กใต้ และเส้นลวดตัวนำ ถ้าเส้นลวดเคลื่อนที่ลงด้านล่างระหว่างแท่งแม่เหล็ก ดังนั้นเส้นลวดจะตัดผ่านเส้นแรงแม่เหล็ก แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำในเส้นลวดซึ่งจะเป็นสาเหตุให้กระแสไฟฟ้าไหล ปรากฏการณ์นี้พิสูจน์ได้โดยติดตั้งแอมมิเตอร์ที่ปลายของเส้นขวดและเมื่อทำให้เส้นลวดเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็ก เข็มชี้ของแอมมิเตอร์จะเคลื่อนที่ไปอีกด้านหนึ่งของสเกล ซึ่งแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเส้นลวดเคลื่อนที่ขึ้นผ่านสนามแม่เหล็ก เข็มชี้ของแอมมิเตอร์จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามของสเกล ซึ่งแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นและไหลในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อให้เส้นขวดเคลื่อนที่ขนานไปกับสนามแม่เหล็ก เข็มชี้ของแอมมิเตอร์จะชี้ที่ 0 แสดงว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นดังรูปภาพที่ 2.1 ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยการเคลื่อนตัวนำผ่านสนามแม่เหล็กสามารถหาได้โดยใช้กฎมือซ้ายดังรูปภาพที่ 2.2



รูปภาพที่ 2.1 แสดงถึงภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



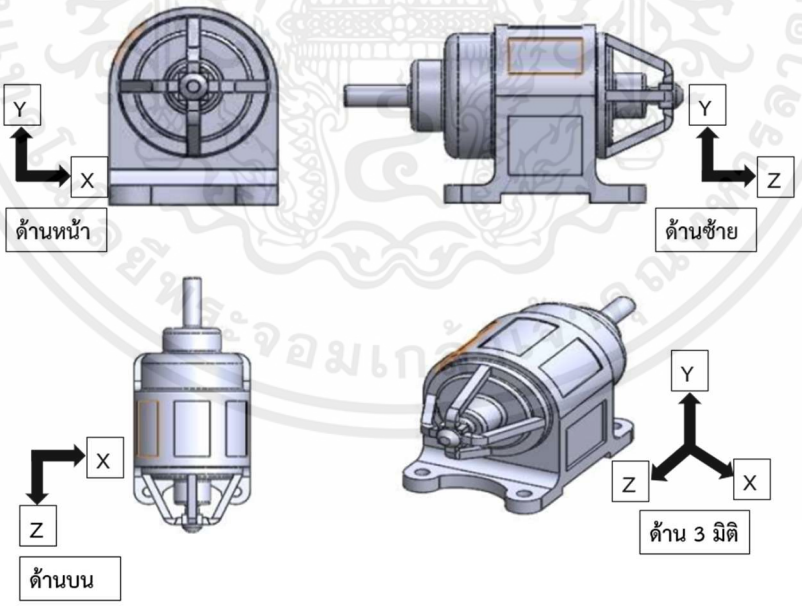
รูปภาพที่ 2.2 แสดงถึงภาพกฎมือซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก (MG-5212,MG-5219)

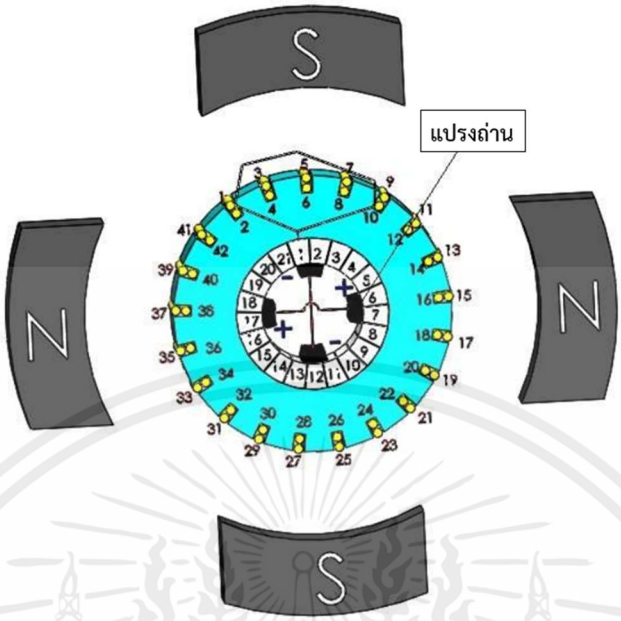
มอเตอร์เหนี่ยวนำโรเตอร์แบบกรงกระรอก ซึ่งโครงสร้างจะประกอบด้วยแผ่นเหล็กบางๆเรียกว่า แผ่นเหล็กลามิเนตมีลักษณะเป็นรูปทรงกระรอกตรงกลางเจาะรูสำหรับสวมเพลาและเจาะรูรอบๆรูกลางที่สวมเพลาเพื่อช่วยในกระระบายความร้อนจะนำแผ่นแม่เหล็กมาซ้อนกันจนได้ความหนาตามต้องการได้เป็นแกนเหล็กโรเตอร์ หลักจากนั้นใช่แท่งเหล็กทองแดงหรืออะลูมิเนียมอัดเข้าไปในสล็อตของแผ่นเล็กแล้วลัดวงจรด้วยวงแหวนตัวนำเพื่อที่จะทำให้ขดลวดดังกล่าวครบวงจรทางไฟฟ้าวงแหวนที่ลัดวงจรจะทำเป็นครีบโดยรอบเพื่อช่วยในการตีลมภายในหมุนเวียนการระบายความร้อนของมอเตอร์ ซึ่งทฤษฎีนี้สอดคล้องกับเครื่อง MG-5219 ดังรูปภาพที่ 2.3

หลักการทำงานให้ขดลวดสเตเตอร์จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนเคลื่อนไหวไปรอบๆ สเตเตอร์ด้วยความเร็วซิงโครนัส ซึ่งเคลื่อนที่ตัดกับแท่งตัวนำในโรเตอร์แบบกรงสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์นี้จะเป็นชนิดกันกับสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์กล่าวคือ ถ้าเกิดขั้วเหนือที่สเตเตอร์ก็จะเกิดขั้วเหนือขึ้นที่โรเตอร์ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้ๆกัน ซึ่งจะทำให้ขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ผลักขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ให้หมุนตามด้วยไปด้วยกันและทำให้โรเตอร์หมุนในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กหมุน แต่ช้ากว่าความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน ดังรูปภาพ ที่ 2.4



รูปภาพที่ 2.3 แสดงถึงภาพโรเตอร์แบบกรงกระรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

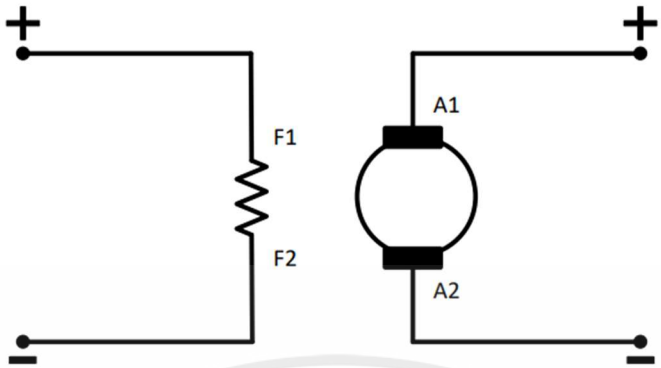


รูปภาพที่ 2.4 แสดงถึงภาพทิศทางการหมุนของโรเตอร์

2.5เครื่องกำเนิดไฟฟ้าการกระตุ้นแบบแยก (MG-5212)

เครื่องกำเนิดชนิดการกระตุ้นแบบแยกคือ ขดลวดสนามแม่เหล็กของมันถูกกระตุ้นจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอกที่แยกต่างหาก ซึ่งแหล่งจ่ายที่ใช้ในการกระตุ้นสำหรับเครื่องกำเนิดชนิดนี้อาจจะเป็นแบตเตอรี่หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงตัวอื่นๆ เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวอื่นๆถูกนำมาใช้ในการกระตุ้น มันก็จะถูกเรียกว่า ตัวกระตุ้นหรือเอ็กเซเตอร์ สัญลักษณ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงชนิดกระตุ้นแบบแยก เนื่องจากการกระตุ้นแบบแยกต้องการแบตเตอรี่หรือเครื่องกำเนิดที่แยกต่างหาก ดังนั้นโดยทั่วไปมันจึงมีราคาแพงกว่าการกระตุ้นตัวเองตามผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นโดยปกติการกระตุ้นแบบแยกจะถูกนำมาใช้เมื่อการกระตุ้นตัวเองให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นในกรณีที่เครื่องกำเนิดต้องตอบสนองอย่างรวดเร็วและถูกต้องแน่นอนต่อการควบคุมแหล่งจ่ายภายนอกหรือเมื่อแรงดันด้านนอกของเครื่องกำเนิดต้องเปลี่ยนแปลงไปเป็นย่านที่กว้างในระหว่างที่มันทำงานตามปกติ ดังรูปภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.5 แสดงถึงภาพสัญลักษณ์ของเครื่องกำเนิดชนิดกระตุ้นแยกต่างหาก

2.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบอิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์ (MG-5219)

เป็นหลักการทำงานในการวัดค่าของวัตต์มิเตอร์หรือรวมโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ไว้ในตัวเดียว โดยใช้หลักการของเจนเนอร์เรเตอร์หรือตัวผลิตกำลังไฟฟ้าปกติที่ใช้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงแต่อิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์ใช้ได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับหมายความว่าเป็นแกนเหล็กอ้อนทั้ง 2 ตัว สามารถเปลี่ยนขั้วไฟฟ้าตลอดเวลาขึ้นอยู่กับว่าจะเป็นกระแสที่ไหลเข้าหรือไหลออกโดยเราจะใช้กฎของการไหลคือ กฎมือขวา ถ้ากระแสไกลเข้าจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็ก S กับ N แล้วแต่ตัวขดลวดเคลื่อนที่อยู่ตรงกลาง จะมีลักษณะของขั้วแม่เหล็ก N กับ S ซึ่งเมื่อเป็นขั้วเดียวกันจะทำให้แม่เหล็กผลักออกจากกัน จึงทำให้เข็มมิเตอร์บ่ายเบนในกรณีที่มีกระแสไหลเข้า ถ้าอีกฝั่งหนึ่งเป็น AC กระแสไหลออก จะทำให้แม่เหล็กเกิดการเปลี่ยนแปลง

อิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์สามารถใช้วัดกำลังไฟฟ้าจริง (P) กำลังไฟฟ้าแอคทีฟ (Q) และตัวกระกอบกำลังไฟฟ้าได้ประกอบไปด้วยขดลวดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ชุด คือขดลวดคงที่และขดลวดเคลื่อนที่ในการวัดกำลังไฟฟ้าจริง (P) ขดลวดคงที่จะต่ออนุกรมกับโหลดเรียกว่าขดลวดกระแส ขดลวดเคลื่อนที่จะต่อตัวต้านทานขนาดใหญ่เพื่อใช้แรงดันคร่อมโหลดเรียกว่าขดลวดแรงดัน

ลักษณะของเคลื่อนวัดแบบอิเล็กโตไดนาโมมิเตอร์ เป็นสเกลของแอมป์มิเตอร์และโวลต์มิเตอร์จะมีลักษณะกฎกำลังสอง โดยประมาณส่วนสเกลของวัตต์มิเตอร์จะมีลักษณ์เป็นเชิงเส้นมีต้นทุนในการผลิตสูงกว่าและมีการสูญเสียกำลังสูงกว่าเครื่องวัดแบบแม่เหล็กถาวร ใช้วัดค่าเฉลี่ยกำลังสองของรูปคลื่นกระแสสลับโดยไม่คำนึงถึงรูปร่างของคลื่น ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ทั้งวงจรกระแสตรงและกระแสสลับ ขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กรายรอบจะมี

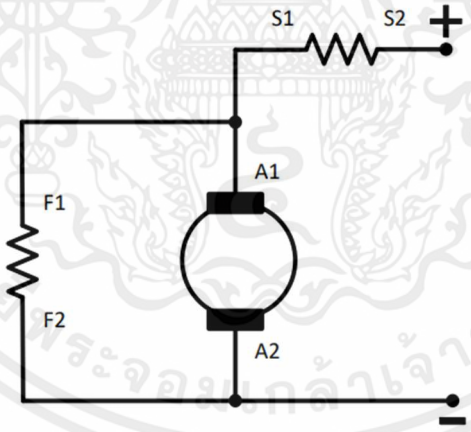
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบต่อการทำงานขของเครื่องวัดแบบนี้ต้องวางชุดขดลวดภายในส่วนที่ห่อหุ้มเพื่อป้องกันสนามแม่เหล็กภายนอก

2.7 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ ชันท์/คอมปาวด์ (MG-5214)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมเป็นมอเตอร์ที่ประกอบด้วย ขดลวดสนามแม่เหล็ก 2 ชุด คือ ขดลวดขนานและขดลวดอนุกรม ซึ่งสนามแม่เหล็กจากขดลวดทั้ง 2 ชุดจะเสริมกันและเมื่อโหลดเพิ่มขึ้นกระแสที่ไหลผ่านขดลวดขนานก็จะลดลง แต่กระแสที่ไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สนามแม่เหล็กมีความเข้มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกับขดลวดทั้ง2ขดลวดมีการชดเชยกัน ส่งผลให้สนามแม่เหล็กคงที่โดยนำข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้า 2 แบบแรกผสมกัน จะทำให้มีคุณลักษณะพิเศษมีแรงบิดสูง แต่ให้ความเร็วรอบที่คงที่ ขณะยังไม่มีโหลดจนกระทั้งมีโหลดเต็มที่ มอเตอร์แบบนี้สามารถต่อขดลวดได้ 2 แบบ

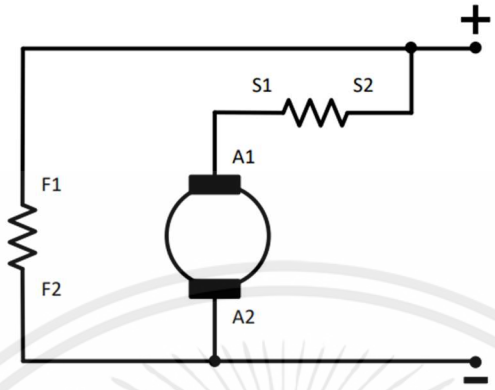
แบบที่ 1 ต่อขดลวดแบบชันท์ขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่า ชอตชันท์ ดังรูปที่ 2.6



รูปภาพที่ 2.6 แสดงถึงภาพการต่อวงจรแบบ ชอตชันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2 ต่อขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาเมเจอร์เรียกว่า ลองชันท์ ดังรูปที่ 2.7



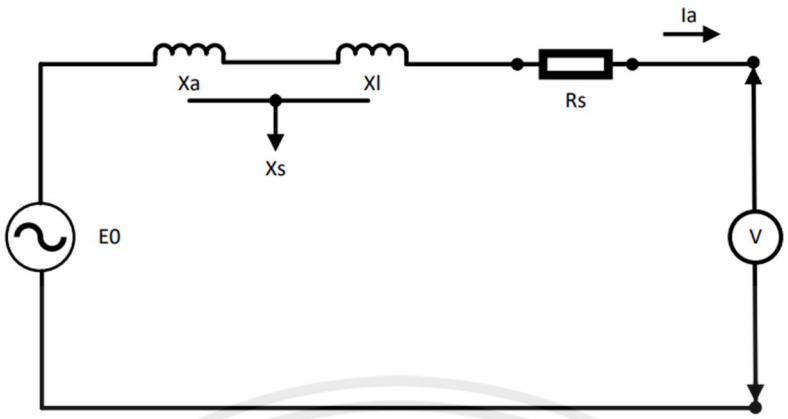
รูปภาพที่ 2.7 แสดงถึงภาพการต่อวงจรแบบ ลองชันท์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม ขณะหมุนตัวเปล่าหรือไม่มีโหลด กระแสที่ไหลในขดลวดอนุกรมจะมีจำนวนเล็กน้อย มอเตอร์จะหมุนโดยอาศัยเส้นแรงแม่เหล็กส่วนมากมาจากขดลวดขนาน ทำให้มีความเร็วรอบคงที่เช่นเดียวกับมอเตอร์แบบขนาน ซึ่งจะเหมาะสมกับงานที่ต้องการแรงบิดตอนสตาร์ท สูง และมีความเร็วรอบคงที่ขณะไม่มีโหลด โดยจะนำไปใช้หมุนขับโหลดหนักๆ ซึ่งมอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วรอบคงที่

2.8 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบซิงโครนัส (MG 5214)

ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส เฟสของกระแสโหลดที่ไหลในขดลวดอาร์มแจอร์จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเหนี่ยวนำต้านกลับของขดลวดอาร์เมเจอร์ซึ่งเกิดจากกระแสในขดลวดอาร์เมเจอร์เปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัสกับขั้วแม่เหล็ก ดังนั้นแรงแม่เหล็กเหนี่ยวนำต้านกลับจึงมีอิทธิพลโดยตรงกับขนาดและการกระจายเส้นแรงแม่เหล็กในแก็ป นอกจากนี้กระแสในขดลวดอาร์เมเจอร์ยังสร้างเส้นแรงแม่เหล็กรั่ว จากขดดลวดอาร์มแจอร์ซึ่งจะตัดกับขดลวดอาร์เมเจอร์เท่านั้น เมื่อแตกเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดอาร์เมเจอร์ออกเป็น 2 ส่วนรีแอกแตนซ์เกิดจากเส้นแรงแม่เหล็กส่วนที่มีผลโดยตรงต่อเส้นแรงแม่เหล็กแก็ป เรียกว่า รีแอกแตนซ์ที่เกิดเส้นแรงแม่เหล็กของขดลวดอาร์เมเจอร์ x_a และรีแอกแตนซ์ที่เกิดจากเส้นแรงแม่เหล็กรั่วเรียกว่า รีแอกแตนซ์รั่วของขดลวดอาร์มเมเจอร์นอกจากนี้เมื่อให้ความต้านของขดลวดอาร์เมเจอร์เป็น r_a แล้ว โดยวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสจะแสดงได้ดังรูปภาพที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.8 แสดงถึงภาพวงจรของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส

2.9 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสแบบพันขดลวด (MG-5213)

มอเตอรไฟฟ้าประเภทเหนี่ยวนำหรือมอเตอร์อินดักชั่น เป็นประเภทของมอเตอร์ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นที่อยู่อาศัย สำนักงานหรือโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องด้วยเหตุผลหลักๆคือ มอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำนั้นเป็นมอเตอร์ที่ใช้กระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมีความสะดวกต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าของประเทศไทยมากกว่า และยังใช้งานได้ง่าย เสียค่าบำรุงน้อยกว่า โดยมีหลักการทำงานในหัวข้อที่ 2.9.1

2.9.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

ภายในมอเตอร์จะมีส่วนประกอบหลักๆอยู่ 4 อย่างคือ สเตเตอร์ โรเตอร์ ลูกปืน และตัวสับเปลี่ยนคอมมูเตเตอร์ โดยหลักการทำงานของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำคือ จะมีการส่งกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดภายในสเตเตอร์ เมื่อขดลวดภายในได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ซึ่งสนามแม่เหล็กนี้ก็จะเคลื่อนที่แบบหมุนวนรอบๆสเตเตอร์ เพราะการเปลี่ยนแปลงของของกระแสไฟฟ้าที่ส่งเข้าไปในแต่ละเฟส การเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กนี้ก็จะไปตัดกับขดลวดตรงส่วนโรเตอร์หรือตัวหมุน ทำให้เกิดการเหนี่ยวของกระแสไฟฟ้าขึ้น ทำให้เกิดพลังงานกลขึ้นมาและสามารถนำไปใช้งานได้ มอเตอร์ที่ทำงานบนหลักการของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าเรียกว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำ การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นปรากฏกราณ์ที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้เกิดการเหนี่ยวนำผ่านตัวนำไฟฟ้าเมื่อมันถูกวางในสนามแม่เหล็กหมุน สเตเตอร์และโรเตอร์เป็นสองส่วนที่สำคัญของมอเตอร์ สเตเตอร์เป็นส่วนที่นิ่งอยู่กับที่และจะมีการพันขดลวดที่คาบเกี่ยวกันในขณะที่โรเตอร์มีขดลวดหลักขดลวดของสเตเตอร์จะถูกแทนที่อย่างเท่าเทียมกันจากมุม 120 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (MG-5213)

การทำงานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งทำให้เราทราบถึงส่วนประกอบขั้นพื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและหน้าที่ของแต่ละส่วน อีกทั้งความสัมพันธ์กับของแต่ละส่วนที่จะต้องทำงานร่วมกันทั้งหมดสิ่งสำคัญที่ได้ศึกษาผ่านมานั้น เราเน้นเป็นการทำงานทางไฟฟ้ามากกว่าและส่วนโครงสร้างของเครื่องกำเนิดฟ้ากระแสตรงมีการกล่าวถึงเพียงเล็กน้อยอย่างไรก็ตามเราพบว่าโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้หากนักศึกษาสามารถจดจำชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้จะดียิ่ง

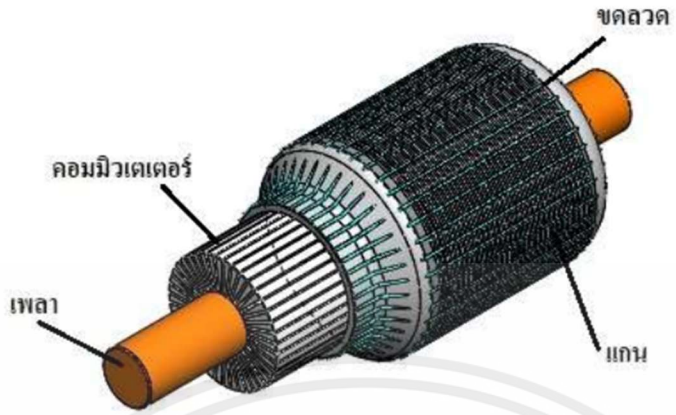
2.10.1 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

ลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมันเป็นขอบเขตที่กว้างมากเกินไปของบทนี้ที่จะอธิบายถึงรายละเอียดของโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงในหลายๆแบบที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างทางกายภาพเบื้องต้นระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกๆตัว ที่ใช้งานในทางปฏิบัติส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่เหมือนกัน เนื่องจากถ้าถ้าเราทราบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ถือว่าเป็นเครื่องตัวอย่างที่สร้างขึ้นได้อย่างไรแล้วก็จะช่วยให้เราเข้าใจถึงลักษณะโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตัวอื่นๆเกือบทั้งหมด เพราะฉะนั้นวิธีและวัสดุที่ใช้ในโครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ถือว่าเป็นตัวอย่างจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

2.10.2 อาร์เมเจอร์

อาร์เมเจอร์หรือในบางครั้งเรียกว่า ชุดประกอบอาร์เมเจอร์ จะมีส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกชิ้นที่หมุน ส่วนประกอบเหล่านี้คือ เพลา แกนอาร์เมเจอร์ ขดลวดอาร์เมเจอร์และคอมมิวเตเตอร์ ตามที่แสดงให้เห็นในรูปภาพที่ 2.9 แกนอาร์เมเจอร์และคอมมิวเตเตอร์จะถูกยึดอยู่บนเพลาโดยมีขดลวดพันอยู่ในช่องหรือสล็อทในรอบๆแกนอาร์เมเจอร์และปลายทั้งสองข้างของขดลวดแต่ละขดจะต่อเข้ากับซี่ของคอมมิวเตเตอร์ โดยแกนอาร์เมเจอร์มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกและทำด้วยเหล็กอ่อน แทนที่จะใช้เหล็กที่มีเนื้อเดียวกันตลอด แกนจะทำด้วยเหล็กแผ่นบางๆ หลายๆ แผ่นอัดซ้อนกัน ในแต่ละแผ่นจะอาบด้วยฉนวนจำพวกวาร์นิช แล้วจึงอัดเข้าด้วยกันให้อยู่ในรูปของแกนที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.9 แสดงถึงภาพอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

2.11 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าแบบมอเตอร์ไฟฟ้าแบบซิงโครนัส (MG-5215)

เป็นมอเตอร์ที่ตัวแกนโรเตอร์หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส ซึ่งตัวส่วนที่เป็นโรเตอร์จะทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก เพื่อผลักตัวเองให้หมุนไปพร้อมกับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่ตัวสเตเตอร์โดยสนามแม่เหล็กที่ตัวแกนหมุนหรือโรเตอร์นั้นมักจะถูกสร้างจากแม่เหล็กถาวร ในกรณีที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กและแบบที่ใช้ขดลวดพันที่แกนหมุนโรเตอร์แล้วจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงผ่านทางวงแหวนและแปลงถ่านเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก

2.11.1 การสตาร์ทมอเตอร์แบบซิงโครนัส

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบซิงโครนัสไม่สามารถสตาร์ทด้วยตัวเองจึงจำเป็นจะต้องใช้การสตาร์ทแบบการเหนี่ยวนำ 3 เฟส ด้วยการต่อวงจรแบบสตาร์ โดยใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 0-150 โวลต์

2.11.2 การทำงานมอเตอร์แบบซิงโครนัส

เมื่อทำการสตาร์ทได้รอบที่นิ่งแล้วก็ทำการสลับเป็นการทำงานแบบซิงโครนัส โดยการใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่แรงดัน 0-120 โวลต์

2.12 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระตุ้นตัวเอง (MG-5215)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระตุ้นตัวเองคือ ชุดขดลวดสนามแม่เหล็กที่ถูกกระตุ้นด้วยกระแสที่เกิดจากตัวของมันเอง เนื่องจากแม่เหล็กตกค้างจึงมีฟลักซ์แม่เหล็กบางส่วนที่หลงเหลืออยู่ภายในแท่งขั้วแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออาร์เมเจอร์หมุนจะมีแรงเคลื่อนจำนวนหนึ่งเกิดขึ้นและทำให้กระแสเหนี่ยวนำจำนวนหนึ่งเกิดขึ้นด้วย ซึ่งเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดที่มันเคลื่อนที่ผ่านชุดขดลวดสนามแม่เหล็ก จึงทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กที่ตกค้างที่แท่งขั้วแม่เหล็กจึงถูกทำให้มีความเข้มมากขึ้น

2.13 ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

อินเวอร์เตอร์คือ วงจรหรือระบบที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับ ในปัจจุบันอินเวอร์เตอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ อินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดันและอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายกระแส

สำหรับอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดันจะมีภาคเรคติไฟเออร์ ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายแรงดันให้กับอินเวอร์เตอร์ ซึ่งค่าแรงดันใดๆ ที่เรคติไฟเออร์ถูกสั่งให้ค่านั้นไว้เมื่อภาระเปลี่ยนแรงดันจะคงที่ แต่กระแสเปลี่ยนตามภาระ ส่วนอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายกระแสจะมีภาคเรคติไฟเออร์ ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ โดยที่ค่ากระแสค่าใดค่าหนึ่งเมื่อเปลี่ยนภาระกระแสจะคงที่แต่แรงดันจะเปลี่ยนตามภาระโหลด

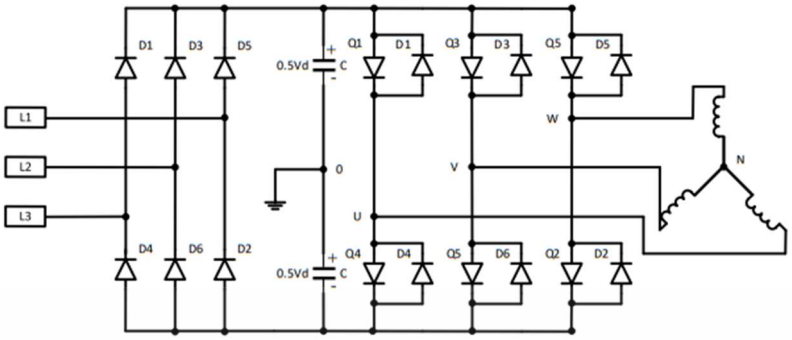
โดยอินเวอร์เตอร์แบบแหล่งจ่ายแรงดันนั้น ถือได้ว่าเป็นประเภทอินเวอร์เตอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายโดยทั่วไป แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1. อินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม
2. อินเวอร์เตอร์แบบมอดูเลตความกว้างของพัลส์

2.13.1 อินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

ลักษณะของวงจรภาคกำลังภาคกำลังจะแสดงดังรูปที่ 2.10 โดยจะแสดงให้เห็นรูปคลื่นแรงดันและกระแสที่มอเตอร์ได้รับ Vao,Vbo,Vco เป็นรูปแรงดันที่จุด a,b และ c เมื่อเทียบกับจุดศูนย์ที่อยู่ระหว่างคาปาซิเตอร์ทั้งสอง รูปคลื่นแรงดันกลุ่มนี้แสดงให้เห็นช่วงเวลาการนำกระแสของไทริสเตอร์แต่ละตัวในขณะที่ Vab,Vbc และ Vca แสดงรูปคลื่นแรงดันระหว่างเฟสกับเฟส ส่วน Van เป็นรูปคลื่นแรงดันที่เทียบระหว่างเฟสกับนิวตรอน เนื่องจาก Van มีลักษณะเป็น 6 ขั้น ใน 1 คลื่น อินเวอร์เตอร์ลักษณะนี้จึงถูกเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อินเวอร์เตอร์แบบ 6 ขั้น ซึ่งแสดงไว้โดยเส้นประ เป็นลักษณะของกระแสที่ไหลเข้ามอเตอร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผิดเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์ สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาเนื่องจากกระแสผิดไปจากรูปคลื่นไซน์ก็คือ ความร้อนและการกระเพื่อมของแรงบิดเนื่องจากผลของฮาร์โมนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.10 แสดงถึงภาพวงจรบริดจ์อินเวอร์เตอร์แบบ 6 ขั้น

ในการเปลี่ยนความเร็วมอเตอร์โดยให้แรงบิดคงที่ เราจำเป็นต้องควบคุมแรงดันกับความถี่ให้เป็นสัดส่วนเดียวกัน เพื่อทำให้ U/f คงที่ สำหรับอินเวอร์เตอร์ประเภทนี้ เมื่อเราเปลี่ยนความถี่ที่ภาคอินเวอร์เตอร์ เราจะต้องเปลี่ยนแรงดัน Vd ตามโดยการปรับมุมจุดชนวนที่ภาคเรคติไฟเออร์ ผลของการทำงานในลักษณะนี้ได้สร้างข้อเสียหลายประการ ดังนั้นจึงได้มีผู้คิดค้นอินเวอร์เตอร์แบบใหม่ขึ้น คือ อินเวอร์เตอร์แบบพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

2.13 2 อินเวอร์เตอร์แบบมอดูเลตความกว้างของพัลส์

เป็นเทคนิคการมอดูเลตความกว้างพัลส์ ซึ่งใช้กันในงานสื่อสารโดยสามารถปรับ ความถี่ และปรับแรงดันได้ เทคนิคพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นนี้ โดยทั่วไปจะมีอยู่ 4 วิธี

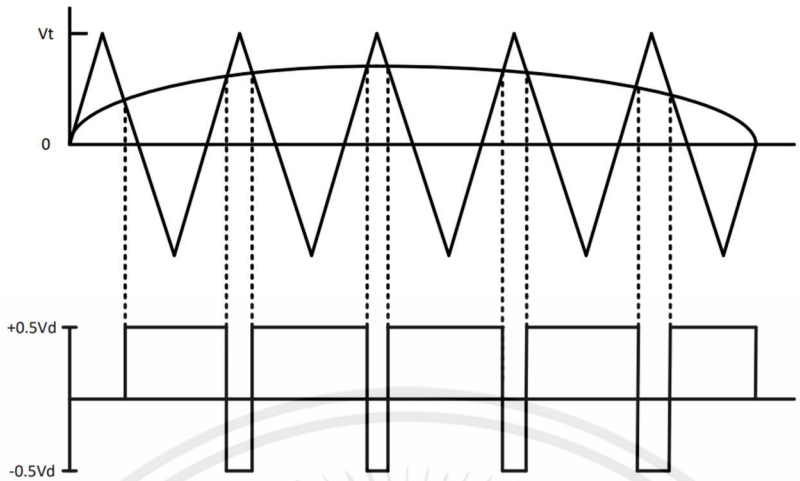
1. พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบไซน์
2. พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบจำกัดค่าฮาร์โมนิกส์ที่ไม่ต้องการ
3. พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบลดค่าการกระเพื่อมของกระแส
4. พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นที่สร้างจากการปรับตัวของกระแส

2.13.2.1 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบไซน์

เป็นการนำเอาสัญญาณรูปคลื่นไซน์ มามอดูเลตกับสัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม โดยสัญญาณรูปคลื่นไซน์ เป็นสัญญาณของความถี่มูลฐาน ซึ่งเป็นความถี่เดียวกับความถี่มูลฐานที่มอเตอร์

จะได้รับส่วนสัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยมจะเรียกว่า คลื่นพาหะ จะทำหน้าที่ร่วมกับสัญญาณความถี่มูลฐานเพื่อปรับให้ระดับแรงดันค่าเฉลี่ยกำลังสองเปลี่ยนแปลงไป เพื่อรักษา V/f ให้คงที่ ดังรูปที่ 2.11 แสดงหลักการของการสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



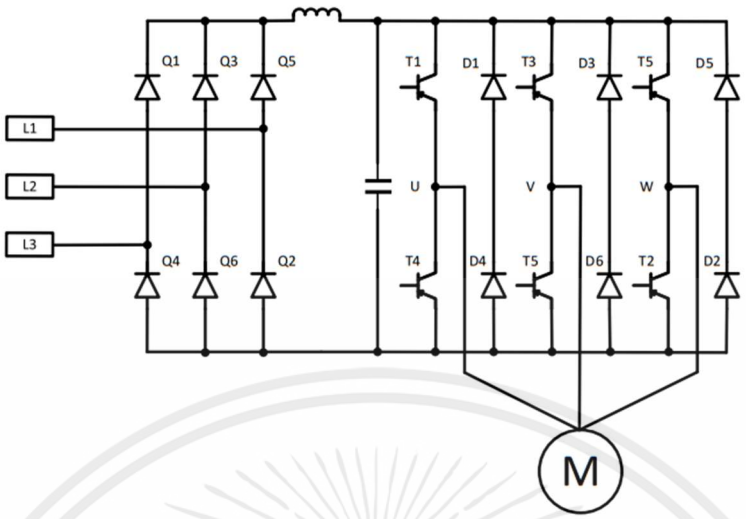
รูปภาพที่ 2.11 แสดงถึงภาพหลักการสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

จากรูปที่ 2.11 เราเรียกว่าความกว้างระหว่างเปลี่ยนแอมปลิจูดของสัญญาณรูปไซน์จะทำให้ค่าแรงดันค่าเฉลี่ยกำลังสองของพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นเปลี่ยน ซึ่งถ้าเราควบคุมอย่างเป็นสัดส่วนกัน ผลก็คือทำให้ V/f คงที่

จากรูปจะเห็นว่าสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นได้จากการนำสัญญาณรูปไซน์ความถี่เท่ากับความถี่ที่เราต้องการมอดูเลตกับคลื่นพาหะรูปสามเหลี่ยม ซึ่งมีความถี่สูงกว่ารูปคลื่นไซน์ สัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นที่ได้จะเกิดจากการเปรียบเทียบจุดตัดของสัญญาณทั้งสอง ซึ่งจุดตัดนี้จะเป็นตัวกำหนดการ เปิด-ปิดของอุปกรณ์กำลังที่ภาคอินเวอร์เตอร์ โดยอุปกรณ์กำลังของอินเวอร์เตอร์จะทำงานเป็นแบบสวิตช์ซิ่ง ซึ่งต้องทำงานที่ความถี่สูงและจะทำให้เกิดแรงดันระหว่างสายและแรงดันแต่ละเฟส โดยมีลักษณะวงจรในภาคกำลังแสดงดังรูปที่ 2.12

พัลส์และเราเรียกช่องระหว่างพัลส์ว่า ความกว้างนอตช์ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนความถี่และแรงดันค่าเฉลี่ยกำลังสองของรูปคลื่นพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นนี้ได้ด้วยการเปลี่ยนความถี่และขนาดของสัญญาณรูปไซน์ หรือสัญญาณมอดูเลติ้ง การเปลี่ยนความถี่ของสัญญาณรูปไซน์จะทำให้ความถี่มูลฐานของรูปคลื่นพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.12 แสดงถึงภาพวงจรภาคกำลังซึ่งใช้ทรานซิสเตอร์หรือ IGBT ในภาคอินเวอร์เตอร์

2.13.2.2 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบลดค่าฮาร์มอนิกส์ที่ไม่ต้องการ

ซึ่งผลของฮาร์มอนิกส์จะทำให้มอเตอร์ร้อนขึ้น เนื่องจากกำลังงานที่สูญเสียในแกนเหล็ก ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องกำจัดฮาร์มอนิกส์ที่ไม่ต้องการออกไป สำหรับการสร้างรูปคลื่นพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบนี้ก็ทำได้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจทำได้ทั้งวิธีการคำนวณและสร้างตารางของมุมมาตรฐาน เมื่อผู้ใช้ต้องการระดับแรงดันที่แตกต่างกันออกไป

2.13.2.3 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบลดค่าการกระเพื่อมของกระแส

จากพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบลดค่าฮาร์มอนิกส์ที่ไม่ต้องการ เป็นการลดฮาร์มอนิกส์ของแรงดันและยังมีข้อเสีย เนื่องจากการที่กดฮาร์มอนิกส์บางฮาร์มอนิกส์ไว้ กลับทำให้ฮาร์มอนิกส์อื่นปรากฏมากขึ้น จึงได้มีการคิดค้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและพบว่าความสูญเสียในมอเตอร์ เนื่องจากฮาร์มอนิกส์ไม่ได้เกิดจากฮาร์มอนิกส์ของแรงดันแต่เกิดจากฮาร์มอนิกส์ของกระแส โดยเกิดจากผลรวมของกระแสฮาร์มอนิกส์ทุกตัวรวมกันที่เราเรียกว่า กระแสกระเพื่อม โดยจะวิเคราะห์จากสมการและจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลหาค่าต่างๆ ที่ทำให้เกิดกระแสกระเพื่อมน้อยที่สุด โดยใช้วิธีที่เรียกว่าการหาค่าแบบวนซ้ำหรือเรียกการลองผิดลองถูกอย่างมีหลักการ

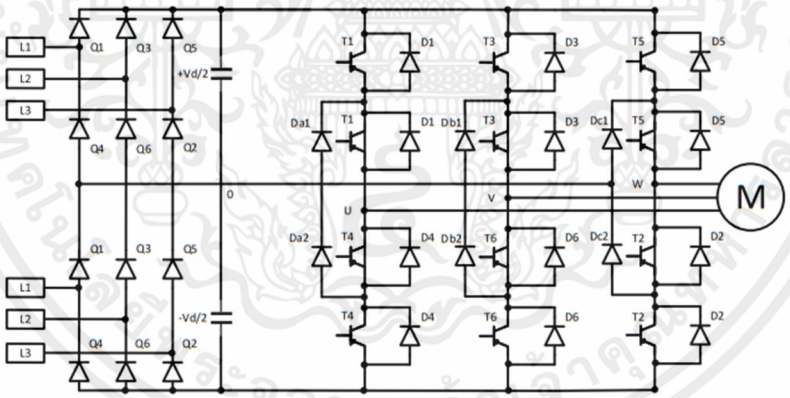
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2.4 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นที่สร้างจากการปรับตัวของกระแส

พัลส์วิดท์มอดูเลชั่น จาก 3 หัวข้อที่ผ่านมา เกิดจากสมมุติฐานที่ว่า แรงดันในช่วงที่เป็นวงจรเชื่อมโยงกระแสตรง เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในอุดมคติคือ เรียบและไม่กระเพื่อม แต่ถ้าใช้งานในกรณีที่โหลดดึงกระแสมากๆ จะส่งผลให้ประจุที่เก็บไว้ที่คาปาซิเตอร์ในภาควงจรเชื่อมโยงกระแสตรงมีการเปลี่ยนแปลงสูง และส่งผลถึงการกระเพื่อมของแรงดันและกระแส วิธีแก้ปัญหาคือเพิ่มคาปาซิเตอร์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น(ความจุสูง) และได้มีผู้คิดค้นวิธีใหม่โดยการนำกระแสที่โหลดกลับมาเปรียบเทียบกับกระแสอ้างอิงหลังจากนั้นนำเอาผลของการเปรียบเทียบที่ได้ไปสร้างรูปคลื่นพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นเพื่อควบคุมให้กระแสโหลดปรับตัวตามกระแสอ้างอิงอีกที่หนึ่ง

2.14 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 3 ระดับ

จากข้อ 2.13.2.4 ที่ผ่านมาจะมีลักษณะเป็นพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 2 ระดับคือ 0 กับ +Vd และ 0 กับ -Vd ลักษณะของพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 2 ระดับนี้จะเหมาะกับมอเตอร์แรงดันต่ำ ดังนั้นจึงได้คิดค้นอินเวอร์เตอร์แบบ 3 ระดับขึ้นมาใช้กับมอเตอร์แรงดันสูง โดยวงจรของพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 3 ระดับแสดงดังรูปที่ 2.13



รูปภาพที่ 2.13 แสดงถึงภาพอินเวอร์เตอร์พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 3 ระดับ

นอกจากการใช้อินเวอร์เตอร์พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบ 3 ระดับสำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์แรงสูงแล้ว เทคนิคการสร้างรูปคลื่นพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบหลายระดับก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในเรื่องข้อจำกัดเกี่ยวกับพิกัดแรงดันของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ การใช้เทคนิคการสร้างพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบหลายระดับนี้จะทำให้สามารถใช้อุปกรณ์ที่มีพิกัดแรงดันต่ำกว่าแบบ 3 ระดับได้เมื่อต้องการขนาดแรงดันขาออกเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบหลายระดับ

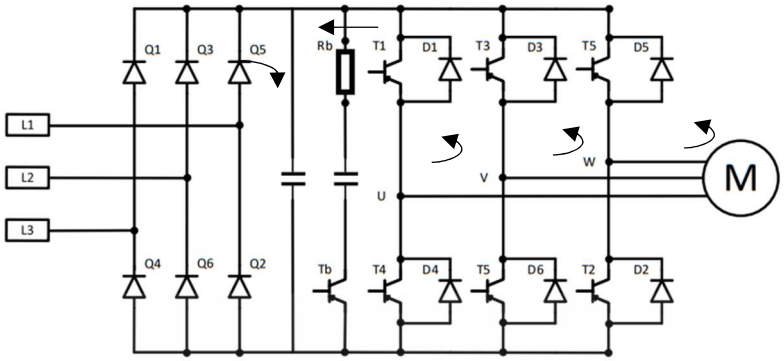
แนวคิดของอินเวอร์เตอร์พัลส์วิดท์มอดูเลชั่นแบบหลายระดับก็คือ การนำเอาแหล่งจ่ายหลายเซลล์มาต่อเข้าด้วยกันในลักษณะของอนุกรม เพื่อจะได้ระดับแรงดันที่สูงขึ้นจากรูปที่ 2.14 แต่ละเฟสจะประกอบด้วย 4 เซลล์ ของแหล่งจ่ายถ้าต้องการแรงดันระหว่างสายเท่ากับ 3300 โวลต์ หรือแรงดันเฟสเท่ากับ 1905 โวลต์ ซึ่งจะได้ว่าแรงดันของแต่ละเซลล์จะมีค่าเท่ากับ 476 โวลต์

รูปภาพที่ 2.14 แสดงถึงภาพหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์แบบหลายระดับ

2.16 การเบรกมอเตอร์

การเบรกแบบไดนามิค ซึ่งการเบรกแบบนี้คาปาซิเตอร์จะคายประจุให้กับตัวต้านทาน เพื่อปล่อยพลังงานออกมาในรูปของความร้อนโดยกำลังที่ปล่อยออกมามีค่าเท่ากับ I^2R โดยมีลักษณะของวงจรแสดงไว้ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.15 แสดงถึงภาพการปล่อยพลังงานของวงจรเบรกแบบไดนามิค

Transistor Tb ที่ต่ออนุกรมกันกับ Rb มีหน้าที่เป็นอุปกรณ์สวิตช์ชิ่งเพื่อเปิดวงจรให้คาปาซิเตอร์คายประจุให้กับ Rb เมื่อกระแสไหลผ่าน Rb โรเตอร์จะหมุนต่อด้วยแรงเฉื่อยทำให้สเตเตอร์ของมอเตอร์ผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาจึงมีกระแสไหลย้อนกลับผ่านไดโอดที่ต่อขนานกับทรานซิสเตอร์ไว้และกระแสที่เกิดจะไหลผ่าน Rb เกิดกำลังสูญเสียใน Rb มีค่าเท่ากับ $\mathrm{I^2Rb}$ หรือ $\mathrm{V^2/Rb}$

การเบรกแบบคืนพลังงาน จากการเบรกแบบไดนามิคพลังงานย้อนกลับ จะถูกนำไปทิ้งที่ตัวต้านทานในรูปของความร้อนแต่การเบรกแบบคืนพลังงานนั้น จะนำพลังงานที่ได้จากการเบรกกลับไปใช้ประโยชน์ซึ่งโดยทั่วไป

2.17 แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรอง

แหล่งจ่ายไฟเป็นอุปกรณ์ที่จ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้โหลดไฟฟ้า เป็นคำที่ใช้กันมากที่สุดในการแปลงพลังงานไฟฟ้าจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง สามารถควบคุมแรงดันหรือกระแสเอาต์พุตให้มีค่าที่แน่นอน แม้ว่าโหลดจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงที่พลังงานที่อินพุตก็ตาม แหล่งจ่ายไฟฟ้าทุกตัวต้องได้รับพลังงานจากแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกเพื่อจ่ายให้โหลดในขณะที่ปฏิบัติงานแหล่งพลังงานภายนอกจะขึ้นอยู่กับการออกแบบแหล่งจ่ายไฟ

ประเภทของแหล่งจ่ายไฟจะสามารถแบ่งออกเป็นแบบความถี่ไฟฟ้าขาเข้าและแบบสวิตช์ชิง แบบความถี่มักจะมีการออกแบบที่ค่อนข้างง่าย แต่จะมีขนาดใหญ่และหนักสำหรับแหล่งจ่ายไฟกระแสสูง เนื่องจากความจำเป็นที่จะต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าขาเข้าที่มีขนาดใหญ่และวงจรแบบอิเล็กททรอนิกส์ความร้อนสูงที่ต้องการตัวระบายความร้อนขนาดใหญ่ แหล่งจ่ายไฟแบบธรรมดานี้บางครั้งเรียกแบบ“เชิงเส้น”แต่ที่เรียกชื่อผิดเพราะการแปลงจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยเนื้อแท้แล้ว ไม่ใช่เชิงเส้น เมื่อวงจรเรียงกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายไฟเข้าไปในคาปาซิสเตอร์จะผลิตแรงดันไฟฟ้า เอาต์พุตที่จะถูกกำหนดโดยวิธีแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่บริโภคพลังงาน จึงทำให้มีประสิทธิภาพต่ำ แหล่งจ่ายไฟแบบสลับโหมดที่ให้เอาต์พุตเท่ากันกับแหล่งจ่ายไฟธรรมดาจะขนาดที่เล็กกว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าแต่จะซับซ้อนมากขึ้น โดยเราได้ทำการแบ่งทฤษฎีแยกออกไปได้แก่ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง, 1 เฟส และ 3 เฟส

2.17.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ไม่ควบคุมปกติจะใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อแปลงแรงดันจากผนังให้ต่ำลงให้ได้แรงดันที่ต้องการ ถ้าต้องการผลิตแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง วงจรเรียงกระแสจะใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้าตรง (ยังเป็นรูปคลื่นอยู่) ตามด้วยตัวกรองประกอบด้วยตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน อย่างน้อยหนึ่งตัวและบางครั้งมีตัวเหนี่ยวนำด้วยเพื่อทำการกรอง (ทำให้เรียบ) ของคลื่นเหล่านั้นคลื่นขนาดเล็กที่เหลือจากการกรองหรือที่เรียกว่าระลอกคลื่นนี้เป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ ซึ่งอาจมีความถี่น้อยหรือมากกกว่าความถี่จากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับของอินพุต (ขึ้นอยู่ว่าเป็นเต็มคลื่นหรือครึ่งคลื่น) จะขี่ไปบนแรงดันไฟฟ้าตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ในวัตถุประสงค์เช่น การชาร์จแบตเตอรี่ไม่ได้เป็นปัญหาและแหล่งจ่ายไฟที่ง่ายสุดอาจเป็นเพียงหม้อแปลงแรงต่ำที่มีไดโอดตัวเดียวกับความต้านทานอีกหนึ่งตัวต่ออนุกรมอยู่ก็ได้

ก่อนที่จะมีการนำอุปกรณ์แบบโซลิดเสตทมาใช้,อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะใช้วาล์ว (หลอดสูญญากาศ) ซึ่งต้องการแรงดันสูง แหล่งจ่ายไฟจะใช้หม้อแปลงแบบเพิ่มวงจรเรียงกระแสและตัวกรอง เพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้าตรงหลายระดับหลายร้อยโวลต์และแรงดันกระแสสลับเพื่อจุดใส้หลอดเฉพาะอุปกรณ์ที่ทันสมัยเท่านั้นที่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟควบคุมที่มีขนาดใหญ่และราคาแพง

2.17 2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ-3 เฟส

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับปกติจะใช้แรงดันไฟฟ้าด้วยเต้าเสียบ (ไฟบ้าน) และลดแรงดันลงในระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการเช่นกัน โดยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับสามารถผลิตไฟฟ้ากระแสสลับได้จากไฟฟ้ากระแสตรง วงจรที่ใช้เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเรียกว่า อินเวอร์เตอร์ทำงานด้วยอุปกรณ์เพาเวอร์สวิทซ์ชิ่ง ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำที่ควบคุมได้รูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับที่เอาต์พุตจึงมีค่าที่ไม่เกาะติดกัน เนื่องจากการแปลงทำงานอยู่อย่างรวดเร็วแทนที่จะเป็นการแปลงอย่างราบรื่น ความสามารถในการสร้างรูปคลื่นใกล้รูปไซน์ที่มีความถี่ใกล้ๆความถี่พื้นฐานถูกบังคับโดยใช้เทคนิคตการ มอดดูชั่นที่มีการควบคุมตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงมีอยู่ทั่วไปในสังคมเราในบทนี้จะอธิบายปฐมภูมิการแม่เหล็กไฟฟ้าของหม้อแปลง วงจรสมมูลจะถูกสร้างขึ้นมาโดยเริ่มต้นจากกฎพื้นฐานของ Maxwell และจะมีการอธิบายอย่างละเอียด

โรงไฟฟ้าทั่วไปสร้างพลังงานไฟฟ้าในแรงดันไฟฟ้าขนาดกลาง (MV) ระดับประมาณหรือต่ำกว่า 10kV (ส่วนใหญ่เป็นเพราะข้อจำกัดเกี่ยวกับฉนวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า) ในขณะที่พลังงานทดแทนสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ต่ำกว่า อย่างไรก็ตามสำหรับการส่งพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในระยะทางไกลต้องใช้แรงดันไฟฟ้าที่ระดับสูงมากขึ้นเช่น 400 kV ถึงมากกว่า 800 kV (ระดับ HV) ในทางกลับกันการกระจายในพื้นที่ห้องท้องถิ่นต้องการระดับแรงดันไฟฟ้าที่ค่อนข้างต่ำกว่าระดับ MV เช่น 13KV ระดับแรงดันไฟฟ้าเหล่านี้ยังสามารถใช้งานได้โดยจรงกับโรงงานอุตสาหกรรม กระนั้นอุปกรณ์ในทางอุตสาหกรรมจำนวนมากและเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านต้องใช้แรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่ามาก (โดยเฉลี่ยคือ 400 V/ 230 V เรียกว่าระดับ) ในขณะที่การถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ง่ายหรือไม่เกิดการสูญเสียไปสู่ระดับแรงดันไฟฟ้าอื่นนั้นไม่สามารถทำได้ข้อได้เปรียบปฐมภูมิของไฟฟ้ากระแสสลับคือ สามารถแปลงเป็นระดับแรงดันอื่นได้ค่อนข้างง่ายและแถบจะไม่เกิดการสูญเสียเลย การเปลี่ยนแปลงที่มีประสิทธิภาพนี้ของไฟฟ้ากระแสสลับไปยังระดับแรงดันไฟฟ้าอื่นๆ เป็นหน้าที่ของหม้อแปลงไฟฟ้า พลังงานของหม้อแปลงทั่วไปจะถูกเปลี่ยนเป็นระดับแรงดันไฟฟ้าอื่นๆ โดยใช้สนามแม่เหล็กเป็นสื่อกลาง

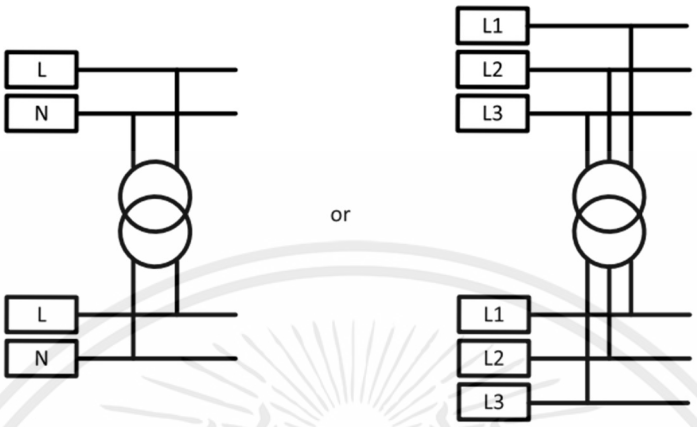
ดังรูปที่ 2.16 แสดงสัญลักษณ์ของหม้อแปลงที่ถูกนำมาใช้บ่อยๆ ในระบบไฟฟ้าทั้งสำหรับหม้อแปลงเฟสเดียวและสามเฟส

หม้อแปลงที่สร้างง่ายที่สุดคือแบบเฟสเดียวประกอบด้วยแกนเหล็กที่ถูกพันด้วยขดลวดสองฝั่งที่เรียกกันทั่วไปว่า ขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ จะเริ่มการทำงานโดนเริ่มจากขดลวดปฐมภูมิถูกป้อนด้วยแหล่งจายแรงดันไฟฟ้าไซน์ และขดลวดทุติยภูมิจะเปิดวงจร

ขดลวดปฐมภูมิดึงกระแสไซน์ (Sine Wave) จากแหล่งจ่ายทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสลับในแกนเหล็กเนื่องจากขดลวดทุติยภูมิเชื่อมต่อกับแกนเหล็ก แรงดันไฟฟ้าสลับจะถูกเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิ จะสังเกตได้ว่าอัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิและทุติยภูมิเท่ากับอัตราส่วนของจำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิกับทุติยภูมิ หากขดลวดทุติยภูมิเชื่อมต่อกับโหลดกระแสงจะถูกดึงจากขดลวดทุติยภูมิ กระแสนี้จะพยายามลดต้นกำเนิดของมัน (สนามแม่เหล็กในแกนเหล็ก) กระแสทุติยภูมินี้จะพยายามลดสนามแม่เหล็ก (กฎของ Lenz) อย่างไรก็ตามนั้นหมายความว่ากระแสปฐมภูมิจะเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะกำจัดผลกระทบของกระแสทุติยภูมิ (สมมุติแรงดันไฟฟ้าปฐมภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับฟลักซ์) กำลังที่ส่งไปยังโหลดทุติยภูมิจะถูกดึงจากแหล่งจ่ายปฐมภูมิ (ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายปฐมภูมิ)



รูปภาพที่ 2.16 แสดงถึงภาพสัญลักษณ์ของหม้อแปลง

2.19 โวลท์เตจเรกกูเลชั่น

เนื่องจากแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีโหลดกับไม่มีโหลดนั้นแตกต่างกันมากและน้อย โดยขึ้นอยู่กับหลายสิ่งด้วยกันเช่น ขึ้นอยู่กับแกนเหล็ก การอัดการเหล็ก การพันขดลวดและรวมถึงการออกแบบที่ดี ถ้าแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลดกับเมื่อมีโหลดต่างกันมากแต่การออกแบบไม่แตกต่างกันเลย แสดงว่าการควบคุมแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าดี อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของขดลวดทางด้านทุติยภูมิเรียกว่าโวลท์เตจเรคกูเลชั่น

2.20 ความสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้านับได้ว่าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่มีการสูญเสียน้อยที่สุด เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเครื่องกลไฟฟ้าชนิดอื่นเช่น มอเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพราะหม้อแปลงไฟฟ้าไม่มีส่วนประกอบใดๆที่เคลื่อนที่ได้ ดังนั้นจึงไม่มีการสูญเสียเนื่องจากความฝืดและแรงต้านจากลม จะมีการสูญเสียเพียงสองส่วนเท่านั้นคือ การสูญเสียในแกนเหล็ก การสูญเสียในขดลวดตัวนำ

การสูญเสียในแกนเหล็กจะมีค่าไม่สูงนักและมีค่าคงที่ตลอดเวลาไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ส่วนการสูญเสียในขดลวดตัวนำจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด ถ้าโหลดมากการสูญเสียในขดลวดตัวนำก็มาก ถ้าโหลดน้อยการสูญเสียในขดลวดตัวนำก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21 ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงหมายถึง ความสามารถในการทำงานของหม้อแปลง ซึ่งจะเท่ากับอัตราส่วนระหว่างกำลังขาออกต่อกำลังขาเข้า ถ้ากำลังขาออกกับกำลังขาเข้ามีค่าแตกต่างกันมากแสดงว่า หม้อแปลงมีประสิทธิภาพต่ำ แต่ถ้ากำลังขาออกกับกำลังขาเข้ามีค่าใกล้เคียงกันก็แสดงว่า หม้อแปลงมีประสิทธิภาพสูง ในส่วนขององค์ประกอบที่ทำให้ประสิทธิภาพหม้อแปลงมีค่ามากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับการสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า

2.22 การระบายความร้อน

หม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อใช้งานไปก็จะเกิดความร้อนขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียขึ้นในหม้อแปลง จึงจำเป็นต้องระบายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน การระบายความร้อนจะมีอยู่หลายวิธีเช่น การระบายความร้อนตามธรรมชาติ การระบายความร้อนด้วยน้ำมัน การระบายความร้อนด้วยการเป่าลม การระบายความร้อนด้วยน้ำและการระบายความร้อนด้วยการปั๊มน้ำมัน

2.23 การบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ต้องบำรุงรักษาน้อยกว่าเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามหม้อแปลงไฟฟ้าก็ยังต้องการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามวาระซึ่งจำเป็นต้องจัดทำอย่างสม่ำเสมอ ในส่วนวาระจะยาวนานเท่าใดนั้นจะต้องพิจารณาจากภาวการณ์ใช้งานของหม้อแปลง สภาพของสิ่งแวดล้อมที่หม้อแปลงติดตั้งอยู่ การบำรุงรักษาที่ดีนั้นควรจัดทำแผนการตรวจสอบและบำรุงรักษาและดำเนินการตามแผนอย่างจริงจัง

2.24 ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

อันตรายจากไฟฟ้าสามารถป้องกันได้ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าทั้งที่เป็นผู้ทำงานกับไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้าจึงควรทราบแนวทางและวิธีการป้องกันที่ถูกต้อง อันตรายจากไฟฟ้าเกิดได้ทั้งบุคคลและทรัพย์สิน ในปริญญานิพนธ์ได้กล่าวถึงการเกิดอันตรายจากไฟฟ้า การสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าและหลักการป้องกันที่ถูกต้อง จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานและการใช้ไฟฟ้าได้มากและยังได้กล่าวถึงการใช้เครื่องตัดไฟรั่วเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าที่เป็นนิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงคุณภาพและการติดตั้งที่ถูกวิธีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.25 การเกิดอันตรายจากไฟฟ้า

โดยทั่วไปเราสามารถแบ่งสาเหตุของการเกิดอันตรายจากไฟฟ้าได้ 2 สาเหตุคือ ไฟฟ้าช็อตหรือไฟฟ้าลัดวงจรและไฟฟ้าดูด สาเหตุของการเกิดต่าง ดังนั้นวิธีการป้องกันอันตรายจึงต่างกัน

1. ไฟฟ้าลัดวงจร (Short circuit) คือการที่กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรโดยไม่ผ่านโหลด
2. ไฟฟ้าดูด (Electric Shock) คือการที่มีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลผ่านร่างกายบุคคลทำให้กล้ามเนื้อเกร็งขยับตัวได้ยาก

2.26.1 ผลจากไฟฟ้าลัดวงจร

ไฟฟ้าลัดวงจรมีกระแสไฟฟ้าไหลในปริมาณสูงมากและมีพลังงานสูงอีกด้วย จึงสร้างความเสียหายได้มาก ประกายไฟและความร้อนจากการอาร์กสามารถทำความเสียหายแก่ทรัพย์สินเป็นอันตรายต่อบุคคลที่อยู่ใกล้เคียง อาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้

2.26.2 ผลจากไฟฟ้าดูดต่อร่างกายมนุษย์

อันตรายจากไฟฟ้าดูดมีผลต่อมนุษย์แตกต่างกันไฟตามขนาดกระแสไฟฟ้าและสุขภาพร่างกายของบุคคล อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาวิเคราะห์ผลของกระแสไฟฟ้าที่มีต่อร่างกานมนุษย์และกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยไว้ดังนี้

ขนาดกระแส (มิลลิแอมแปร์)	อาการ
0.5	ไม่รู้สึก
1	รู้สึกถึงกระแสไฟฟ้า
1-3	รู้สึกว่ามีกระแสแต่ไม่รู้สึกเจ็บปวด
3-10	รู้สึกถึงความเจ็บปวด
สูงกว่า 10	รู้สึกถึงการเกร็งของกล้ามเนื้อ
สูงกว่า 30	รู้สึกถึงการขัดข้องของระบบหายใจ
สูงกว่า 75	รู้สึกถึงความขัดข้องของหัวใจ
250	เกิดกาขัดข้องของกล้ามเนื้อหัวใจ

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงผลที่เกิดขึ้นกับบุคคลมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.26 ไฟฟ้าดูดเพราะเราสัมผัสไฟฟ้า

เราสามารถแยกตามลักษณะการสัมผัสไฟฟ้าได้ 2 แบบคือ สัมผัสโดยตรงและสัมผัสโดยอ้อม ดังนี้

1. สัมผัสโดยตรงคือ การที่ส่วนของร่างกายสัมผัสถูกส่วนที่ปกติมีไฟฟ้าโดยตรง เช่นการสัมผัสสายไฟฟ้ารั่ว เพราะฉนวนชำรุดหรือมีโลหะใส่เข้าไปในรูเต้ารับไฟฟ้า ลักษณะนี้ก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายลงดินจึงถูกไฟฟ้าดูด
2. สัมผัสโดยอ้อมคือ ลักษณะนี้บุคคลไม่ได้สัมผัสส่วนที่ปกติดมีไฟฟ้า แต่เป็นการสัมผัสกับส่วนที่ปกติไม่มีไฟฟ้าแต่จะมีไฟฟ้าได้เมื่อชำรุดหรือรั่ว เมื่อเกิดไฟฟ้ารั่วจะมีไฟมารออยู่ที่เปลือกโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อบุคคลไปสัมผัสจึงมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านและถูกไฟดูดการสัมผัสโดยอ้อมถือว่ามีอันตรายสูงและน่ากลัวเนื่องจากปกติไม่มีไฟฟ้า ผู้สัมผัสจึงขาดความระมัดระวัง

2.27.1 การป้องกันการสัมผัสโดยตรง

การป้องกันการสัมผัสโดยตรงอาจจะเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งต่อไปนี้หรืออาจจะเลือกใช้ได้หลายวิธีประกอบกันเพื่อให้ป้องกันได้ผลดียิ่งขึ้น

1. หุ้มฉนวนส่วนที่มีไฟฟ้า เป็นวิธีพื้นฐานในการป้องกันการสัมผัสที่นิยมใช้เป็นส่วนใหญ่เช่น การหุ้มฉนวนสายไฟฟ้า
2. มีที่กั้นหรือใส่ตู้ วิธีนี้ใช้ป้องกันการสัมผัสกับอุปกรณ์ที่การหุ้มฉนวนทำได้ยากหรือทำไม่ได้เป็นวิธีที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปเช่น ตู้ แผงสวิตช์ หม้อหุงข้าวไฟฟ้าและเตาไมโครเวฟ
3. มีสิ่งกีดขวางหรือทำรั้วกัน ใช้ป้องกันสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่เช่น การทำรั้วกันหม้อแปลงไฟฟ้าที่ตั้งบนพื้นหรือการใช้ฉนวนกั้นสายไฟฟ้าเปลือยที่อยู่ใกล้กับจุดที่ปฏิบัติงาน
4. อยู่ในระยะที่เอื้อมไม่ถึง วิธีนี้มักใช้กับไฟฟ้าที่มีแรงดันสูงมากๆ ซึ่งการป้องกันด้วยการหุ้มฉนวนทำได้ยาก เช่น สายไฟฟ้าแรงสูงที่ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า
5. ใช้อุปกรณ์ป้อนกันภัยส่วนบุคคล ใช้เมื่อต้องทำงานกับไฟฟในขณะที่มีไฟเช่น การใช้ถุงมือยางและรองเท้ายาง
6. ใช้เครื่องตัดไฟฟ้ารั่วหรืออาจเรียกเป็นชื่ออื่นก็ได้ แต่มีจุดประสงค์เพื่อให้ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อบุคคลถูกไฟดูดหรือมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย จึงเหมาะสมที่จะใช้ป้องกันเพิ่มเติมจากการป้องกันตามที่กล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.27.2 การป้องกันการสัมผัสโดยอ้อม

การป้องกันการสัมผัสโดยอ้อมต่างจากการป้องกันการสัมผัสโดยตรง เนื่องจากบางกรณีจะไม่สามารถใช้หลายวิธีประกอบกันได้

1. การต่อลงดินและมีเครื่องปลดวงจอัตโนมัติถือเป็นการป้องกันขั้นพื้นฐานที่ให้ผลดีที่สุดวิธีหนึ่ง นิยมใช้กันทั่วไปหลายประเทศ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิดมีสายดิน เต้ารับที่ติดตั้งจึงเป็นชนิดมีขั้วสายดินด้วย ที่พบทั่วไปคือ มี 3 รู แต่การติดตั้งระบบสายดินมีความสำคัญตรงที่ต้องทำให้ถูกต้องด้วยจึงจะได้ผล

ระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าภายในอาคารต้องทำทั้ง 2 ข้อ ดังนี้

1. แผงเมนสวิตช์ต้องต่อระบบไฟฟ้าลงดินโดยการใช้สายไฟฟ้าต่อสายนิวทรัล (สายศูนย์) ลงดินโดยการต่อเข้ากับหลักดิน
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดินโดยการเดินอุปกรณ์ไฟฟ้ามาต่อลงดินที่เมนสวิตช์โดยการต่อเข้ากับสายนิวทรัลที่ต่อลงดินไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการออกแบบวงจรไฟฟ้า คู่มือใบงานการทดสอบและได้ทำการสร้างชุดทดลองขึ้นมา โดยการนำชุดทดลองที่มีอยู่แต่ชำรุดเสียหายไม่สามารถนำมาใช้ในศึกษาทดลองและปฏิบัติได้ ภายในภาควิชาวัดคุมมาสร้างขึ้นให้ตรงตามที่คณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบวงจรไว้ จึงได้ทำการนำอุปกรณ์ต่างๆมาติดตั้งในชุดทดลอง โดยได้ดำเนินการดังนี้

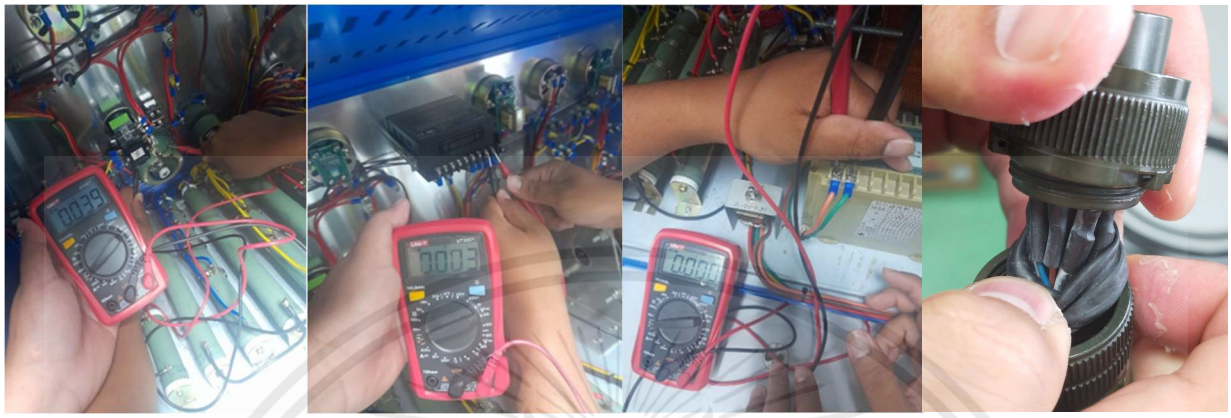
3.2 เทอมที่ 1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ม.ค				ก.พ				มี.ค				เม.ย				พ.ค				มิ.ย			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3.1.ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส	←	—	—	→																				
3.2 ออกแบบวงจรของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส					←	—	—	→																
3.3 สั่งซื้ออุปกรณ์และปรับปรุงอุปกรณ์ของชุดทดลองตามที่ได้ทำการตรวจสอบ							←	—	—	→														
3.4 นำอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาติดตั้งกับตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า									←	—	—	—	—	—	—	→								
3.1.5 ทดสอบวงจรและทำคู่มือและใบงานการทดลอง																	←	—	—	—	—	—	—	→

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงานเทอมที่ 1

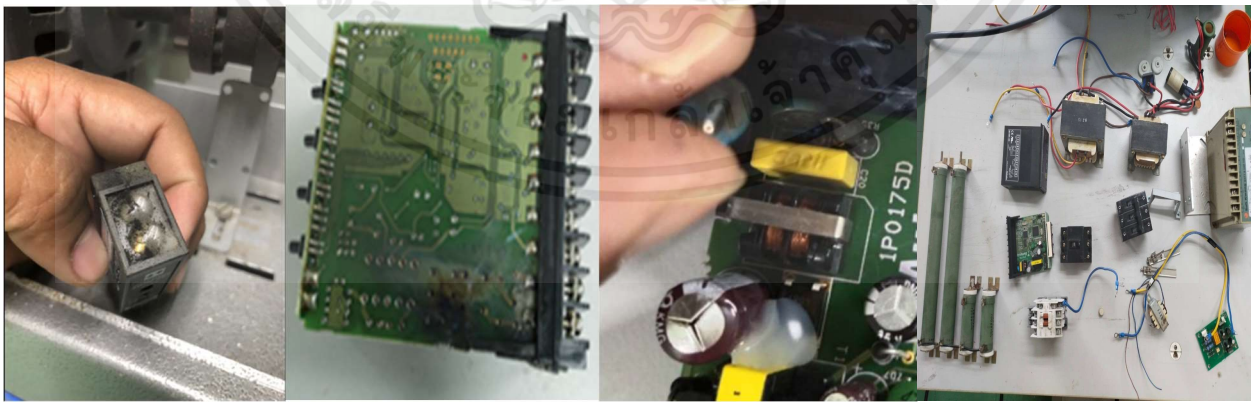
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)



รูปภาพที่3.1 การตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)

รูปภาพที่ 3.1 จะเป็นขั้นตอนการตรวจเช็คตามหลักการทำงานหรือลักษณะการทำงานรวมถึงค่าต่างๆของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ชุดทดลองและตามขั้วต่างๆที่เชื่อมต่อกันของอุปกรณ์กับมอเตอร์ โดยการใช้มัลติมิเตอร์ทำการตรวจเช็คก่อน เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับชุดทดลองและนักศึกษาผู้ปฏิบัติงาน โดยการตรวจเช็คอุปกรณ์มีจุดประสงค์คือต้องการหาอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย เพื่อที่จะได้ทำการจดบันทึกรายการอุปกรณ์ที่จะต้องนำมาซ่อมหรือทำการจัดซื้อใหม่เมื่อทำการตรวจสอบอุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยก็จะต้องทำการตรวจเช็คสายไฟทั้งหมดที่อยู่ภายในชุดทดลองทุกเครื่อง



รูปภาพที่3.2 การตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

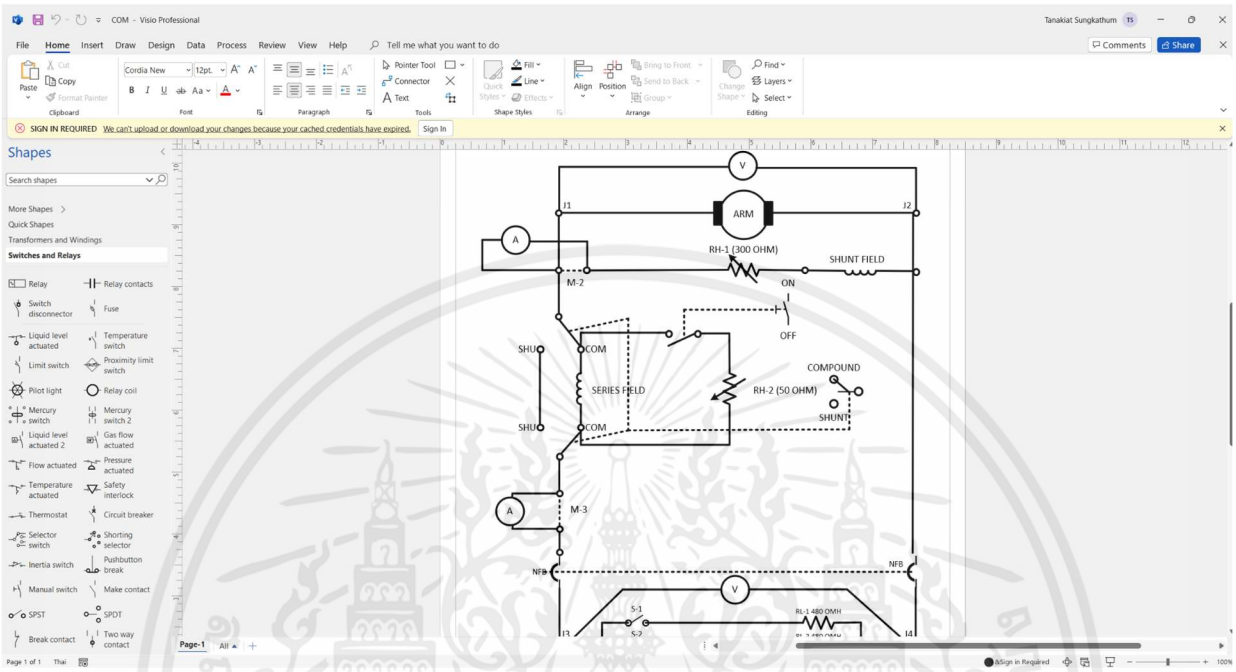
รูปภาพที่ 3.2 ในการตรวจเช็คจะมีอุปกรณ์บางประเภทที่จะต้องทำการตรวจภายข้างในมีทั้งพัลส์มิเตอร์ หลอดไฟของโฟโต้เซนเซอร์และอุปกรณ์อื่นๆ เนื่องจากจะต้องทำการหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสียหายเช่น ตัวต้านทาน คาปาซิสเตอร์ ไอโอด เป็นต้น โดยได้ทำการถอดอุปกรณ์ทั้งหมดออกมาเรียงไว้ด้านนอกเพราะจะต้องทำการปรับปรุงฐานที่ใช้ยึดอุปกรณ์เนื่องจากเป็นสนิมจำนวนมากและเพื่อให้ง่ายต่อการทำงานในขั้นตอนต่อไป

รูปภาพที่3.3 การตรวจเช็คอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)

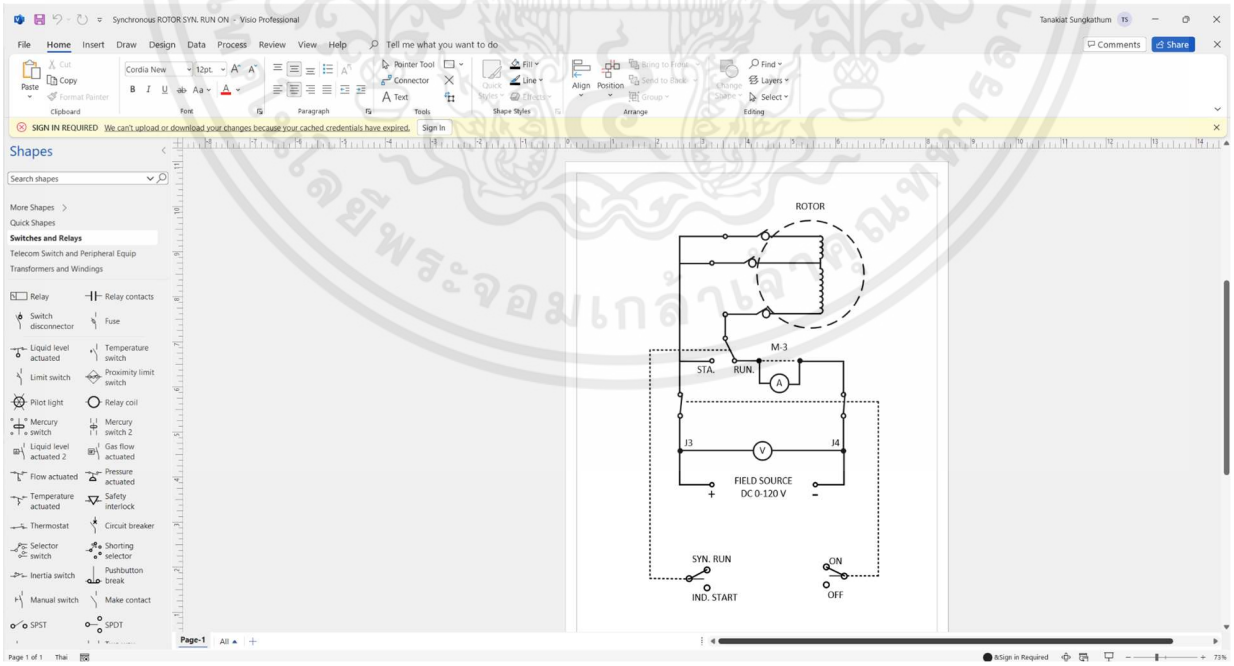
รูปภาพที่ 3.3 จะเป็นการถอดหม้อแปลงออกมาเนื่องจากไม่สามารถมองเห็นชุดขดลวดได้รอบด้าน เพราะในส่วนที่มีรอยไหม้อยู่ในที่ลับตาโดยพบขดลวดที่มีความเสียหาย ในขดลวดชุดที่ 2 และ 3 ส่วนขั้นตอนสุดท้ายคือทำการถอดอุปกรณ์ทั้งหมดออกมาแล้วถอดฐานยึดอุปกรณ์ออกเนื่องจากเป็นสนิมจำนวนมาก เพราะต้องนำมาปรับปรุงก่อนที่จะเริ่มขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ออกแบบวงจรของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)



รูปภาพที่3.4 การออกแบบวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบผสม

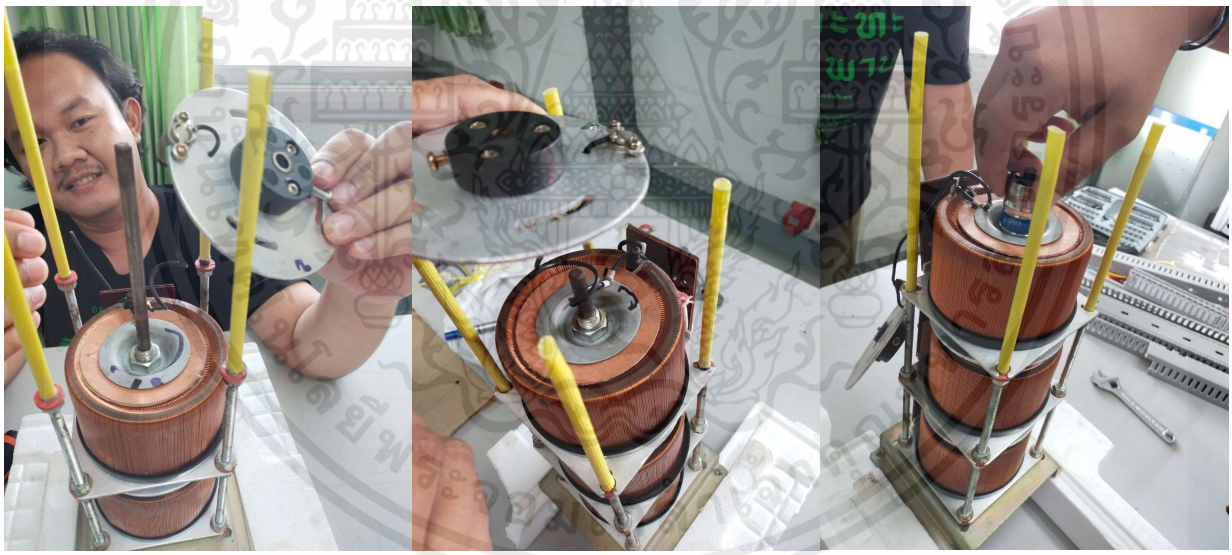


รูปภาพที่3.5 การออกแบบวงจรสตาร์ทโรเตอร์แบบซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 3.4 และรูปภาพที่ 3.5 เป็นตัวอย่างการออกแบบวงจรของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส จำนวน 6 ชุดโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซิโอในการเขียนแบบเพียงอย่างเดียว เหตุผลที่เลือกใช้โปรแกรมนี้เพราะเนื่องจากทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีซอฟต์แวร์ที่ถูกลิขสิทธิ์ให้ดาวน์โหลดฟรีสำหรับนักศึกษาจึงสะดวกต่อการทำงานมากกว่าที่จะไปหาดาวน์โหลดโปรแกรมอื่นมาใช้และโปรแกรมไมโครซอฟท์วิซิโอยังเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายทำให้สามารถขอความรู้และเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมจากรุ่นพี่และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการได้ โดยถ้านับรวมวงจรชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส 4 ชุดจะได้วงจรรวมทั้งหมด 14 วงจร ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 3 เฟส 2 ชุดจะได้วงจรรวมทั้งหมด 17 วงจร ทุกๆวงจรจะต้องทำการวาดและออกแบบเอง โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าวงจรที่เหมาะสมกับชุดทดลองจากเอกสารประกอบการเรียนการสอนของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

3.5 สั่งซื้ออุปกรณ์และปรับปรุงอุปกรณ์ของชุดทดลองตามที่ได้ทำการตรวจสอบ



รูปภาพที่ 3.6 การประกอบหม้อแปลงของชุดทดลอง 3 เฟส

รูปภาพที่ 3.6 เป็นการนำขดลวดในหม้อแปลงที่ทางเราไม่สามารถแก้ไขได้ไปให้ทางร้านพันขดลวดก้อนที่ 2 และก้อนที่ 3 ใหม่เพราะว่าขดลวดเกิดการไหม้และไม่สามารถใช้งานต่อได้ เมื่อทางร้านพันขดลวดเสร็จจึงได้ทำการติดตั้งประกอบโดยขณะผู้จัดทำเองเนื่องจากได้ถอดเพียงขดลวด 2 ชุดไปให้ร้าน จึงจะต้องนำมาประกอบเองทั้งหมดและเพื่อต้องการปรับให้ค่าแรงดันที่ออกมาเริ่มต้นที่ 0 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 3.7 การจัดซื้ออุปกรณ์ของชุดทดลอง

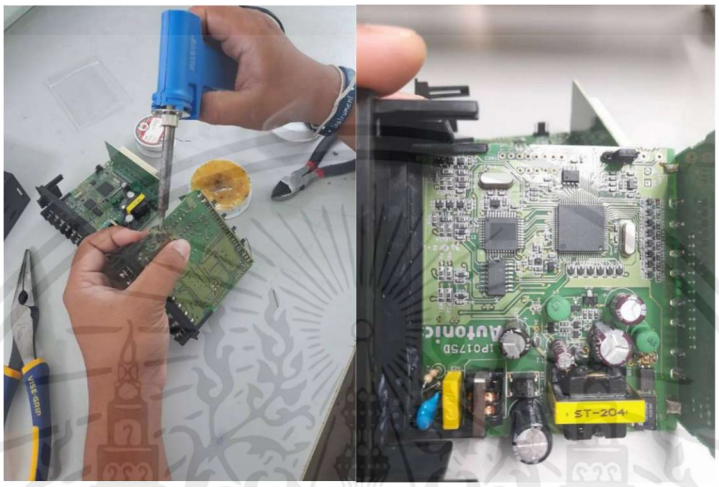
รูปภาพที่ 3.7 เป็นการสั่งซื้อสายไฟและหัวเสียบบานาน่าแจ๊คที่เราได้ทำการซื้อมาใช้กับเครื่องของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าเพื่อเอาไว้ทดสอบในวงจรไฟฟ้ารวมถึงอุปกรณ์ที่เสียหายที่ได้ตรวจพบจากการตรวจเช็คชุดทดลองโดยได้จัดซื้อตามที่ได้ทำการจดบันทึกไว้ในรายการของที่ต้องซื้อ

3.6 นำอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาติดตั้งกับตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า

รูปภาพที่ 3.8 การนำฐานยึดอุปกรณ์มาปรับปรุง

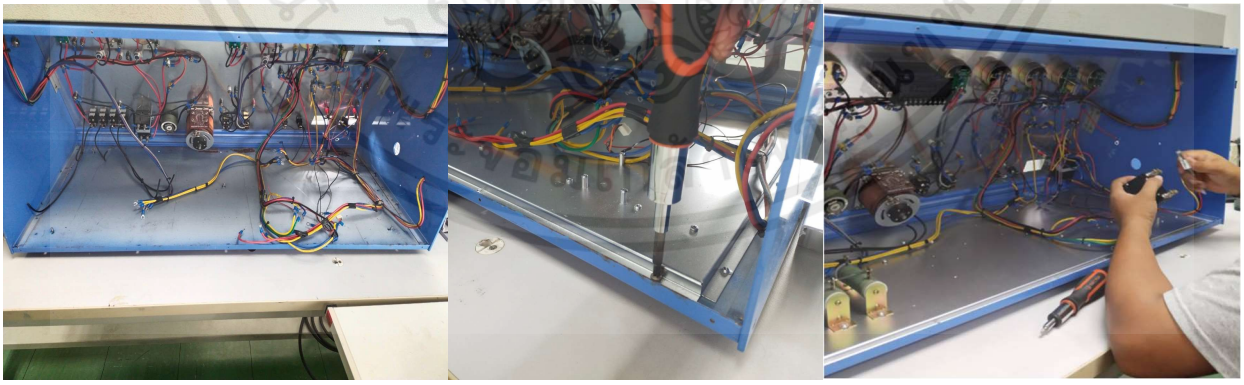
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 3.8 ก่อนการที่จะติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆเข้าไปยังภายในของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า ได้นำฐานที่มีสนิมมาทำการขัดพ่นสีใหม่เพื่อเป็นยืดอายุการใช้งานรวมถึงเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากสนิมในอนาคต และเพื่อความความสวยงามของชุดทดลองจะทำให้ชุดลองดูใหม่ขึ้นเป็นอย่างมาก



รูปภาพที่ 3.9 การเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาติดตั้ง

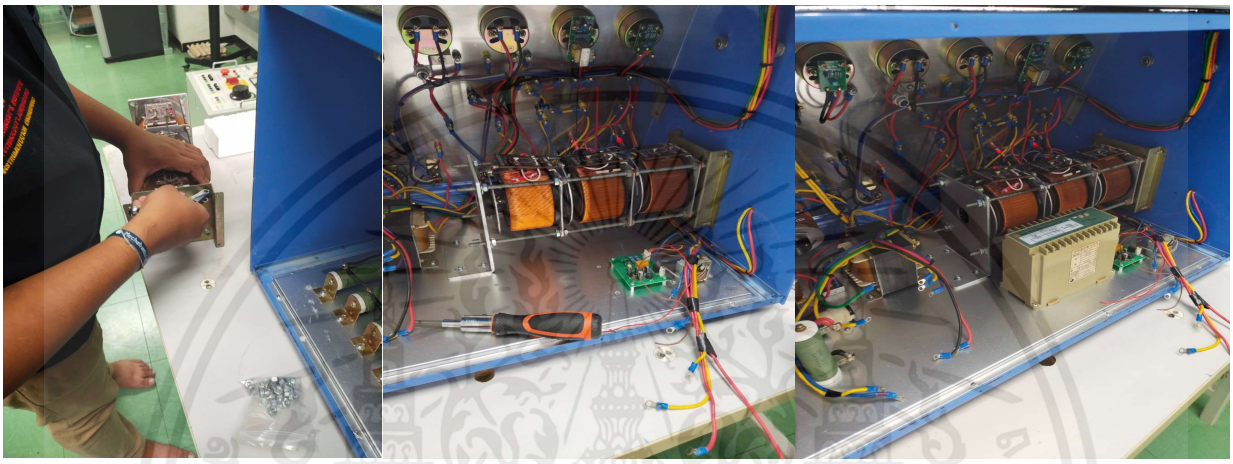
รูปภาพที่ 3.9 เป็นการถอดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสียหายแล้วเปลี่ยนใหม่จากการจัดซื้อมาโดยยังใช้ค่าของอุปกรณ์ทั้งหมดเป็นค่าเดิม และใช้วงจรแบบเดิม



รูปภาพที่ 3.10 การนำเอาอุปกรณ์มาติดตั้งเข้ากับชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่ 3.10 คือการนำเอาอุปกรณ์และฐานยึดอุปกรณ์ที่ได้ทำการตรียมไว้สำหรับแต่ละชุดทดลองเมื่อข้างต้น นำมาติดตั้งเข้ากับชุดทดลองตามที่ได้ทำการออกแบบไว้แล้ว โดยในการติดตั้งจะต้องใช้ความรอบครอบและความระมัดระวังเป็นอย่างและต้องใช้การประสานงานที่ดีเยี่ยม โดยในการติดตั้งจะต้องทำแบบเป็นขั้นตอนเพราะอุปกรณ์บางชิ้นจะต้องทำการติดตั้งก่อนบางชิ้นจะต้องทำการติดตั้งทีหลัง

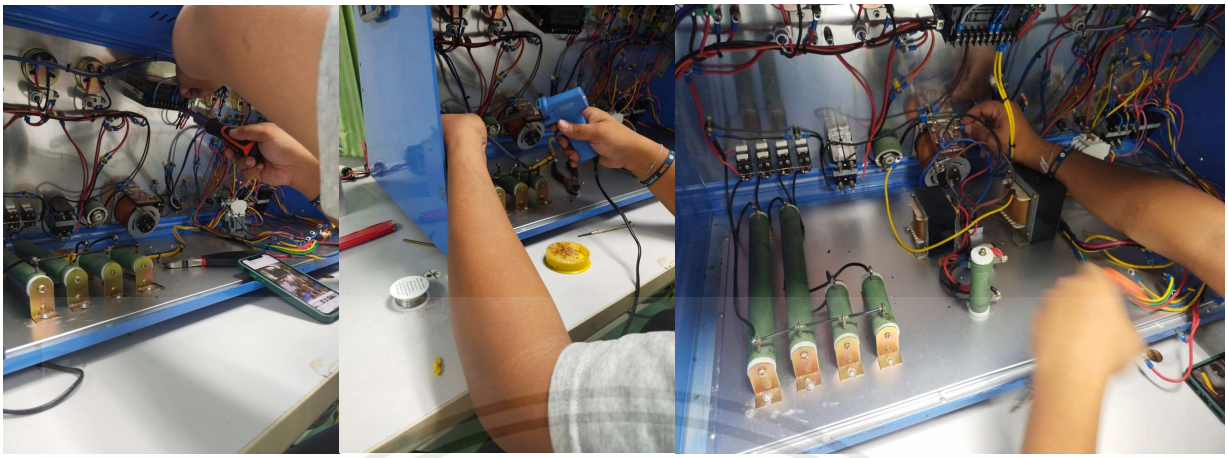


รูปภาพที่ 3.11 การนำหม้อแปลงมาติดตั้ง

รูปภาพที่ 3.11 การนำเอาหม้อแรงดันไฟฟ้าแบบปรับค่าได้ประกอบเข้าไปยังชุดทดลอง โดยค่าจะต้องปรับให้ค่าแรงดันเริ่มต้นอยู่ที่ 0 โวลต์ก่อน เมื่อทำการติดตั้งหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าแบบปรับค่าได้แล้วจากนั้นจึงนำกล่องที่ใช้ในวงจรการวัดค่าวัตต์มาติดตั้งเข้าไปทีหลัง

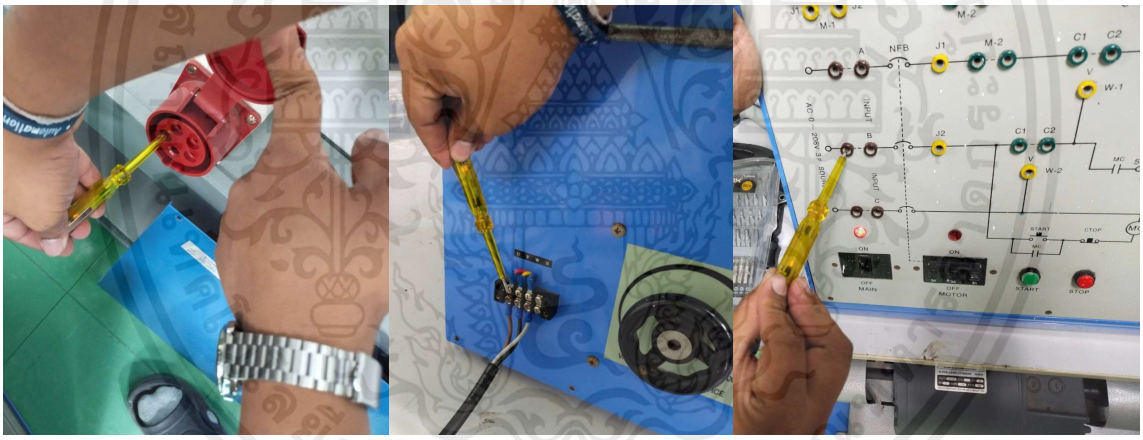
รูปภาพที่ 3.12 เมื่อทำการติดตั้งหม้อแปลงและอุปกรณ์ต่างๆแล้วก็จะเป็นขั้นตอนในการเชื่อมต่อสายเพื่อให้ชุดทดลองสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์แบบตามที่ได้ทำการออกแบบวงจรไว้ในข้างต้น โดยจะใช้สายที่มีอยู่แล้วกับสายที่ซื้อมาเพิ่มควบคู่กันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.12 การเชื่อมต่อสายต่างๆเข้ากับอุปกรณ์

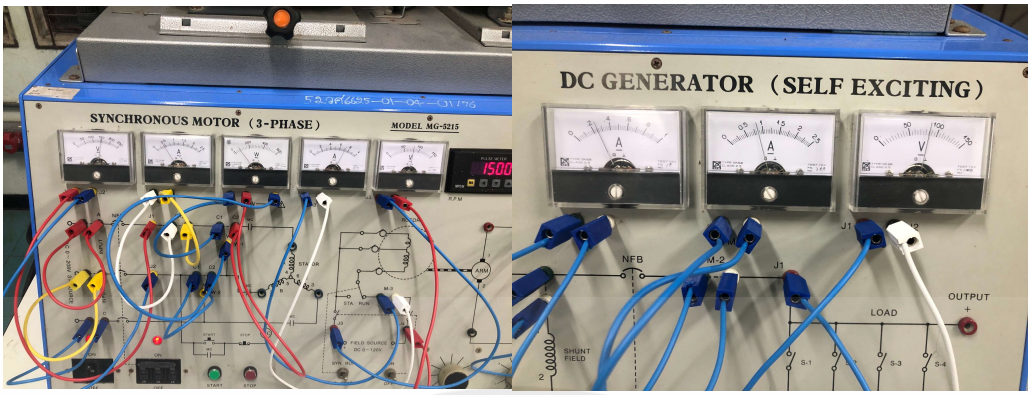
3.7 ทดสอบวงจรและทำคู่มือและใบงานการทดสอบ



รูปภาพที่ 3.13 การทดสอบชุดทดสอบ

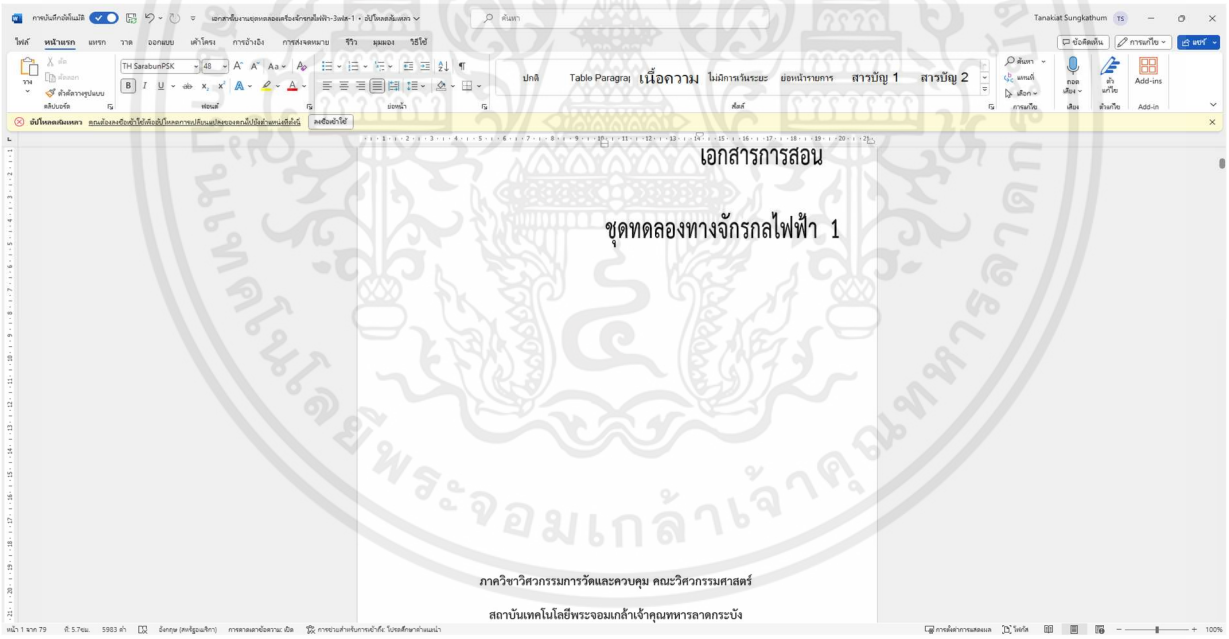
รูปภาพที่ 3.13 ก่อนการทดสอบทดสอบวงจรและทำคู่มือใบงานการทดลอง ได้ทำการตรวจสอบไฟฟ้าในแต่ละเฟสและการเชื่อมต่อของสายไฟว่าถูกต้องแล้วจึงค่อยเริ่มการทดสอบในขั้นตอนต่อไปได้ เพื่อความปลอดภัยและเป็นการป้องกันความเสียหายของชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



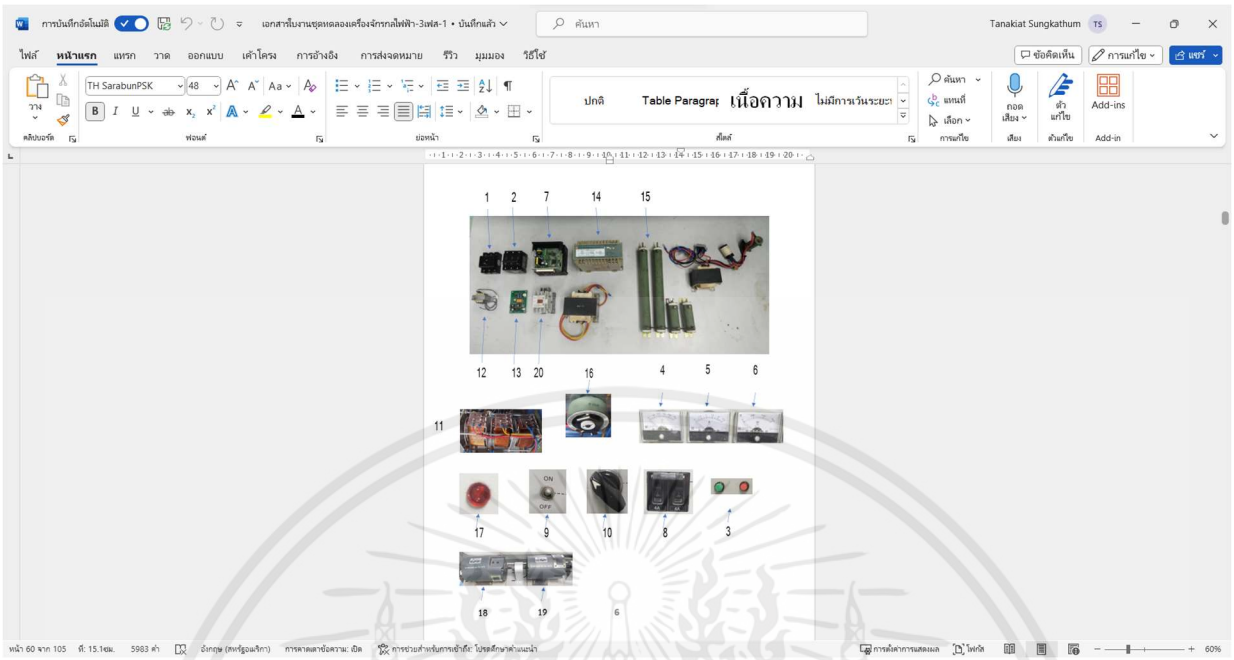
รูปภาพที่ 3.14 การทดสอบชุดทดลองตามวงจรในคู่มือใบงานการทดสอบ

รูปภาพที่ 3.14 เป็นการทดสอบวงตามในคู่มือและใบงานโดยต่อวงจรตามคู่มือและใบงาน โดยดูการทำงานของอุปกรณ์ในการวัดค่าต่างๆเมื่อคำนวณตามทฤษฎีแล้วค่าที่ได้จากการวัดจะต้องสอดคล้องกัน



รูปภาพที่ 3.15 การทำคู่มือและใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.16 การทำคู่มือและใบงาน

รูปภาพที่ 3.15 และรูปภาพที่ 3.16 คือการทำคู่มือและใบงานของชุดทดลองทั้งแบบ 1 เฟสและ 3 เฟส โดยรูปภาพข้างต้นเป็นเพียงการนำมาแสดงบางตัวอย่างเท่านั้น ภายในคู่มือและใบงานของชุดทดลองจะมีรายละเอียดต่างๆและคำอธิบายที่มากกว่านี้ ส่วนในการการทดสอบวงจรทางคณะผู้จัดทำจะทำการทดสอบชุดทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ควบคู่กับการทำคู่มือและใบงานของชุดทดลองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 เทอมที่ 2 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ก.ค				ส.ค				ก.ย				ต.ค				พ.ย				ธ.ค			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3.6.ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 ชุด	←	—	—	→																				
3.7 ตรวจสอบอุปกรณ์ของพาวเวอร์ซัพพลาย 1เฟส–3เฟส-กระแสตรง 3 ชุด			←	—	—	→																		
3.8 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า 11 ชุด					←	—	—	→																
3.9 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า 1ชุด							←	—	—	→														
3.10 สั่งซื้ออุปกรณ์ของชุดทดลองตามที่ได้ทำการตรวจสอบ									←	—	—	→												
3.11 นำอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาติดตั้งกับตัวชุดทดลอง											←	—	—	—	—	→								
3.12 ทดสอบชุดทดลอง													←	—	—	—	—	→						
3.13 ออกแบบใบงานการสอบและควบคุมการสอบภาคปฏิบัตินักศึกษาหลักสูตรปกติ หลักสูตรต่อเนื่อง และหลักสูตรนานาชาติ															←	—	—	—	—	—	—	→		
3.14 ทำปริญญานิพนธ์																					←	—	—	→

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงแผนการดำเนินงานเทอมที่ 2

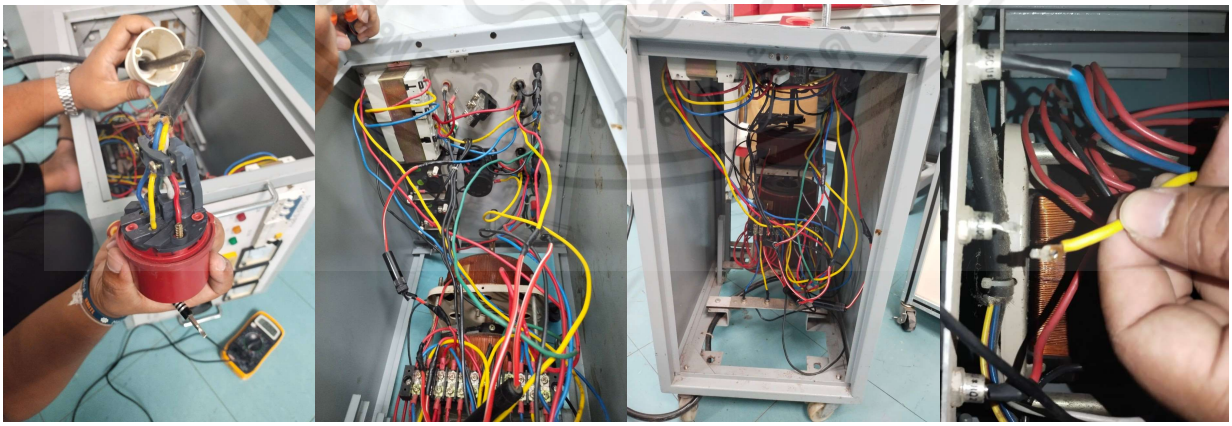
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด)

รูปภาพที่ 3.17 แสดงถึงการตรวจสอบชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

รูปที่ 3.17 แสดงถึงการตรวจเช็คภายในของชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ จึงพบว่ามีทั้งอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้เช่น มิเตอร์วัดค่า อินเวอร์เตอร์ โดยส่วนที่ชำรุดเสียหายได้แก่ คอนโทลพาแนลและสายเชื่อมต่อสัญญาณ ซึ่งในตัวคอนโทลพาแนลมีตัวปรับค่าสัญญาณที่ชำรุดเสียหายและตัวสายเชื่อมสัญญาน

3.10 ตรวจสอบอุปกรณ์ของพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส–3 เฟส (จำนวน 3 ชุด)



รูปภาพที่ 3.18 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

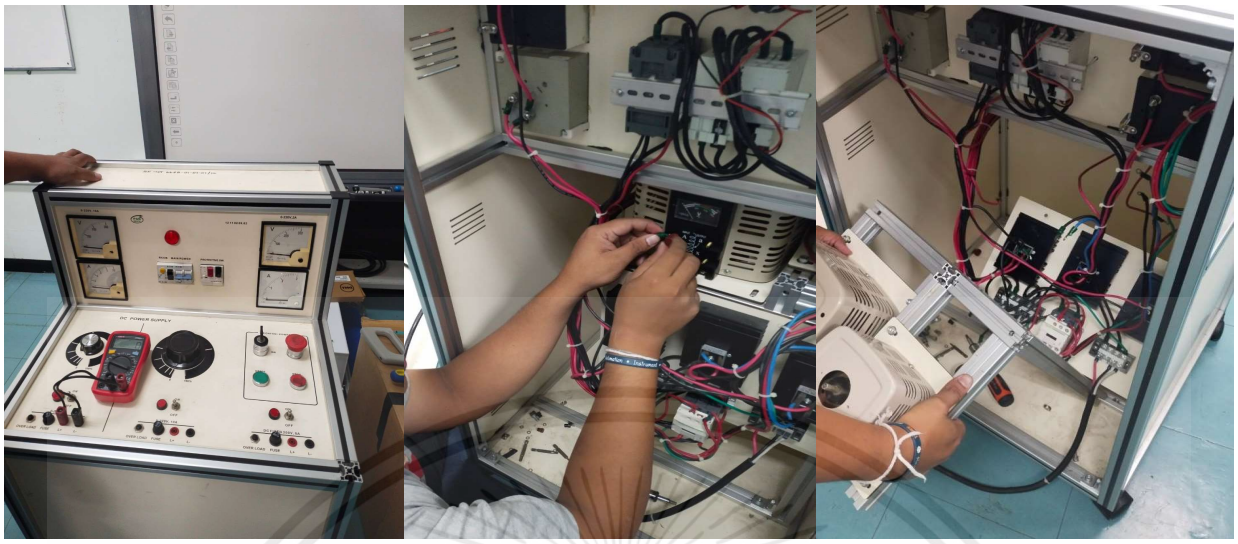
รูปที่ 3.18 แสดงถึงสภาพภายในของพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟสจึงพบว่าภายอุปกรณ์ภายในเครื่องเหมือนมีการถูกแก้ไขมาก่อนแล้ว ซึ่งพบสายที่ขาดและตัวหม้อแปลงเกิดชำรุดเสียหายและอุปกรณ์ภายในหน้าเครื่องและฝาครอบเครื่องหายไป ในส่วนนี้จะเป็นเพียงการตรวจสอบเพื่อหาจุดที่เสียหายจากนั้นก็จะทำการตรวจสอบในเรื่องของวงจรและการต่อสายไฟฟ้าเพื่อเช็คความถูกต้อง

รูปภาพที่ 3.19 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส

รูปที่ 3.19 แสดงถึงสภาพภายในของพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส จึงพบว่าอุปกรณ์ภายในเครื่องชำรุดเสียหายได้แก่ โอเวอร์โหลด โพรเทคทีฟสวิตซ์และฟิวส์ที่ไม่ได้ติดตั้งอยู่ภายในตัวเครื่อง เมื่อได้ทำการตรวจสอบเบื้องต้นแล้วจึงได้ทำการเปิดฝาด้านหลังและเริ่มทำการถอดอุปกรณ์ที่เสียหายออก

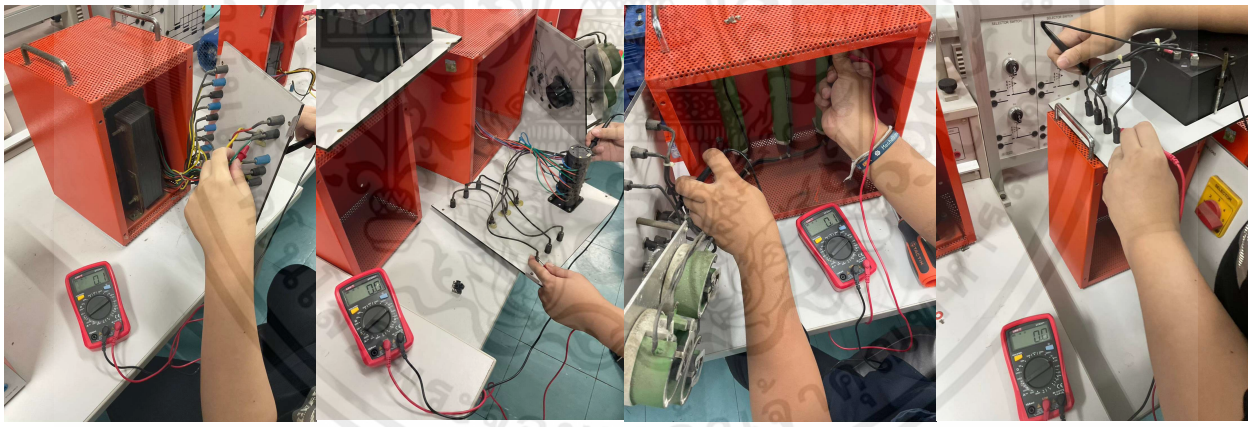
รูปที่ 3.20 แสดงถึงสภาพภายในของพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรงจึงพบว่าอุปกรณ์ภายในเครื่องชำรุดเสียหายได้แก่ หม้อแปลงปรับแรงดัน มิเตอร์วัดค่าและFuse ที่ไม่ได้ติดตั้งอยู่ภายในตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.20 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรง

3.11 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า (จำนวน 11 ชุด)

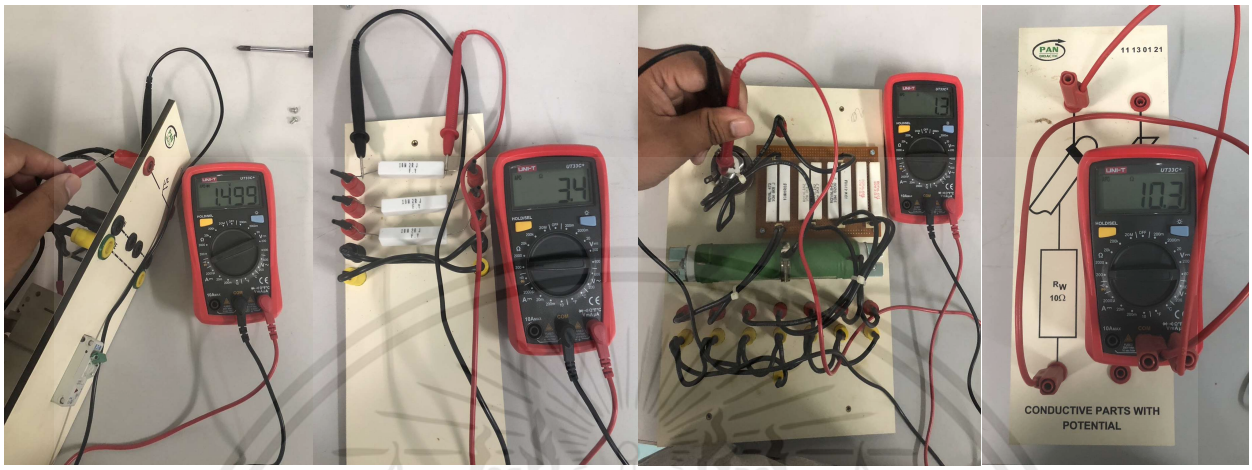


รูปภาพที่ 3.21 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า

รูปที่ 3.21 แสดงถึงสภาพภายในของชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้าที่เราได้ยกตัวอย่างมา 1 ตัว จึงพบว่าหลังการตรวจสอบภายในหม้อแปลงไฟฟ้ามีสายที่ขาดและภายในมีอุปกรณ์ที่ชำรุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 ตรวจสอบอุปกรณ์ของชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 1 ชุด)



รูปภาพที่ 3.22 แสดงถึงการตรวจสอบอุปกรณ์ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้า

รูปที่ 3.22 แสดงถึงภาพของชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายจากระบบไฟฟ้า หลังจากการตรวจสอบจึงพบว่า อุปกรณ์ภายในของชุดทดลองสามารถใช้งานได้ปกติ แต่เรายังพบปัญหาอีกอย่างหนึ่งคือ ชุดทดลองมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบไม่ครบ ซึ่งขาดอุปกรณ์ที่ใช้ในใบงานทดสอบ 12 ตัว

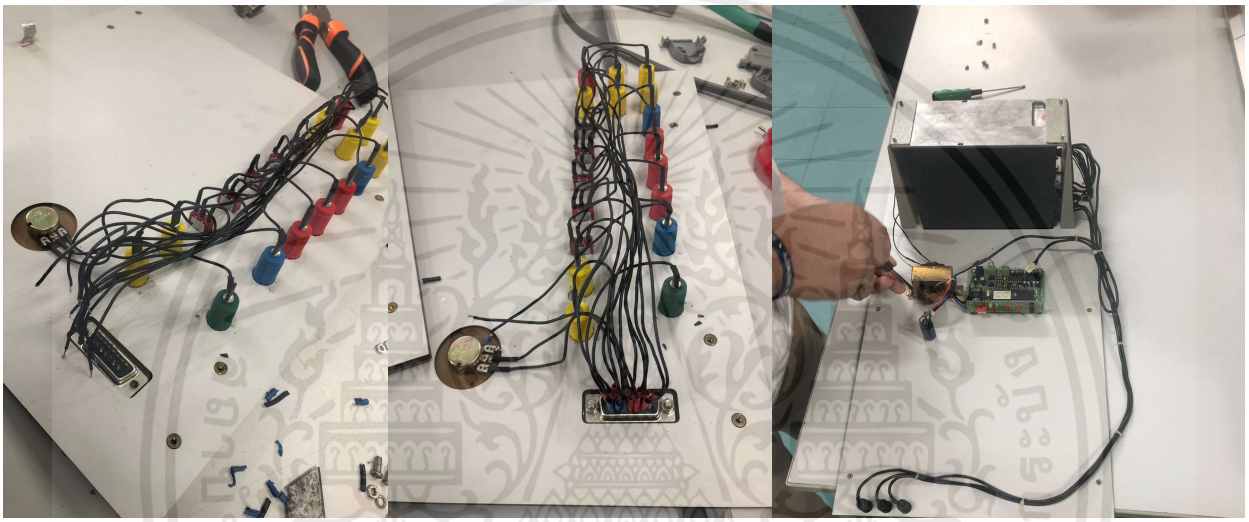
3.13 สั่งซื้ออุปกรณ์ของชุดทดลองตามที่ได้ทำการตรวจสอบ

รูปภาพที่ 3.23 แสดงถึงอุปกรณ์ที่ทำการสั่งซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.23 แสดงถึงภาพอุปกรณ์หลังจากที่เราได้ทำการตรวจสอบ เราจึงทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายมาเพื่อทำการแก้ไขเครื่องพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส และ 3 เฟส, และกระแสตรง ซึ่งอุปกรณ์ที่สั่งซื้อได้แก่ ฟิวส์ โพรเทคทีฟสวิตซ์. โอเวอร์โหลด มิเตอร์วัดค่าโวลต์. สายสัญญาณและตัวปรับสัญญาณเ

3.14 นำอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมาติดตั้งกับชุดทดลอง

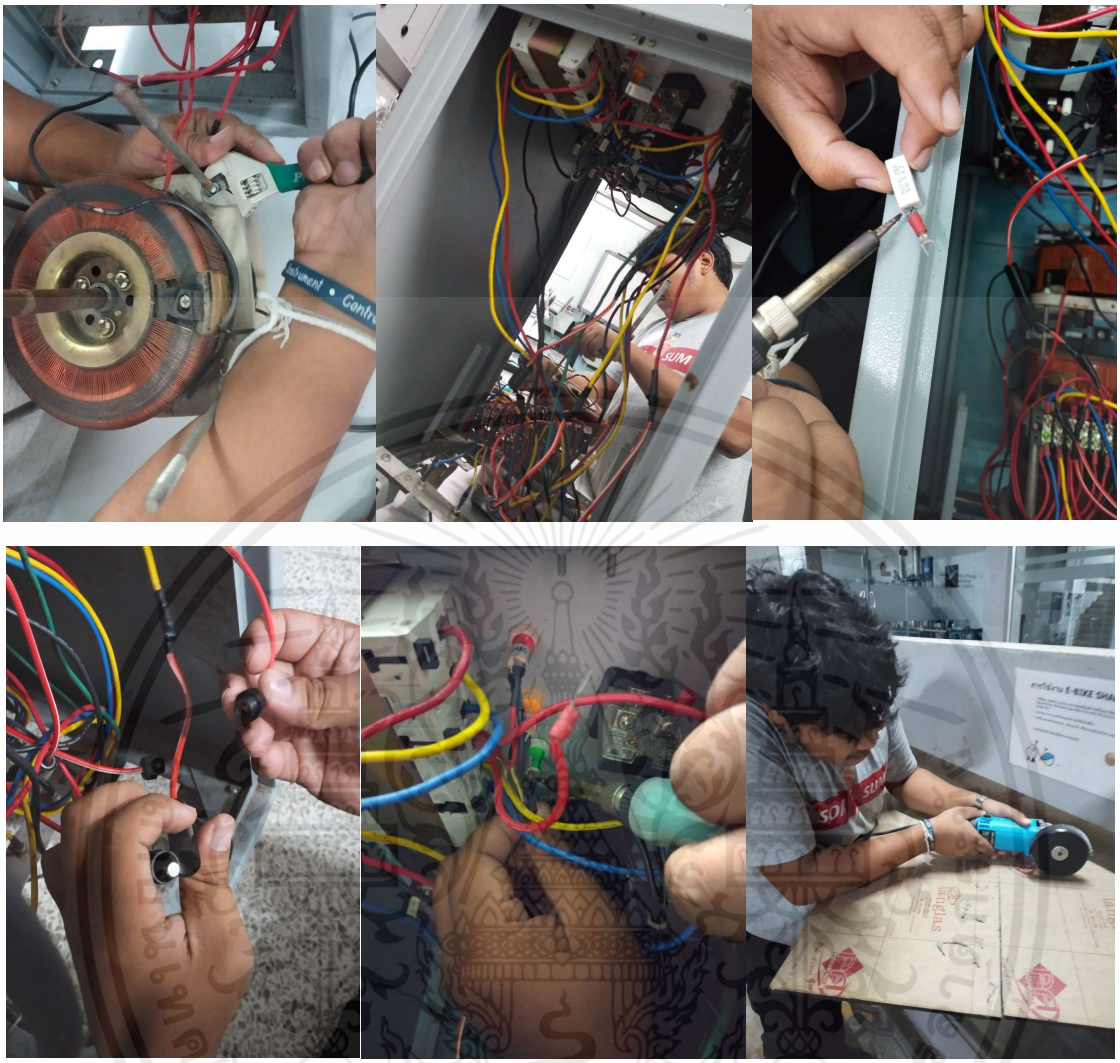


รูปภาพที่ 3.24 แสดงถึงภาพการซ่อมชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

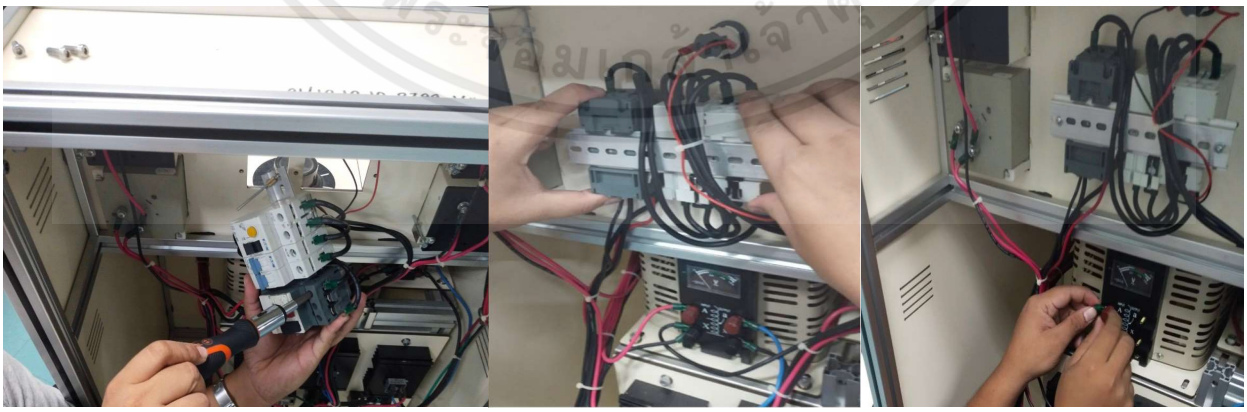
รูปที่ 3.24 แสดงถึงภาพหลังจากทำการสั่งซื้อของมาเพื่อทำการแก้ไขและติดตั้ง ซึ่งในการแก้ไขนั้น เราได้ทำการบัดกรีสายสัญญานและนำตัวปรับค่าสัญญาณมาติดตั้งใหม่แล้วลองทดสอบการทำงานของชุดทดลองว่าสามารถใช้งานได้ปกติ

รูปที่ 3.25 แสดงถึงภาพพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟส หลังจากทำการแก้ไขในส่วนของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำการบัดกรีสายไฟที่ขาดอยู่ภายในเครื่อง การแก้ไขหม้อแปลงโดยการเซ็ตให้ค่าเริ่มต้นอยู่ที่ 0 โวลต์ โดยต่อสายไฟฟ้าในส่วนที่ต่อผิดอยู่ให้ถูกต้อง ในส่วนของฝาครอบตัวเครื่องเราได้ตัดแผ่นอะคริลิคที่มีความหนา 8 มิลลิเมตร มาติดตั้งเพราะว่ามีความหนาที่ปลอดภัยและทำการจัดสายไฟภายในเครื่องให้เรียบร้อย ก่อนนำไปใช้เราได้ทำการตรวจสอบแล้วว่าปลอดภัยและยังสามารถใช้งานได้ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



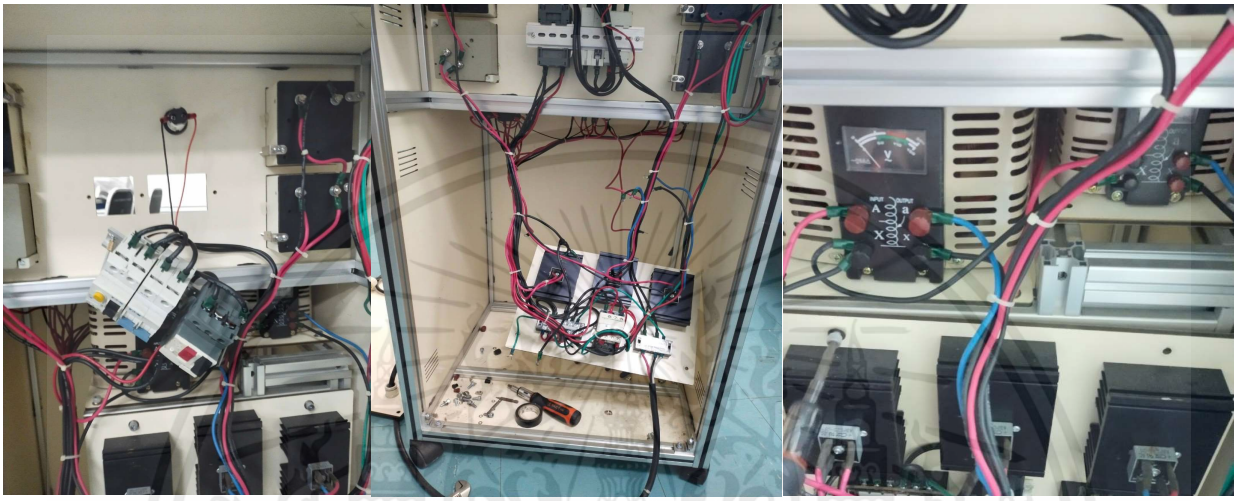
รูปภาพที่ 3.25 แสดงถึงภาพการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและซ่อมบำรุงพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟส



รูปภาพที่ 3.26 แสดงถึงภาพการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและซ่อมบำรุงพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส

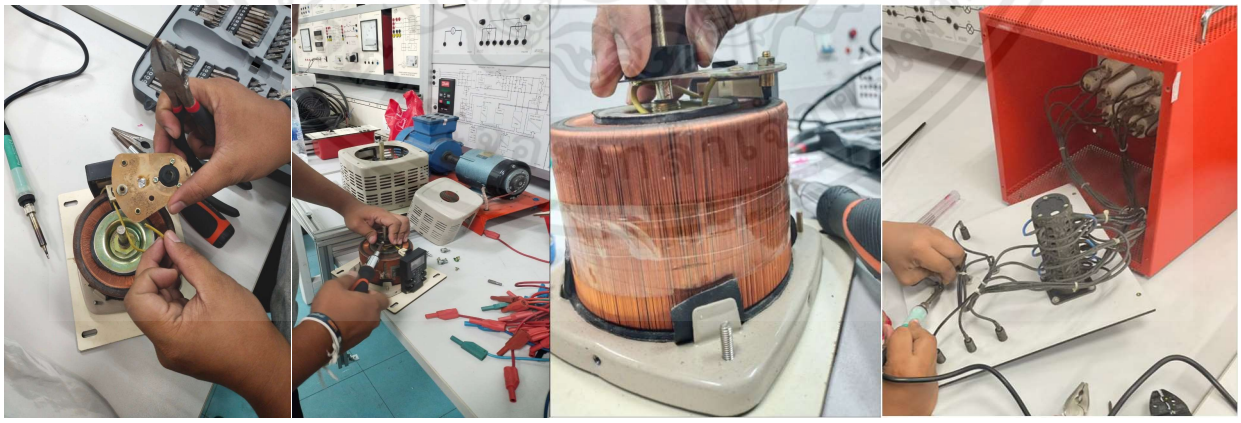
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.26 แสดงถึงภาพพาวเวอร์ซัพพลาย 1 เฟส หลังจากทำการแก้ไขในส่วนของโพรเทคทีฟสวิตซ์และโอเวอร์โหลด ที่ทางเราได้ทำการสั่งซื้ออุปกรณ์มาเพื่อติดตั้งกับเครื่องพาวเวอร์ซัพพลายและนำฟิวส์มาติดตั้งภายในตัวเครื่องให้เสร็จเรียบร้อยและทำการตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วทดสอบจ่ายไฟว่าสามารถใช้งานได้ปกติ



รูปภาพที่ 3.27 แสดงถึงภาพการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและซ่อมบำรุงพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรง

รูปที่ 3.27 แสดงถึงภาพการถอดอุปกรณ์ด้านหลังเครื่องพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรงเพื่อทำการนำหม้อแปลงปรับแรงดันและโพรเทคทีฟสวิตซ์.มาติดตั้งกลับเข้าไปที่เดิมหลังจากได้ทำการซ่อมบำรุงเรียบร้อยแล้ว



รูปภาพที่ 3.28 แสดงรูปหม้อแปลงที่ทำการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.28 แสดงถึงภาพหม้อแปลงหลังทำการแก้ไข โดยทำการนำหม้อแปลงมาบัดกรีสายไฟที่ขาดและขยับแท่งเหล็กให้สัมผัสกับตัวขดลวดเพื่อให้สามารถปรับค่าแรงดันได้และทำความสะอาดในส่วนภายในตัวหม้อแปลงไฟฟ้าแล้วทำการทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ปกติแล้วทำการทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ทดสอบการทำงาน

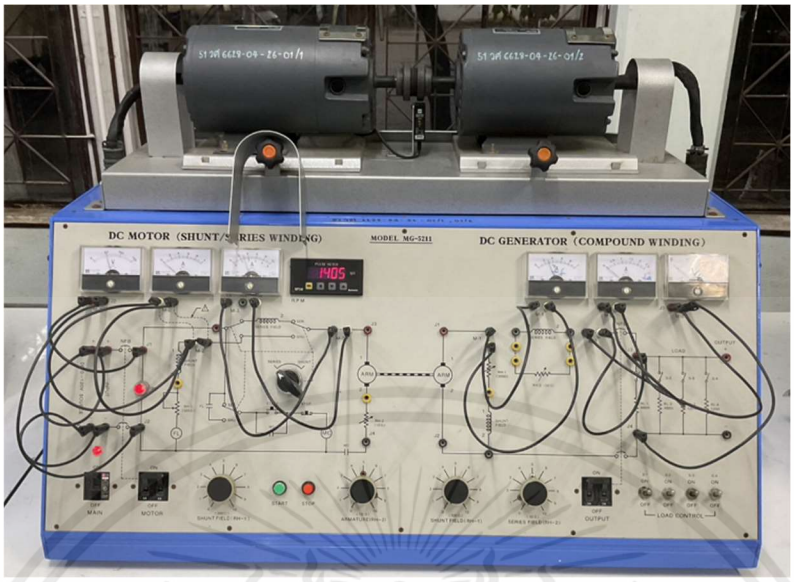
4.1 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)

4.1.1 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MG-5211 (1 เฟส)

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์สามารถใช้กับเต้ารับตามทั่วไปได้ จากนั้นหม้อแปลงแรงดันและใช้ไดโอดบริดในการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ทำให้สามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ดูได้จากโวลต์มิเตอร์และมีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์ โดยแรงดันที่สามารถทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้อยู่ที่ 30 โวลต์แต่จะให้ปรับแรงดันสูงสุดได้แค่ที่ 100 โวลต์เท่านั้นเพื่อป้องกันการปรับแรงดันเกินในระหว่างทำการทดสอบ ขั้นตอนต่อไปคือกดสวิตช์สตาร์ท์ให้มอเตอร์หมุนโดยจะมีแมกเนติกเป็นตัวตัดและต่อวงจร ในระหว่างนี้สามารถเพิ่มหรือลดแรงดันได้จะส่งผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ มอเตอร์ฝั่งกำลังหมุน (ซ้าย) ฝั่งของเจนเนอเรเตอร์ (ขวา) จะมีการวัดความเร็วรอบด้วยโฟโต้เซนเซอร์และแสดงจำนวนรอบผ่านหน้าจอพัลส์มอเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนตามพร้อมกันส่งผลให้เอาต์พุตออกทันที จากนั้นก็ทำการเปิดเบรกเกอร์โหลด โดยโหลดจะมีทั้งหมด 4 ตัวค่าความต้านทานก็จะแตกต่างกันไป ยิ่งเปิดโหลดเยอะมากเท่าไหร่ผลที่ได้คือแรงดันที่ผลิตออกมาได้จะมีค่าน้อยลงไปตามลำดับ ในหระหว่างนี้สามารถทำการปรับให้เป็นการทำงานวงจรแบบชันท์หรือวงจรแบบซีรีย์ได้ทั้งสองฝั่งของชุดทดลองโดยไม่ทำให้ชุดทดลองเกิดความเสียหายในสถานะที่มอเตอร์ยังหมุนอยู่ ในวงจรแบบชันท์สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-300 โอห์มวงจรแบบซีรีย์สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-10 โอห์มในการปรับค่าต่างๆจะไม่ส่งผลเสียต่อชุดทดลองแต่จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานและผลลัพธ์ที่ได้ โดยในชุดทดลองจะมีโวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์จำนวน 6 ตัวขึ้นอยู่กับการต่อใช้งานว่าต้องการวัดในส่วนไหน ในส่วนของการจะหยุดการทำงานของชุดทดลองจะมีสวิตช์สต๊อปที่จะทำการตัดวงจรด้วยแมกเนติก

สรุปชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัวและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในชุดทดลองเป็นไปตามลักษณะการปรับในแบบต่างๆตามวัตถุประสงค์ดังรูปภาพที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.1 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5211)

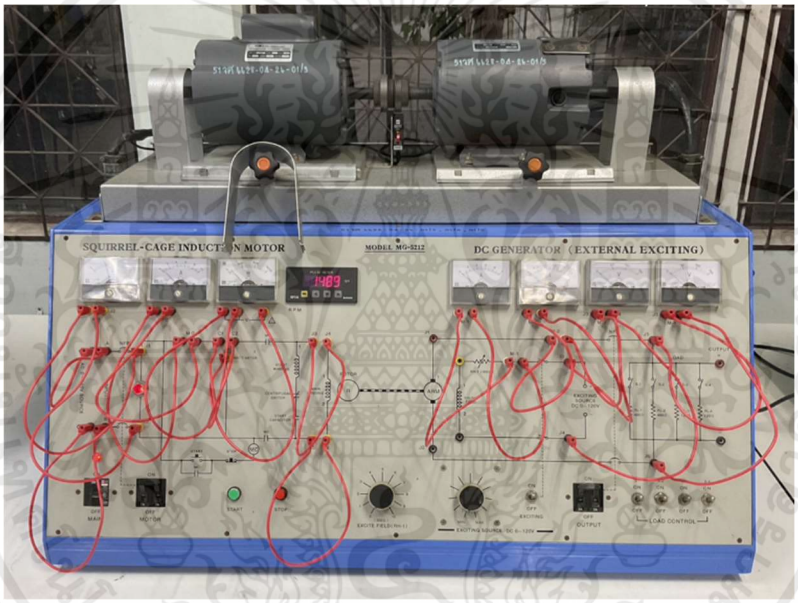
4.1.2 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MG-5212 (1 เฟส)

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์สามารถใช้กับเต้ารับตามทั่วไปได้ จากนั้นหม้อแปลงแรงดันจะมีหน้าที่แค่แปลงแรงดันให้ลดลงแต่เป็นกระแสสลับเหมือนดิมโดยสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ดูได้จากโวลต์มิเตอร์และมีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์ โดยแรงดันที่สามารถทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้อยู่ที่ 30 โวลต์แต่จะให้ปรับแรงดันสูงสุดได้แค่ที่ 100 โวลต์เท่านั้นเพื่อป้องกันการปรับแรงดันเกินในระหว่างทำการทดสอบ ขั้นตอนต่อไปคือกดสวิตช์สตาร์ทให้มอเตอร์หมุนโดยจะมีแมกเนติกเป็นตัวตัดและต่อวงจรโดยใช้คาปาซิสเตอร์หรือตัวเก็บประจุเป็นตัวสตาร์ทมอเตอร์ ในระหว่างนี้สามารถเพิ่มหรือลดแรงดันได้จะส่งผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ มอเตอร์ฝั่งกำลังหมุน (ซ้าย) ฝั่งของเจนเนอเรเตอร์ (ขวา) จะมีการวัดความเร็วรอบด้วยโฟโต้เซนเซอร์และแสดงจำนวนรอบผ่านหน้าจอพัลส์มอเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนตามพร้อมกันส่งผลให้เอาต์พุตออกทันที จากนั้นก็ทำการเปิดเบรกเกอร์โหลด โดยโหลดจะมีทั้งหมด 4 ตัวค่าความต้านทานก็จะแตกต่างกันไป ยิ่งเปิดโหลดเยอะมากเท่าไหร่ผลที่ได้คือแรงดันที่ผลิตออกมาได้จะมีค่าน้อยลงไปตามลำดับ ในหระหว่างนี้สามารถทำการปรับให้เป็นการทำงานวงจรแบบชันท์ได้แค่ฝั่งซ้ายของชุดทดลองฝั่งขวาไม่มีโดยไม่ทำให้ชุดทดลองเกิดความเสียหายในสถานะที่มอเตอร์ยังหมุนอยู่ ในวงจรแบบชันท์(ฝั่งซ้าย)สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-300 โอห์มและมีวงจรกระตุ้นแยก ในส่วนนี้จะมีหม้อแปลงแรงดันแบบปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ขนาดเล็กอีก 1 ชุดสามารถแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงผ่านไดโอดบริด ในส่วนของหม้อแปลงที่สองนี้จะแยกกันกับในส่วนของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ที่จ่ายแรงดันให้ชุดทดลองแต่ยังคงใช้แรงดันที่มาจากแหล่งเดียวกัน วงจรการกระตุ้นแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง เข้าไปได้จากการสวิตช์โดยจะส่งผลกับความเร็วของมอเตอร์ทั้งสองตัว เนื่องจากเชื่อมต่อแกนหมุนเป็นแกนเดียวกัน ในการปรับค่าต่างๆจะไม่ส่งผลเสียต่อชุดทดลองแต่จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานและผลลัพธ์ที่ได้ โดยในชุดทดลองจะมีโวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์จำนวน 7 ตัว ขึ้นอยู่กับการต่อใช้งานว่าต้องการวัดในส่วนไหน ในส่วนของการจะหยุดการทำงานของชุดทดลองจะมีสวิตช์สต๊อปที่จะทำการตัดวงจรด้วยแมกเนติก

สรุปชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัวและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในชุดทดลองเป็นไปตามลักษณะการปรับในแบบต่างๆตามวัตถุประสงค์ดังรูปภาพที่ 4.2



รูปภาพที่ 4.2 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5212)

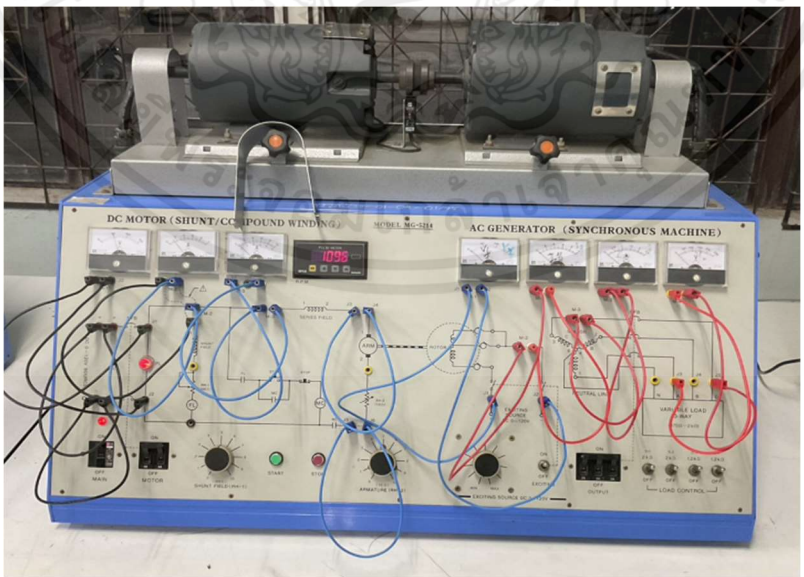
4.1.3 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MG-5214 (1 เฟส)

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์สามารถใช้กับเต้ารับตามทั่วไปได้ จากนั้นหม้อแปลงแรงดันและใช้ไดโอดบริดในการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ทำให้สามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ดูได้จากโวลต์มิเตอร์และมีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์ โดยแรงดันที่สามารถทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้อยู่ที่ 30 โวลต์แต่จะให้ปรับแรงดันสูงสุดได้แค่ที่ 100 โวลต์เท่านั้นเพื่อป้องกันการปรับแรงดันเกินในระหว่างทำการทดสอบ ขั้นตอนต่อไปคือกดสวิตช์สตาร์ท์ให้มอเตอร์หมุนโดยจะมีแมกเนติกเป็นตัวตัดและต่อวงจร ในระหว่างนี้สามารถเพิ่มหรือลดแรงดันได้จะส่งผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ มอเตอร์ฝั่งกำลังหมุน (ซ้าย) ฝั่งของเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนอเรเตอร์ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าแบบ 3 เฟส (ขวา) สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปที่ขดลวดโรเตอร์เพื่อเป็นการให้ความเร็วเร็วรอบเป็นแบบซิงโครนัส ผลที่ได้คือความเร็วรอบของมอเตอร์จะคงที่แม้มีโหลดเยอะหรือน้อยก็ตาม ในส่วนนี้จะมีหม้อแปลงแรงดันแบบปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ขนาดเล็กอีก 1 ชุดสามารถแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงผ่านไดโอดบริด ในส่วนของหม้อแปลงที่สองนี้จะแยกกันกับในส่วนของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ที่จ่ายแรงดันให้ชุดทดลองแต่ยังคงใช้แรงดันที่มาจากแหล่งเดียวกัน โดยมีการวัดความเร็วรอบด้วยโฟโต้เซนเซอร์และแสดงจำนวนรอบผ่านหน้าจอพัลส์มอเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนตามพร้อมกันส่งผลให้เอาต์พุตออกทันที จากนั้นก็ทำการเปิดเบรกเกอร์โหลด โดยโหลดจะมีทั้งหมด 4 ตัวค่าความต้านทานก็จะแตกต่างกันไป ยิ่งเปิดโหลดเยอะมากเท่าไหร่ผลที่ได้คือแรงดันที่ผลิตออกมาได้จะมีค่าน้อยลงไปตามลำดับ ในหระหว่างนี้สามารถทำการปรับให้เป็นการทำงานวงจรแบบชันท์หรือวงจรแบบซีรีย์ได้แค่ฝั่งขวาของชุดทดลองโดยไม่ทำให้ชุดทดลองเกิดความเสียหายในสถานะที่มอเตอร์ยังหมุนอยู่ ในวงจรแบบชันท์สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-300 โอห์มวงจรแบบซีรีย์สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-500 โอห์มในการปรับค่าต่างๆจะไม่ส่งผลเสียต่อชุดทดลองแต่จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานและผลลัพธ์ที่ได้ โดยในชุดทดลองจะมีโวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์จำนวน 7 ตัวขึ้นอยู่กับการต่อใช้งานว่าต้องการวัดในส่วนไหน ในส่วนของการจะหยุดการทำงานของชุดทดลองจะมีสวิตช์สต๊อปที่จะทำการตัดวงจรด้วยแมกเนติก

สรุปชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัวและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในชุดทดลองเป็นไปตามลักษณะการปรับในแบบต่างๆตามวัตถุประสงค์ดังรูปภาพที่ 4.3



รูปภาพที่ 4.3 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5214)

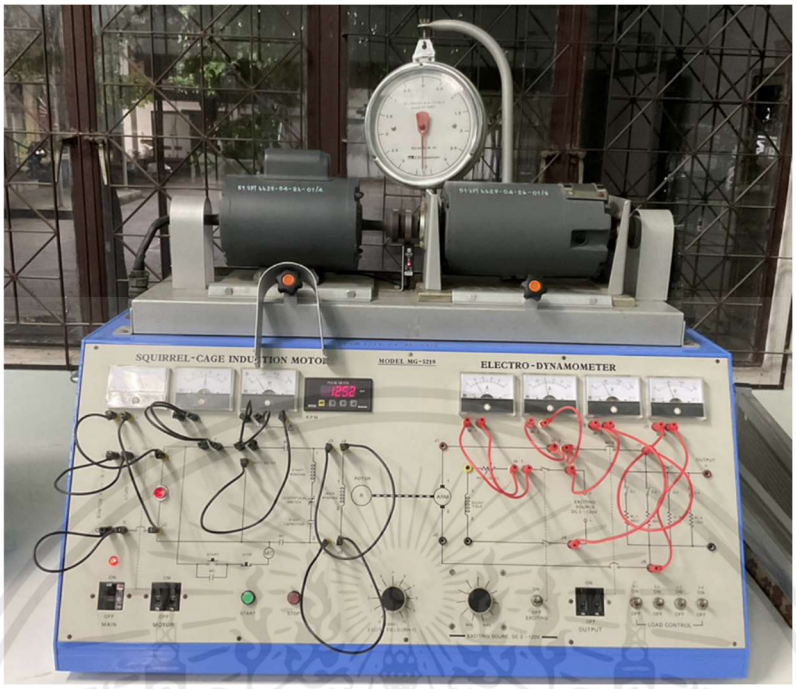
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MG-5219 (1 เฟส)

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์สามารถใช้กับเต้ารับตามทั่วไปได้ จากนั้นหม้อแปลงแรงดันจะมีหน้าที่แค่แปลงแรงดันให้ลดลงแต่เป็นกระแสสลับเหมือนดิมโดยสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ดูได้จากโวลต์มิเตอร์และมีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์ โดยแรงดันที่สามารถทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้อยู่ที่ 30 โวลต์แต่จะให้ปรับแรงดันสูงสุดได้แค่ที่ 100 โวลต์เท่านั้นเพื่อป้องกันการปรับแรงดันเกินในระหว่างทำการทดสอบ ขั้นตอนต่อไปคือกดสวิตช์สตาร์ทให้มอเตอร์หมุนโดยจะมีแมกเนติกเป็นตัวตัดและต่อวงจรโดยใช้คาปาซิสเตอร์หรือตัวเก็บประจุเป็นตัวสตาร์ทมอเตอร์ ในระหว่างนี้สามารถเพิ่มหรือลดแรงดันได้จะส่งผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ มอเตอร์ฝั่งกำลังหมุน (ซ้าย) ฝั่งของไดนาโม (ขวา) จะมีตาชั่งไว้คอยวัดแรงบิดของไดนาโมจากนิวตันเมตรในระบบหน่วยเอสไอ ออกมาเป็นกิโลกรัมต่อเมตรคือหน่วยของโมเมนตัม ส่วนของการวัดความเร็วรอบด้วยโฟโต้เซนเซอร์และแสดงจำนวนรอบผ่านหน้าจอพัลส์มอเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนตามพร้อมกันส่งผลให้เอาต์พุตออกทันที จากนั้นก็ทำการเปิดเบรกเกอร์โหลดโดยโหลดจะมีทั้งหมด 4 ตัวค่าความต้านทานก็จะแตกต่างกันไป ยิ่งเปิดโหลดเยอะมากเท่าไหร่ผลที่ได้คือแรงดันที่ผลิตออกมาได้จะมีค่าน้อยลงไปตามลำดับและทำให้ไดนาโมมีแรงบิดในหน่วยของกิโลกรัมเมตร ในหระหว่างนี้สามารถทำการปรับให้เป็นการทำงานวงจรแบบชันท์ได้แค่ฝั่งซ้ายของชุดทดลองฝั่งขวาไม่สามารถปรับได้ โดยไม่ทำให้ชุดทดลองเกิดความเสียหายในสถานะที่มอเตอร์ยังหมุนอยู่ ในวงจรแบบชันท์(ฝั่งซ้าย)สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-300 โอห์มและมีวงจรกระตุ้นแยก ในส่วนนี้จะมีหม้อแปลงแรงดันแบบปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ขนาดเล็กอีก 1 ชุดสามารถแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงผ่านไดโอดบริด ในส่วนของหม้อแปลงที่สองนี้จะแยกกันกับในส่วนของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ที่จ่ายแรงดันให้ชุดทดลองแต่ยังคงใช้แรงดันที่มาจากแหล่งเดียวกัน วงจรการกระตุ้นแยกสามารถปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง เข้าไปได้จากการเปิดสวิตช์โดยจะส่งผลกับความเร็วของมอเตอร์ทั้งสองตัวเนื่องจากเชื่อมต่อแกนหมุนเป็นแกนเดียวกัน ในการปรับค่าต่างๆจะไม่ส่งผลเสียต่อชุดทดลองแต่จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานและผลลัพธ์ที่ได้ โดยในชุดทดลองจะมีโวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์จำนวน 7 ตัวขึ้นอยู่กับการต่อใช้งานว่าต้องการวัดในส่วนไหน ในส่วนของการจะหยุดการทำงานของชุดทดลองจะมีสวิตช์สต๊อปที่จะทำการตัดวงจรด้วยแมกเนติก

สรุปชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัวและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในชุดทดลองเป็นไปตามลักษณะการปรับในแบบต่างๆตามวัตถุประสงค์ดังรูปภาพที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.4 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5219)

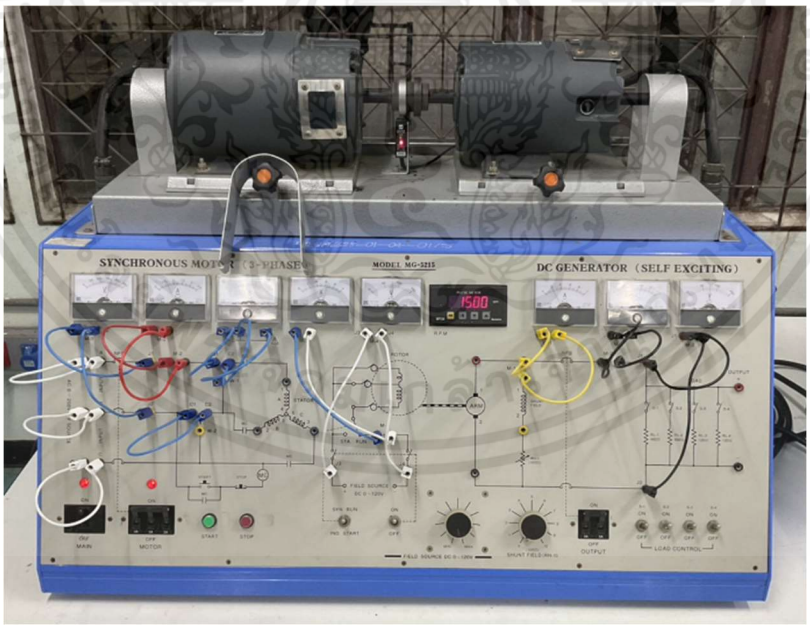
4.1.5 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MG-5213 (3 เฟส)

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เข้าไปจะใช้แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์จากการไฟฟ้าโดยตรงเลยไม่ได้เพราะจะทำให้ขดลวดในหม้อแปลงของชุดทดลองและพัลส์มิเตอร์เกิดความเสียหายได้ถึงจะอุปกรณ์ป้องกันก็ตาม จะต้องใช้พาวเวอร์ซัพพลายทำการแปลงแรงดันก่อนโดยเริ่มตั้งแต่ 0-208VAC เพื่อเป็นการป้องกันจะให้ปรับแรงดันไฟฟ้าที่ 200 โวลต์วัดแรงดันไฟฟ้าแบบเฟสกับเฟส 150 โวลต์วัดแรงดันแบบเฟสกับนิวทรัล จากนั้นหม้อแปลงแรงดันจะทำหน้าที่แค่แปลงแรงดันให้ลดลงแต่เป็นกระแสสลับเหมือนดิมโดยสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-200 โวลต์ดูได้จากโวลต์มิเตอร์และมีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์ โดยแรงดันที่สามารถทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้อยู่ที่ 75 โวลต์แต่จะให้ปรับแรงดันสูงสุดได้แค่ที่ 175 โวลต์เท่านั้นเพื่อป้องกันการปรับแรงดันเกินในระหว่างทำการทดสอบ ขั้นตอนต่อไปคือกดสวิตช์สตาร์ท์ให้มอเตอร์หมุนโดยจะมีแมกเนติกเป็นตัวตัดและต่อวงจร ในระหว่างนี้สามารถเพิ่มหรือลดแรงดันได้จะส่งผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ มอเตอร์ 3 เฟสฝั่งกำลังหมุน (ซ้าย) โดยจะมีขดลวดสองชุดคือ สเตเตอร์เป็นแบบเดลต้าและโรเตอร์เป็นแบบสตาร์ โดยต่อใช้งานแค่อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เท่ากันเข้าไปที่ขดลวดทั้งสองชุดมอเตอร์จะไม่สามารถหมุนได้ มอเตอร์ 3 เฟสยังสามารถปรับความเร็วรอบให้เพิ่มขึ้นได้จากการปรับสปีดคอนโทรลมีทั้งหมด 5 ระดับและยังสามารถกลับทางหมุนของมอเตอร์ได้แต่จะส่งผลกระทบทำให้แรงดันด้านเอาท์พุตไม่ออกแต่ถึงจะออกก็จะออกน้อยมากแล้วมีค่าติดลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางฝั่งของเจนเนอเรเตอร์ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรงแบบซิงเกิลเฟส (ขวา)โดยมีการวัดความเร็วรอบด้วยโฟโต้เซนเซอร์และแสดงจำนวนรอบผ่านหน้าจอพัลส์มอเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนตามพร้อมกัน ส่งผลให้เอาต์พุตออกทันที จากนั้นก็ทำการเปิดเบรกเกอร์โหลด โดยโหลดจะมีทั้งหมด 4 ตัวค่าความต้านทานก็จะแตกต่างกันไป ยิ่งเปิดโหลดเยอะมากเท่าไหร่ผลที่ได้คือแรงดันที่ผลิตออกมาได้จะมีค่าน้อยลงไปตามลำดับ ในหระหว่างนี้สามารถทำการปรับให้เป็นการทำงานวงจรแบบชันท์หรือวงจรแบบซีรีย์หรือแบบคอมปาวด์ได้แค่ฝั่งขวาของชุดทดลองโดยไม่ทำให้ชุดทดลองเกิดความเสียหายในสถานะที่มอเตอร์ยังหมุนอยู่ ในวงจรแบบชันท์สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-300 โอห์มวงจรแบบซีรีย์สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-500 โอห์มและวงจรแบบคอมปาวด์ไม่สามารถปรับค่าโดยจะอยู่ที่ 500 โอห์มถาวรในการปรับค่าต่างๆจะไม่ส่งผลเสียต่อชุดทดลองแต่จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานและผลลัพธ์ที่ได้ โดยในชุดทดลองจะมีโวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์จำนวน 8 ตัวขึ้นอยู่กับการต่อใช้งานว่าต้องการวัดในส่วนไหน ในส่วนของการจะหยุดการทำงานของชุดทดลองจะมีสวิตช์สต๊อปที่จะทำการตัดวงจรด้วยแมกเนติก

สรุปชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัวและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในชุดทดลองเป็นไปตามลักษณะการปรับในแบบต่างๆตามวัตถุประสงค์ดังรูปภาพที่ 4.5



รูปภาพที่ 4.5 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5213)

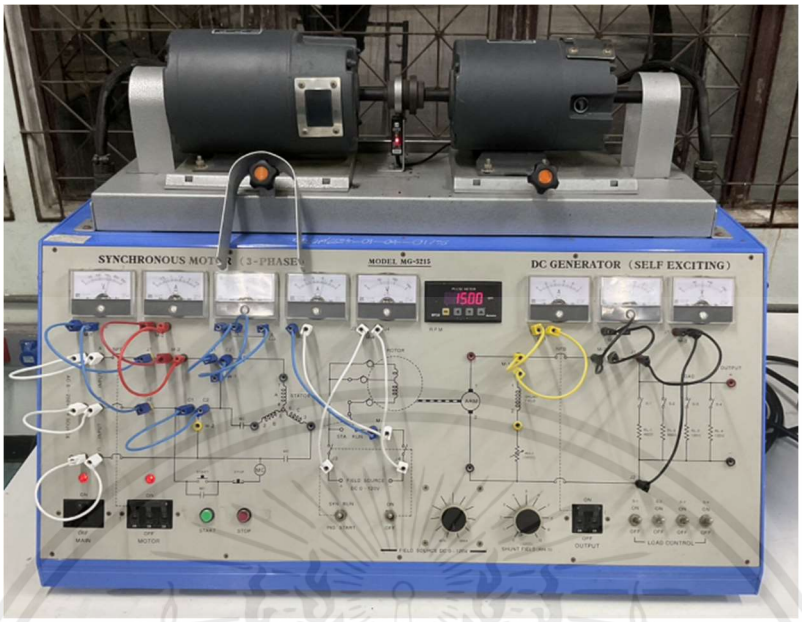
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MG-5215 (3 เฟส)

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เข้าไปจะใช้แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์จากการไฟฟ้าโดยตรงเลยไม่ได้เพราะจะทำให้ขดลวดในหม้อแปลงของชุดทดลองและพัลส์มิเตอร์เกิดความเสียหายได้ถึงจะอุปกรณ์ป้องกันก็ตาม จะต้องใช้พาวเวอร์ซัพพลายทำการแปลงแรงดันก่อนโดยเริ่มตั้งแต่ 0-208 โวลต์เพื่อเป็นการป้องกันจะให้ปรับแรงดันไฟฟ้าที่ 200 โวลต์วัดแรงดันไฟฟ้าแบบเฟสกับเฟส 150 โวลต์วัดแรงดันแบบเฟสกับนิวทรัล จากนั้นหม้อแปลงแรงดันจะทำหน้าที่แค่แปลงแรงดันให้ลดลงแต่เป็นกระแสสลับเหมือนดิมโดยสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-200 โวลต์ดูได้จากโวลต์มิเตอร์และมีหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการเปิดเบรกเกอร์ โดยแรงดันที่สามารถทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้อยู่ที่ 175 โวลต์แต่จะให้ปรับแรงดันสูงสุดได้แค่ที่ 175 โวลต์เท่านั้นเพื่อป้องกันการปรับแรงดันเกินในระหว่างทำการทดสอบ ขั้นตอนต่อไปคือกดสวิตช์สตาร์ทให้มอเตอร์หมุนโดยจะมีแมกเนติกเป็นตัวตัดและต่อวงจร ในระหว่างนี้สามารถเพิ่มหรือลดแรงดันได้จะส่งผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ มอเตอร์ 3 เฟสฝั่งกำลังหมุน (ซ้าย) โดยจะมีขดลวดสองชุดคือ สเตเตอร์เป็นแบบสตาร์มอเตอร์จะหมุนได้ความเร็วที่ 75% เท่านั้นจึงต้องใช้วงจรของโรเตอร์เป็นแบบกระตุ้นแยกสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปที่ขดลวดโรเตอร์เพื่อเป็นการให้ความเร็วเร็วรอบเป็นแบบซิงโครนัส ผลที่ได้คือความเร็วรอบของมอเตอร์จะคงที่แม้มีโหลดเยอะหรือน้อยก็ตาม ในส่วนนี้จะมีหม้อแปลงแรงดันแบบปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-120 โวลต์ขนาดเล็กอีก 1 ชุดสามารถแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรงผ่านไดโอดบริดทำงานโดยการเปิดสวิตช์ ในส่วนของหม้อแปลงที่สองนี้จะแยกกันกับในส่วนของหม้อแปลงแบบปรับค่าได้ที่จ่ายแรงดันให้ชุดทดลองแต่ยังคงใช้แรงดันที่มาจากแหล่งเดียวกัน มอเตอร์ 3 เฟส และยังสามารถกลับทางหมุนของมอเตอร์ได้แต่จะส่งผลกระทบทำให้แรงดันด้านเอาท์พุตไม่ออกแต่ถึงจะออกก็จะออกน้อยมากแล้วมีค่าติดลบ ทางฝั่งของเจนเนอเรเตอร์ที่สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบซิงเกิลเฟส (ขวา)โดยมีการวัดความเร็วรอบด้วยโฟโต้เซนเซอร์และแสดงจำนวนรอบผ่านหน้าจอพัลส์มอเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ทั้งสองตัวหมุนตามพร้อมกันส่งผลให้เอาต์พุตออกทันที จากนั้นก็ทำการเปิดเบรกเกอร์โหลด โดยโหลดจะมีทั้งหมด 4 ตัวค่าความต้านทานก็จะแตกต่างกันไป ในหระหว่างนี้สามารถทำการปรับให้เป็นการทำงานวงจรแบบซันท์ได้แค่ฝั่งขวาของชุดทดลองโดยไม่ทำให้ชุดทดลองเกิดความเสียหายในสถานะที่มอเตอร์ยังหมุนอยู่ ในวงจรแบบซันท์สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0-300 โอห์มในการปรับค่าต่างๆจะไม่ส่งผลเสียต่อชุดทดลองแต่จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานและผลลัพธ์ที่ได้ โดยในชุดทดลองจะมีโวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์จำนวน 8 ตัวขึ้นอยู่กับการต่อใช้งานว่าต้องการวัดในส่วนไหน ในส่วนของการจะหยุดการทำงานของชุดทดลองจะมีสวิตช์สต๊อปที่จะทำการตัดวงจรด้วยแมกเนติก

สรุปชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัวและอุปกรณ์ที่อยู่ภายในชุดทดลองเป็นไปตามลักษณะการปรับในแบบต่างๆตามวัตถุประสงค์ดังรูปภาพที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



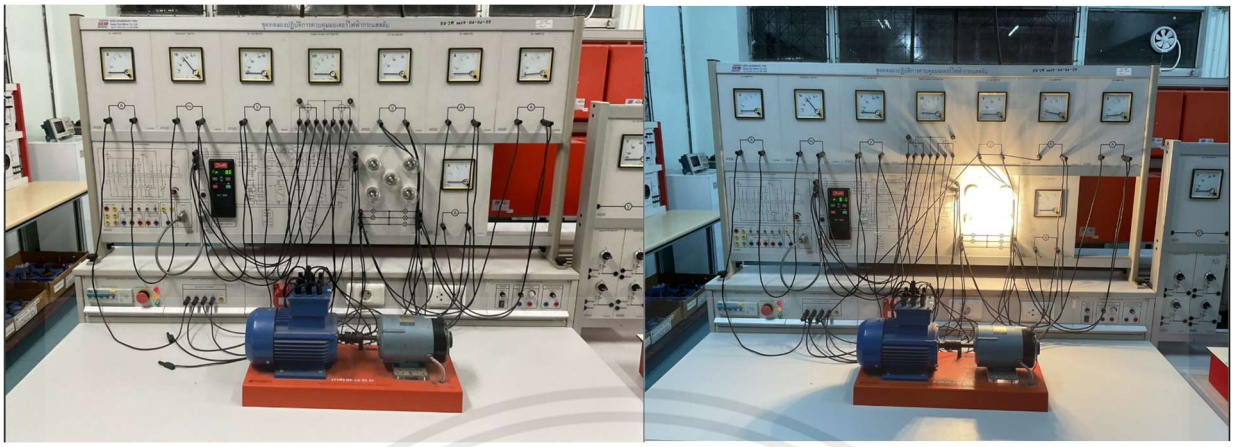
รูปภาพที่ 4.6 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ (MG-5215)

4.2 ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด)

จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เข้าไปจะใช้แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์จากการไฟฟ้าได้โดยตรงต่อผ่านแอมป์มิเตอร์ โวลต์มอเตอร์ ฟรีเควนซี่มิเตอร์ และกิโลวัตต์มิเตอร์ ไปยังคอนโทรลพาแนลที่เป็นอินพุต จากนั้นทำการต่อเอาท์พุตไปยังฟรีเควนซี่อินเวอร์เตอร์ เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยแกนหมุนจะเชื่อมต่อเข้ากับเจนเนอเรเตอร์ที่สามารถผลิตไฟฟ้ากระแสตรงได้และจะมีการวัดค่าผ่านแอมป์มิเตอร์ โวลต์มอเตอร์ และหลอดไฟที่เปรียบเสหมือนโหลดด้วยเช่นเดียวกัน ในส่วนของคอนโทรลพาแนลที่เป็นอินพุตจะมีไดโอดแบบปรับค่าได้ที่ใช้ในการปรับความถี่ ในส่วนของอินพุตจะมีทั้งดิจิตอลและอนาล็อกจะสามารถใช้งานได้จากการโยกสวิตช์ 3 ทางขึ้นหรือลง โดยที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเพียงแค่การต่อเท่านั้นโดยส่วนใหญ่จะต่อในลักษณะคล้ายๆกันอาจจะมีการแก้ไขออกไปบ้างบ้างเล็กน้อยตามลักษณะของการทดสอบ ในส่วนของการทำงานหรือผลลัพธ์ของการทดสอบนั้นจะแตกต่างกันที่การปรับค่าที่ฟรีเควนซี่อินเวอร์เตอร์ และการปรับค่าต่างๆจากคอนโทรลพาแนล โดยการปรับค่าทั้งหมดนั้นจะต้องไปดูคู่มือและคำสั่งในใบงาน โดยผลลัพธ์ที่ได้จะดูได้จากการหมุนของมอเตอร์ แอมป์มิเตอร์ โวลต์มอเตอร์ ฟรีเควนซี่มิเตอร์ กิโลวัตต์มิเตอร์ และหน้าจอของฟรีเควนซี่อินเวอร์เตอร์จะทำการแสดงเป็นตัวเลข

สรุปชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์และมอเตอร์ทั้งสองตัวสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ มัลติมิเตอร์สามารถวัดค่าได้ทุกฟังก์ชันดังรูปภาพที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.7 การทดสอบชุดทดลองที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์

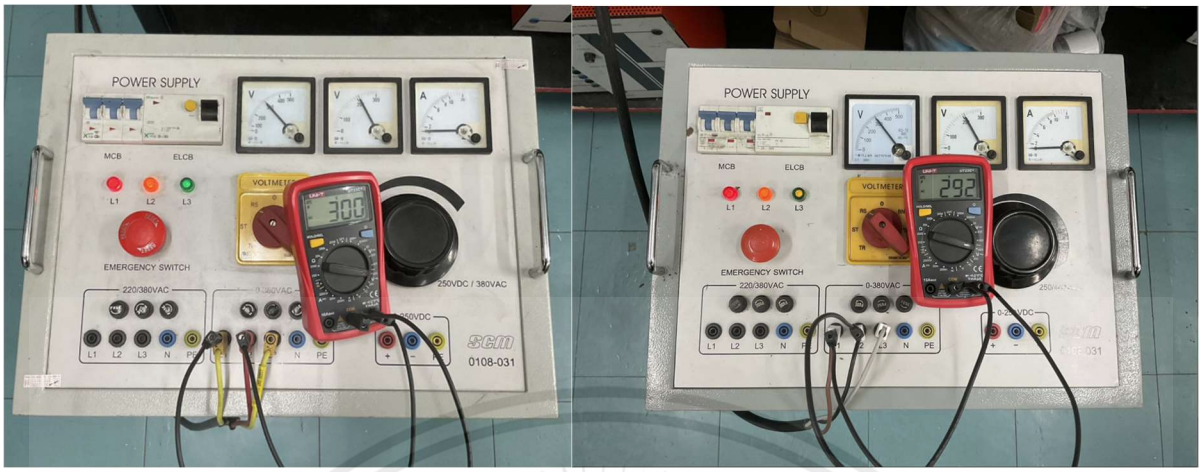
4.3 พาวเวอร์ซัพพลาย (1 เฟส และ 3 เฟส) (จำนวน 4 ชุด)

4.3.1 พาวเวอร์ซัพพลาย SCM 0108-031 (จำนวน 2 ชุด)

ในการทดสอบจะทำการรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์จากแหล่งจ่ายไฟเชื่อมต่อด้วยพาวเวอร์ปลั๊ก มีหลอดไฟแสดงสถานะขึ้นทั้งสามเฟสในการแปลงแรงดันไฟฟ้าจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆคือในส่วนแรกที่ปรับค่าไม่ได้จะมีแรงดันที่ 220/380 โวลต์ส่วนที่สองจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับค่าได้ได้ตั้งแต่ 0-380 โวลต์และส่วนที่สามจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้ตั้งแต่ 0-220 โวลต์ในการทดสอบจะนำมัลติมิเตอร์ไปวัดในส่วนต่างๆโดยปรับไปในย่านที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการวัด ในส่วนที่สองและสามจะมีโวลต์มิเตอร์ที่สามารถปรับแบบเฟสกับนิวทรัลหรือแบบเฟสกับเฟสได้และแอมป์มิเตอร์ที่อยู่กับพาวเวอร์ซัพพลาย จากนั้นทำการทดสอบระบบตัดวงจรด้วยการกดปุ่มอีเมอเจนซี่ เมื่อได้ทำการทดสอบการทำงานต่างๆตามข้างต้นแล้วจึงนำไปทดสอบการใช้งานจริงโดยการนำไปใช้กับชุดทดลองทางจักกลไฟฟ้า MG-5215 และ MG-5215 3 เฟสโดยจะปรับแรงดันตามข้อจำกัดการใช้งานของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าทั้งสองเครื่อง

สรุปพาวเวอร์ซัพพลายสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดวงจรไฟฟ้าในกรณีฉุกเฉินสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ มัลติมิเตอร์สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับมัลติมิเตอร์ที่นำมาเทียบดังรูปภาพที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.8 การทดสอบพาวเวอร์ซัพพลาย 3 เฟสที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์

4.3.2 พาวเวอร์ซัพพลายกระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด)

ในการทดสอบจะทำการรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์จากแหล่งจ่ายไฟเชื่อมต่อด้วยพาวเวอร์ปลั๊ก มีหลอดไฟแสดงสถานะขึ้นทั้งสามเฟสในการแปลงแรงดันไฟฟ้าจะประกอบด้วย 4 ส่วนหลักๆคือในส่วนแรกจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่ปรับค่าได้จะมีแรงดันที่ 0-220 โวลต์ส่วนที่สองจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับค่าได้ได้ตั้งแต่ 0-380 โวลต์ในส่วนที่สามจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบไม่สามารถปรับค่าได้โดยจะอยู่ที่ 220 โวลต์ในส่วนที่สี่จะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบไม่สามารถปรับค่าได้โดยจะอยู่ที่ 380 โวลต์ในการทดสอบจะนำมัลติมิเตอร์ไปวัดในส่วนต่างๆโดยปรับไปในย่านที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการวัด ในส่วนแรกและในส่วนที่สองจะมีโวลต์มิเตอร์ที่สามารถวัดแบบเฟสกับนิวทรัลหรือแบบเฟสกับเฟสได้และแอมป์มิเตอร์ที่อยู่กับพาวเวอร์ซัพพลายรวมทั้งหมด 4 อันจากนั้นทำการทดสอบระบบตัดวงจรด้วยการกดปุ่มอีเมอเจนซี่ เมื่อได้ทำการทดสอบการทำงานต่างๆตามข้างต้นแล้วจึงนำไปทดสอบการใช้งานจริงโดยการนำไปใช้กับชุดทดลองต่างๆภายในห้องแล็ปถือเป็นอันเสร็จสิ้น

สรุปพาวเวอร์ซัพพลายกระแสสลับสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดวงจรไฟฟ้าในกรณีฉุกเฉินสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ มัลติมิเตอร์สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับมัลติมิเตอร์ที่นำมาเทียบดังรูปภาพที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

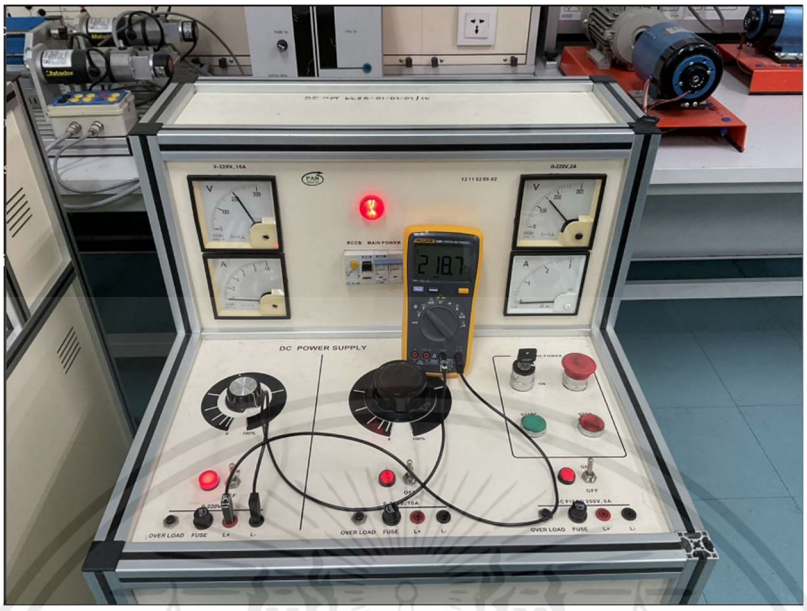
รูปภาพที่ 4.9 การทดสอบพาวเวอร์ซัพพลายกระแสสลับที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์

4.3.3 พาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรง (จำนวน 1 ชุด)

ในการทดสอบจะทำการรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์จากแหล่งจ่ายไฟเชื่อมต่อด้วยพาวเวอร์ปลั๊ก มีหลอดไฟแสดงสถานะขึ้น 1 เฟสในการแปลงแรงดันไฟฟ้าจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆคือในส่วนแรกจะเป็นฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้จะมีแรงดันที่ 0-220 โวลต์และในส่วนที่สองจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับค่าไม่ได้220 โวลต์ในการทดสอบจะนำมัลติมิเตอร์ไปวัดในส่วนต่างๆโดยปรับไปในย่านที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการวัด ในส่วนแรกและในส่วนที่สองจะมีโวลต์มิเตอร์ที่สามารถวัดแบบเฟสกับนิวทรัลหรือแบบเฟสกับเฟสได้และแอมป์มิเตอร์ที่อยู่กับพาวเวอร์ซัพพลายรวมทั้งหมด 4 อันจากนั้นทำการทดสอบระบบตัดวงจรด้วยการกดปุ่มอีเมอเจนซี่ เมื่อได้ทำการทดสอบการทำงานต่างๆตามข้างต้นแล้วจึงนำไปทดสอบการใช้งานจริงโดยการนำไปใช้กับชุดทดลองต่างๆภายในห้องแล็ปถือเป็นอันเสร็จสิ้นการทดสอบ

สรุปพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรงสามารถใช้งานตามคู่มือทุกฟังก์ชัน การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดวงจรไฟฟ้าในกรณีฉุกเฉินสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ มัลติมิเตอร์สามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงกับมัลติมิเตอร์ที่นำมาเทียบดังรูปภาพที่ 4.10

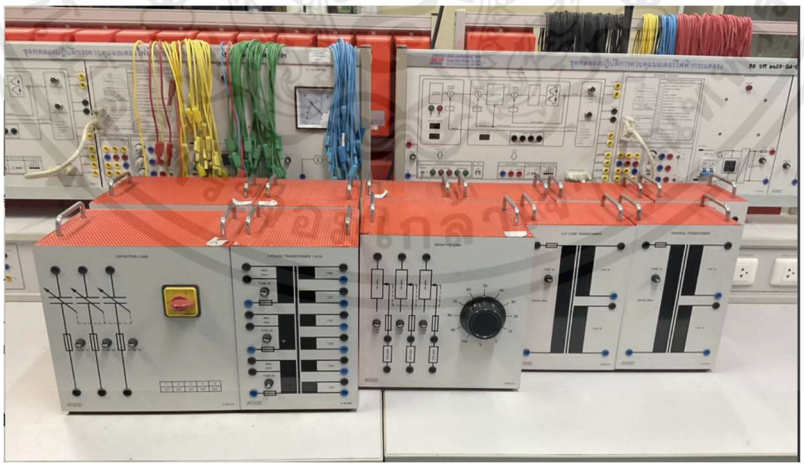
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.10 การทดสอบพาวเวอร์ซัพพลายกระแสตรงที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์

4.4 ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า (จำนวน 11 ตัว)

ในการทดสอบจะทดสอบด้วยมัลติมิเตอร์ก่อนเพื่อเป็นการทดสอบหลังทำการปรับปรุงแก้ไข จึงนำไปทดสอบกับชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าทั้ง 11 ตัว สรุปได้ว่าหม้อแปลงสามารถทำงานได้อย่างปกติ ดังรูปภาพ ที่ 4.11



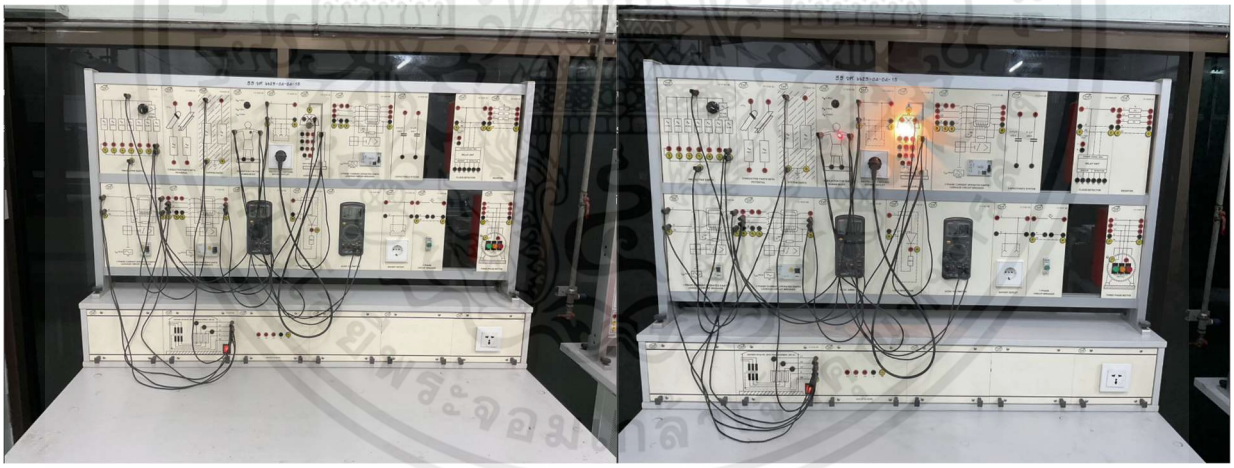
รูปภาพที่ 4.11 หม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง 11 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 1 ชุด)

ในการทดสอบจะใช้มัลติมิเตอร์วัดในส่วนต่างๆตั้ง 2-4 เครื่องเป็นต้น ในการทดสอบจะทำการต่อวงจรตามการจำลองจากการเกิดการรั่วไหลผ่านโคมไฟของไฟฟ้ากับการโดนดูดของมนุษย์แบบเฟสกับเฟส เมื่อเกิดกระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นระบบการตัดไฟฟ้าจะต้องทำงาน โดยในการทดสอบจะทำการต่อวงจรที่ละวงจรของชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า หลังจากการจ่ายไฟเข้าตัวชุดทดลองแล้วคอยสังเกตความผิดปกติและเราทำการต่อวงจร การสัมผัสโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกิดไฟฟ้ารั่ว ซึ่งเป็นวงจรที่เรายกตัวอย่างมาเพื่อทดสอบการใช้งานของทดลอง โดยวงจรที่เรายกตัวอย่างมามีหลักการทำงานคือ จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีการรั่วของกระแสไฟฟ้าแล้วมีการจำลองคนอยู่แถวนั้นแล้วถูกไฟฟ้าที่รั่วดูด เพื่อทราบกระแสที่ไหลผ่านตัวคน แรงดันสัมผัส เมื่อเกิดความผิดพลาดของเครื่องไฟฟ้าเต็มที่ การทดลองนี้จะแสดงถึงความอันตรายต่อชีวิตคนอย่างมากถ้าเกิดไฟฟ้ารั่วในเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วพลาดไปสัมผัส

สรุปชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้าสามารถตัดวงจรได้ตามลักษณะการเกิดเหตุต่างๆ อุปกรณ์สามารถตัดวงจรได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพดังรูปภาพที่ 4.12



รูปภาพที่ 4.12 การทดสอบชุดทดลองสามารถทำงานได้สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์หลักของโครงการ คือ การประยุกต์ใช้สิ่งของที่ชำรุดเสียหายและนำมาปรับปรุงแก้ไขหรือสร้างขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาในหลักสูตรภาควิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างครบหลักสูตรซึ่งในหลักสูตรของการศึกษาจะประกอบไปด้วยหลักสูตรทางทฤษฎี หลักสูตรทางปฏิบัติ การออกแบบวงจร การอ่านวงจร การเข้าใจในหลักการทำงานของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า โดยทางเราได้มุ่งเห็นผลประโยชน์ของชุดทดลองนี้โดยการที่มีชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าเพียงพอต่อการศึกษาของนักศึกษาของภาคการวัดและควบคุม (ต่อเนื่อง) ที่เราได้ทำการสร้างขึ้นมาจะมีจำนวน 5 หัวข้อใหญ่ โดยสามารถแบ่งออกในแต่ละหัวข้อได้ดังนี้

5.2 ชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 6 ชุด)

ในการสร้างชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า เราได้เริ่มตั้งแต่ที่ชุดทดลองที่ไม่สามารถทำงานได้โดยการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องโดยการถอดอุปกรณ์แต่ละส่วนมาตรวจสอบและจึงทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งเข้ากับตัวชุดทดลองเพื่อนำอุปกรณ์ในแต่ละส่วนติดตั้งเข้าไปภายในตัวเครื่องโดยตรวจสอบความเรียบร้อยทุกครั้งในขั้นตอนของการทำงาน จากนั้นได้ทำการศึกษาวงจรไฟฟ้าที่สามารถใช้ในการทดสอบตรงกับตัวชุดทดลองในแต่ละชุดแล้วทำการทดสอบการทำงานโดยเน้นประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการทดสอบเพื่อการศึกษาของนักศึกษาที่สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้ สรุปได้ว่าชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าที่ทางเราได้ทำการสร้าง ทำการออกแบบวงจรไฟฟ้า ทำการทดลอง สามารถใช้งานได้ตามหลักสูตรของการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

5.3 ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 1 ชุด)

ในการสร้างชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เราได้เริ่มตั้งแต่ที่ชุดทดลองที่ไม่สามารถทำงานได้โดยการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องโดยการถอดอุปกรณ์แต่ละส่วนมาตรวจสอบและจึงทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งเข้ากับตัวชุดทดลองเพื่อนำอุปกรณ์ในแต่ละส่วนติดตั้งเข้าไปภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเครื่องโดยตรวจสอบความเรียบร้อยทุกครั้งในขั้นตอนของการทำงาน จากนั้นได้ทำการศึกษาวงจรไฟฟ้าและอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในการทำงานของตัวชุดทดลอง เพื่อที่เราจะสามารถตรวจสอบได้หลังจากการปรับปรุงแก้ไขเสร็จ สรุปได้ว่าชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ทางเราทำการสร้าง ทำการออกแบบวงจรไฟฟ้า ทำการทดลอง สามารถใช้งานได้ตามหลักสูตรของการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์

5.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง 1 เฟส และ 3 เฟส (จำนวน 4 ชุด)

ในการสร้างชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เราได้เริ่มตั้งแต่ที่ชุดทดลองที่ไม่สามารถทำงานได้โดยการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องโดยการถอดอุปกรณ์แต่ละส่วนมาตรวจสอบและจึงทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งเข้ากับตัวชุดทดลองเพื่อนำอุปกรณ์ในแต่ละส่วนติดตั้งเข้าไปภายในตัวเครื่องโดยตรวจสอบความเรียบร้อยทุกครั้งในขั้นตอนของการทำงาน จากนั้นได้ทำการศึกษาวงจรไฟฟ้าและทำการทดสอบพาวเวอร์ซัพพลายกับตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าจำนวน 6 ชุด สรุปผลการทดสอบได้ว่าชุดพาวเวอร์ซัพพลายสามารใช้งานร่วมกับชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าได้อย่างเต็มเต็มประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยในการศึกษาของการทดสอบ

5.5 ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า (จำนวน 11 ตัว)

ในการสร้างชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เราได้เริ่มตั้งแต่ที่ชุดทดลองที่ไม่สามารถทำงานได้โดยการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องโดยการถอดอุปกรณ์แต่ละส่วนมาตรวจสอบและจึงทำการสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งเข้ากับตัวชุดทดลองเพื่อนำอุปกรณ์ในแต่ละส่วนติดตั้งเข้าไปภายในตัวเครื่องโดยตรวจสอบความเรียบร้อยทุกครั้งในขั้นตอนของการทำงาน จากนั้นได้ทำการศึกษาวงจรไฟฟ้าและทำการทดสอบชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้ากับตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า สรุปผลการทดลองได้ว่าชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถใช้งานร่วมกับชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้าได้ปกติในบางส่วนจึงคำนึงถึงความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการทำงานของการทดสอบเพื่อการศึกษา

5.6 ชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 1 ชุด)

ในการสร้างชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เราได้เริ่มตั้งแต่ที่ชุดทดลองที่ไม่สามารถทำงานได้โดยการตรวจสอบอุปกรณ์ภายในเครื่องโดยการถอดอุปกรณ์แต่ละส่วนมาตรวจสอบและจึงทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งเข้ากับตัวชุดทดลองเพื่อนำอุปกรณ์ในแต่ละส่วนติดตั้งเข้าไปภายในตัวเครื่องโดยตรวจสอบความเรียบร้อยทุกครั้งในขั้นตอนของการทำงาน จากนั้นได้ทำการศึกษาวงจรไฟฟ้าและทำการทดสอบการทำงานของชุดทดลอง ซึ่งเราพบว่าไม่สามารถทดสอบชุดทดลองได้ครบทุกใบงาน เพราะอุปกรณ์ในการทดสอบนั้นมีไม่เพียงพอในการทดสอบ เราจึงทดสอบการทำงานเท่าที่สามารถทดสอบได้ จึงสรุปผลการทดสอบได้ว่าชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ปกติและมีความปลอดภัยในการทดสอบเพื่อการศึกษา

5.7 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

5.7.1 ในการทดสอบปฏิบัติควรที่จะทำการศึกษาอุปกรณ์ วงจรไฟฟ้า การอ่านวงจรไฟฟ้า และหลักการทำงานของตัวชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้ามาก่อน เมื่อลงภาคปฏิบัติจะได้เข้าใจในวงจรและหลักการทำงานของชุดทดลองและความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดสอบ

5.7.2 ถ้าเข้าใจในวงจรไฟฟ้า อ่านวงจรออก และเข้าใจอุปกรณ์แล้วหลักการทำงานจะสามารถสร้างชุดทดลองขึ้นมาเองได้โดยการประยุกต์อุปกรณ์มาใช้สร้างตัวชุดทดลองซึ่งสามารถนำไปเป็นอาชีพและใช้ในชีวิตประจำวันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ตำราที่ใช้ในการศึกษาของวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า ของท่าน ผศ.ดร. สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒนะ

2. http://www.distek.ro/en/Product/DC-Motor-Generator-MG-5211-4541

3. http://www.distek.ro/en/Product/Squirrel-Cage-Induction-Motor-DC-Generator-MG-5212-4540

4. http://www.distek.ro/en/Product/Wound-Rotor-Induction-Motor-DC-Generator-MG-5213-4539

5. http://www.distek.ro/en/Product/DC-Motor-AC-Generator-MG-5214-4538

6. http://www.distek.ro/en/Product/Synchronous-Motor-3-phase-DC-Generator-MG-5215-4537

7. http://www.distek.ro/en/Product/Motor-Dynamometer-Trainer-Unit-MG-5219-4535

8. https://www.sangchaimeter.com

9. https://data.creden.co/company/general/0125544008999

10. https://www.thaicentertransformer.com/article.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดสอบของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 1 เฟส (จำนวน 10 ชุด)

ก.1 ใบงานที่ 1 DC MOTOR SHUNT WINDING (MG-5211)

ก.2 ใบงานที่ 2 DC MOTOR SERIES WINDING (MG-5211)

ก.3 ใบงานที่ 3 DC MOTOR SHUNT WINDING / DC GENERATOR COMPOUND WINDING (MG-5211)

ก.4 ใบงานที่ 4 SQUIRREL-CAGE INDUCTION MOTOR (MG-5212)

ก.5 ใบงานที่ 5 DC GENERATOR EXTERNAL EXCITING (MG-5212)

ก.6 ใบงานที่ 6 DC MOTOR SHUNT WINDING (MG-5214)

ก.7 ใบงานที่ 7 DC MOTOR COMPOUND WINDING (MG-5214)

ก.8 ใบงานที่ 8 AC GENERATOR SYNCHRONOUS MACHINE (MG-5214)

ก.9 ใบงานที่ 9 SQUIRREL-CAGE INDUCTION MOTOR (MG-5219)

ก.10 ใบงานที่ 10 ELECTRO-DYNAMOMETER NO-LOAD (MG-5219)

ใบงานการทดสอบของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า 3 เฟส (จำนวน 15 ชุด)

ก.11 ใบงานที่ 1 STATOR INDUCTION MOTOR (MG-5213)

ก.12 ใบงานที่ 2 STATOR INDUCTION MOTOR (MG-5213)

ก.13 ใบงานที่ 3 STATOR INDUCTION MOTOR (MG-5213)

ก.14 ใบงานที่ 4 STATOR INDUCTION MOTOR (MG-5213)

ก.15 ใบงานที่ 5 STATOR INDUCTION MOTOR (MG-5213)

ก.16 ใบงานที่ 6 DC GENERATOR SHUNT (MG-5213)

ก.17 ใบงานที่ 7 DC GENERATOR COMPOUND (MG-5213)

ก.18 ใบงานที่ 8 DC GENERATOR COMPOUND (MG-5213)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.19 ใบงานที่ 9 SYNCHRONOUS STATOR (MG-5215)

ก.20 ใบงานที่ 10 SYNCHRONOUS STATOR (MG-5215)

ก.21 ใบงานที่ 11 SYNCHRONOUS STATOR NO MAGNETIC (MG-5215)

ก.22 ใบงานที่ 12 SYNCHRONOUS ROTOR IND START (MG-5215)

ก.23 ใบงานที่ 13 SYNCHRONOUS ROTOR SYN RUN OFF (MG-5215)

ก.24 ใบงานที่ 14 SYNCHRONOUS ROTOR SYN RUN OFF (MG-5215)

ก.25 ใบงานที่ 15 SYNCHRONOUS DC GENERATOR SELF EXCITING (MG-5215)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดสอบของชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (จำนวน 14 ชุด)

ข.1 ใบงานที่ 1 การควบคุมอินดักชั่นมอเตอร์ด้วย KEY PAD

ข. 2 ใบงานที่ 2 การควบคุมมอเตอร์จากสัญญาณภายนอก

ข. 3 ใบงานที่ 3 การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์

ข. 4 ใบงานที่ 4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบเปลี่ยนความถี่ด้วย VARIABLE RESISTOR

ข. 5 ใบงานที่ 5 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยแรงดันไฟฟ้า 0-10 V

ข. 6 ใบงานที่ 6 การ START มอเตอร์แบบกำหนดเวลาในการเพิ่มความถี่และ STOP ตามความถี่ที่ลดลง

ข. 7 ใบงานที่ 7 การ START มอเตอร์แบบกำหนดอัตราเวลาในการเพิ่มความถี่และ STOP แบบใช้ DC BRAKE

ข. 8 ใบงานที่ 8 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ด้วยการเพิ่มและลดความถี่ด้วยสวิตช์

ข. 9 ใบงานที่ 9 การควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบเลือกความเร็วด้วยสวิตช์

ข. 10 ใบงานที่ 10 การควบคุมความเร็วมอเตอร์แบบ JOG FREQUENCY

ข. 11 ใบงานที่ 11 การควบคุมมอเตอร์แบบไม่มีการป้อนกลับ (OPEN LOOP) ขณะมีโหลด

ข. 12 ใบงานที่ 12 การควบคุมมอเตอร์แบบป้อนกลับ (CLOSED LOOP)

ข. 13 ใบงานที่ 13 การเพิ่มแรงบิดขณะเริ่มเดินมอเตอร์ (VOLTAGE BOOST)

ข. 14 ใบงานที่ 14 การใช้งานฟังก์ชั่นรีเลย์เอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานการทดสอบของชุดทดลองระบบป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า (จำนวน 34 ชุด)

ค.1 ใบงานที่ 1 การสัมผัสสายไฟฟ้าโดยตรง

ค.2 ใบงานที่ 2 การสัมผัสโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าที่รั่ว

ค.3 ใบงานที่ 3 การทำงานของ E.L.C.B

ค.4 ใบงานที่ 4 การป้องกันกระแสรั่วในระบบไฟฟ้า ซึ่งกระแสรั่วเป็นกระแสตรงแบบพัลส์

ค.5 ใบงานที่ 5 การป้องกันโดยใช้แรงดันต่ำ

ค.6 ใบงานที่ 6 การใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสเกินในระบบไฟฟ้า TN-C-S

ค.7 ใบงานที่ 7 ไฟฟ้ารั่วลงโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่เต็มที่ในระบบไฟฟ้า TN-C-S

ค.8 ใบงานที่ 8 สายนิวทรัลขาดในระบบไฟฟ้า TN-C-S

ค.9 ใบงานที่ 9 เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิด FAULT ลงโครงไม่เต็มที่ โดยมี E.L.C.B.ป้องกันในระบบไฟฟ้า TN-C-S

ค.10 ใบงานที่ 10 ระบบไฟฟ้า TN-C-S มี E.L.C.B ป้องกัน แต่สายนิวทรัลขาด

ค.11 ใบงานที่ 11 สาย PEN ขาด ในระบบไฟฟ้า TN-C โดยไม่มี E.L.C.B ป้องกัน

ค.12 ใบงานที่ 12 จุดต่อสาย PEN หลวมในระบบไฟฟ้า TN-C โดยเครื่องใช้ไฟฟ้ามีสภาพดีปกติ

ค.13 ใบงานที่ 13 อันตรายจากการสลับสาย LINE กับสาย PEN ในระบบไฟฟ้า TN-C

ค.14 ใบงานที่ 14 ในระบบไฟฟ้าที่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสเกิน เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิด FAULT ลงโครงเต็มที่ และความต้านทานของดินมีค่าตามที่ยอมให้ใช้ได้ (PROTECTIVE EARTHING)

ค.15 ใบงานที่ 15 ในระบบไฟฟ้าที่มีเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสเกิน เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิด FAULT ลงโครงไม่เต็มที่ และความต้านทานและความต้านทานของดินมีค่าตามที่ยอมให้ใช้ได้ (PROTECTIVE EARTHING)

ค.16 ใบงานที่ 16 การป้องกันกระแสเกินด้วยเซอร์กิตเบรกเกอร์ในระบบไฟฟ้า TT โดยไฟฟ้ารั่วลงโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าเต็มที่ และค่าความต้านทานของ PROTECTIVE EARTHING ไม่ถูกต้อง

ค.17 ใบงานที่ 17 การป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วด้วย E.L.C.B ในระบบไฟฟ้า TT โดยไฟฟ้ารั่วลงโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าเต็มที่ และความต้านทาน R มีค่าสูงสุดยอมให้ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.18 ใบงานที่ 18 การป้องกันกระแสรั่วด้วย E.L.C.B ในระบบไฟฟ้า TT โดยไฟฟ้ารั่วลงโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่เต็มที่และความต้านทาน R มีค่าตามข้อบังคับได้

ค.19 ใบงานที่ 19 การป้องกันกระแสรั่วด้วย E.L.C.B ซึ่งมี I 30 mA ในระบบไฟฟ้า TT โดยคนสัมผัสสายไฟฟ้าโดยตรง

ค.20 ใบงานที่ 20 สาย LINE และ PE เกิดการต่อถึงกันด้านหน้าของ E.L.C.B

ค.21 ใบงานที่ 21 ในระบบไฟฟ้า TT ที่มี E.L.C.B ป้องกันสายนิวทรัลต่อลงดินหลัง E.L.C.B ซึ่งทำไม่ถูกต้อง

ค.22 ใบงานที่ 22 เครื่องใช้ไฟฟ้า 1 เครื่องและหลายเครื่องเกิด FAULT ลงโครงเต็มที่ในระบบไฟฟ้า TT

ค.23 ใบงานที่ 23 เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิด FAULT ลงโครงเต็มที่และในขณะเดียวกันสายไฟเกิด FAULT ลงดินด้วย

ค.24 ใบงานที่ 24 เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิด FAULT ลงโครงเต็มที่ โดยมีระบบป้องกันด้วยหม้อแปลงแยกขด

ค.25 ใบงานที่ 25 เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิด FAULT ลงโครงเต็มที่ และด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแยกขดเกิด FAULT ลงดินโดยมีระบบป้องกันด้วยหม้อแปลงแยกขด

ค.26 ใบงานที่ 26 พื้นคนยืนเป็นโลหะ และขณะเดียวกันเกิด FAULT สองแห่งทางด้านทุติยภูมิ โดยมีระบบป้องกันด้วยหม้อแปลงแยกขด

ค.27 ใบงานที่ 27 การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายเครื่องในระบบไฟฟ้า ซึ่งมีการป้องกันด้วยหม้อแปลงแยกขด

ค.28 ใบงานที่ 28 การป้องกันอันตรายจาก EXTRA-LOW VOLTAGE (SELV)

ค.29 ใบงานที่ 29 การทดสอบฉนวนไฟฟ้าในระบบ TT โดยใช้ INSULATION MONITOR

ค.30 ใบงานที่ 30 ระยะห่างของพื้นดินที่มีผลต่อแรงดันของขั้วไฟฟ้า

ค.31 ใบงานที่ 31 การป้องกันเครื่องใช้ไฟฟ้า ในกรณีระบบไฟฟ้าไม่ครบเฟส

ค.32 ใบงานที่ 32 การทำงานของ OVER CURRENT RELAY ในกรณีระบบไฟฟ้ามีกระแสไหลสูงกว่าปกติ

ค.33 ใบงานที่ 33 การทำงานของ OVER CURRENT RELAY ในกรณีระบบไฟฟ้ามีแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าปกติ

ค.34 ใบงานที่ 34 การป้องกันอันตรายจากเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผ่านหม้อแปลงแยกขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATION

ง.1 ฟังก์ชั่นของการทดลอง (MG-5211)

1.การสตาร์ทและโหลดของมอเตอร์กระแสตรงเป็นแบบ SHUNT - WOUND

2.การสตาร์ทและโหลดของมอเตอร์กระแสตรงเป็นแบบ SERIES - WOUND

3.การสูญเสียและประสิทธิภาพของมอเตอร์กระแสตรง

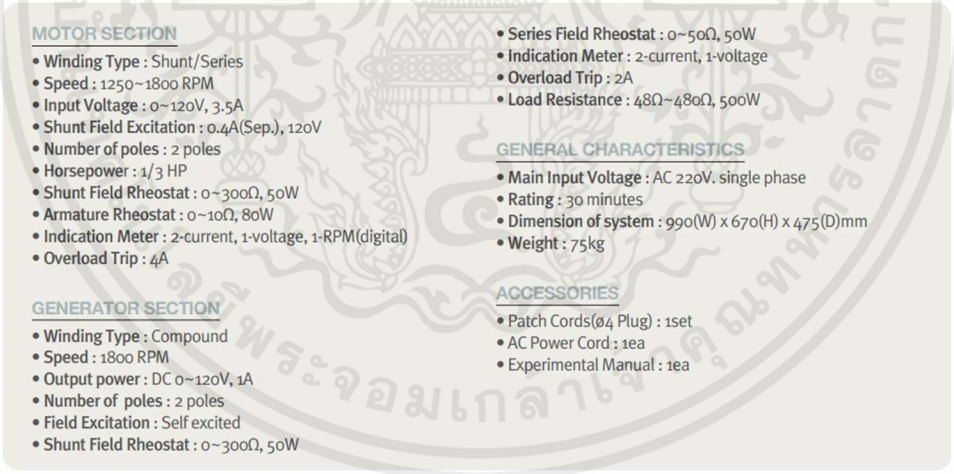
4.ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของมอเตอร์กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า

5.คุณลักษณะโหลดของมอเตอร์กระแสตรงเป็นแบบ COMPOUND

6.ลักษณะเฉพาะของมอเตอร์แบบ CUMULATIVE COMPOUND – DIFFERENTIAL COMPOUND

7.ความเร็วในการหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและลักษณะของเอาต์พุต

8.การสูญเสียและประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแบบ COMPOUND



รูปภาพที่ ง.1 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5211

ฟังก์ชั่นของการทดลอง (MG-5212)

1.การสตาร์ทและโหลดของมอเตอร์เหนี่ยวนำกรงกระรอก

2.การเปลี่ยนแปลงทิศทางการหมุนของมอเตอร์เหนี่ยวนำกรงกระรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ความเร็วสลิป (SLIP SPEED) และแรงบิดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

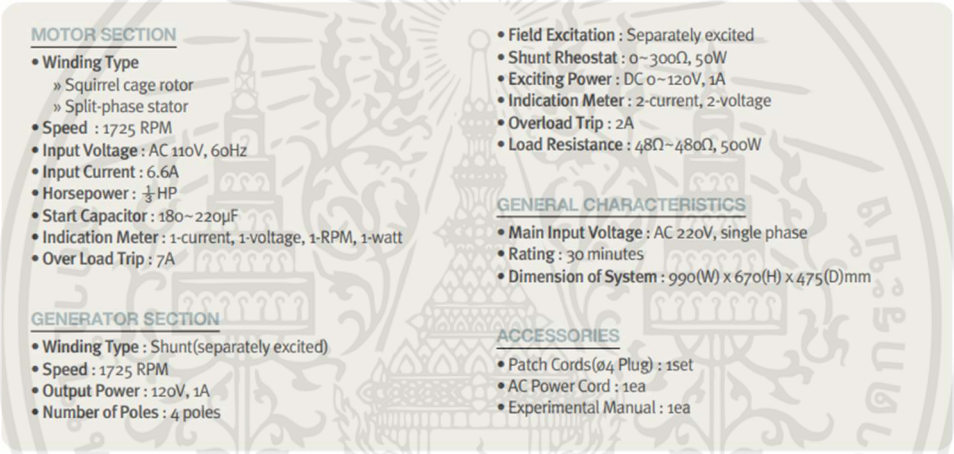
4.ตัวประกอบกำลังแบบไม่มีโหลดของมอเตอร์เหนี่ยวนำและตัวประกอบกำลังโหลด

5.คุณลักษณะโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแบบกระตุ้นแยก SHUNT - WOUND

6.ลักษณะความอิ่มตัวแบบไม่มีโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

7.ชันท์ฟิลด์และเอาต์พุต

8.การสูญเสียและประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแบบ SHUNT - WOUND



รูปภาพที่ ง.2 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5212

ฟังก์ชั่นของการทดลอง (MG-5213)

1.การสตาร์ทเป็นแบบ WOUND – ROTOR INDUCTION MOTOR

2.ความเร็วและแรงบิดของ WOUND – ROTOR INDUCTION MOTOR

3.ตัวประกอบกำลังของ WOUND – ROTOR INDUCTION MOTOR

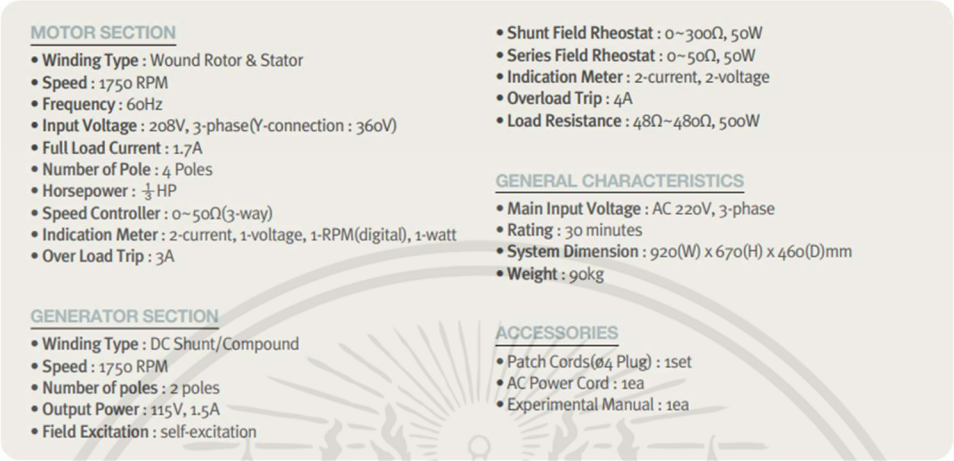
4.การเชื่อมต่อแบบ STAR - DELTA

5.คุณลักษณะโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบ SHUNT – WOUND / COMPOUND

6.ความเร็วและเอาต์พุตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภทขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.การเปรียบเทียบการสูญเสียและประสิทธิภาพของประเภทขดลวด



MOTOR SECTION

- **Winding Type** : Wound Rotor & Stator
- **Speed** : 1750 RPM
- **Frequency** : 60Hz
- **Input Voltage** : 208V, 3-phase(Y-connection : 360V)
- **Full Load Current** : 1.7A
- **Number of Pole** : 4 Poles
- **Horsepower** : $\frac{1}{3}$ HP
- **Speed Controller** : 0~50Ω(3-way)
- **Indication Meter** : 2-current, 1-voltage, 1-RPM(digital), 1-watt
- **Over Load Trip** : 3A

GENERATOR SECTION

- **Winding Type** : DC Shunt/Compound
- **Speed** : 1750 RPM
- **Number of poles** : 2 poles
- **Output Power** : 115V, 1.5A
- **Field Excitation** : self-excitation
- **Shunt Field Rheostat** : 0~300Ω, 50W
- **Series Field Rheostat** : 0~50Ω, 50W
- **Indication Meter** : 2-current, 2-voltage
- **Overload Trip** : 4A
- **Load Resistance** : 48Ω~480Ω, 500W

GENERAL CHARACTERISTICS

- **Main Input Voltage** : AC 220V, 3-phase
- **Rating** : 30 minutes
- **System Dimension** : 920(W) x 670(H) x 460(D)mm
- **Weight** : 90kg

ACCESSORIES

- Patch Cords(ø4 Plug) : 1set
- AC Power Cord : 1ea
- Experimental Manual : 1ea

รูปภาพที่ ง.3 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5213

ฟังก์ชั่นของการทดลอง (MG-5214)

1.ลักษณะโหลดของมอเตอร์กระแสตรง

2.การสูญเสียและประสิทธิภาพของมอเตอร์กระแสตรง

3.การเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์

4.ความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์

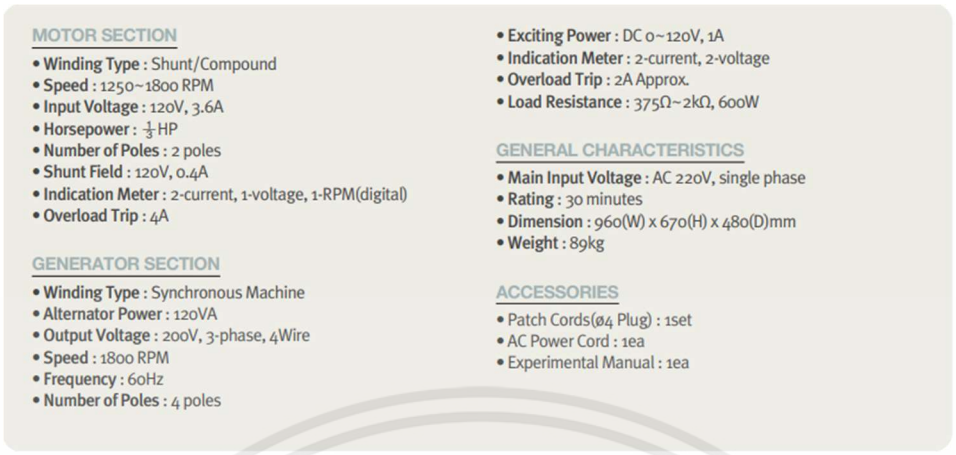
5.ความอิ่มตัวของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

6.ลักษณะโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

7.การสูญเสียและประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

8.การเชื่อมต่อแบบ STAR - DELTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOR SECTION

- **Winding Type :** Shunt/Compound
- **Speed :** 1250~1800 RPM
- **Input Voltage :** 120V, 3.6A
- **Horsepower :** $\frac{1}{3}$ HP
- **Number of Poles :** 2 poles
- **Shunt Field :** 120V, 0.4A
- **Indication Meter :** 2-current, 1-voltage, 1-RPM(digital)
- **Overload Trip :** 4A

GENERATOR SECTION

- **Winding Type :** Synchronous Machine
- **Alternator Power :** 120VA
- **Output Voltage :** 200V, 3-phase, 4Wire
- **Speed :** 1800 RPM
- **Frequency :** 60Hz
- **Number of Poles :** 4 poles
- **Exciting Power :** DC 0~120V, 1A
- **Indication Meter :** 2-current, 2-voltage
- **Overload Trip :** 2A Approx.
- **Load Resistance :** 375Ω~2kΩ, 600W

GENERAL CHARACTERISTICS

- **Main Input Voltage :** AC 220V, single phase
- **Rating :** 30 minutes
- **Dimension :** 960(W) x 670(H) x 480(D)mm
- **Weight :** 89kg

ACCESSORIES

- Patch Cords(ø4 Plug) : 1set
- AC Power Cord : 1ea
- Experimental Manual : 1ea

รูปภาพที่ ง.4 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5214

ฟังก์ชั่นของการทดลอง (MG-5215)

1.ลักษณะการสตาร์ทมอเตอร์เป็นแบบซิงโครนัส

2.ลักษณะเส้นโค้งรูปตัว V ของมอเตอร์ซิงโครนัส

3.การสูญเสียและประสิทธิภาพของมอเตอร์ซิงโครนัส

4.ลักษณะโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบ SELF-EXCITED / SHUN-WOUND

5.ชันท์ฟิลด์และเอาท์พุต

6.ลักษณะความเร็วและเอาท์พุตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

7.การสูญเสียและประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบ SHUNT-WOUND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOR SECTION

- **Winding Type** : Synchronous Machine
- **Speed** : 1750 RPM
- **Input Voltage** : 120/208V, 3-phase 4 Wire
- **Frequency** : 60Hz
- **Number of Poles** : 4 poles
- **Horsepower** : $\frac{1}{3}$ HP
- **Motor Current** : 1.7A Approx.
- **Indication Meter** : 2-voltage, 2-current, 1-RPM(digital), 1-watt
- **Overload Trip** : 2A

GENERATOR SECTION

- **Winding Type** : Shunt
- **Speed** : 1800 RPM
- **Output Power** : 120V, 1A
- **Number of Poles** : 2 poles
- **Field Excitation** : Self-excited
- **Shunt Rheostat** : 0~300Ω, 50W
- **Indication Meter** : 2-current, 2-voltage
- **Overload Trip** : 2A Approx.
- **Load Resistance** : 48Ω~480Ω, 500W

GENERAL CHARACTERISTICS

- **Main Input Voltage** : AC 220V, 3-phase
- **Rating** : 30 minutes
- **Dimension** : 990(W) x 670(H) x 475(D)mm
- **Weight** : 91kg

ACCESSORIES

- Patch Cords(ø4 Plug) : 1set
- AC Power Cord : 1ea
- Reference Manual : 1ea

รูปภาพที่ ง.5 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5215

ฟังก์ชั่นของการทดลอง (MG-5219)

1.ลักษณะการสตาร์ทมอเตอร์เหนี่ยวนำกรงกระรอก

2.การเปลี่ยนแปลงทิศทางการหมุนของมอเตอร์เหนี่ยวนำกรงกระรอก

3.ความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

4.การวัดประสิทธิภาพพลังงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

5.อิเล็กโตรไดนาโมมิเตอร์

6.การวัดแรงบิดด้วยไดนาโมมิเตอร์

7.เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOR SECTION

- **Winding Type**
  - » Squirrel cage rotor
  - » Split-phase stator
- **Speed :** 1725 RPM
- **Input Voltage :** AC 110V, 60Hz
- **Input Current :** 6.6A
- **Number of Poles :** 4 poles
- **Horsepower :** 1/3 HP
- **Start Capacitor :** 180~220μF
- **Indication Meter :** 1-current, 1-voltage, 1-RPM(digital), 1-watt
- **Overload Trip :** 7A(Approx.)

GENERATOR SECTION

- **Winding Type :** Shunt(Separator)
- **Speed :** 1800 RPM
- **Horse Power :** $\frac{1}{3}$ HP
- **Number of Poles :** 2 poles
- **Shunt Rheostat :** 0~300Ω, 50W
- **General Output :** 120V DC, 2.4A
- **Exciting Power :** DC 0~120V, 1A
- **Indication Meter :** 2-current, 2-voltage
- **Overload Trip :** 4A Approx.
- **Load Resistance :** 48Ω~480Ω, 500W

GENERAL CHARACTERISTICS

- **Main Input Voltage :** AC 220V, single phase
- **Rating :** 30 minutes
- **System Size :** 960(W) x 860(H) x 475(D)mm
- **Weight :** 80kg

ACCESSORIES

- Patch Cords(ø4 Plug) : 1set
- AC Power Cord : 1ea
- Experimental Manual : 1ea

รูปภาพที่ ง.6 แสดงถึงภาพรายละเอียดของชุดทดลองทางจักรกลไฟฟ้า MODEL MG-5219

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสุกล นายธนเกียรติ สังฆธรรม

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 17 เมษายน 2541

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จากคณะช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีแหลมฉบัง ปีการศึกษา 2564 และในปี 2564 ได้เข้าทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี หลักสูตรต่อเนื่อง สาขาการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ - นามสุกล นายชลรกานต์ ฉายา

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 7 กันยายน 2543

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จากคณะช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อีเทค.) ปีการศึกษา 2564 และในปี 2564 ได้เข้าทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี หลักสูตรต่อเนื่อง สาขาการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ - นามสุกล นายไกรวิชญ์ โตพัก

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 6 มกราคม 2542

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จากคณะช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีแหลมฉบัง ปีการศึกษา 2564 และในปี 2564 ได้เข้าทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี หลักสูตรต่อเนื่อง สาขาการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้