

# คำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของสถาบันการศึกษา

สำหรับการขอรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม  
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2563-2567

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
(งานไฟฟ้ากำลัง)

คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ที่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110

18 ธันวาคม 2563

## สารบัญ

ส่วนที่ 1	หลักสูตร	
	1. ชื่อหลักสูตร	1
	2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา	1
	3. วิชาเอก/แขนงวิชา	1
	4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (งานไฟฟ้ากำลัง)	1
	5. ระบบการจัดการศึกษา	2
	6. แผนการศึกษา	2
	7. การเทียบโอน/ยกเว้นรายวิชา	11
	8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร	12
	9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล	12
	10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร	12
ส่วนที่ 2	นิสิต/นักศึกษา	
	1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา	13
	2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี	13
	3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์	14
	4. มาตรฐานผลการเรียนรู้	17
ส่วนที่ 3	คณาจารย์	
	1. หัวหน้าภาควิชาและประธานหลักสูตร	22
	2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	22
	3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (งานไฟฟ้ากำลัง)	23
	4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ	24
	5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา	25
	6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี	25
ส่วนที่ 4	รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้	
	1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด (Curriculum Mapping)	27
	2. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้	35
ส่วนที่ 5	สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา	
	1. ห้องปฏิบัติการ	48
	2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ	79
	2.1. ห้องสมุดและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ	79
	2.2. สิ่งอำนวยความสะดวก	80
	3. การประกันคุณภาพการศึกษา	82
ส่วนที่ 6	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษานุมัติหลักสูตร	86
	ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการอนุมัติจากสภาสถาบันการศึกษา	89
	ภาคผนวก 3 แผนการสอน (มคอ.3) (เฉพาะวิชาที่ขอเทียบองค์ความรู้)	90
	ภาคผนวก 4 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน	152

## คำรับรองตนเอง (Self-Declaration)

### หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

### สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อสถาบันการศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิศวกรรมที่รับรองปริญญา	สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (งานไฟฟ้ากำลัง)
ปีการศึกษาที่รับรองปริญญา	2563-2567

### ส่วนที่ 1 หลักสูตร

#### มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

##### 1. ชื่อหลักสูตร

ชื่อภาษาไทย : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering Program in Electrical Engineering

##### 2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็มภาษาไทย : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)

ชื่อย่อภาษาไทย : วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)

ชื่อเต็มภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering (Electrical Engineering)

ชื่อย่อภาษาอังกฤษ : B. Eng. (Electrical Engineering)

##### 3. วิชาเอก/แขนงวิชา

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาไทย : วิศวกรรมไฟฟ้า

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาอังกฤษ : Electrical Engineering

##### 4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

###### 4.1. ปรัชญาของหลักสูตร

หลักสูตรมุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ ความสามารถทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ มีคุณธรรมจริยธรรม มีทักษะความชำนาญด้านวิชาชีพ รวมทั้งมีสมรรถนะในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ในการตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงานและสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านไฟฟ้าและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องของประเทศ

###### 4.2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4.2.1 เพื่อผลิตบัณฑิตที่สามารถประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาไฟฟ้ากำลัง มีทักษะการคิดวิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ รวมถึงเพื่อประโยชน์ในการรองรับการประกอบวิชาชีพควบคุมวิศวกรรมในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า งานไฟฟ้ากำลัง ได้อย่างเหมาะสม

4.2.2 เพื่อพัฒนาบัณฑิตที่สามารถบูรณาการความรู้รอบด้านทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติในการออกแบบสร้างสรรค์ผลงานและต่อยอดนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้าให้ตอบสนองต่อความต้องการอุตสาหกรรมใหม่ (S-Curve) ของประเทศ

4.2.3 เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี มีความฉลาดทางอารมณ์และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เข้าใจในวัฒนธรรมที่หลากหลาย มีทักษะการติดต่อสื่อสารทั้งภาษาไทยและต่างประเทศ และใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสมเพื่อความก้าวหน้าทางวิชาชีพ

4.2.4 เพื่อผลิตบัณฑิตที่ปฏิบัติงานบนฐานจรรยาบรรณวิชาชีพ มีทัศนคติเชิงบวกในการทำงาน มีจิตสาธารณะ มีความรับผิดชอบต่อสังคมและประเทศชาติ

## 5. ระบบการจัดการศึกษา

### 5.1. ระบบ

การจัดการศึกษาเป็นระบบทวิภาค ในปีการศึกษาหนึ่งจะแบ่งออกเป็นสองภาคการศึกษาซึ่งเป็นภาคการศึกษาบังคับ มีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่าสิบห้าสัปดาห์ต่อหนึ่งภาคการศึกษา ทั้งนี้ไม่รวมเวลาสำหรับการสอบด้วย และข้อกำหนดต่าง ๆ เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2550

### 5.2. การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

การจัดการเรียนการสอนภาคการศึกษาฤดูร้อน โดยมีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่า 7 สัปดาห์ ทั้งนี้ไม่รวมเวลาสำหรับการสอบด้วย แต่ให้มีจำนวนชั่วโมงเรียนของแต่ละรายวิชาเท่ากับหนึ่งภาคการศึกษาปกติ ภาคการศึกษาฤดูร้อน เดือนมีนาคม – พฤษภาคม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณาของคณะกรรมการประจำหลักสูตร

### 5.3. การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

-ไม่มี-

## 6. แผนการศึกษา

แผนการศึกษาที่ 1 : แผนการศึกษาสหกิจศึกษา (ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ม.6/ปวช.)

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
00-100-101	RMUTT Identity (G)	2(0-4-2)
01-110-009	Development of Social and Life Quality (G)	3(3-0-6)
01-210-020	Applied Psychology to Work (G)	3(3-0-6)
04-411-102	Engineering Drawing (M)	3(2-3-5)
04-720-101	Engineering Materials (M)	3(3-0-6)
09-111-141	Calculus for Engineers 1 (M)	3(3-0-6)
09-410-141	Physics for Engineers 1 (M)	3(3-0-6)
09-410-142	Physics Laboratory for Engineers 1 (M)	1(0-3-1)
<b>รวม</b>		<b>21</b>

**ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2**

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01-320-001	English for Communication 1 (G)	3(2-2-5)
01-610-003	Recreation (G)	1(0-2-1)
04-313-101	Engineering Mechanics (M)	3(3-0-6)
04-411-101	Basic Engineering Training (M)	3(1-6-4)
04-621-101	Computer Programming (M)	3(2-3-5)
04-711-101	Chemistry for Engineers (M)	3(3-0-6)
09-111-142	Calculus for Engineers 2 (M)	3(3-0-6)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

**ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาฤดูร้อน**

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-101	Engineering Workshop (M)	2(0-3-5)
<b>รวม</b>		<b>2</b>

**ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1**

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
00-100-202	Design Thinking (G)	1(0-2-1)
01-100-201	Green University (G)	1(0-2-1)
01-320-002	English for Communication 2 (G)	3(2-2-5)
04-000-202	Applied Calculus for Engineering (M)	3(3-0-6)
04-211-205	Electric Circuits (M)	3(3-0-6)
04-211-206	Electric Circuits Laboratory (M)	1(0-3-1)
04-211-213	Electromagnetic Fields (M)	3(3-0-6)
04-212-203	Electrical Instruments and Measurements (M)	3(3-0-6)
09-121-002	Basic Statistics for Innovation (G)	3(2-2-5)
<b>รวม</b>		<b>21</b>

**ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2**

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-211-207	Electrical Apparatus and Control (M)	3(2-3-5)
04-211-210	Electrical Machines 1 (M)	3(3-0-6)
04-212-201	Engineering Electronics (M)	3(3-0-6)
04-212-202	Engineering Electronics Laboratory (M)	1(0-3-1)
04-212-301	Signals, Systems and Electrical Data Analysis (M)	3(3-0-6)
09-000-001	Computer and Information Technology Skills (G)	3(2-2-5)
09-410-143	Physics for Engineers 2 (M)	3(3-0-6)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

### ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-211-208	Electrical Power Systems (M)	3(3-0-6)
04-211-211	Electrical Machines 2 (M)	3(3-0-6)
04-211-212	Electrical Machines Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-314	Power Electronics (M)	3(3-0-6)
04-211-315	Power Electronics Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-432	Electrical Engineering Pre-Project (M)	1(1-0-2)
04-212-306	Control Systems (M)	3(3-0-6)
04-212-308	Microcontroller and Wireless Control (M)	3(2-3-5)
01-320-017	English for Academic Writing (G)	3(2-2-5)
<b>รวม</b>		<b>21</b>

### ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
00-100-301	Entrepreneurship (G)	1(0-2-1)
04-000-301	Preparation for Professional Experience (M)	1(0-2-1)
04-211-317	Energy Storage and Battery System Tech. (M)	3(3-0-6)
04-211-418	High Voltage Engineering (M)	3(3-0-6)
04-211-419	High Voltage Engineering Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-421	Power System Protection (E)	3(3-0-6)
04-211-422	Electrical Power Systems and Protection Lab. (E)	1(0-3-1)
04-211-424	Electrical System Design (M)	3(3-0-6)
04-212-307	Control Systems Laboratory (M)	1(0-3-1)
xx-xxx-xxx	Free Elective (F)	3(x-x-x)
<b>รวม</b>		<b>20</b>

### ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-401 or 04-000-403	Cooperative Education (M) or International Cooperative Education (M)	6(0-40-0)
<b>รวม</b>		<b>6</b>

### ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-201	English for Engineering (G)	3(2-2-5)
04-211-425	Electric Drives (M)	3(3-0-6)
04-211-433	Electrical Engineering Project (M)	3(1-6-4)
04-212-415	Industrial Automation Systems (E)	3(2-3-5)
04-213-407	Electric Vehicle Engineering (E)	3(3-0-6)
xx-xxx-xxx	Free Elective (F)	3(x-x-x)
<b>รวม</b>		<b>18</b>

แผนการศึกษาที่ 2 : แผนการศึกษาแบบเชิงบูรณาการกับการทำงาน (WIL) (ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ม.6/ปวช.)

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
00-100-101	RMUTT Identity (G)	2(0-4-2)
01-110-009	Development of Social and Life Quality (G)	3(3-0-6)
01-210-020	Applied Psychology to Work (G)	3(3-0-6)
04-411-102	Engineering Drawing (M)	3(2-3-5)
04-720-101	Engineering Materials (M)	3(3-0-6)
09-111-141	Calculus for Engineers 1 (M)	3(3-0-6)
09-410-141	Physics for Engineers 1 (M)	3(3-0-6)
09-410-142	Physics Laboratory for Engineers 1 (M)	1(0-3-1)
<b>รวม</b>		<b>21</b>

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01-320-001	English for Communication 1 (G)	3(2-2-5)
01-610-003	Recreation (G)	1(0-2-1)
04-313-101	Engineering Mechanics (M)	3(3-0-6)
04-411-101	Basic Engineering Training (M)	3(1-6-4)
04-621-101	Computer Programming (M)	3(2-3-5)
04-711-101	Chemistry for Engineers (M)	3(3-0-6)
09-111-142	Calculus for Engineers 2 (M)	3(3-0-6)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-101	Engineering Workshop (M)	2(0-3-5)
<b>รวม</b>		<b>2</b>

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
00-100-202	Design Thinking (G)	1(0-2-1)
01-100-201	Green University (G)	1(0-2-1)
01-320-002	English for Communication 2 (G)	3(2-2-5)
04-000-202	Applied Calculus for Engineering (M)	3(3-0-6)
04-211-205	Electric Circuits (M)	3(3-0-6)
04-211-206	Electric Circuits Laboratory (M)	1(0-3-1)
04-211-213	Electromagnetic Fields (M)	3(3-0-6)
04-212-203	Electrical Instruments and Measurements (M)	3(3-0-6)
09-121-002	Basic Statistics for Innovation (G)	3(2-2-5)
<b>รวม</b>		<b>21</b>

**ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2**

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-211-207	Electrical Apparatus and Control (M)	3(2-3-5)
04-211-210	Electrical Machines 1 (M)	3(3-0-6)
04-212-201	Engineering Electronics (M)	3(3-0-6)
04-212-202	Engineering Electronics Laboratory (M)	1(0-3-1)
04-212-301	Signals, Systems and Electrical Data Analysis (M)	3(3-0-6)
09-000-001	Computer and Information Technology Skills (G)	3(2-2-5)
09-410-143	Physics for Engineers 2 (M)	3(3-0-6)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

**ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1**

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-211-208	Electrical Power Systems (M)	3(3-0-6)
04-211-211	Electrical Machines 2 (M)	3(3-0-6)
04-211-212	Electrical Machines Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-314	Power Electronics (M)	3(3-0-6)
04-211-315	Power Electronics Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-432	Electrical Engineering Pre-Project (M)	1(1-0-2)
04-212-306	Control Systems (M)	3(3-0-6)
04-212-308	Microcontroller and Wireless Control (M)	3(2-3-5)
01-320-017	English for Academic Writing (G)	3(2-2-5)
<b>รวม</b>		<b>21</b>

**ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2**

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
00-100-301	Entrepreneurship (G)	1(0-2-1)
04-000-301	Preparation for Professional Experience (M)	1(0-2-1)
04-211-317	Energy Storage and Battery System Tech. (M)	3(3-0-6)
04-211-418	High Voltage Engineering (M)	3(3-0-6)
04-211-419	High Voltage Engineering Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-421	Power System Protection (E)	3(3-0-6)
04-211-422	Electrical Power Systems and Protection Lab. (E)	1(0-3-1)
04-211-424	Electrical System Design (M)	3(3-0-6)
04-212-307	Control Systems Laboratory (M)	1(0-3-1)
xx-xxx-xxx	Free Elective (F)	3(x-x-x)
<b>รวม</b>		<b>20</b>



## ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-201	English for Engineering (G)	3(2-2-5)
04-211-425	Electric Drives (M)	3(3-0-6)
04-211-433	Electrical Engineering Project (M)	3(1-6-4)
04-212-415	Industrial Automation Systems (E)	3(2-3-5)
04-213-407	Electric Vehicle Engineering (E)	3(3-0-6)
xx-xxx-xxx	Free Elective (F)	3(x-x-x)
<b>รวม</b>		<b>18</b>

## ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-404	Post-course Internship (M)	6(0-40-0)
<b>รวม</b>		<b>6</b>

แผนการศึกษาที่ 4 : แผนการศึกษาฝึกงาน (ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส.)

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01-320-017	English for Academic Writing (G)	3(2-2-5)
04-411-102	Engineering Drawing (M)	3(2-3-5)
04-621-101	Computer Programming (M)	3(2-3-5)
04-711-101	Chemistry for Engineers (M)	3(3-0-6)
09-111-141	Calculus for Engineers 1 (M)	3(3-0-6)
09-410-141	Physics for Engineers 1 (M)	3(3-0-6)
09-410-142	Physics Laboratory for Engineers 1 (M)	1(0-3-1)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-211-205	Electric Circuits (M)	3(3-0-6)
04-211-206	Electric Circuits Laboratory (M)	1(0-3-1)
04-211-213	Electromagnetic Fields (M)	3(3-0-6)
04-212-203	Electrical Instruments and Measurements (M)	3(3-0-6)
04-313-101	Engineering Mechanics (M)	3(3-0-6)
09-111-142	Calculus for Engineers 2 (M)	3(3-0-6)
09-410-143	Physics for Engineers 2 (M)	3(3-0-6)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-201	English for Engineering (G)	3(3-0-6)
04-211-317	Energy Storage and Battery System Tech (M)	3(3-0-6)
04-212-301	Signals, Systems and Electrical Data Analysis (M)	3(3-0-6)
<b>รวม</b>		<b>9</b>

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-202	Applied Calculus for Engineering (M)	3(3-0-6)
04-211-207	Electrical Apparatus and Control (M)	3(2-3-5)
04-211-210	Electrical Machines 1 (M)	3(3-0-6)
04-212-201	Engineering Electronics (M)	3(3-0-6)
04-212-202	Engineering Electronics Laboratory (M)	1(0-3-1)
04-720-101	Engineering Materials (M)	3(3-0-6)
09-000-001	Computer and Information Technology Skills (G)	3(2-2-5)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

### ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-301	Preparation for Professional Experience (M)	1(0-2-1)
04-211-208	Electrical Power Systems (M)	3(3-0-6)
04-211-211	Electrical Machines 2 (M)	3(3-0-6)
04-211-212	Electrical Machines Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-314	Power Electronics (M)	3(3-0-6)
04-211-315	Power Electronics Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-432	Electrical Engineering Pre-Project (M)	1(1-0-2)
04-212-306	Control Systems (M)	3(3-0-6)
04-212-308	Microcontroller and Wireless Control (M)	3(2-3-5)
<b>รวม</b>		<b>19</b>

### ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-000-302 or 04-000-303	Apprenticeship (M) or International Apprenticeship (M)	3(0-20-0)
<b>รวม</b>		<b>3</b>

### ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-211-418	High Voltage Engineering (M)	3(3-0-6)
04-211-419	High Voltage Engineering Laboratory (E)	1(0-3-1)
04-211-421	Power System Protection (E)	3(3-0-6)
04-211-422	Electrical Power Systems and Protection Lab. (E)	1(0-3-1)
04-211-424	Electrical System Design (M)	3(3-0-6)
04-212-307	Control Systems Laboratory (M)	1(0-3-1)
xx-xxx-xxx	Free Elective (F)	3(x-x-x)
<b>รวม</b>		<b>15</b>

### ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
04-211-425	Electric Drives (M)	3(3-0-6)
04-211-433	Electrical Engineering Project (M)	3(1-6-4)
04-212-415	Industrial Automation Systems (E)	3(2-3-5)
04-213-407	Electric Vehicle Engineering (E)	3(3-0-6)
xx-xxx-xxx	Free Elective (F)	3(x-x-x)
<b>รวม</b>		<b>15</b>

## ตารางเปรียบเทียบการขอยกเว้น

โครงสร้างหลักสูตร 4 ปี		โปรแกรมการเรียนเทียบโอนรายวิชา	
หมวดวิชา	จำนวนหน่วยกิต	จำนวนหน่วยกิตที่ได้รับการเทียบโอน	จำนวนหน่วยกิตที่ต้องเรียน
1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	30	21	9
1.1 กลุ่มวิชาคุณค่าแห่งชีวิตและหน้าที่พลเมือง	7	7	-
1.2 กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร	12	6	6
1.3 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม	6	3	3
1.4 กลุ่มวิชาบูรณาการและศาสตร์ผู้ประกอบการ	5	5	-
2. หมวดวิชาเฉพาะ	111	8	103
3. หมวดวิชาเลือกเสรี	6	-	6
รวม	147	29	118

## 7. การเทียบโอน/ยกเว้นรายวิชา

<b>1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป</b>		<b>30 หน่วยกิต</b>	<b>ขอเทียบโอน 21 หน่วยกิต</b>	<b>ต้องเรียน 9 หน่วยกิต</b>
1.1	กลุ่มคุณค่าแห่งชีวิตและหน้าที่พลเมือง		7 หน่วยกิต	ขอเทียบโอน 7 หน่วยกิต
01-110-009	การพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม Development of Social and Life Quality (G)			3(3-0-6)
01-210-020	จิตวิทยาประยุกต์เพื่อการทำงาน Applied Psychology to Work (G)			3(3-0-6)
01-610-003	นันทนาการ Recreation (G)			1(0-2-1)
1.2	กลุ่มภาษาและการสื่อสาร			เทียบโอน 6 หน่วยกิต
01-320-001	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1 English for Communication 1 (G)			3(2-2-5)
01-320-002	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 2 English for Communication 2 (G)			3(2-2-5)
1.3	กลุ่มวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม			เทียบโอน 3 หน่วยกิต
09-121-002	สถิติเบื้องต้นสำหรับนวัตกรรม Basic Statistics for Innovation (G)			3(2-2-5)
1.4	กลุ่มบูรณาการและศาสตร์ผู้ประกอบการ			เทียบโอน 5 หน่วยกิต
00-100-101	อัตลักษณ์แห่งราชวมงคลธัญบุรี RMUTT Identity (G)			2(0-4-2)
01-100-201	มหาวิทยาลัยสีเขียว Green University (G)			1(0-2-1)
00-100-202	การคิดเชิงออกแบบ Design Thinking (G)			1(0-2-1)
00-100-301	ความเป็นผู้ประกอบการ Entrepreneurship (G)			1(0-2-1)
<b>2. หมวดวิชาเฉพาะ</b>		<b>111 หน่วยกิต</b>	<b>ขอเทียบโอน 8 หน่วยกิต</b>	<b>ต้องเรียน 103 หน่วยกิต</b>
<b>2.1 กลุ่มวิชาเฉพาะพื้นฐาน</b>				
2.1.3	วิชาพื้นฐานเพิ่มทักษะทางวิศวกรรม			เทียบโอน 5 หน่วยกิต
04-000-101	การปฏิบัติงานเชิงวิศวกรรม Engineering Workshop (M)			2(0-3-5)
04-411-101	การฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม Basic Engineering Training (M)			3(1-6-4)

## 2.4 กลุ่มวิชาเสริมสร้างประสบการณ์ในวิชาชีพ

### 2.4.3 รายวิชาแบบฝึกงาน

04-000-402 ปัญหาพิเศษจากสถานประกอบการ  
Workplace Special Problem (M)

เทียบโอน 3 หน่วยกิต

3(0-6-3)

## 3. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต ขอเทียบโอน – หน่วยกิต ต้องเรียน 6 หน่วยกิต

รวมหน่วยกิตที่ขอเทียบโอน 29 หน่วยกิต

จำนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตร 147 หน่วยกิต

จำนวนหน่วยกิตคงเหลือ 118 หน่วยกิต

## 8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

- หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563
- การเปิดการเรียนการสอน โดยเริ่มใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2563
- สภามหาวิทยาลัย ให้ความเห็นชอบหลักสูตร ในการประชุม ครั้งที่ 4/2563 วันที่พุธที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2563

## 9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล

### ตารางแสดงรายชื่อผู้รับรอง/อนุมัติ

ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งบริหาร	วาระการดำรงตำแหน่ง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวกร อ่างทอง	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2565

## 10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร

### ตารางแสดงรายชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงาน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	โทรศัพท์	E-mail
1	นายณัฐวุฒิ โสมะเกษตรินทร์	ประธานหลักสูตร	0 2549 3420	natthawuth.s@en.rmutt.ac.th
2	นายมนทล นาวงษ์	อาจารย์ประจำ	0 2549 3420	monthon.n@en.rmutt.ac.th
3	นายศิริชัย แดงแอม	อาจารย์ประจำ	0 2549 3420	sirichai.d@en.rmutt.ac.th
4	นายพินิจ จิตจริง	อาจารย์ประจำ	0 2549 3420	pinit.j@en.rmutt.ac.th
5	นายสมชาย เปียนสูงเนิน	อาจารย์ประจำ	0 2549 3420	somchai.b@en.rmutt.ac.th
6	นางพงษ์ศรี เต่าจันทร์	เจ้าหน้าที่	0 2549 3420	pongsri.t@en.rmutt.ac.th

## ส่วนที่ 2 นิสิต/นักศึกษา

### 1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

#### 1.1 คุณสมบัติของผู้มีสิทธิเข้าศึกษา

1.1.1 รับผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) กลุ่มประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้าหรือเทียบเท่า

1.1.2 รับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) กลุ่มประเภทช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้าหรือเทียบเท่า โดยใช้วิธีการเทียบโอนตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยการเทียบโอนผลการเรียน พ.ศ. 2562

1.1.3 มีคุณสมบัติอื่น ๆ ตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2550 และฉบับเพิ่มเติม พ.ศ. 2556 ผู้มีคุณสมบัติอื่นตามประกาศหรือข้อบังคับของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หรือให้เป็นที่ไปตามดุลยพินิจของคณะกรรมการประจำหลักสูตร

#### 1.2 การคัดเลือกผู้เข้าศึกษา

1.2.1 สำหรับผู้มีคุณสมบัติตามข้อ 1.1.1 คัดเลือกด้วยวิธีการสอบคัดเลือก โดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสอบคัดเลือกโดยตรงจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1.2.2 สำหรับผู้มีคุณสมบัติตามข้อ 1.1.2 สอบคัดเลือกโดยตรงจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

### 2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี

#### ตารางแสดงจำนวนนักศึกษา

ตารางที่ 1: ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ม.6/ปวช.

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
ชั้นปีที่ 1	60	60	60	60	60
ชั้นปีที่ 2		60	60	60	60
ชั้นปีที่ 3			60	60	60
ชั้นปีที่ 4				60	60
รวม	60	120	180	240	240

ตารางที่ 2: ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส.

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
ชั้นปีที่ 1	60	60	60	60	60
ชั้นปีที่ 2		60	60	60	60
ชั้นปีที่ 3			60	60	60
รวม	60	120	180	180	180

### 3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้กำหนดคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์หลังจากสำเร็จการศึกษาในหลักสูตรซึ่งเชื่อมโยงกับรายวิชาในหลักสูตรไว้ดังนี้

- 1) มีความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางวิศวกรรม และพื้นฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อสามารถตรวจสอบ ระบุปัญหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัญหาทางวิศวกรรมไฟฟ้าขั้นต้นได้
- 2) มีความสามารถในการเลือก และประยุกต์ใช้เทคนิค ทักษะภาคปฏิบัติ ทรัพยากร อุปกรณ์เครื่องมือทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมและทันสมัย เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมภายใต้ข้อจำกัด
- 3) มีความสามารถในการวิเคราะห์ แปลความหมาย สังเคราะห์ข้อมูล การออกแบบ การสร้าง โดยใช้ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม และแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า/งานไฟฟ้ากำลังที่ซับซ้อนตามหลักจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ
- 4) มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอย่างเป็นระบบ ปรับตัวเข้ากับสังคมที่มีความแตกต่างด้านสหวิชาชีพ รวมทั้งมีความสามารถด้านภาษา สามารถติดต่อสื่อสาร ประสานการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ทันสมัยเพื่อการเรียนรู้ พัฒนานวัตกรรม และพัฒนาตนเองตลอดชีพ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

ตารางแสดงคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ที่เชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตร		
คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์	รายวิชาของหลักสูตร (หมวดวิชาเฉพาะ)	
1) มีความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางวิศวกรรม และพื้นฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อสามารถตรวจสอบ ระบุปัญหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัญหาทางวิศวกรรมไฟฟ้าขั้นต้นได้	09-111-141 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1	3(3-0-6)
	09-111-142 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 2	3(3-0-6)
	04-000-202 แคลคูลัสประยุกต์สำหรับงานวิศวกรรม	3(3-0-6)
	04-000-101 การปฏิบัติงานเชิงวิศวกรรม	2(0-6-4)
	04-211-205 วงจรไฟฟ้า	3(3-0-6)
	04-211-207 อุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม	3(2-3-5)
	04-211-213 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า	3(3-0-6)
	04-212-301 สัญญาณ ระบบ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้า	3(3-0-6)
	04-313-101 กลศาสตร์วิศวกรรม	3(3-0-6)
	04-411-101 การฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม	3(1-6-4)
	04-411-102 เขียนแบบวิศวกรรม	3(2-3-5)
	04-621-101 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	3(2-3-5)
	04-711-101 เคมีสำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
	04-720-101 วัสดุวิศวกรรม	3(3-0-6)
	09-410-142 ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 1	1(0-3-1)
	09-410-141 ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 1	3(3-0-6)
09-410-143 ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 2	3(3-0-6)	



ตารางแสดงคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ที่เชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตร		
คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์	รายวิชาของหลักสูตร (หมวดวิชาเฉพาะ)	
2) มีความสามารถในการเลือก และประยุกต์ใช้เทคนิค ทักษะภาคปฏิบัติ ทรัพยากร อุปกรณ์เครื่องมือทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมและทันสมัย เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมภายใต้ข้อจำกัด	04-211-206 ปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า	1(0-3-1)
	04-211-209 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในงานวิศวกรรมไฟฟ้า	3(3-0-6)
	04-211-210 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1	3(3-0-6)
	04-211-211 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 2	3(3-0-6)
	04-211-212 ปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า	1(0-3-1)
	04-212-201 อิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม	3(3-0-6)
	04-212-202 ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม	1(0-3-1)
	04-212-203 เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า	3(3-0-6)
	04-212-306 ระบบควบคุม	3(3-0-6)
	04-212-307 ปฏิบัติการระบบควบคุม	1(0-3-1)
	04-212-308 ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการควบคุมไร้สาย	3(2-3-5)
	3) มีความสามารถในการวิเคราะห์ แปลความหมาย สังเคราะห์ข้อมูล การออกแบบ การสร้าง โดยใช้ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม และแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า/งานไฟฟ้ากำลังที่ซับซ้อนตามหลักจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ	04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง
04-211-314 อิเล็กทรอนิกส์กำลัง		3(3-0-6)
04-211-315 ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง		1(0-3-1)
04-211-316 การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง		3(3-0-6)
04-211-317 เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน และระบบแบตเตอรี่		3(3-0-6)
04-211-418 วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง		3(3-0-6)
04-211-419 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง		1(0-3-1)
04-211-421 การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง		3(3-0-6)
04-211-422 ปฏิบัติการระบบไฟฟ้ากำลัง และการป้องกัน		1(0-3-1)
04-211-423 การออกแบบระบบแสงสว่าง		3(3-0-6)
04-211-424 การออกแบบระบบไฟฟ้า		3(3-0-6)
04-211-425 การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า		3(3-0-6)
04-213-408 ความปลอดภัยทางไฟฟ้า		3(3-0-6)

ตารางแสดงคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ที่เชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตร		
คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์	รายวิชาของหลักสูตร (หมวดวิชาเฉพาะ)	
4) มีความสามารถในการทำงานเป็นทีม อย่างเป็นระบบ ปรับตัวเข้ากับสังคมที่ มีความแตกต่างด้านสาขาวิชาชีพ รวมทั้ง มีความสามารถด้านภาษา สามารถ ติดต่อสื่อสาร ประสานการทำงานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ	04-000-102 การจัดประสบการณ์ต้นหลักสูตร	2(0-6-3)
	04-000-203 ปฏิบัติงานภาคสนาม	2(0-6-3)
	04-000-301 การเตรียมความพร้อมฝึก ประสบการณ์วิชาชีพ	1(0-2-1)
	04-000-302 ฝึกงาน	3(0-20-0)
	04-000-303 ฝึกงานต่างประเทศ	3(0-20-0)
	04-000-304 การติดตามพฤติกรรมการทำงาน	2(0-6-3)
	04-000-305 การฝึกเฉพาะตำแหน่ง	3(0-16-8)
	04-000-401 สหกิจศึกษา	6(0-40-0)
	04-000-402 ปัญหาพิเศษจากสถานประกอบการ	3(0-6-3)
	04-000-403 สหกิจศึกษาต่างประเทศ	6(0-40-0)
04-000-404 การฝึกปฏิบัติจริงภายหลังสำเร็จ การเรียนทฤษฎี	6(0-40-0)	
5) มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ทันสมัยเพื่อ การเรียนรู้ พัฒนานวัตกรรม และ พัฒนาตนเองตลอดชีพ เพื่อรองรับการ เปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	04-211-332 การเตรียมโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า	1(1-0-2)
	04-211-433 โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า	3(1-6-4)
	04-212-415 ระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม	3(2-3-5)
	04-212-416 หุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบ ตรวจรู้ด้วยกล้อง	3(3-0-6)
	04-212-417 ระบบควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้	3(2-3-5)
	04-213-402 พลังงานทดแทนและระบบสมาร์ทกริด	3(3-0-6)
	04-213-403 การอนุรักษ์พลังงานและการจัดการ	3(3-0-6)
	04-213-404 ระบบอัตโนมัติสัญญาณและควบคุมรถไฟ	3(3-0-6)
	04-213-405 การจ่ายไฟสำหรับระบบราง	3(3-0-6)
	04-213-406 ระบบไฟฟ้าลากจูงรถไฟ	3(3-0-6)
04-213-407 วิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้า	3(3-0-6)	

#### 4. มาตรฐานผลการเรียนรู้

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้กำหนดมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากสำเร็จการศึกษาในหลักสูตร เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (Program Learning Outcome, PLO) ดังนี้

**PLO1:** นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ บูรณาการร่วมกับพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อการปฏิบัติงานวิศวกรรมอย่างปลอดภัย อ่านและเขียนแบบไฟฟ้า จำแนกประเภทเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและตรวจวัดปริมาณทางไฟฟ้าเบื้องต้น

**กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ :**

1. ใช้การเรียนการสอนแบบบรรยาย
2. ใช้การฝึกและการเรียนรู้จากการลงปฏิบัติการทดลองจริง
3. ใช้ปัญหาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เป็นตัวอย่างในวิชาพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

**กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ :**

1. สังเกตการพฤติกรรมการเรียนรู้ การส่งงานที่มอบหมาย การเข้าร่วมกิจกรรม
2. ประเมินด้วยการสอบ
3. สามารถใช้งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
4. สามารถเขียนแบบระบบไฟฟ้าได้

**PLO2:** ประยุกต์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้า วางแผนและปฏิบัติการทดลอง ทดสอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้าด้วยความปลอดภัย

**กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ :**

1. ใช้การเรียนการสอนแบบบรรยาย
2. ใช้การฝึกและการเรียนรู้จากการลงปฏิบัติการทดลองจริง
3. ใช้ปัญหาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เป็นตัวอย่างในวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้า

**กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ :**

1. สังเกตการพฤติกรรมการเรียนรู้ การส่งงานที่มอบหมาย การเข้าร่วมกิจกรรม
2. ประเมินด้วยการสอบ
3. สามารถต่อวงจรและควบคุมการใช้งานเครื่องมือ และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย
4. สามารถวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลไฟฟ้าได้

**PLO3:** วิเคราะห์สาเหตุ คำนวณ ประเมินสถานการณ์ แก้ปัญหาโจทย์ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าด้วยเทคนิควิธีการที่เหมาะสมอย่างเป็นระบบ รวมถึงออกแบบระบบไฟฟ้ากำลังได้ถูกต้องตามหลักมาตรฐานวิชาชีพ

**กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ :**

1. ใช้การเรียนการสอนแบบบรรยาย
2. ใช้การฝึกและการเรียนรู้จากการลงปฏิบัติการทดลองจริง
3. มอบหมายหัวข้อทำรายงานแต่ละบุคคล หรือกลุ่ม และการอภิปรายผลหน้าห้อง
4. ใช้ปัญหาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าที่ซับซ้อนขึ้น เป็นตัวอย่างในวิชาเฉพาะทางวิศวกรรมไฟฟ้า

**กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ :**

1. สังเกตการพฤติกรรมการเรียนรู้ การส่งงานที่มอบหมาย การเข้าร่วมกิจกรรม
2. ประเมินด้วยการสอบ
3. สามารถควบคุมระบบไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้
4. สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าได้

**PLO4:** ออกแบบและเขียนโปรแกรมในงานระบบควบคุมอัตโนมัติ สร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมโครงการที่ตอบสนองต่อความต้องการของประเทศด้วยเทคโนโลยีทางวิศวกรรมไฟฟ้า

**กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ :**

1. ใช้การเรียนการสอนแบบบรรยาย
2. ใช้การฝึกและการเรียนรู้จากการลงปฏิบัติการทดลองจริง
3. มอบหมายหัวข้อทำรายงานแต่ละบุคคล หรือกลุ่ม และการอภิปรายผลหน้าห้อง
4. ใช้การนำระบบไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้ในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าที่ตอบสนองต่อความต้องการของประเทศ

**กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ :**

1. สังเกตการพฤติกรรมการเรียนรู้ การส่งงานที่มอบหมาย การเข้าร่วมกิจกรรม
2. ประเมินด้วยการสอบ
3. สามารถนำความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้าไปใช้ในการควบคุมระบบไฟฟ้าในงานด้านต่างๆ ทางวิศวกรรมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

โดยแสดงความเชื่อมโยงระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตรและรายวิชาในหลักสูตรซึ่งสัมพันธ์กับลำดับชั้นปีที่ศึกษา ไว้ดังนี้

ตารางแสดงความเชื่อมโยงรายวิชาในหลักสูตรที่สัมพันธ์กับระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO)	
รายวิชาของหลักสูตร (หมวดวิชาเฉพาะ)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง
<p><b>ชั้นปีที่ 1</b></p> <p>- องค์กรความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์</p> <p>09-111-141 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1 3(3-0-6)</p> <p>09-111-142 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 2 3(3-0-6)</p> <p>04-711-101 เคมีสำหรับวิศวกร 3(3-0-6)</p> <p>09-410-142 ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 1 1(0-3-1)</p> <p>09-410-141 ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 1 3(3-0-6)</p> <p>- องค์กรความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม</p> <p>04-000-101 การปฏิบัติงานเชิงวิศวกรรม 2(0-6-4)</p> <p>04-411-101 การฝึกพื้นฐานทางวิศวกรรม 3(1-6-4)</p> <p>04-411-102 เขียนแบบวิศวกรรม 3(2-3-5)</p> <p>04-313-101 กลศาสตร์วิศวกรรม 3(3-0-6)</p> <p>04-621-101 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3(2-3-5)</p> <p>04-720-101 วัสดุวิศวกรรม 3(3-0-6)</p>	<p><b>PLO1:</b> นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ บูรณาการ ร่วมกับพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อการปฏิบัติงานวิศวกรรม อย่างปลอดภัย อ่านและเขียน แบบไฟฟ้า จำแนกประเภท เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและ ตรวจวัดปริมาณทางไฟฟ้า เบื้องต้น (ชั้นปีที่ 1-2)</p>
<p><b>ชั้นปีที่ 2</b></p> <p>- องค์กรความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์</p> <p>04-000-202 แคลคูลัสประยุกต์สำหรับ งานวิศวกรรม 3(3-0-6)</p> <p>09-410-143 ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 2 3(3-0-6)</p> <p>- องค์กรความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม</p> <p>04-211-205 วงจรไฟฟ้า 3(3-0-6)</p> <p>04-211-206 ปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า 1(0-3-1)</p> <p>04-211-207 อุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม 3(2-3-5)</p> <p>04-212-203 เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า 3(3-0-6)</p> <p>04-212-301 สัญญาณ ระบบ และการวิเคราะห์ ข้อมูลทางไฟฟ้า 3(3-0-6)</p>	
<p><b>ชั้นปีที่ 2</b></p> <p>- องค์กรความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม</p> <p>04-211-213 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า 3(3-0-6)</p> <p>04-211-210 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1 3(3-0-6)</p> <p>04-212-201 อิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม 3(3-0-6)</p> <p>04-212-202 ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม 1(0-3-1)</p>	<p><b>PLO2:</b> ประยุกต์ความรู้พื้นฐานทาง วิศวกรรมไฟฟ้า วางแผนและ ปฏิบัติการทดลอง ทดสอบ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าด้วยความ ปลอดภัย (ชั้นปีที่ 2-3)</p>

ตารางแสดงความเชื่อมโยงรายวิชาในหลักสูตรที่สัมพันธ์กับระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO)		
รายวิชาของหลักสูตร (หมวดวิชาเฉพาะ)		ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง
<b>ชั้นปีที่ 3</b> <b>- องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม</b> 04-211-211 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 2 3(3-0-6) 04-211-212 ปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า 1(0-3-1) 04-212-306 ระบบควบคุม 3(3-0-6) 04-212-307 ปฏิบัติการระบบควบคุม 1(0-3-1) 04-212-308 ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการควบคุมไร้สาย		<b>PLO2:</b> ประยุกต์ความรู้พื้นฐานทาง (ต่อ) วิศวกรรมไฟฟ้า วางแผนและ ปฏิบัติการทดลอง ทดสอบ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าด้วยความ ปลอดภัย (ชั้นปีที่ 2-3)
<b>ชั้นปีที่ 3</b> <b>- องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (งานไฟฟ้ากำลัง)</b> 04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง 3(3-0-6) 04-211-314 อิเล็กทรอนิกส์กำลัง 3(3-0-6) 04-211-315 ปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1(0-3-1) 04-211-316 การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง 3(3-0-6) 04-211-317 เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน และระบบแบตเตอรี่ 04-211-418 วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง 3(3-0-6) 04-211-419 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง 1(0-3-1) 04-211-421 การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง 3(3-0-6) 04-211-422 ปฏิบัติการระบบไฟฟ้ากำลัง และการป้องกัน 1(0-3-1) 04-211-424 การออกแบบระบบไฟฟ้า 3(3-0-6) <b>- องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรมสมัยใหม่</b> 04-211-423 การออกแบบระบบแสงสว่าง 3(3-0-6) 04-213-405 การจ่ายไฟสำหรับระบบราง 3(3-0-6)		<b>PLO3:</b> วิเคราะห์สาเหตุ คำนวณ ประเมินสถานการณ์ แก้ปัญหา โจทย์ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าด้วย เทคนิควิธีการที่เหมาะสมอย่าง เป็นระบบ รวมถึงออกแบบ ระบบไฟฟ้ากำลังได้ถูกต้องตาม หลักมาตรฐานวิชาชีพ (ชั้นปีที่ 3-4)
<b>ชั้นปีที่ 4</b> <b>- องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรมสมัยใหม่</b> 04-213-403 การอนุรักษ์พลังงานและการจัดการ 3(3-0-6) 04-213-408 ความปลอดภัยทางไฟฟ้า 3(3-0-6) 04-213-406 ระบบไฟฟ้าลากจูงรถไฟ 3(3-0-6)		

ตารางแสดงความเชื่อมโยงรายวิชาในหลักสูตรที่สัมพันธ์กับระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO)	
รายวิชาของหลักสูตร (หมวดวิชาเฉพาะ)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง
<b>ชั้นปีที่ 3</b> <b>- องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรมสมัยใหม่</b> 04-000-301 การเตรียมความพร้อมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 1(0-2-1) 04-000-302 ฝึกงาน 3(0-20-0) 04-000-303 ฝึกงานต่างประเทศ 3(0-20-0) 04-211-332 การเตรียมโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า 1(1-0-2) 04-213-404 ระบบอาณัติสัญญาณและควบคุมรถไฟ 3(3-0-6)	<b>PLO4:</b> ออกแบบและเขียนโปรแกรมในงานระบบควบคุมอัตโนมัติ สร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรม โครงการที่ตอบสนองต่อความต้องการของประเทศด้วยเทคโนโลยีทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ชั้นปีที่ 3-4)
<b>ชั้นปีที่ 4</b> <b>- องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (งานไฟฟ้ากำลัง)</b> 04-211-425 การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า 3(3-0-6)  <b>- องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรมสมัยใหม่</b> 04-000-401 สหกิจศึกษา 6(0-40-0) 04-000-402 ปัญหาพิเศษจากสถานประกอบการ 3(0-6-3) 04-000-403 สหกิจศึกษาต่างประเทศ 6(0-40-0) 04-000-404 การฝึกปฏิบัติจริงภายหลังสำเร็จการเรียนทฤษฎี 6(0-40-0) 04-211-433 โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า 3(1-6-4) 04-212-415 ระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม 3(2-3-5) 04-212-416 หุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบตรวจรู้ด้วยกล้อง 3(3-0-6) 04-212-417 ระบบควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ 3(2-3-5) 04-213-402 พลังงานทดแทนและระบบสมาร์ทกริด 3(3-0-6) 04-213-407 วิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้า 3(3-0-6)	

## ส่วนที่ 3 คณาจารย์

## 1. หัวหน้าภาควิชาและประธานหลักสูตร

## ตารางแสดงรายชื่อหัวหน้าภาควิชา

ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
นายฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง) Ph.D. Instrument and Measurement (Northumbria University, United Kingdom)	2534 2549	29

## ตารางแสดงรายชื่อประธานหลักสูตร

ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
นายณัฐวุฒิ โสมะเกษตริรินทร์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) Ph.D. Engineering (Osaka University, Osaka, Japan)	2539 2546 2561	24

## 2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

## ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
1	นายณัฐวุฒิ โสมะเกษตริรินทร์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) Ph.D. Engineering (Osaka University, Osaka, Japan)	2539 2546 2561	24
2	นายมนทล นาวงษ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมระบบควบคุม (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)	2542 2546 2557	17
3	นายศิริชัย แดงเอม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)	2538 2546 2563	25



ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
4	นายพินิจ จิตจริง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)	2538	25
			M.Sc. Electrical Engineering (RWTH-Aachen University, Aachen, Germany)	2546	
5	นายสมชาย เปียนสูงเนิน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)	2539	24
			วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	2548	

### 3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

#### ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
1	นายกฤษณ์ขันธ์ ภูมิภิตติพิชญ์	รองศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)	2539	24
			วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	2544	
			Ph.D. Energy-Electric Power System (Asian Institute of Technology, Thailand)	2551	
2	นายบุญยัง ปลั่งกลาง	รองศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)	2539	24
			M.Sc. Electrical Engineering (University of Paderborn, Germany)	2544	
			Dr.-Ing. Electrical Engineering (University of Kassel, Germany)	2548	
3	นายฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง)	2534	29
			Ph.D. Instrument and Measurement (Northumbria University, United Kingdom)	2549	
4	นายสุรินทร์ แหงมงาม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)	2539	24
			วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)	2545	
			Ph.D. Energy Science (Kyoto University, Japan)	2551	
5	นายณัฐภัทร พันธุ์คง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)	2542	17
			วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)	2546	
			Ph.D. Electrical Engineering (Kyoto University, Japan)	2553	

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
6	นายองอาจ แสดใหม่	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)	2547 2552	16
7	นายพร้อมศักดิ์ อภิรติกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง)	2541 2547	22
8	นายนิติพงศ์ ปานกลาง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	2541 2547	22
9	นายศีลวัต รมโพธิ์ชัย	อาจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)	2554 2556 2560	3
10	นายธีระพล เหมือนขาว	อาจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)	2541 2547	22
11	นายณัฐพล หาอุปละ	อาจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น) M.Sc. Electrical Engineering, (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ)	2548 2553	12
12	นายชานนท์ ชูพงษ์	อาจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)	2551 2554	5
13	นายทองอินทร์ สุธะทา	อาจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)	2558 2554	4
14	นายนิกร จันทรหวัโทน	อาจารย์	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)	2560 2562	1

#### 4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ

##### ตารางแสดงรายชื่อผู้ช่วยวิชาปฏิบัติการ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	คุณวุฒิการศึกษา
1	นายอภิชาติ ทองมา	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)
2	นายสันติ พรนิมิตเทพ	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)
3	นายฉัตรชัย นาคชูแก้ว	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)
4	นายภควัต แดงอ่อน	เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	ปวส. วิศวกรรมไฟฟ้า (วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี)

## 5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

ตารางแสดงอัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา ณ ปีการศึกษา 2563

ตารางที่ 1: จำนวนนักศึกษาระดับ ม.6/ปวช.

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาจริง (ม.6/ปวช.) แต่ละปีการศึกษา				
	2559	2560	2561	2562	2563
ชั้นปีที่ 1	41	31	43	37	13
ชั้นปีที่ 2		41	31	43	37
ชั้นปีที่ 3			40	29	41
ชั้นปีที่ 4				39	29
รวม	41	72	114	148	120
รวมนักศึกษา (ชั้นปีที่ 2-4)	0	41	71	111	107

ตารางที่ 2: จำนวนนักศึกษาระดับ ปวส.

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาจริง (ปวส.) แต่ละปีการศึกษา				
	2559	2560	2561	2562	2563
ชั้นปีที่ 1	67	63	65	70	58
ชั้นปีที่ 2		65	63	62	60
ชั้นปีที่ 3			56	57	56
รวม	67	128	184	189	174

ตารางที่ 2: อัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

จำนวนอาจารย์ประจำ	รวมจำนวนนักศึกษาจริง (ม.6/ปวช.)	รวมจำนวนนักศึกษาจริง (ปวส.)
19	107	174
อัตราส่วน	$281 / 19 = 14.78$	

## 6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี

## 6.1 แผนพัฒนาหลักสูตร

รายการ		ระยะเวลาดำเนินการ											
		2563		2564		2565		2566		2567			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
1. จัดทำแผนการจัดทำหลักสูตร	P												
	A												
2. จัดทำแผนพัฒนาหลักสูตรรายวิชา	P												
	A												

หมายเหตุ: P=PLAN A=ACTION

## 6.2 แผนพัฒนาด้านการให้ความรู้และเสริมทักษะ

แผนงาน	ปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
1. พัฒนาห้องปฏิบัติการให้ตอบโจทย์การสร้างบัณฑิตนักปฏิบัติการ และ สัมพันธ์กับหลักสูตรปรับปรุงปี พ.ศ. 2563	1		1		1
2. ส่งอาจารย์และบุคลากรเข้าร่วมอบรมในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาในอุตสาหกรรม S-curve ต่างๆ	1	1	1	1	1

## 6.3 แผนพัฒนาด้านการจัดหาบุคลากรใหม่

แผนงาน	ปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
1. รับอาจารย์วุฒิปริญญาโท (คน)	1		1		1
1. รับอาจารย์วุฒิปริญญาเอก (คน)	1	1		1	

## 6.4 แผนพัฒนาด้านการเพิ่มคุณวุฒิการศึกษา

แผนงาน	ปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
1. สนับสนุนอาจารย์ศึกษาต่อวุฒิปริญญาเอก (คน)	1		1		1

## 6.5 แผนพัฒนาด้านการปรับตำแหน่งทางวิชาการ

แผนงาน	ปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
1. สนับสนุนอาจารย์ทำผลงานทางวิชาการ-ผศ. (คน)	1	1	1	1	1
2. สนับสนุนอาจารย์ทำผลงานทางวิชาการ-รศ. (คน)		1		1	
3. สนับสนุนอาจารย์ทำผลงานทางวิชาการ-ศ. (คน)			1		

## ส่วนที่ 4 รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้

### 1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด (Curriculum Mapping)

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (งานไฟฟ้ากำลัง)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา ปีการศึกษา 2563 - ปีการศึกษา 2567

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<b>องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์</b>			<b>รวม 15</b>
- ฟิสิกส์บนพื้นฐานของแคลคูลัส	เวกเตอร์ แรงและการเคลื่อนที่ โมเมนตัมและพลังงาน ระบบอนุภาค สมบัติเชิงกลของสาร การเคลื่อนที่ของวัตถุแข็งเกร็ง การเคลื่อนที่แบบออสซิลเลต กลศาสตร์ของไหล ความร้อนและการถ่ายโอน ความร้อน และคลื่นเสียง	09-410-141 ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 1 (Physics for Engineers 1)	3(3-0-6)
- เคมี	ปริมาณมวลสารสัมพันธ์ และพื้นฐานทางทฤษฎีอะตอม สมบัติของแก๊ส ของแข็งของเหลว และสารละลาย สมดุลเคมี สมดุลไอออนิก จลน์ศาสตร์เคมี โครงสร้างของอิเล็กตรอนในอะตอม พันธะเคมี สมบัติของธาตุตามตารางพีริออดิก ธาตุเรฟเฟอเรนเซเททีฟ โลหะ และธาตุ ทรานสิชัน	04-711-101 เคมีสำหรับวิศวกร (Chemistry for Engineers)	3(3-0-6)
- คณิตศาสตร์เชิงวิศวกรรม	ฟังก์ชัน ลิมิตและความต่อเนื่อง การหาอนุพันธ์ รูปแบบยังไม่กำหนด การประยุกต์ของอนุพันธ์ การหาปริพันธ์ เทคนิคของการหาปริพันธ์ การประยุกต์ของปริพันธ์จำกัดเขต พีชคณิตเวกเตอร์ในสามมิติ	09-111-141 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1 (Calculus for Engineers 1)	3(3-0-6)
	ฟังก์ชันเชิงซ้อนและสมการเชิงอิงตัวแปรเสริม ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ของหนึ่งตัวแปร แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ของหนึ่งตัวแปร เส้น ระนาบและผิวในปริภูมิสามมิติ แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าจริงของสองตัวแปร และการประยุกต์ แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์	09-111-142 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 2 (Calculus for Engineers 2)	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภา วิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<b>องค์ความรู้ พื้นฐานทาง วิทยาศาสตร์</b> - คณิตศาสตร์เชิง วิศวกรรม (ต่อ)	สมการเชิงอนุพันธ์เบื้องต้น การหาปริพันธ์ เชิงตัวเลข ปริพันธ์ไม่ตรงแบบ ปริพันธ์ ตามเส้นเบื้องต้น อนุพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ ลำดับและอนุกรมของจำนวน การกระจาย อนุกรมเทย์เลอร์ของฟังก์ชัน มูลฐานและ การประยุกต์ใช้สำหรับงานวิศวกรรม	04-000-202 แคลคูลัสประยุกต์สำหรับงาน วิศวกรรม (Applied Calculus for Engineering)	3(3-0-6)
<b>องค์ความรู้ พื้นฐานทาง วิศวกรรม</b>	รวม 42		
- ความเข้าใจและ ความสามารถใน การถอด ความหมายจาก แบบทาง วิศวกรรม	การเขียนอักษร การมองภาพฉายการ เขียนภาพฉายและภาพสามมิติ การ กำหนดขนาดและพิถีพิถันเพื่อ ภาพตัด ภาพช่วยการเขียนภาพด้วยมือและการ สเก็ตภาพ แผ่นคลี่และภาพประกอบ การ เขียนแบบเบื้องต้นโดยคอมพิวเตอร์ช่วยใน การเขียนแบบและออกแบบ	04-411-102 เขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)	3(2-3-5)
- วัสดุวิศวกรรม	พื้นฐานเกี่ยวกับมาตรฐานการออกแบบ ทางไฟฟ้า สัญลักษณ์ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ภายในอาคารและอุปกรณ์ป้องกัน การ เขียนแบบไฟฟ้าด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์	04-211-207 อุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม (Electrical Apparatus and Control)	3(2-3-5)
	โครงสร้าง ลักษณะสมบัติ กระบวนการ ผลิต และการประยุกต์ของกลุ่มวัสดุ วิศวกรรม โลหะ พอลิเมอร์ ยางมะตอย ไม้ คอนกรีต และวัสดุเชิงประกอบแผนภาพ สมดุลเฟสและการแปลความหมาย การ ทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุวิศวกรรม และการแปลความหมาย การศึกษา โครงสร้างมหภาคและจุลภาคที่เกี่ยวข้อง กับสมบัติของวัสดุวิศวกรรม กระบวนการ ผลิตผลิตภัณฑ์โดยการใช้วัสดุวิศวกรรม หลักการเบื้องต้นของการทดสอบวัสดุแบบ ทำลายและไม่ทำลาย	04-720-101 วัสดุวิศวกรรม Engineering Materials	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภา วิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<p>องค์ความรู้ พื้นฐานทาง วิศวกรรม (ต่อ)</p> <p>- พื้นฐานกลศาสตร์</p>	<p>ระบบแรง ผลลัพธ์ สมดุล ของไหลสถิต จลนศาสตร์ และจลนพลศาสตร์ของอนุภาค และวัตถุแข็งเกร็ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง ของนิวตัน งานและพลังงาน อิมพัลส์และ โมเมนตัม</p>	<p>04-313-101 กลศาสตร์วิศวกรรม Engineering Mechanics</p>	<p>3(3-0-6)</p>
<p>- ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า</p>	<p>องค์ประกอบวงจรไฟฟ้า ตัวแปรเชิงซ้อน กฎแรงดันและกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า การวิเคราะห์ห้วงจรด้วย วิธีโนด เมช วงจรสมมูลเทวินินและนอร์ตัน รีซิสแทนซ์ คาปาซิแทนซ์และอินดักแทนซ์ วงจรอันดับหนึ่งและอันดับสอง แผนผัง เฟสเซอร์ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า การแก้ตัวประกอบ กำลัง วงจรเรโซแนนซ์และการวิเคราะห์ ความถี่เชิงซ้อน ระบบไฟฟ้าสามเฟส</p>	<p>04-211-205 วงจรไฟฟ้า Electric Circuits</p>	<p>3(3-0-6)</p>
<p>- สัญญาณและ ระบบ</p>	<p>พื้นฐานของสัญญาณและระบบที่ต่อเนื่อง ทางเวลาและที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลาในงาน วิศวกรรมไฟฟ้า การประมวลผลสัญญาณ แบบแอนะล็อกและดิจิทัล ระบบเชิงเส้นที่ ไม่ผันแปรตามเวลาและการวิเคราะห์ใน โดเมนเวลาและโดเมนความถี่ อนุกรมฟู เรียร์และการแปลงฟูเรียร์ที่ต่อเนื่องและไม่ ต่อเนื่องทางเวลา การแปลงลาปลาซ การ ชักตัวอย่างและการมอดูเลชัน พื้นฐาน เสถียรภาพของระบบ</p>	<p>04-212--301 สัญญาณ ระบบ และการ วิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้า Signals, Systems and Electrical Data Analysis</p>	<p>3(3-0-6)</p>
<p>- สนามแม่เหล็ก ไฟฟ้า</p>	<p>การวิเคราะห์เวกเตอร์ สนามแม่เหล็ก ไฟฟ้าสถิตย์ ตัวนำ และไดอิเล็กตริก คาปาซิแทนซ์ การพาและการนำกระแส สนามแม่เหล็กสถิตย์ วัสดุแม่เหล็ก ความ เหนี่ยวนำ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ เปลี่ยนแปลงตามเวลา สมการแมกซ์เวลล์</p>	<p>04-211-213 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า Electromagnetic Fields</p>	<p>3(3-0-6)</p>

องค์ความรู้ที่สภา วิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<p>องค์ความรู้ พื้นฐานทาง วิศวกรรม (ต่อ)</p> <p>- อุปกรณ์และวงจร อิเล็กทรอนิกส์ แบบแอนะล็อก และดิจิทัล</p>	<p>อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ อุปกรณ์วงจร แอนะล็อกและดิจิทัล วงจรเกทและวงจร ดิจิทัลพื้นฐาน คุณลักษณะด้านแรงดันและ กระแสและด้านความถี่ของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ การวิเคราะห์และออกแบบ วงจรไดโอด การวิเคราะห์และออกแบบ วงจรของทรานซิสเตอร์แบบสองรอยต่อ แบบมอส แบบซีมอส และแบบ ไบซีมอส วงจรขยายออปแอมป์และการประยุกต์ใช้ งาน โมดูลแหล่งจ่ายกำลัง ไฟฟ้า</p>	<p>04-212-201 อิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม Engineering Electronics</p>	<p>3(3-0-6)</p>
<p>- การแปลงรูป พลังงานไฟฟ้า เชิงกล</p>	<p>วงจรแม่เหล็ก หลักการแม่เหล็กไฟฟ้าและ การเปลี่ยนพลังงานกลไฟฟ้า พลังงานและ พลังงานร่วม ทฤษฎีและการวิเคราะห์หม้อ แปลงไฟฟ้าหนึ่งเฟสและสามเฟส หลักการ ของเครื่องจักรกลแบบหมุน หลักการและ การวิเคราะห์เครื่องจักรกลไฟฟ้า กระแสตรง การเริ่มหมุนและการควบคุม ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง</p> <p>โครงสร้างของเครื่องจักรกลไฟฟ้า กระแสสลับ หลักการและการวิเคราะห์ เครื่องจักรกล ไฟฟ้าแบบซิงโครนัส หลักการและการวิเคราะห์เครื่องจักรกล ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำหนึ่งเฟสและสามเฟส วิธีการเริ่มเดินมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบสาม เฟสและมอเตอร์ซิงโครนัส การป้องกัน เครื่องจักรกลไฟฟ้า</p>	<p>04-211-210 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1 Electrical Machines 1</p> <p>04-211-211 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 2 Electrical Machines 2</p>	<p>3(3-0-6)</p> <p>3(3-0-6)</p>



องค์ความรู้ที่สภา วิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<p>องค์ความรู้ พื้นฐานทาง วิศวกรรม (ต่อ)</p> <p>- การวัดและ เครื่องมือวัดทาง ไฟฟ้า</p>	<p>หน่วย และมาตรฐานของการวัดไฟฟ้า การจำแนกเครื่องมือวัด และคุณลักษณะ การวิเคราะห์การวัด การวัดกระแส และ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ โดยใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าอนาล็อกและ ดิจิทัล การวัดกำลังไฟฟ้า ตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า การวัด ความต้านทานไฟฟ้า ความเหนี่ยวนำและ ค่าการเก็บประจุ การวัดความถี่ และ คาบเวลา สัญญาณรบกวน และ ทรานสดิวเซอร์ การปรับเทียบ ความ ปลอดภัยในการวัดไฟฟ้า</p>	<p>04-212-203 เครื่องมือวัดและการวัด ทางไฟฟ้า Electrical Instruments and Measurements</p>	<p>3(3-0-6)</p>
<p>- ระบบควบคุม</p>	<p>แบบจำลองคณิตศาสตร์ของระบบต่างๆ ฟังก์ชันถ่ายโอน แบบจำลองระบบบน ผลตอบสนองเชิงเวลาและเชิงความถี่ แบบจำลองเชิงพลวัต ผลตอบสนองเชิง พลวัตของระบบ ระบบอันดับหนึ่งและ อันดับสอง การควบคุมแบบวงรอบเปิด และวงรอบปิด การควบคุมแบบป้อนกลับ และความไว หลักการและเงื่อนไข เสถียรภาพของระบบ วิธีการทดสอบ เสถียรภาพ</p>	<p>04-212-306 ระบบควบคุม Control Systems</p>	<p>3(3-0-6)</p>

องค์ความรู้ที่สภา วิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<b>องค์ความรู้ พื้นฐานทาง วิศวกรรม (ต่อ)</b> - การโปรแกรม คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี การสื่อสาร	แนวคิดและองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ ันตรกิริยาระหว่างฮาร์ดแวร์และ ซอฟต์แวร์ การประมวลผลข้อมูลทาง อิเล็กทรอนิกส์ วิธีการออกแบบและพัฒนา โปรแกรมและการเขียนโปรแกรมภาษา ระดับสูง  การเขียนโปรแกรมสำหรับไมโคร คอนโทรลเลอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ ภายนอก พื้นฐานเทคโนโลยีการสื่อสาร การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับ ระบบสื่อสาร อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง การควบคุมแบบไร้สาย	04-621-101 การเขียนโปรแกรม คอมพิวเตอร์ Computer Programming   04-212-308 ไมโครคอนโทรลเลอร์และการ ควบคุมไร้สาย Microcontroller and Wireless Control	3(2-3-5)       3(2-3-5)
<b>องค์ความรู้เฉพาะ ทางวิศวกรรม (งานไฟฟ้ากำลัง)</b>	<b>รวม 21</b>		
- การผลิต ส่งจ่าย จำหน่ายและการ ใช้งานของ กำลังไฟฟ้า	โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลัง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ คุณลักษณะของ โหลด ระบบเปอร์ยูนิต คุณลักษณะและ แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คุณลักษณะและแบบจำลองของหม้อแปลง กำลัง พารามิเตอร์สายส่งและแบบจำลอง พารามิเตอร์สายเคเบิลและแบบจำลอง ระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า พื้นฐานการไหล ของกำลังไฟฟ้า พื้นฐานการคำนวณฟอลต์	04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง Electrical Power Systems	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<p>องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (งานไฟฟ้ากำลัง) (ต่อ)</p> <p>- การแปลงรูปกำลังไฟฟ้า</p>	<p>คุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังชนิดต่าง ๆ อาทิ ไดโอดกำลัง ไทริสเตอร์ อุปกรณ์สองรอยต่อแบบกำลัง มอสเฟต ไอจีบีที อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังสมัยใหม่ หลักการแปลงรูปกำลังไฟฟ้า วงจรแปลงผันกำลัง วงจรแปลงผันไฟสลับเป็นไฟตรง วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรง วงจรแปลงผันไฟสลับเป็นไฟสลับ วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟสลับ การวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง</p> <p>ส่วนประกอบของการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า คุณลักษณะของโหลด ย่านการทำงานของระบบขับเคลื่อน วิธีการเบรกมอเตอร์ การคำนวณขนาดและการส่งกำลังไฟฟ้า คุณลักษณะด้านความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ ชนิดของตัวควบคุม ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์เซอร์โว ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าสมัยใหม่</p>	<p>04-211-314 อิเล็กทรอนิกส์กำลัง Power Electronics</p> <p>04-211-425 การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า Electric Drives</p>	<p>3(3-0-6)</p> <p>3(3-0-6)</p>
<p>- การกักเก็บพลังงาน</p>	<p>แนวคิดในการกักเก็บพลังงาน การกักเก็บพลังงานเชิงกลและความร้อน การกักเก็บพลังงานในล้อยืด แม่เหล็กตัวนำยิ่งยวด การกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่และตัวเก็บประจุกำลังสูง ระบบแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด แบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน แบตเตอรี่สมัยใหม่ ประสิทธิภาพพลังงานและการควบคุมแบตเตอรี่ การต่อใช้งานและความปลอดภัย</p>	<p>04-211-317 เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานและระบบแบตเตอรี่ Energy Storage and Battery System Technologies</p>	<p>3(3-0-6)</p>

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
<p>องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (งานไฟฟ้ากำลัง) (ต่อ)</p> <p>- ข้อพึงปฏิบัติ มาตรฐาน และ ความปลอดภัยในการออกแบบและติดตั้งทางไฟฟ้า</p>	<p>หลักการออกแบบเบื้องต้น ข้อกำหนดและ มาตรฐาน ผังการจ่ายกำลังไฟฟ้า สายไฟ และสายเคเบิล รางทางเดินไฟฟ้า เครื่องมือและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า การ คำนวณโหลด การปรับปรุงตัวประกอบ กำลังและการออกแบบวงจรคาปาซิเตอร์ แบนจ์ การออกแบบระบบแสงสว่างและ วงจรเครื่องใช้ไฟฟ้า การออกแบบวงจร ควบคุมมอเตอร์ การออกแบบระบบไฟฟ้า อุตสาหกรรม การกำหนดรายการโหลด สายป้อนและสายประธาน ระบบไฟ ฉูกฉนวน การคำนวณกระแสลัดวงจรไฟฟ้า ด้านแรงดันต่ำ ระบบสายดินสำหรับการ ติดตั้งทางไฟฟ้า มาตรฐานการปฏิบัติงาน และความปลอดภัยในการออกแบบและ ติดตั้งทางไฟฟ้า</p> <p>การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงและแรงดัน เกินในระบบไฟฟ้ากำลัง การสร้าง ไฟฟ้าแรงสูงเพื่อการทดสอบ เทคนิคการ วัดไฟฟ้าแรงดันสูง เทคนิคการฉนวน การ เกิดเบรกดาวน์ เทคนิคการทดสอบไฟฟ้า แรงดันสูง ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าและการ ป้องกัน การผสมสัมพันธ์การฉนวน การ จัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ไฟฟ้า</p>	<p>04-211-424 การออกแบบระบบไฟฟ้า Electrical System Design</p> <p>04-211-418 วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง High Voltage Engineering</p>	<p>3(3-0-6)</p> <p>3(3-0-6)</p>

## 2. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (งานไฟฟ้ากำลัง)  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
 สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา ปีการศึกษา 2563 – ปีการศึกษา 2567

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<b>องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์</b>	
09-410-141 ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 1 (Physics for Engineers 1)	1. ดร.จักรพันธ์ วัฒนวิทย์กรรม วท.บ. ฟิสิกส์ (มหาวิทยาลัยนเรศวร) วท.ม. ฟิสิกส์ประยุกต์ (มหาวิทยาลัยนเรศวร) พร.ด. นาโนวิทยาและนาโนเทคโนโลยี (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ประสบการณ์สอน 3 ปี  2. ดร.อำพล ใจรักษ์ วท.บ. ชีววิทยา (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.บ. ฟิสิกส์ (มหาวิทยาลัยรามคำแหง) วท.ม. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา (มหาวิทยาลัยมหิดล) พร.ด. ฟิสิกส์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ประสบการณ์สอน 3 ปี
04-711-101 เคมีสำหรับวิศวกร (Chemistry for Engineers)	1. รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยันตร์ ไชยยะ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) พร.ด. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ประสบการณ์สอน 17 ปี  2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา เพ็ชรยิ้ม วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ด. วิศวกรรมพลังงานและวัสดุ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี) ประสบการณ์สอน 24 ปี

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)	
09-111-141 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1 (Calculus for Engineers 1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ดร.นนธิยา มากะเต วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยนเรศวร) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) วท.ด. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) ประสบการณ์สอน 18 ปี</li> <li>2. อาจารย์อลงกต สุวรรณมณี วท.บ. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) ประสบการณ์สอน 12 ปี</li> </ol>
09-111-142 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 2 (Calculus for Engineers 2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ดร.วรรณภา ศรีปราชญ์ คบ. คณิตศาสตร์ (สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยนเรศวร) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยนเรศวร) ประสบการณ์สอน 8 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์แนนน้อย ทรงกำพล คบ. คณิตศาสตร์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) คม. การศึกษาคณิตศาสตร์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ประสบการณ์สอน 33 ปี</li> </ol>
04-000-202 แคลคูลัสประยุกต์สำหรับงานวิศวกรรม (Applied Calculus for Engineering)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติพงศ์ ปานกลาง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ประสบการณ์สอน 22 ปี</li> <li>2. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) Ph.D. Energy-Electric Power System (Asian Institute of Technology, Thailand) ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> <li>3. นายศีลวัต ร่มโพธิ์ชัย วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ประสบการณ์สอน 2 ปี</li> </ol>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม	
04-411-102 เขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)	<p>1. รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อสกุล วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. เทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) Dr.Ing. Engineering Design (Aachen University of Technology, Aachen, Germany) ประสบการณ์สอน 24 ปี</p>
04-211-207 อุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม (Electrical Apparatus and Control)	<p>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อองอาจ แสดใหม่ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) ประสบการณ์สอน 16 ปี</p> <p>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ แห่งมงาม วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) Ph.D. Energy Science (Kyoto University, Japan) ประสบการณ์สอน 24 ปี</p> <p>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติพงศ์ ปานกลาง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ประสบการณ์สอน 22 ปี</p>
04-720-101 วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials)	<p>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาวสุปรีดิ์ วศ.บ. เทคโนโลยีพลาสติก (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) M.Sc. Energy Science Fundamental of Energy Science (Kyoto University, Japan) Ph.D. Energy Science Fundamental of Energy Science (Kyoto University, Japan) ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย วีระนิติสกุล วท.บ. วัสดุศาสตร์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) M.Sc. Polymer Science (วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) Ph.D. Materials for Environment and Energy (University of Rome Rome, Italy) ประสบการณ์สอน 11 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-313-101 กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นายวินัย จันทรเพ็ญ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทอดเกียรติ ลิ้มปิทีปการ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) M.S. Mechanical Engineering (Oklahoma State University, Oklahoma, USA) Ph.D. Mechanical Engineering (Oklahoma State University, Oklahoma, USA) ประสบการณ์สอน 25 ปี</li> </ol>
04-211-205 วงจรไฟฟ้า (Electric Circuits)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ แหวมงาม วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) Ph.D. Energy Science (Kyoto University, Japan) ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) Ph.D. Instrument and Measurement (Northumbria University, United Kingdom) ประสบการณ์สอน 29 ปี</li> <li>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ โสมเกษตรินทร์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) Ph.D. Engineering (Osaka University, Japan) ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> <li>4. นายนิกร จันทรหวัทน วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) ประสบการณ์สอน 1 ปี</li> </ol>



สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม (ต่อ)	
<p>04-212-301 สัญญาณ ระบบ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้า (Signals, Systems and Electrical Data Analysis)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นายชานนท์ ชูพงษ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี) ประสบการณ์สอน 5 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) Ph.D. Instrument and Measurement (Northumbria University, United Kingdom) ประสบการณ์สอน 29 ปี</li> <li>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย เปียนสูงเนิน วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> </ol>
<p>04-211-213 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Fields)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พินิจ จิตจริง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) M.Sc. Electrical Engineering (RWTH-Aachen University, Aachen, Germany) ประสบการณ์สอน 25 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พร้อมศักดิ์ อภิรติกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ประสบการณ์สอน 22 ปี</li> <li>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติพงศ์ ปานกลาง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ประสบการณ์สอน 22 ปี</li> </ol>
<p>04-212-201 อิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม (Engineering Electronics)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นายธีระพล เหมือนขาว วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ประสบการณ์สอน 22 ปี</li> </ol>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-212-201 อิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม (Engineering Electronics) (ต่อ)	<p>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนทล นาวงษ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมระบบควบคุม (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)) ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <p>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ แห่งมงาม วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) Ph.D. Energy Science (Kyoto University, Japan) ประสบการณ์สอน 24 ปี</p>
04-211-210 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1 (Electrical Machines 1)	<p>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย แดงแอม วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ประสบการณ์สอน 25 ปี</p> <p>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์องอาจ แสดใหม่ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) ประสบการณ์สอน 16 ปี</p> <p>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) Ph.D. Electrical Engineering (Kyoto University, Japan) ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <p>4. นายทองอินทร์ สุยะทา วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ประสบการณ์สอน 4 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-211-211 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 2 (Electrical Machines 2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย แดงเอม              วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)              วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ)              วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)              ประสบการณ์สอน 25 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อ่องอาจ แสดใหม่              วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)              วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)              ประสบการณ์สอน 16 ปี</li> <li>3. นายทองอินทร์ สุธะทา              วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ)              วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)              ประสบการณ์สอน 4 ปี</li> </ol>
04-212-203 เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า (Electrical Instruments and Measurements)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล              วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)              Ph.D. Instrument and Measurement              (Northumbria University, United Kingdom)              ประสบการณ์สอน 29 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ โสมเกษตริรินทร์              วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)              วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)              Ph.D. Engineering (Osaka University, Japan)              ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> <li>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย เปียนสูงเนิน              วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล)              วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)              ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> </ol>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-212-306 ระบบควบคุม (Control Systems)	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="815 302 1471 660">1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) Ph.D. Electrical Engineering (Kyoto University, Japan) ประสบการณ์สอน 17 ปี</li> <li data-bbox="815 672 1471 1041">2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนทล นาวงษ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมระบบควบคุม (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ประสบการณ์สอน 17 ปี</li> <li data-bbox="815 1052 1471 1355">3. นายชานนท์ ชูพงษ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี) ประสบการณ์สอน 5 ปี</li> <li data-bbox="815 1366 1471 1579">4. นายนิกร จันทร์หัวโทน วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) ประสบการณ์สอน 1 ปี</li> </ol>
04-621-101 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming)	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="815 1655 1471 2013">1. นายศิริชัย เตรียมล้ำเลิศ วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (สถาบันเทคโนโลยีสยามราชมงคล) M.Eng. Computer Engineering (King Mongkut's University of Technology Thonburi) Ph.D. Computer Engineering (Northumbria University, Newcastle, UK.) ประสบการณ์สอน 20 ปี</li> </ol>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<b>องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม (ต่อ)</b>	
04-621-101 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ต่อ) (Computer Programming) (ต่อ)	2. นางสาวปอลิน กองสุวรรณ วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) M.Eng. Information System (Inje University, Gimhae, South Korea) D.Eng. Information System (Inje University, Gimhae, South Korea) ประสบการณ์สอน 5 ปี
04-212-308 ไมโครคอนโทรลเลอร์และการควบคุมไร้สาย (Microcontroller and Wireless Control)	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย เปียนสูงเนิน วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ประสบการณ์สอน 24 ปี 2. นายชานนท์ ชูพงษ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี) ประสบการณ์สอน 5 ปี 3. นายนิธิกร จันทร์หัวโทน วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) ประสบการณ์สอน 1 ปี
<b>องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม</b>	
04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power Systems)	1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ โสมะเกษตริรินทร์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) Ph.D. Engineering (Osaka University, Japan) ประสบการณ์สอน 24 ปี 2. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) M.Sc. Electrical Eng. (University of Paderborn, Germany) Dr.-Ing. Electrical Eng. (Kassel University, Germany) ประสบการณ์สอน 24 ปี

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power Systems) (ต่อ)	<p>3. นายศีลวัต ร่มโพธิ์ชัย            วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)            วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)            วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)            ประสบการณ์สอน 2 ปี</p>
04-211-314 อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics)	<p>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง            วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)            วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)            Ph.D. Electrical Engineering (Kyoto University, Japan)            ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <p>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนทล นาวงษ์            วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร)            วศ.ม. วิศวกรรมระบบควบคุม (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)            วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)            ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <p>3. นายทองอินทร์ สุยะทา            วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ)            วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)            ประสบการณ์สอน 4 ปี</p>
04-211-425 การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Drives)	<p>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย แดงแอม            วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติราชมงคล)            วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ)            วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)            ประสบการณ์สอน 25 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-211-425 การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Drives) (ต่อ)	<p>2. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) Ph.D. Energy-Electric Power System (Asian Institute of Technology, Thailand) ประสบการณ์สอน 24 ปี</p> <p>3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) Ph.D. Electrical Engineering (Kyoto University, Japan) ประสบการณ์สอน 17 ปี</p>
04-211-317 เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานและระบบแบตเตอรี่ (Energy Storage and Battery System Technologies)	<p>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ โสมเกษตริรินทร์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) Ph.D. Engineering (Osaka University, Japan) ประสบการณ์สอน 24 ปี</p> <p>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนทล นาวงษ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมระบบควบคุม (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <p>3. นายศีลวัต ร่มโพธิ์ชัย วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ประสบการณ์สอน 2 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-211-424 การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยั้ง ปลั่งกลาง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) M.Sc. Electrical Eng. (University of Paderborn, Germany) Dr.-Ing. Electrical Eng. (Kassel University, Germany) ประสบการณ์สอน 24 ปี</li> <li>2. นายธีระพล เหมือนขาว วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ประสบการณ์สอน 22 ปี</li> <li>3. นายณัฐพล หาอุปละ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น) M.Sc. Electrical Engineering, (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) ประสบการณ์สอน 12 ปี</li> <li>4. นายศีลวัต ร่มโพธิ์ชัย วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ประสบการณ์สอน 2 ปี</li> </ol>
04-211-418 วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage Engineering)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พินิจ จิตจริง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) M.Sc. Electrical Engineering (RWTH-Aachen University, Aachen, Germany) ประสบการณ์สอน 25 ปี</li> <li>2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พร้อมศักดิ์ อภิรติกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ประสบการณ์สอน 22 ปี</li> </ol>



สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม (ต่อ)	
04-211-418 วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง (ต่อ) (High Voltage Engineering)	3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติพงศ์ ปานกลาง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ประสบการณ์สอน 22 ปี

## ส่วนที่ 5 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา

### 1. ห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการต่างๆ ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ใช้สำหรับการลงปฏิบัติการเพื่อฝึกทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในงานทางวิศวกรรมไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง รวมถึงนำไปสู่การเรียนรู้และเปรียบเทียบกับเนื้อหาวิชาในทางทฤษฎีที่ได้เรียนไปแล้ว โดยห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่จัดขึ้น จะสอดคล้องกับองค์ความรู้พื้นฐานและองค์ความรู้เฉพาะที่ทางสภาวิศวกรกำหนดไว้ ซึ่งจะมีห้องปฏิบัติการต่างๆ ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า
2. ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม
3. ห้องปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า
4. ห้องปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า
5. ห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
6. ห้องปฏิบัติการเขียนแบบทางไฟฟ้า
7. ห้องปฏิบัติการระบบควบคุม
8. ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง
9. ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
10. ห้องปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์
11. ห้องปฏิบัติการระบบไฟฟ้ากำลัง
12. ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมการป้องกันระบบไฟฟ้า

นอกจากนี้ ยังได้เพิ่มเติมรายวิชาเรียนที่ทันสมัยทางด้านไฟฟ้ากำลังตามกรอบของยุทธศาสตร์ชาติและยุทธศาสตร์การพัฒนากิจการอุตสาหกรรมของประเทศที่ต้องเตรียมบุคลากรให้มีทักษะความเชี่ยวชาญตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ด้านระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเดิมของประเทศที่มีศักยภาพ (First S-Curve) และกลุ่มอุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) โดยเพิ่มรายวิชาด้านยานยนต์ไฟฟ้า ระบบอัตโนมัติ และระบบไฟฟ้าสำหรับระบบราง โดยภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าได้รับงบประมาณในการปรับปรุงและจัดตั้งห้องปฏิบัติการเพิ่มเติมขึ้นมาใหม่มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นมาดังนี้

13. ห้องปฏิบัติการพีแอลซี
14. ห้องปฏิบัติการระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม
15. ห้องปฏิบัติการแขนกลอุตสาหกรรม (อยู่ระหว่างดำเนินการติดตั้ง/ปรับปรุงระบบ)
16. ห้องปฏิบัติการระบบไฟฟ้าสำหรับรถไฟ (อยู่ระหว่างดำเนินการติดตั้ง/ปรับปรุงระบบ)

ทั้งนี้รายละเอียดของสถานที่ตั้ง แผนผังการจัดห้องปฏิบัติการต่างๆ รวมถึงรายละเอียดของหัวข้อการทดลอง บัญชีรายการวัสดุ เครื่องมือและครุภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในแต่ละห้อง จะแสดงในหน้าต่อไป

## 1. ห้องปฏิบัติการพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า

1.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 10203 ชั้น 2 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

### 1.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดทดลองการต่อมอเตอร์ชนิดต่างๆ	จำนวน 10 ชุด
- ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์แบบใช้ PLC	จำนวน 10 ชุด
- ชุดทดลองการต่อหม้อแปลงแบบ 1 เฟสและ 3 เฟส	จำนวน 10 ชุด
- ชุดทดลองการต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์และการแก้ตัวประกอบกำลัง	จำนวน 10 ชุด
- ชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ขนานและผสม	จำนวน 10 ชุด
- ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์แบบใช้แมคเนติก	จำนวน 10 ชุด
- เครื่องวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าชนิดต่างๆ	จำนวน 10 ชุด
- หม้อแปลงปรับแรงดัน	จำนวน 10 ชุด
- เครื่องวัดกำลังงานไฟฟ้า	จำนวน 10 ชุด
- เครื่องวัดความเร็วรอบมอเตอร์	จำนวน 10 ชุด

### 1.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 กฎของโอห์ม

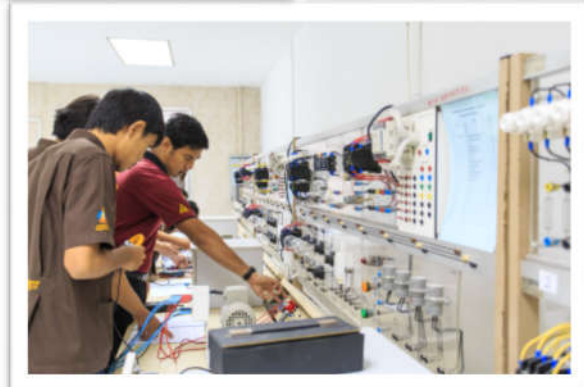
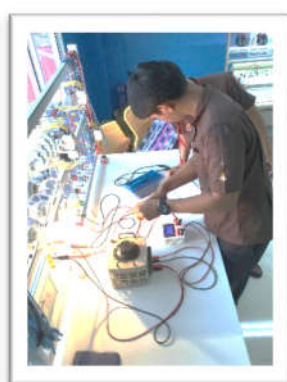
การทดลองที่ 2 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

การทดลองที่ 3 ระบบไฟฟ้ากำลังและการแก้ตัวประกอบกำลัง

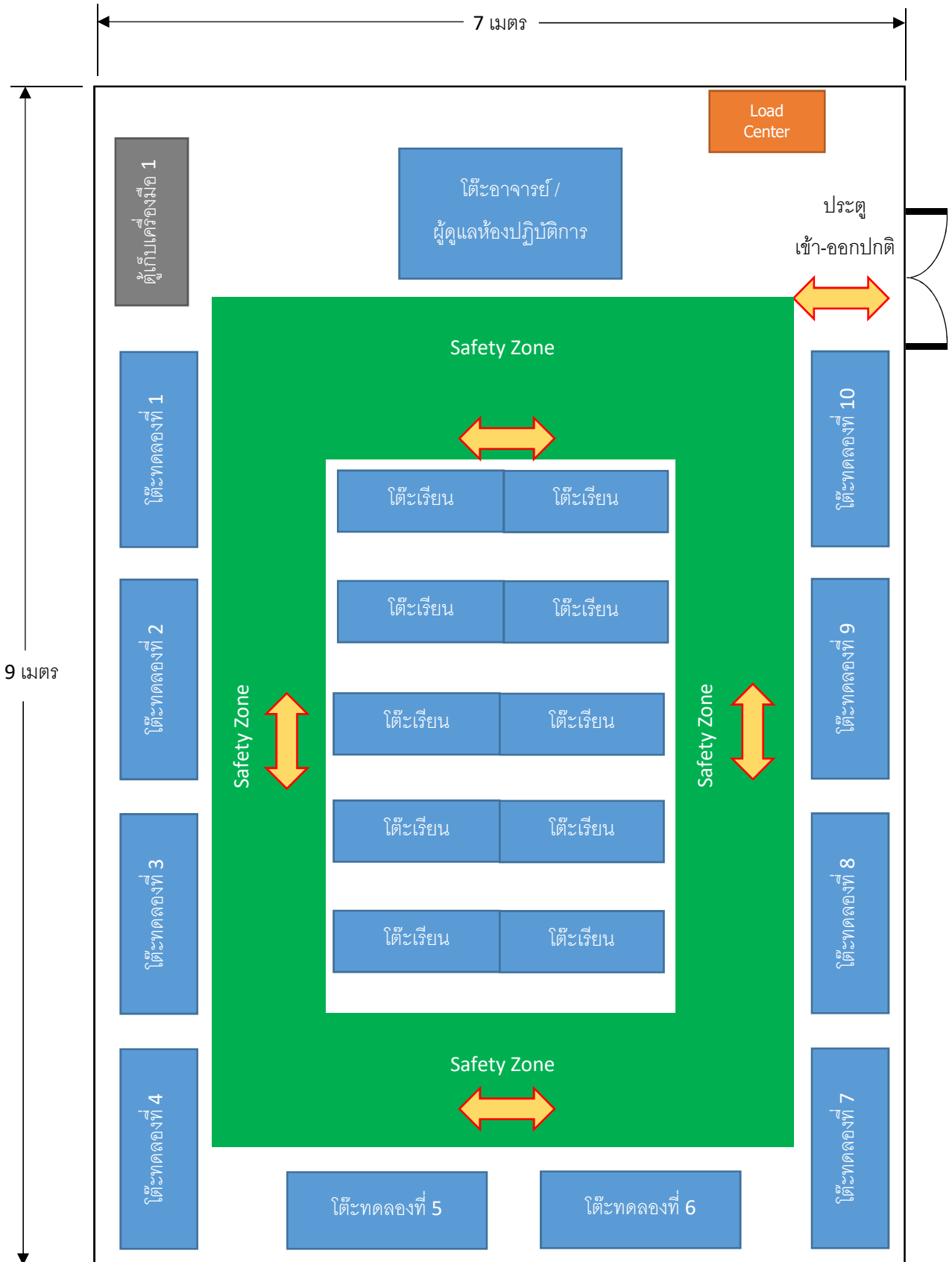
การทดลองที่ 4 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส

การทดลองที่ 5 มอเตอร์ไฟฟ้า

การทดลองที่ 6 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



### 1.4 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 2. ห้องปฏิบัติการอุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม

2.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 10203 ชั้น 2 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

### 2.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดทดลองการติดตั้งวงจรไฟฟ้าในท่อร้อยสายไฟ	จำนวน 3 ชุด
- ชุดทดลองการต่อวงจรหลอดไฟแบบต่างๆ	จำนวน 6 ชุด
- ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์แบบใช้แม่เหล็ก	จำนวน 20 ชุด
- เครื่องวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าชนิดต่างๆ	จำนวน 10 ชุด
- เครื่องวัดกำลังงานไฟฟ้า	จำนวน 10 ชุด
- เครื่องวัดความเร็วรอบมอเตอร์	จำนวน 10 ชุด
- เครื่องวัดความต้านทานฉนวน	จำนวน 1 ชุด
- เครื่องวัดความต้านทานดิน	จำนวน 1 ชุด

### 2.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 การต่อสายไฟฟ้า

การทดลองที่ 2 การเขียนแบบไฟฟ้าแบบเยอรมัน

การทดลองที่ 3 การเขียนแบบไฟฟ้า IEC

การทดลองที่ 4 การวัดค่าความต้านทานดิน

การทดลองที่ 5 การวัดค่าความต้านทานฉนวน

การทดลองที่ 6 การวัดค่าความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้า

การทดลองที่ 7 การต่อวงจรควบคุมมอเตอร์แบบ Direct Online

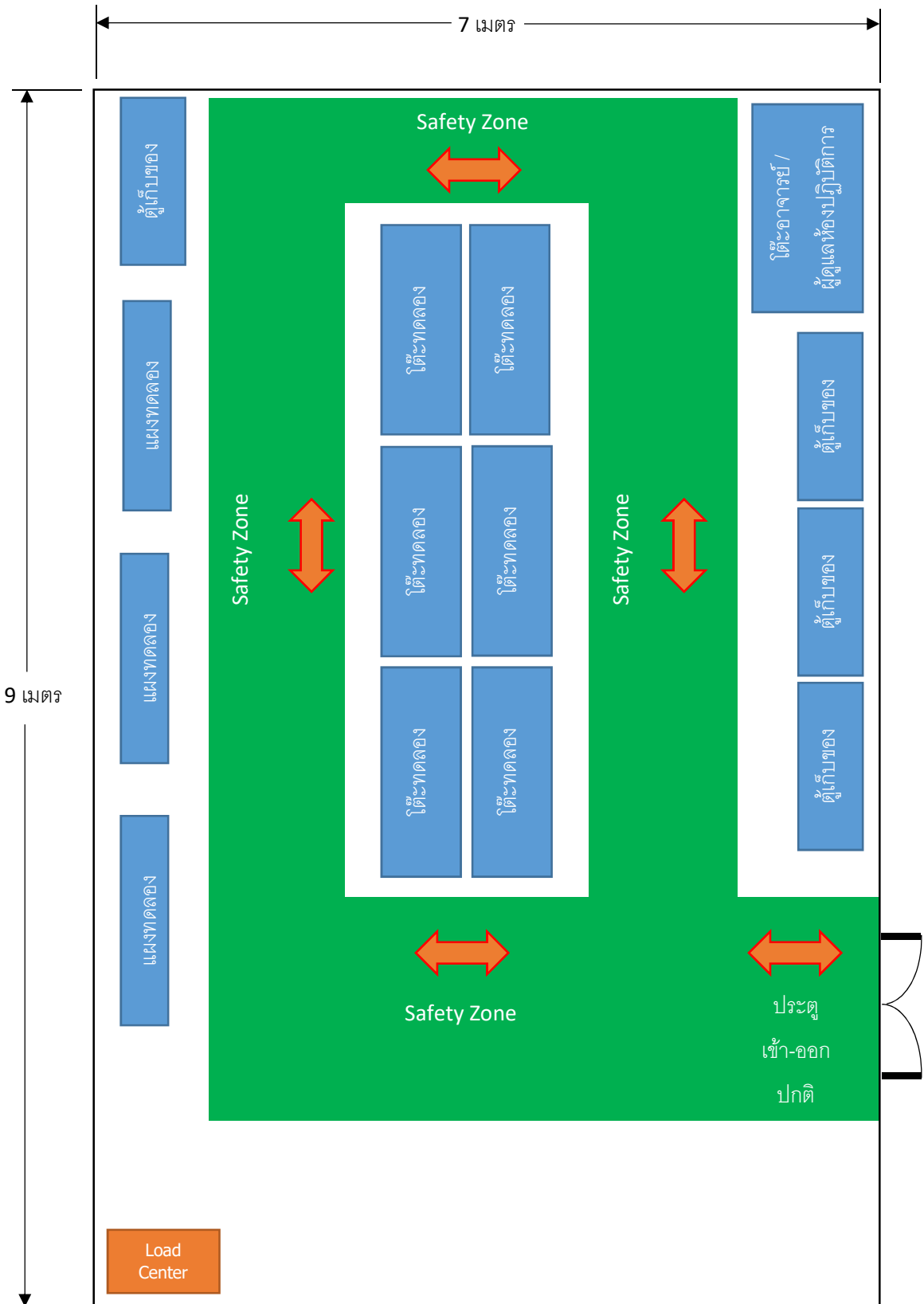
การทดลองที่ 8 การต่อวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ Plugging

การทดลองที่ 9 การต่อวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ Reversing after Stop

การทดลองที่ 10 การต่อวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบ Star - Delta



### 2.4 แผนผังห้องปฏิบัติการ



### 3. ห้องปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า

3.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11204 ชั้น 2 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

3.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- แผงทดลองวงจรไฟฟ้า และอุปกรณ์ RLC ขนาดต่างๆ	จำนวน 8 ชุด
- อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ	จำนวน 8 ชุด
- แหล่งจ่ายรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้า	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องมือวัดแรงดัน กระแส ความต้านทาน ความถี่ และกำลังไฟฟ้า	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องมือวัดรูปคลื่นไฟฟ้า (Oscilloscope)	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องมือวัดอิมพีแดนซ์	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องคอมพิวเตอร์	จำนวน 20 เครื่อง

3.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น กฎของโอห์ม วงจรอนุกรม ขนาน และผสม และการหาความสัมพันธ์ของค่าทางไฟฟ้า

การทดลองที่ 2 เทคนิคการวิเคราะห์วงจรขั้ว และการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด

การทดลองที่ 3 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงในสถานะชั่วคราว

การทดลองที่ 4 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับในสถานะอยู่ตัว RLC อนุกรม

การทดลองที่ 5 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับในสถานะอยู่ตัว RLC ขนาน

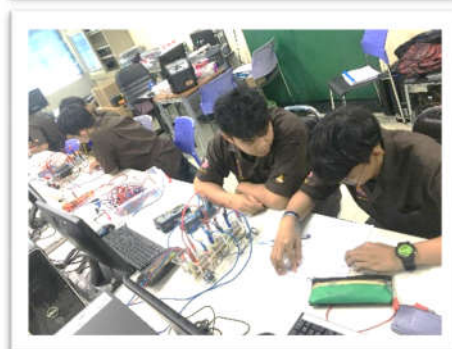
การทดลองที่ 6 การหาลำดับกำลังไฟฟ้าและการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง

การทดลองที่ 7 วงจรระบบไฟฟ้าสามเฟส

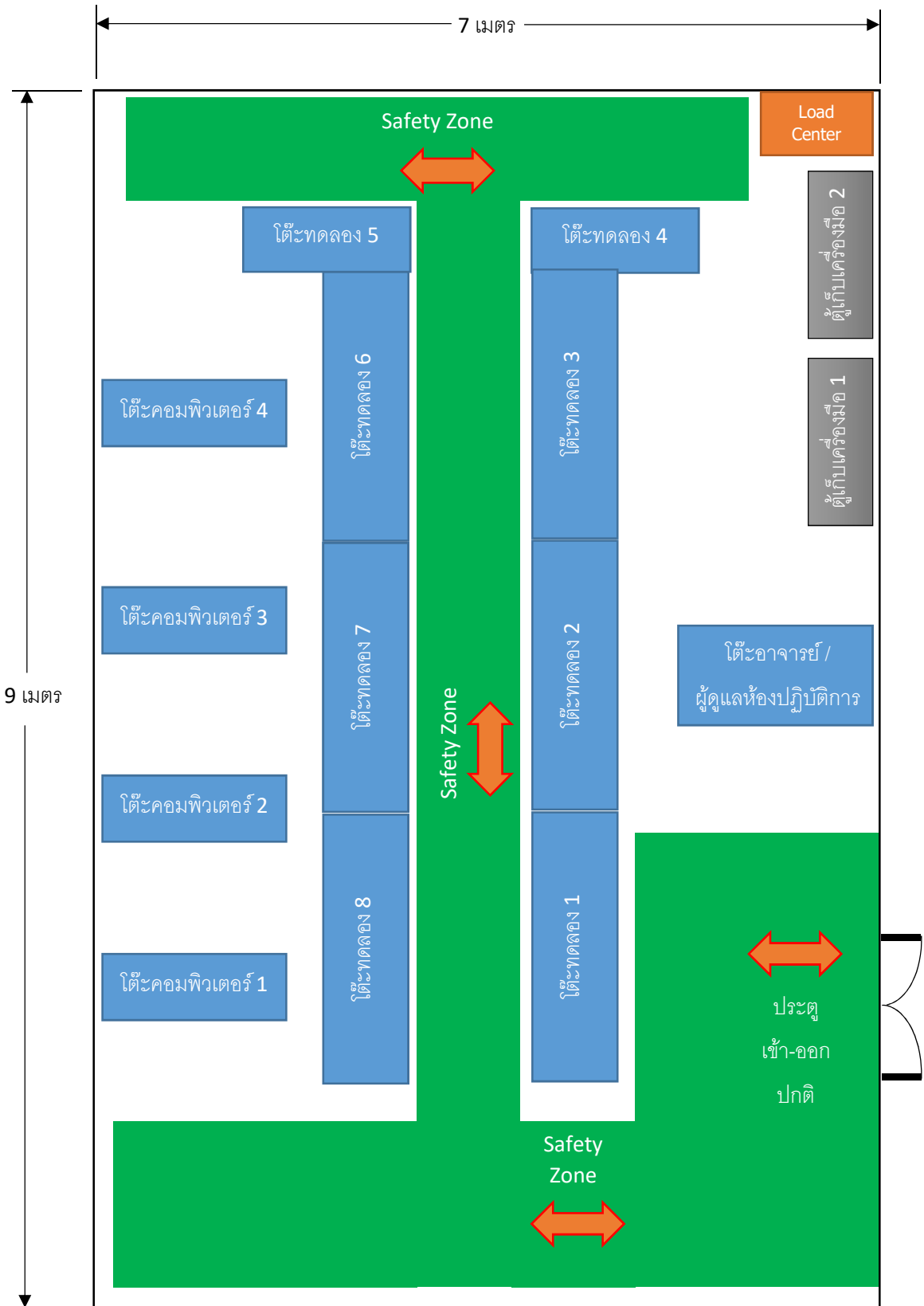
การทดลองที่ 8 วงจรเรโซแนนซ์

3.4 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม MATLAB/Simulink และ โปรแกรม ORCAD/PSpice



### 3.5 แผนผังห้องปฏิบัติการ





#### 4. ห้องปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้า

4.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11103 ชั้น 1 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

##### 4.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดทดลองมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบต่าง ๆ	จำนวน 6 ชุด
- ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟสและ 3 เฟส	จำนวน 6 ชุด
- โหลด RLC ชนิด 1 เฟส และ 3 เฟส	จำนวน 6 ชุด
- ชุดทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลไฟฟ้า	จำนวน 6 ชุด
- เครื่องมือวัดแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้าขนาดต่างๆ	จำนวน 6 ชุด
- ดิจิทัลมัลติมิเตอร์	จำนวน 6 ชุด
- หม้อแปลงปรับค่าแรงดันไฟฟ้าชนิด 1 เฟสและ 3 เฟส	จำนวน 6 ชุด
- เครื่องคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ผลการทดลอง	จำนวน 6 ชุด
- เครื่องวัดสัญญาณรูปคลื่นไฟฟ้า (Oscilloscope)	จำนวน 6 ชุด
- โพรบวัดสัญญาณแรงดันและกระแส	จำนวน 6 ชุด

##### 4.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 Single-phase transformer

การทดลองที่ 2 Three-phase transformer

การทดลองที่ 3 DC Generators

การทดลองที่ 4 DC Motors

การทดลองที่ 5 Synchronous Machines

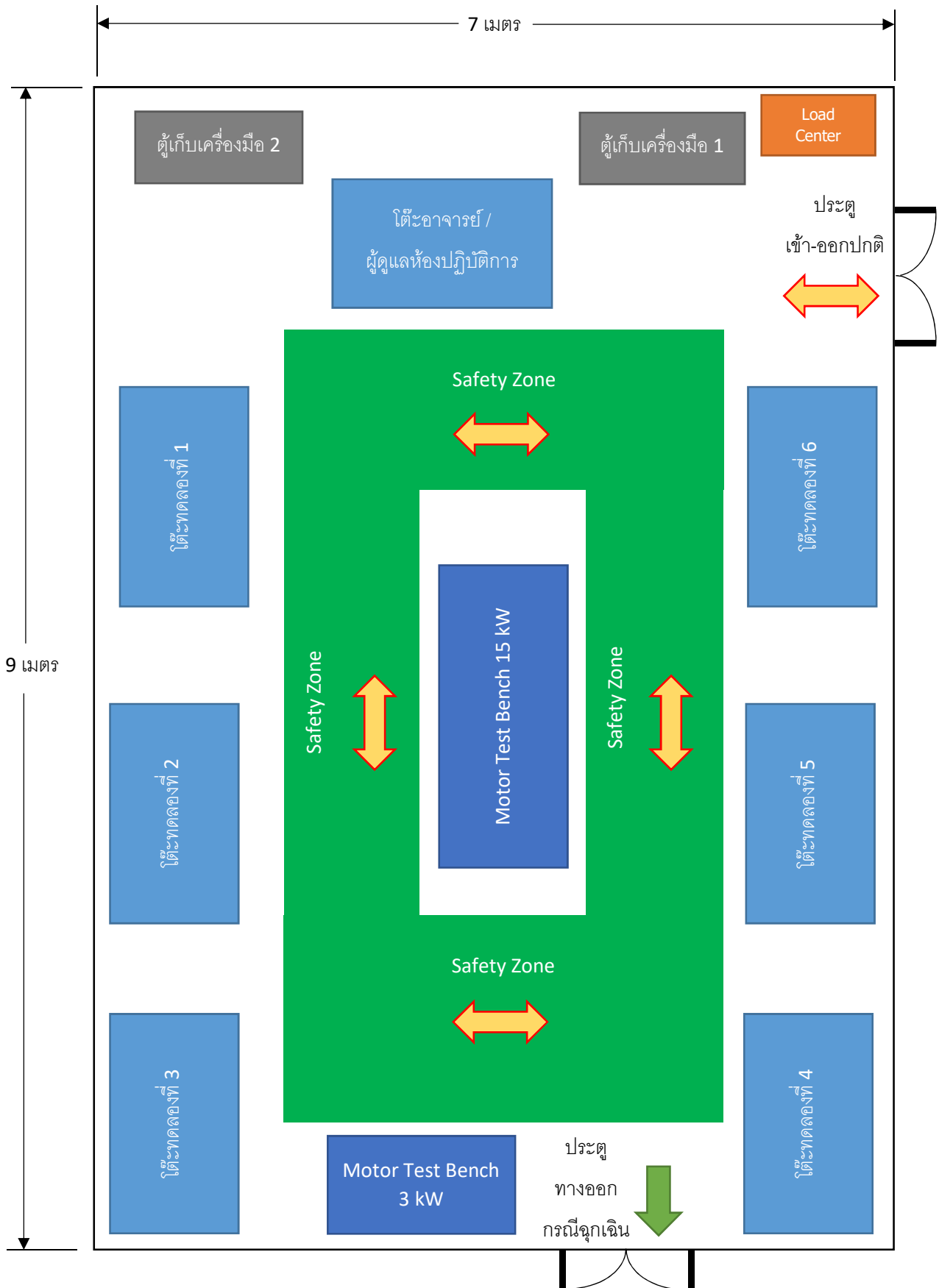
การทดลองที่ 6 Three Phase Induction Motors

การทดลองที่ 7 Single Phase Motors

การทดลองที่ 8 Speed AC Motor Control with Inverter



## 4.4 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 5. ห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

5.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11206 ชั้น 2 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

5.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง ประกอบด้วย

- ชุดทดลอง Thyristors Converter	จำนวน 6 ชุด
- บอร์ดชุดทดลอง DC Converter	จำนวน 6 ชุด
- บอร์ดชุดทดลอง Power Converter	จำนวน 6 ชุด
- บอร์ด Isolation และ Gate Driver	จำนวน 6 ชุด
- ดิจิตอลอาร์แอลซีมิเตอร์	จำนวน 1 ชุด
- ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	จำนวน 6 ชุด
- ออสซิลโลสโคป	จำนวน 6 ชุด
- อุปกรณ์ช่วยวัดสัญญาณ (Differential Probe และ Current Probe)	จำนวน 6 ชุด
- บอร์ด STM32F4 Discovery พร้อมด้วยสาย USB	จำนวน 6 ชุด
- คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม MATLAB/Simulink และ Waijung Blockset	จำนวน 6 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 6 ชุด
- โหลด RLC	จำนวน 6 ชุด

5.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 Introduction to Simulation Modeling for Power Electronics

การทดลองที่ 2 Simulink Modeling for DC Buck Converter

การทดลองที่ 3 Simulink Modeling for DC Boost Converter

การทดลองที่ 4 Simulink Modeling for 1 Phase Square Wave Inverter

การทดลองที่ 5 Simulink Modeling for 1 Phase SPWM Inverter

การทดลองที่ 6 Introduction to STM32F4 Board

การทดลองที่ 7 STM32F4 based DC Buck Converter

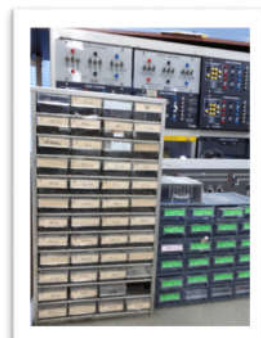
การทดลองที่ 8 STM32F4 based DC Boost Converter

การทดลองที่ 9 STM32F4 based 1 Phase Square Wave Inverter

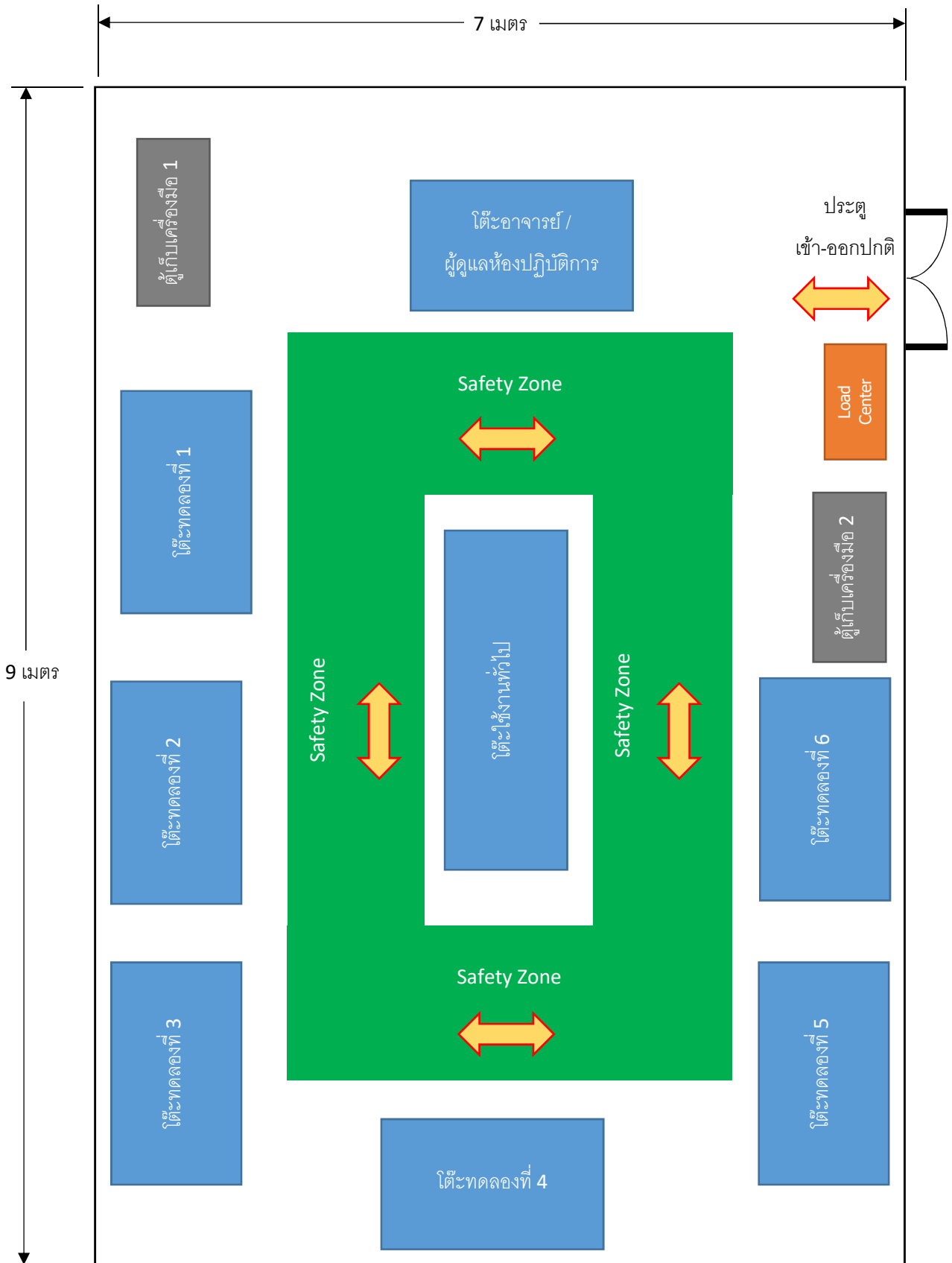
การทดลองที่ 10 STM32F4 based 1 Phase SPWM Inverter

5.4 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม MATLAB/Simulink



### 5.5 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 6. ห้องปฏิบัติการเขียนแบบทางไฟฟ้า

6.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11302 ชั้น 3 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

6.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนแบบทางไฟฟ้า Pentium Core i5 2.5GHz จำนวน 38 ชุด

6.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 แนะนำการเขียนโปรแกรม

การทดลองที่ 2 การเขียนแบบไฟฟ้าแบบเยอรมัน

การทดลองที่ 3 การเขียนแบบไฟฟ้าแบบ IEC

การทดลองที่ 4 การเขียนแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การทดลองที่ 5 การเขียนแบบระบบไฟฟ้ากำลัง

การทดลองที่ 6 การเขียนแบบ Single Line Diagram

การทดลองที่ 7 การเขียนแบบ Raiser Diagram

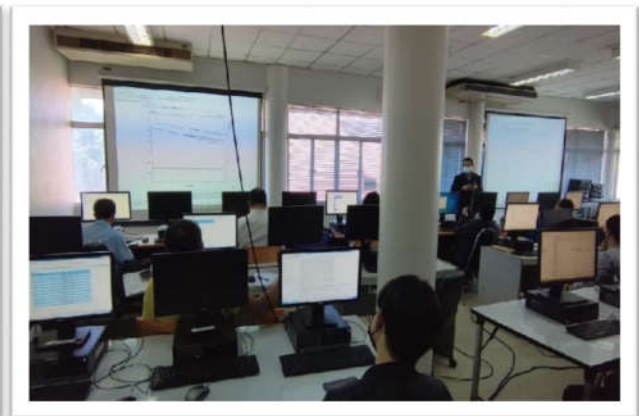
การทดลองที่ 8 การเขียนแบบระบบไฟฟ้าบ้านพักอาศัย

การทดลองที่ 9 การเขียนแบบระบบไฟฟ้าอาคารพาณิชย์

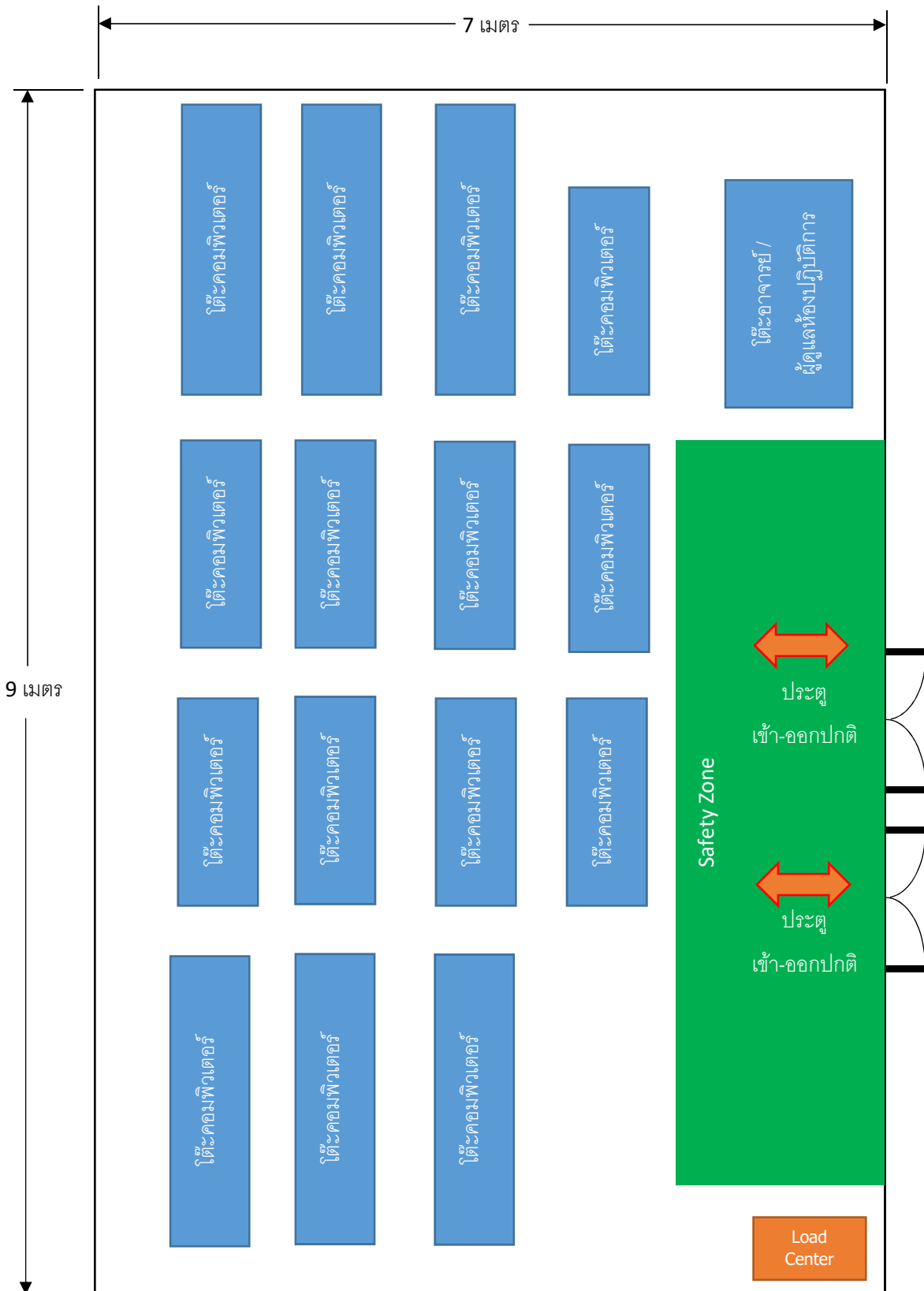
การทดลองที่ 10 การเขียนแบบระบบไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรม

6.4 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม MATLAB/Simulink และ โปรแกรม AutoCAD



## 6.5 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 7. ห้องปฏิบัติการระบบควบคุม

7.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11208 ชั้น 2 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

### 7.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

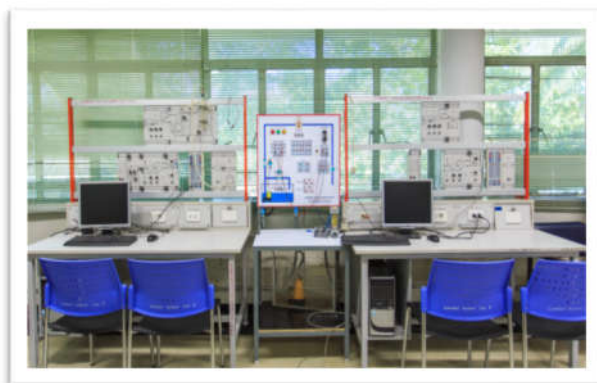
- ชุดทดลอง Vertical Take-off	จำนวน 8 ชุด
- ชุดทดลอง Self-Balancing robot	จำนวน 8 ชุด
- ชุดทดลอง DC motor position control	จำนวน 8 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 8 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟ้ารูปคลื่นสัญญาณต่างๆ	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องมือวัดแรงดัน กระแส ความต้านทาน ความถี่และอื่นๆ	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องวัดรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope)	จำนวน 8 ชุด
- ชุดคอมพิวเตอร์ PC	จำนวน 8 ชุด
- ชุดเครื่องพิมพ์	จำนวน 1 เครื่อง

### 7.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1 Transfer Function
- การทดลองที่ 2 Time Response Simulation
- การทดลองที่ 3 Stability Simulation
- การทดลองที่ 4 Steady-state Error Simulation
- การทดลองที่ 5 Root locus
- การทดลองที่ 6 PID Simulation
- การทดลองที่ 7 Vertical Take-off
- การทดลองที่ 8 DC motor position control
- การทดลองที่ 9 Self-Balancing Robot

### 7.4 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม MATLAB/Simulink และ โปรแกรม Scilab



## 7.5 แผนผังห้องปฏิบัติการ





## 8. ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

8.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 10102 ชั้น 1 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

### 8.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสสลับ 200 kV	จำนวน 1 ชุด
- ชุดสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรง 270 kV	จำนวน 1 ชุด
- ชุดสร้างไฟฟ้าแรงดันสูง Impulse 135 kV	จำนวน 1 ชุด
- ชุดสร้างไฟฟ้าแรงดันสูง Lightning Impulse 800 kV	จำนวน 1 ชุด
- ชุดควบคุมการป้อนแรงดัน AC DC และ Impulse	จำนวน 1 ชุด
- เครื่องมือวัดสัญญาณ Oscilloscope 500 MHz	จำนวน 1 ชุด
- เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำหรับวัดสัญญาณแรงดันอิมพัลส์	จำนวน 1 ชุด
- เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำหรับการจำลองสนามไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด

### 8.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 AC High Voltage Generation

การทดลองที่ 2 DC High Voltage Generation

การทดลองที่ 3 Lightning Impulse High Voltage Generation

การทดลองที่ 4 Switching Impulse High Voltage Generation

การทดลองที่ 5 High Voltage Measurement with Sphere Gap

การทดลองที่ 6 High Voltage Measurement with Voltage Divider

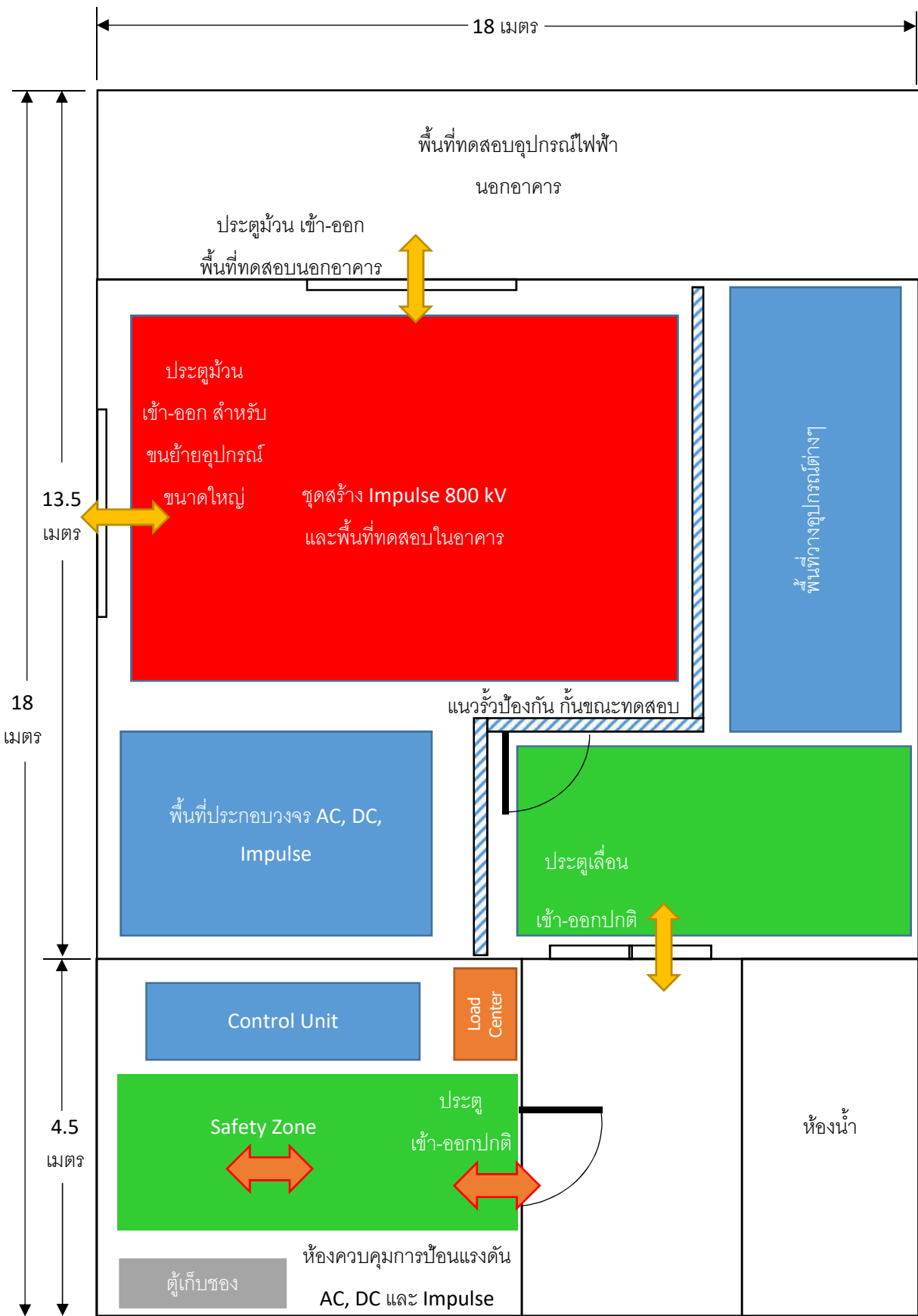
การทดลองที่ 7 High Voltage Impulse 50%

การทดลองที่ 8 Electric Field Simulation of High Voltage Electrode

การทดลองที่ 9 Demonstration of HV Testing with Lightning Impulse 800 kV



8.4 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 9. ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

9.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11306 ชั้น 3 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

### 9.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

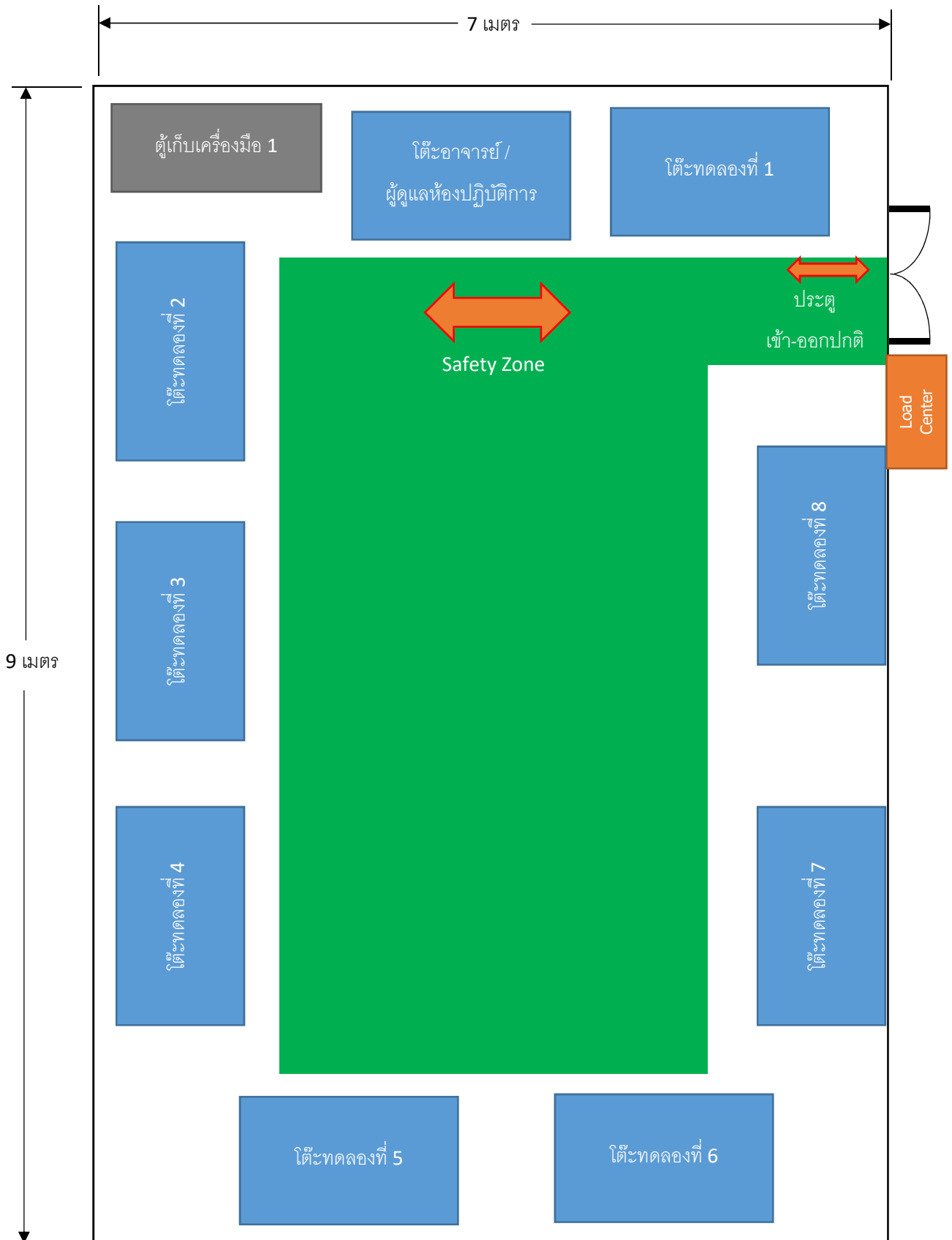
- แผงต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์	จำนวน 8 ชุด
- อุปกรณ์ RLC ต่างๆ สำหรับการทดลอง	จำนวน 8 ชุด
- อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำต่างๆ สำหรับการทดลอง	จำนวน 8 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 8 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟ้ารูปคลื่นสัญญาณต่างๆ	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องมือวัดแรงดัน กระแส ความต้านทาน ความถี่ และอื่นๆ	จำนวน 8 ชุด
- เครื่องมือวัดรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope)	จำนวน 8 ชุด

### 9.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1 วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- การทดลองที่ 2 คุณสมบัติของไดโอดและไดโอดชนิดพิเศษ
- การทดลองที่ 3 วงจรไดโอด
- การทดลองที่ 4 คุณสมบัติของทรานซิสเตอร์
- การทดลองที่ 5 วงจรไบแอสทรานซิสเตอร์
- การทดลองที่ 6 วงจรขยายทรานซิสเตอร์
- การทดลองที่ 7 ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าชนิดรอยต่อ (เจเฟต)
- การทดลองที่ 8 ออปแอมป์
- การทดลองที่ 9 การประยุกต์ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



### 9.4 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 10. ห้องปฏิบัติการไมโครโปรเซสเซอร์

10.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11203 ชั้น 2 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

### 10.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดฝึก Arduino UNO	จำนวน 10 ชุด
- ชุดฝึก ESP32 Devkit	จำนวน 10 ชุด
- Module Bluetooth	จำนวน 10 ชุด
- ชุดฝึก Arduino Smart Car Kit	จำนวน 10 ชุด
- ชุด DC Gear motor with Encoder	จำนวน 10 ชุด
- ชุดคอมพิวเตอร์ PC	จำนวน 10 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 10 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟารูปคลื่นสัญญาณต่างๆ	จำนวน 10 ชุด
- เครื่องมือวัดรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope)	จำนวน 10 ชุด

### 10.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 Digital input, Digital output

การทดลองที่ 2 Analog input, Analog output

การทดลองที่ 3 การเชื่อมต่อแบบ Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART)

การทดลองที่ 4 การเชื่อมต่อแบบ Inter Integrated Circuit (I2C)

การทดลองที่ 5 การใช้งาน Timer ใน Microcontroller

การทดลองที่ 6 การใช้งาน Interrupt ใน Microcontroller

การทดลองที่ 7 การใช้งาน Wi-Fi ด้วย Microcontroller

การทดลองที่ 8 การสื่อสารแบบ HTTP ด้วย Microcontroller

การทดลองที่ 9 การสื่อสารแบบ MQTT ด้วย Microcontroller

การทดลองที่ 10 การสื่อสารแบบ Modbus ด้วย Microcontroller

### 10.4 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม Arduino IDE



### 10.5 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 11. ห้องปฏิบัติการระบบไฟฟ้ากำลัง

11.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11105 ชั้น 1 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

11.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดจำลองระบบสายส่ง	จำนวน 5 ชุด
- ชุดหม้อแปลง 3 เฟส	จำนวน 5 ชุด
- ชุดมอเตอร์เหนี่ยวนำ และเครื่องจักรกลแบบซิงโครนัส	จำนวน 5 ชุด
- ชุดโหลดความต้านทาน คาปาซิเตอร์ ตัวเหนี่ยวนำ	จำนวน 5 ชุด
- แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ	จำนวน 5 ชุด
- ชุดมิเตอร์วัดมมเฟส	จำนวน 5 ชุด
- เครื่องมือวัดแรงดัน กระแส ความต้านทาน ความถี่	จำนวน 5 ชุด
- ล้อแรงเหวี่ยง	จำนวน 5 ชุด

11.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 ความปลอดภัยและแหล่งกำลังไฟฟ้า

การทดลองที่ 2 การเรียงลำดับเฟส

การทดลองที่ 3 กำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟารีแอกตีฟ

การทดลองที่ 4 การไหลของกำลังไฟฟ้าและโวลเตจเร็กกูเลชันของสายส่งอย่างง่าย

การทดลองที่ 5 มุมเฟสและแรงดันตกกระหว่างด้านส่งและด้านรับ

การทดลองที่ 6 องค์ประกอบที่มีผลต่อการไหลของกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟารีแอกตีฟ

การทดลองที่ 7 สายส่งขนาน หม้อแปลงไฟฟ้า และความสามารถในการส่งจ่ายกำลัง

การทดลองที่ 8 เครื่องกำเนิดกระแสสลับ

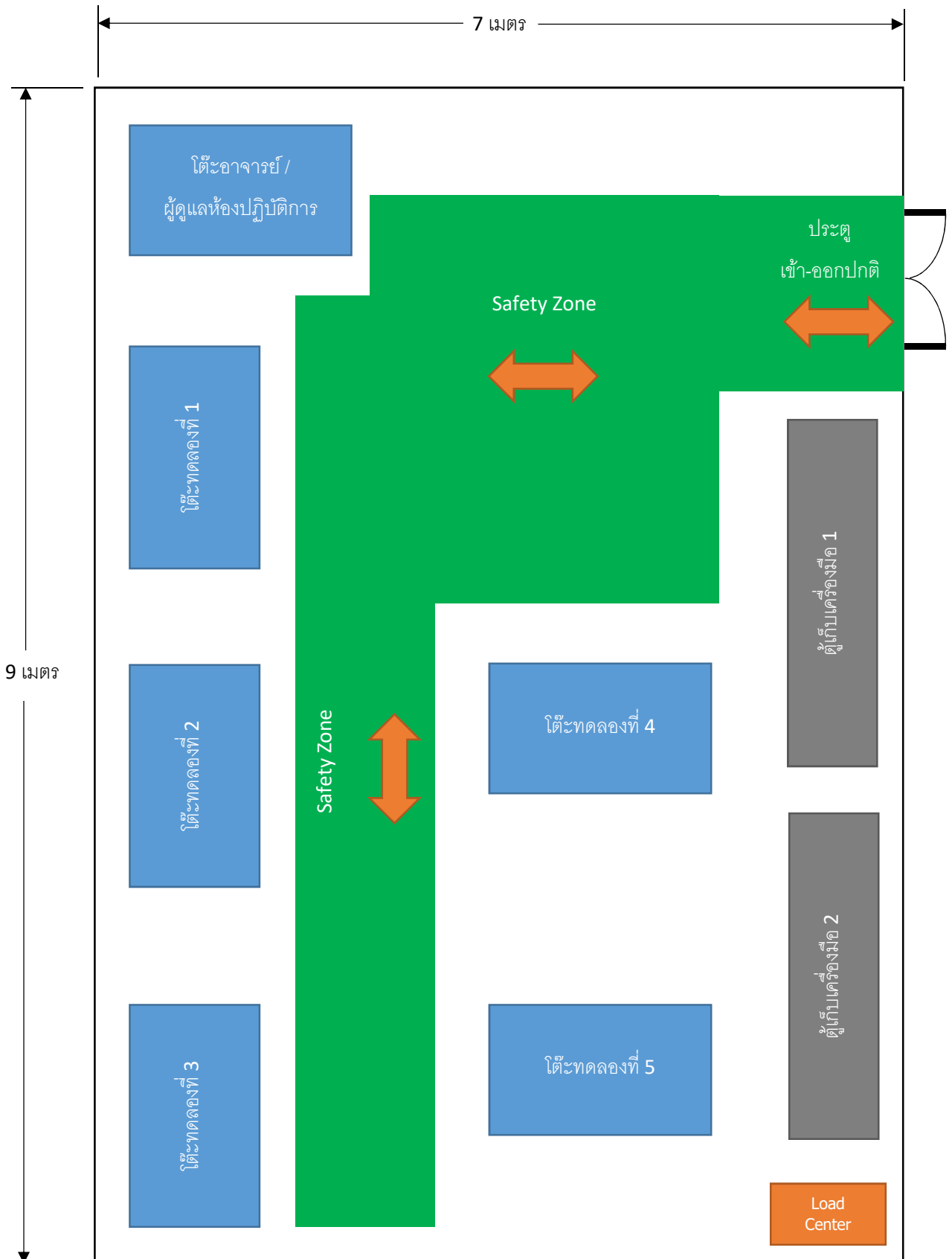
การทดลองที่ 9 ซิงโครนสมอเตอร์ในระบบไฟฟ้ากำลัง

การทดลองที่ 10 ข่ายวงจรสายส่งและหม้อแปลงปรับแต่งแรงดัน

การทดลองที่ 11 ทรานเซียนท์ในระบบกำลังไฟฟ้า



### 11.4 แผนผังห้องปฏิบัติการ





## 12. ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมการป้องกันระบบไฟฟ้า

12.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11106 ชั้น 1 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

12.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง ประกอบด้วย

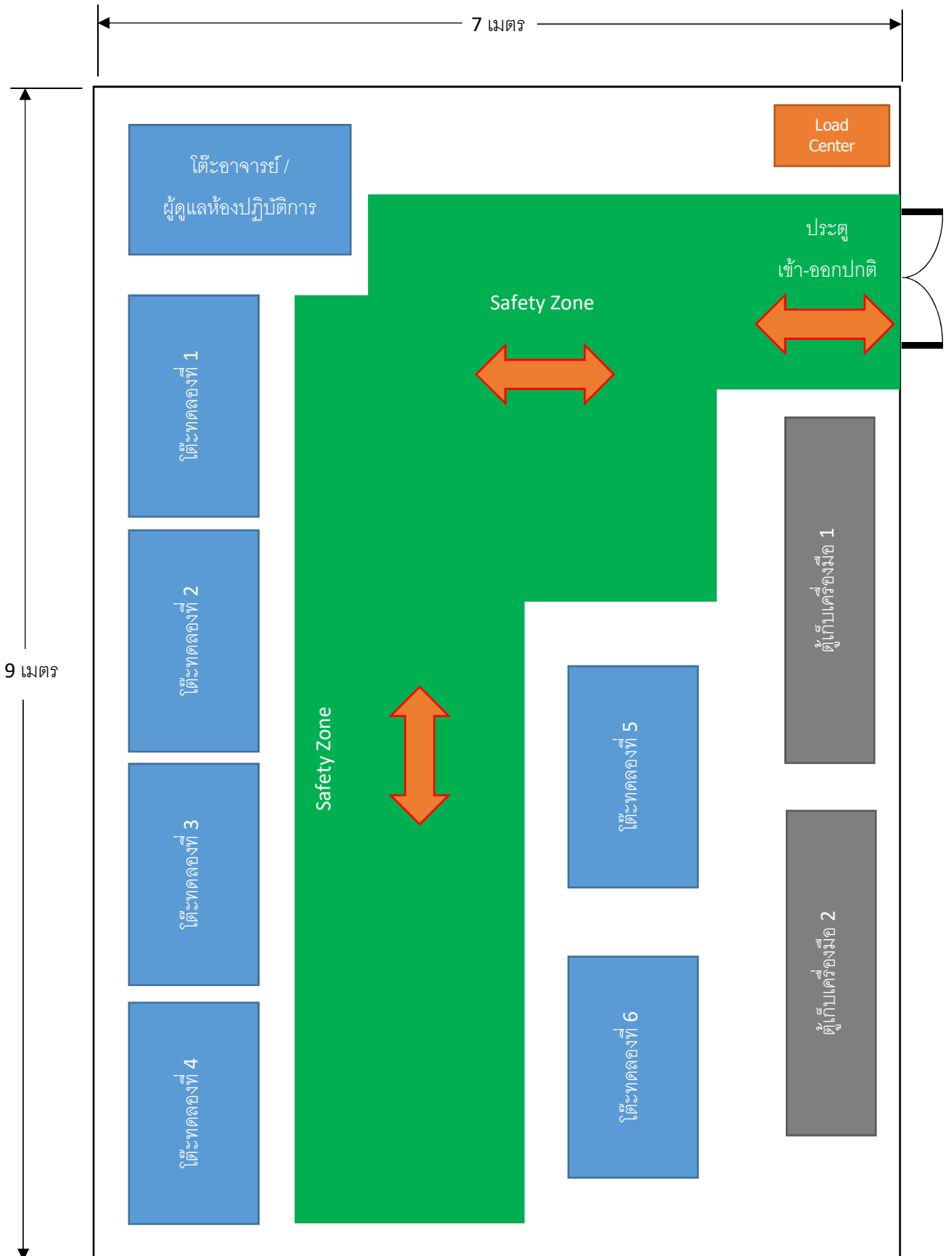
- Relay Unit	จำนวน 6 ชุด
- Power Supply Unit	จำนวน 6 ชุด
- Load Switch	จำนวน 6 ชุด
- Selector Switch	จำนวน 6 ชุด
- Digital Timer	จำนวน 6 ชุด
- Rheostat	จำนวน 6 ชุด
- Single-phase and Three-phase Transformer	จำนวน 6 ชุด
- Load Capacitors	จำนวน 6 ชุด
- Multimeter	จำนวน 6 ชุด
- Synchronous machine	จำนวน 6 ชุด
- DC machines	จำนวน 6 ชุด
- Load Resistor	จำนวน 6 ชุด

12.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1 การทดลองระบบป้องกันเบื้องต้น
- การทดลองที่ 2 รีเลย์แรงดันเกินแบบทำงานทันที
- การทดลองที่ 3 รีเลย์กระแสเกินแบบสแตติกและแบบไฟฟ้ากล
- การทดลองที่ 4 รีเลย์กระแสเกินแบบเวลาการทำงานผกผัน
- การทดลองที่ 5 รีเลย์แบบทิศทางสำหรับกำลังไฟฟ้าหรือกระแส
- การทดลองที่ 6 การป้องกันกระแสเกินแบบรู้ทิศทาง
- การทดลองที่ 7 การป้องกันกระแสลัดวงจรลงดิน
- การทดลองที่ 8 การป้องกันการลัดวงจรแบบรู้ทิศทาง
- การทดลองที่ 9 การป้องกันแบบผลต่าง
- การทดลองที่ 10 การป้องกันการสูญเสียซึ่งโครโมเนียมและกำลังไฟฟ้าย้อนกลับ



12.4 แผนผังห้องปฏิบัติการ



### 13. ห้องปฏิบัติการพีแอลซี

13.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11303 ชั้น 3 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

13.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- พีแอลซี / ทัชสกรีน / คอมพิวเตอร์	จำนวน 20 ตัว
- ชุดทดลองเซ็นเซอร์ / ชุดทดลองควบคุมดีซีมอเตอร์	จำนวน 20 ชุด
- ชุดกระบอกสูบในระบบนิวเมตริก และวาล์วน้ำ	จำนวน 20 ชุด
- ชุดควบคุมแม่เหล็กคอนแทคเตอร์ ที่แรงดันเอซี 220 V	จำนวน 20 ชุด
- ชุดสายพานลำเลียง	จำนวน 10 ชุด

13.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 การเขียน Ladder ด้วยคำสั่งพื้นฐาน และการใช้งานโปรแกรมทัชสกรีน

การทดลองที่ 2 การใช้งานคำสั่ง Input / Output และเขียนปุ่มกด/หลอดสถานะที่ทัชสกรีน

การทดลองที่ 3 การใช้คำสั่ง Counter / Timer และการป้อนข้อมูลแบบตัวเลขที่ทัชสกรีน

การทดลองที่ 4 การใช้พีแอลซีควบคุมระบบนิวเมติก

การทดลองที่ 5 การใช้งานคำสั่งประยุกต์สำหรับระบบคัดแยกชนิดวัสดุบนสายพานลำเลียง

การทดลองที่ 6 การจำลองระบบควบคุมกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรมจำลองการทำงาน

การทดลองที่ 7 การส่งและรับข้อมูลระหว่างพีแอลซีในระบบควบคุมระบบอัตโนมัติ

การทดลองที่ 8 การใช้งานสัญญาณแอนะล็อกสำหรับประยุกต์ในระบบควบคุมอัตโนมัติ

การทดลองที่ 9 การเขียนโปรแกรมที่ใช้งานในระบบ SCADA

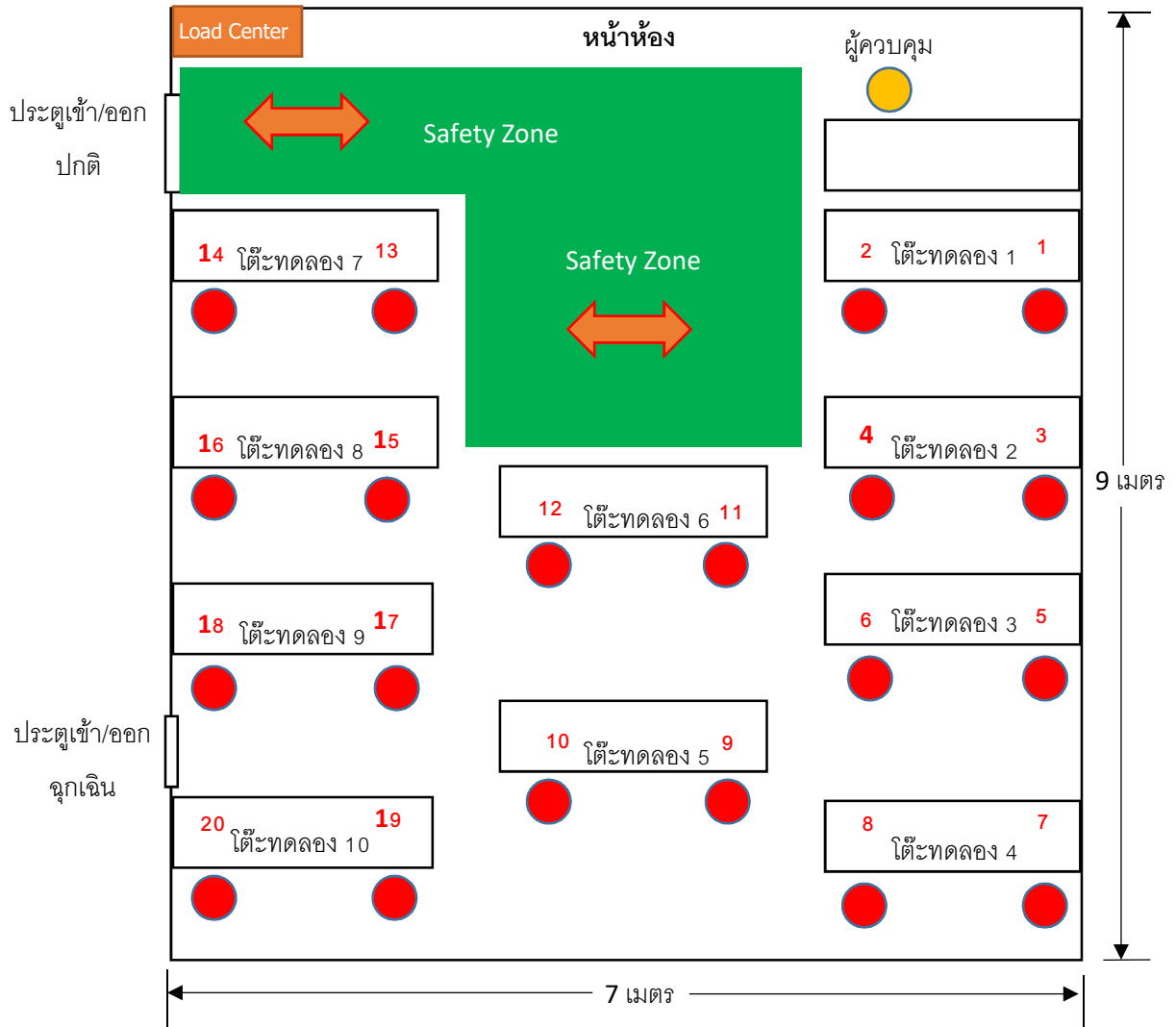
13.4 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม GX Works3 / GT Designer3 / GT Simulation3

- โปรแกรม Automation Studio / SCADA



13.5 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 14. ห้องปฏิบัติการระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม

14.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11307 ชั้น 3 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

14.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- พีแอลซี / คอมพิวเตอร์	จำนวน 10 ตัว
- ชุดทดลองการควบคุมเอซีเซอร์โว	จำนวน 2 ชุด
- ชุดทดลองกล่องอุตสาหกรรม / เซ็นเซอร์วัดระยะ / เซ็นเซอร์วัดสี	จำนวน 2 ชุด
- ชุดทดลองเซ็นเซอร์แบบ IoT/ชุดอ่านข้อมูลผ่าน RFID	จำนวน 2 ชุด
- ระบบคัดแยกชิ้นงานอัตโนมัติ	จำนวน 2 ระบบ
- ระบบบรรจุน้ำถั่วอัตโนมัติ พร้อมแขนกลอุตสาหกรรม	จำนวน 1 ระบบ

14.3 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

การทดลองที่ 1 การใช้งานเซ็นเซอร์อุตสาหกรรมแบบต่างๆ

การทดลองที่ 2 การใช้งานกล่องอุตสาหกรรม

การทดลองที่ 3 การใช้งานชุดอ่านข้อมูลผ่าน RFID

การทดลองที่ 4 การควบคุมตำแหน่งด้วยเอซีเซอร์โว

การทดลองที่ 5 การเขียนโปรแกรมพีแอลซีควบคุมระบบคัดแยกชิ้นงานอัตโนมัติ

การทดลองที่ 6 การเขียนโปรแกรมพีแอลซีควบคุมระบบบรรจุน้ำถั่วอัตโนมัติ

การทดลองที่ 7 การใช้งานแขนกลอุตสาหกรรม

การทดลองที่ 8 การประยุกต์ใช้งาน SCADA ในระบบอัตโนมัติ

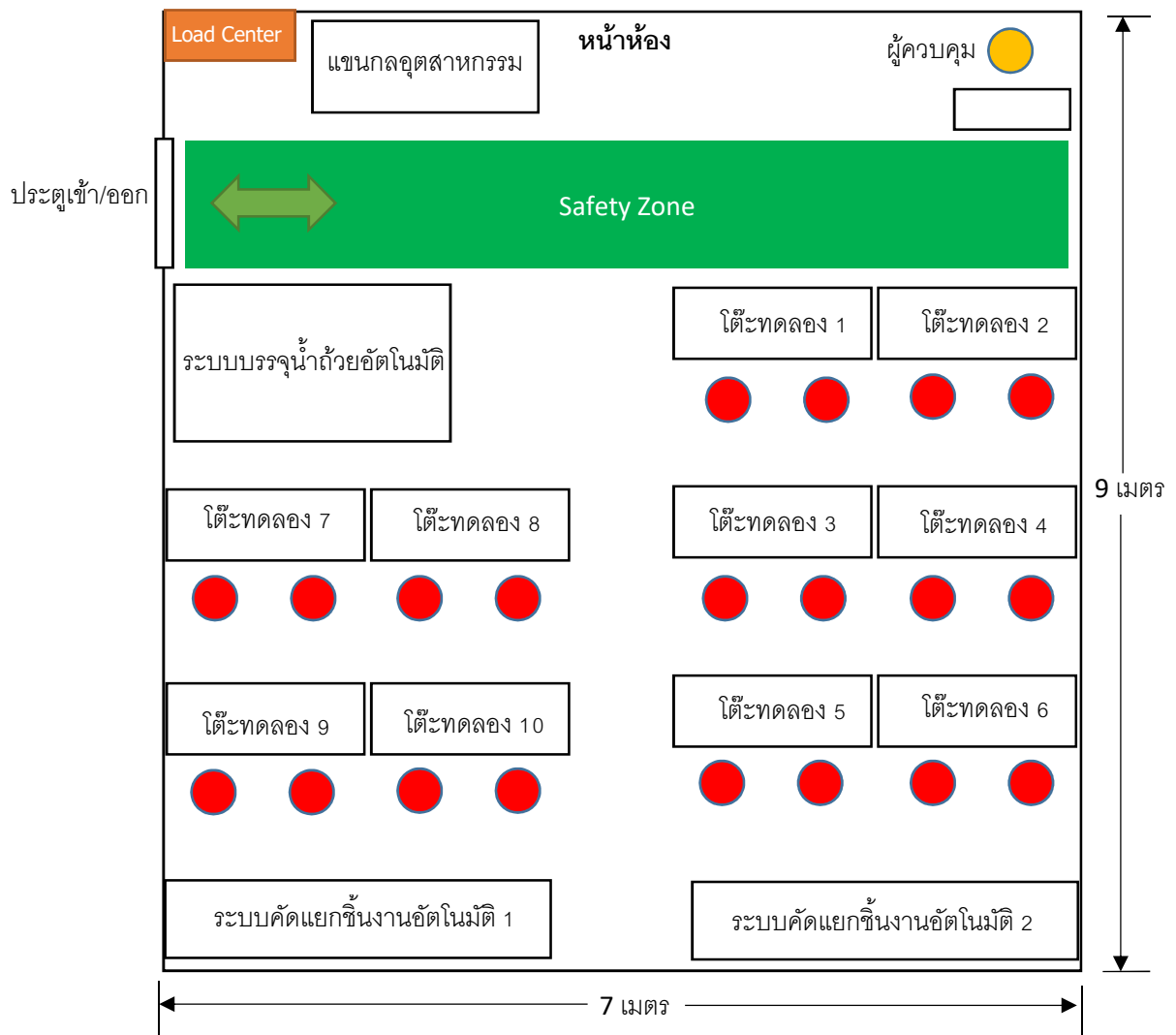
การทดลองที่ 9 การประยุกต์ใช้งาน ERP สำหรับจัดการระบบผลิตน้ำถั่วอัตโนมัติ

14.4 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม RT Toolbox2 / ERP / SCADA



14.5 แผนผังห้องปฏิบัติการ



## 15. ห้องปฏิบัติการแขนกลหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (อยู่ระหว่างการติดตั้ง/ปรับปรุงระบบ)

15.1 สถานที่ตั้ง ห้อง 11301 ชั้น 3 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้า

15.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- ชุดแขนกลอุตสาหกรรม

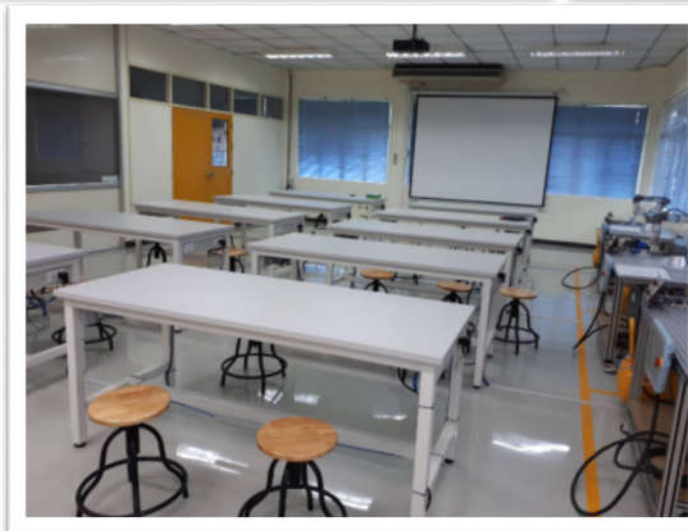
จำนวน 6 ชุด

- เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานแขนกล

จำนวน 6 ชุด

- ปีมล

จำนวน 6 ชุด

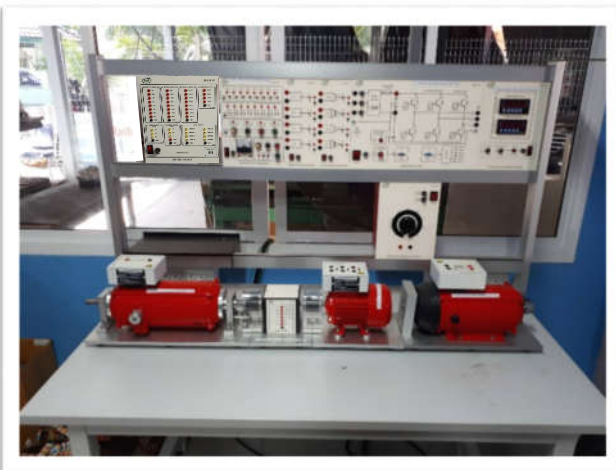


## 16. ห้องปฏิบัติการระบบไฟฟ้าสำหรับรถไฟ (อยู่ระหว่างการติดตั้ง/ปรับปรุงระบบ)

16.1 สถานที่ตั้ง ชั้น 1 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง

16.2 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

- |  |                 |
|--|-----------------|
| - ชุดรับกระแสไฟฟ้าด้านบน                                 | จำนวน 1 ชุด     |
| - ชุดทดลองระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ต้นกำลังด้วยอินเวอร์เตอร์ | จำนวน 1 ชุด     |
| - ชุดเครื่องมือซ่อมบำรุง                                 | จำนวน 1 ชุด     |
| - ปัมลม  | จำนวน 1 เครื่อง |



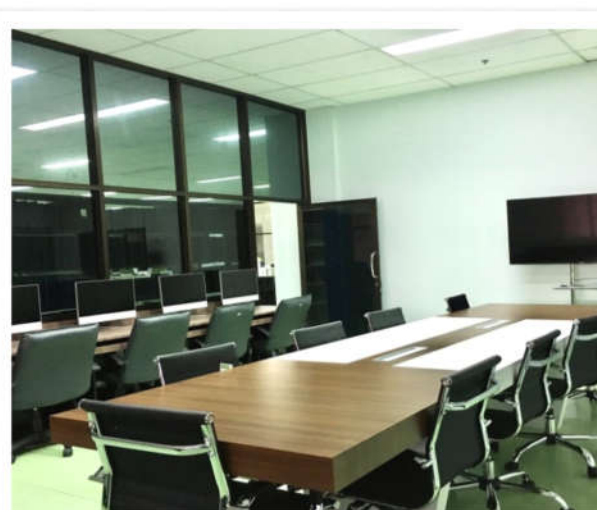
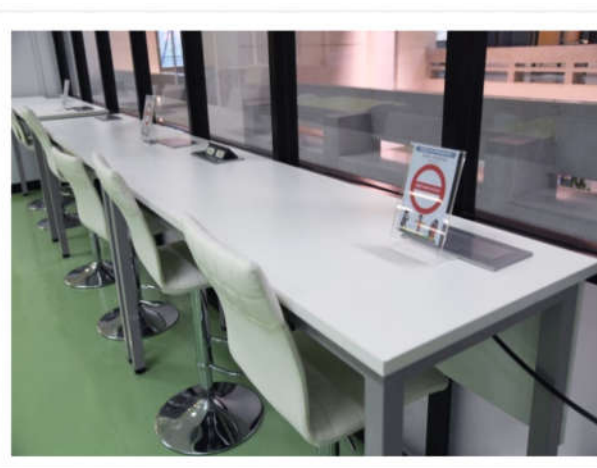


## 2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ

### 2.1 ห้องสมุดและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้บริการหนังสือตำรา วารสาร วิทยานิพนธ์ วิทยานิพนธ์ สิ่งพิมพ์อื่นๆ และสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ทุกสาขาที่เปิดสอน ผ่านเว็บไซต์ห้องสมุด <https://sites.google.com/en.rmutt.ac.th/lib-eng/home> และสามารถสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศของห้องสมุดที่ ([www.opac.rmutt.ac.th/main/index.aspx](http://www.opac.rmutt.ac.th/main/index.aspx))

ทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมดของห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย หนังสือตำรา หนังสืออ้างอิง 39,959 เล่ม หนังสือพิมพ์ 13 ชื่อเรื่อง วารสารภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ 24 รายการ วารสารวิชาการฉบับล่วงที่จัดส่งจากมหาวิทยาลัยต่างๆ รวมถึงวิทยานิพนธ์ จำนวน 2,380 เล่ม วิทยานิพนธ์ จำนวน 409 เล่ม CD-ROM และ DISK 2,620 แผ่น อีกทั้งยังให้บริการคอมพิวเตอร์สนับสนุนด้านการเรียนการสอนและสืบค้นข้อมูลของห้องสมุดบนเครือข่าย Internet ด้วยคอมพิวเตอร์ จำนวน 15 เครื่อง สามารถสืบค้นฐานข้อมูล e-book, e-Journal ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ทางมหาวิทยาลัยบอกรับการเป็นสมาชิกทั้งภายในประเทศไทย และต่างประเทศ ประเภทฐานข้อมูลหนังสือ ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ ฐานข้อมูลวารสาร และฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ทางวิศวกรรม โดยสามารถใช้บริการที่สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีได้อีกแห่งหนึ่ง รวมไปถึงการเปิดให้บริการพื้นที่ใช้สำหรับการประชุมกลุ่มย่อย (Discussion Room) จำนวน 2 ห้อง และห้องประชุม จำนวน 1 ห้อง ภายในห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์



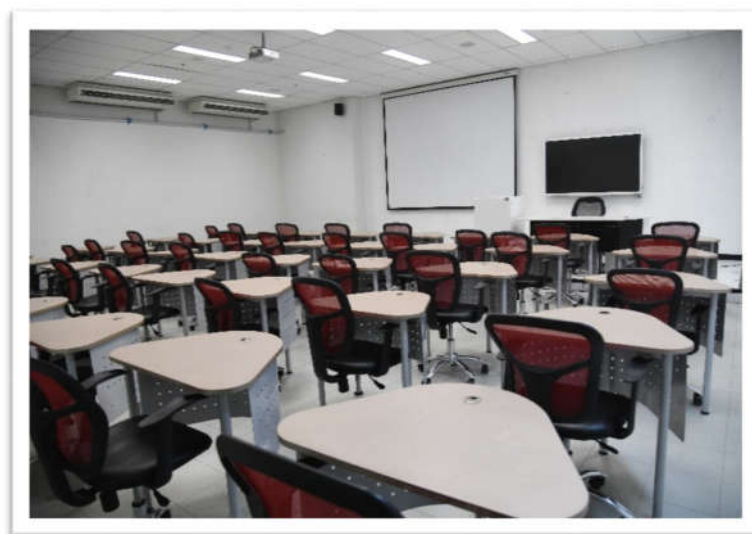
## 2.2 สิ่งอำนวยความสะดวก

### - ห้องประชุมและห้องเรียน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีสถานที่ให้บริการนักศึกษาและบุคลากรของคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ประชุมกลุ่มย่อย และสำหรับนั่งทำงาน ศึกษาค้นคว้าอิสระในบรรยากาศที่ผ่อนคลายมีบริการระบบเครือข่าย และข้อมูล online อาทิ **ห้อง Learning Space** และ**ห้องเรียน** อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภายในห้องเรียนประกอบด้วยเครื่องมือสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ได้เปลี่ยนจาก เครื่องฉายภาพโปร่งใส (Overhead) มาเป็นเครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ (Projector) **ห้องประชุมกลุ่มย่อย (Discussion Room)** ชั้น 2 ตึก อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2550 และ**ห้องอัจฉริยะ (Smart Classroom)** พื้นที่ให้บริการ ชั้น 4 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เป็นห้องเรียนที่อาจารย์สามารถนำสื่อการเรียนและรูปภาพจากการดาวน์โหลดอินเทอร์เน็ตมาใช้ประกอบทำให้เข้าใจในบทเรียนได้มากขึ้น สนับสนุนอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องเรียน ทั้งโต๊ะ เก้าอี้ จอภาพ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



Learning Space



ห้องอัจฉริยะ (Smart lassroom)



ห้องประชุม



ห้องประชุมกลุ่มย่อย (Discussion Room)

#### - โดมอเนกประสงค์

โดมอเนกประสงค์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นสถานที่อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมต่างๆ สำหรับนักศึกษาและบุคลากรอย่างมีคุณภาพ เช่น กิจกรรมปฐมนิเทศและปัจฉิมนิเทศนักศึกษา กิจกรรมเตรียมแถวเข้ารับปริญญา กิจกรรมพบปะผู้ปกครอง กิจกรรมทางวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ฯลฯ



### บริการเครือข่ายไร้สาย (WiFi)

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (WiFi) สำหรับนักศึกษาทุกคน ช่วยให้เรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือได้แล้ว ยังลดปัญหานักศึกษาสอบตกหรือดร้อปรายวิชาได้อีกด้วย

### - ทูนาการศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีนโยบายสนับสนุนทุนการศึกษาสำหรับนักศึกษาที่มีความประพฤติดี ผลการเรียนดี และนักศึกษาที่ขาดทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือบรรเทาความเดือดร้อนเบื้องต้นแก่นักศึกษาเพิ่มเติมจากสิทธิประโยชน์ที่นักศึกษาได้รับจากมหาวิทยาลัยฯ ตลอดจนยังเป็นการกระตุ้นและสร้างแรงบันดาลใจให้นักศึกษาตั้งใจศึกษาเล่าเรียนจนสำเร็จการศึกษา เช่น

1. ทุนการศึกษาให้เปล่าจากเงินกองทุนพัฒนานักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. ทุนการศึกษาให้เปล่าจากหน่วยงานภายนอก
3. ทุนให้กู้ยืมฉุกเฉิน
4. การจัดการรายได้พิเศษระหว่างเรียน อีกทั้ง คณะยังมีรางวัลสำหรับนักศึกษาที่มีความเป็นเลิศทางวิชาการ เช่น
  - 4.1 รางวัลเรียนดี เกรด 4.00 คณะวิศวกรรมศาสตร์
  - 4.2 รางวัลผลการสอบภาษาอังกฤษตามเกณฑ์มาตรฐานสากล

## 3. การประกันคุณภาพการศึกษา

3.1 รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับหลักสูตร หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปีการศึกษา พ.ศ. 2562 จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

องค์ประกอบที่	คะแนนผ่าน	จำนวนตัวบ่งชี้	I	P	O	คะแนนเฉลี่ย	ผลการประเมิน				
							0.01-2.00	ระดับคุณภาพน้อย	2.01-3.00	ระดับคุณภาพปานกลาง	3.01-4.00
1	ผ่านการประเมิน						หลักสูตรได้มาตรฐาน				
2	คะแนนเฉลี่ยของทุกตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบที่ 2-6	2				4.52	4.52	ระดับคุณภาพดีมาก			
3		3	3.00			3.00	ระดับคุณภาพปานกลาง				
4		3	3.67			3.67	ระดับคุณภาพดี				
5		4	4.00	3.67		3.75	ระดับคุณภาพดี				
6		1		4.00		4.00	ระดับคุณภาพดี				
รวม		13	3.43	3.75	4.52	3.70	ระดับคุณภาพดี				
ผลการประเมิน			ระดับคุณภาพดี	ระดับคุณภาพดี	ระดับคุณภาพดีมาก						

3.2 รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับคณะ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปีการศึกษา พ.ศ. 2562 จากคณะกรรมการประเมินคุณภาพการศึกษภายใน

องค์ประกอบ คุณภาพ	คะแนนการประเมินเฉลี่ย					ผลการประเมิน
	ตัวบ่งชี้	I	P	O	คะแนน เฉลี่ย	0.00 - 1.50 = การดำเนินงานต้องปรับปรุงเร่งด่วน
						1.51 - 2.50 = การดำเนินงานต้องปรับปรุง
						2.51 - 3.50 = การดำเนินงานระดับพอใช้
						3.51 - 4.50 = การดำเนินงานระดับดี
						4.51 - 5.00 = การดำเนินงานระดับดีมาก
1	6	4.96	4.00	3.44	4.39	การดำเนินงานระดับดี
2	3	5.00	5.00	5.00	5.00	การดำเนินงานระดับดีมาก
3	1		5.00		5.00	การดำเนินงานระดับดีมาก
4	1		5.00		5.00	การดำเนินงานระดับดีมาก
5	2		4.50		4.50	การดำเนินงานระดับดี
รวม	13	4.97	4.57	4.22	4.64	การดำเนินงานระดับดีมาก
ผลการประเมิน		ระดับ คุณภาพ ดีมาก	ระดับ คุณภาพ ดีมาก	ระดับ คุณภาพ ดี		

3.3 รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับสถาบัน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปีการศึกษา พ.ศ. 2562

องค์ประกอบ คุณภาพ	คะแนนการประเมินเฉลี่ย					ผลการประเมิน
	ตัวบ่งชี้	I	P	O	คะแนน เฉลี่ย	0.00 - 1.50 = การดำเนินงานต้องปรับปรุงเร่งด่วน
						1.51 - 2.50 = การดำเนินงานต้องปรับปรุง
						2.51 - 3.50 = การดำเนินงานระดับพอใช้
						3.51 - 4.50 = การดำเนินงานระดับดี
						4.51 - 5.00 = การดำเนินงานระดับดีมาก
1	5	4.38	5.00	3.50	4.45	การดำเนินงานระดับดี
2	3	4.86	5.00	4.82	4.89	การดำเนินงานระดับดีมาก
3	1		5.00		5.00	การดำเนินงานระดับดีมาก
4	1		5.00		5.00	การดำเนินงานระดับดีมาก
5	3		4.50	4.20	4.40	การดำเนินงานระดับดี
รวม	13	4.97	4.86	4.17	4.63	การดำเนินงานระดับดีมาก
ผลการประเมิน		ระดับ คุณภาพ ดีมาก	ระดับ คุณภาพ ดีมาก	ระดับ คุณภาพ ดี		



## ส่วนที่ 6 ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษานุมัติหลักสูตร

ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการอนุมัติจาก  
สภาสถาบันการศึกษา

ภาคผนวก 3 แผนการสอน (มคอ.3)

ภาคผนวก 4 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน

## ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษาอนุมัติหลักสูตร

มติรายงานการประชุม  
สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ครั้งที่ 4/2563  
วันพุธที่ 29 เดือน เมษายน พ.ศ. 2563

### 4.4.5 พิจารณาให้ความเห็นชอบหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

ด้วยคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรที่ครบรอบกำหนดตามกรอบระยะเวลาของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องทันสมัย และตรงกับวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัย ตอบสนองคุณภาพชีวิต การศึกษา และเศรษฐกิจยุคใหม่ที่ต่างไปจากเดิม บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรนี้จะเป็นผู้มีความรู้ ทั้งภาคทฤษฎีและทักษะภาคปฏิบัติที่สามารถประกอบอาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาไฟฟ้ากำลัง สามารถประยุกต์ใช้ องค์ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาด้านไฟฟ้ากำลังได้อย่างเป็นระบบตามหลักจรรยาบรรณ วิชาชีพและปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยตามหลักวิชาการ รวมทั้งมีการเพิ่มเติมองค์ความรู้สมัยใหม่เพื่อให้ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตและตอบสนองต่อความต้องการอุตสาหกรรมใหม่ (S-Curve) ของประเทศ ในครั้งนี้ คณะขอเสนอพิจารณาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

สาระการปรับปรุงหลักสูตร ประกอบด้วย

- 1) การปรับโครงสร้างหลักสูตรโดยลดจำนวนหน่วยกิตลงจาก 149 หน่วยกิต เป็น 147 หน่วยกิต โดยปรับปรุงรายวิชาจากหมวดต่าง ๆ เพิ่มจำนวนหน่วยกิตในกลุ่มวิชาเฉพาะพื้นฐานจาก 55 หน่วยกิต เป็น 68 หน่วยกิต ลดจำนวนหน่วยกิตกลุ่มวิชาชีพบังคับจาก 58 หน่วยกิต ลงเหลือ 23 หน่วยกิต และลดจำนวนหน่วยกิตกลุ่มวิชาชีพเลือกจาก 14 หน่วยกิต ลงเหลือ 13 หน่วยกิต เพื่อให้สอดคล้องกับ มคอ. 1 สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และปรับปรุงรายวิชาให้สอดคล้องกับสภาวิชาชีพ
- 2) มีการเพิ่มรายวิชาใหม่ อาทิ แคลคูลัสประยุกต์สำหรับงานวิศวกรรม สัญญาณ ระบบ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้า เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานและระบบแบตเตอรี่ ระบบไฟฟ้าเบื้องต้นสำหรับ อุตสาหกรรม การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในงานวิศวกรรมไฟฟ้า ทุนยนต์อุตสาหกรรมและระบบตรวจรู้ด้วยกล้อง วิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ความปลอดภัยทางไฟฟ้า ไมโครคอนโทรลเลอร์และการควบคุมไร้สาย รวมทั้งมีการ ปรับปรุงเนื้อหาวิชาเดิมทั้งวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมหลักและรายวิชากลุ่มวิชาชีพบังคับ อาทิ เช่น ระบบควบคุม อุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม การจ่ายไฟสำหรับระบบราง การออกแบบระบบแสงสว่าง วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง ให้สอดคล้องกับ มคอ.1 และสภาวิศวกร และสอดคล้องกับความต้องการผู้ใช้บัณฑิตและการพัฒนาอุตสาหกรรม ของประเทศ
- 3) วางรากฐานการศึกษาและการพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษาด้านความรู้ ความสามารถสมรรถนะในสาขาวิชาชีพ ด้านคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณในวิชาชีพ และปรับปรุงรายวิชา ให้ตรงกับสมรรถนะวิชาชีพ เพื่อให้บัณฑิตสามารถประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมได้



4) การศึกษาที่เน้นการพัฒนากำลังคนเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมายในกลุ่มอุตสาหกรรม ต่อยอดอุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-Curve) ในด้านยานยนต์สมัยใหม่ (EV, PHEV) ส่วนกลุ่ม อุตสาหกรรมใหม่ที่มีการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างเข้มข้นหรืออุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve) เน้นในด้านการพัฒนาระบบควบคุมหุ่นยนต์ (Robotic Controls) รวมทั้งเน้นการพัฒนาความเชี่ยวชาญและ องค์ความรู้ด้านงานระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับระบบราง (Electrification for Railway System) ระบบสะสมพลังงาน ไฟฟ้า (Electrical Energy Storage Systems) และระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automation System) สำหรับ ภาคอุตสาหกรรม

5) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563) ได้จัดอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร จำนวน 5 ราย ดังต่อไปนี้

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งวิชาการ คุณวุฒิ - สาขาวิชา ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ ย้อนหลังภายใน 5 ปี
1	นายณัฐวุฒิ โสมะเกษตรินทร์ * ผู้ช่วยศาสตราจารย์ Ph.D. (Engineering), Osaka University, Osaka, Japan, 2561 วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546 วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า), สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2539	Somakettarin, N and Pichetjamroen, A. (2019). Characterization of a Practical-Based Ohmic Series Resistance Model under Life-Cycle Changes for a Lithium-Ion Battery. <i>Energies</i> , Volume 12, Issue 20, 2019. pp. 1-11.
2	นายมนทล นางษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วศ.ด. (วิศวกรรมไฟฟ้า), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2557 วศ.ม. (วิศวกรรมระบบควบคุม), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546 วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2542	Nawong, M and Phdungsilp, A. (2019). ICT and the Sustainable Development Goals: Energy and Climate Change Goals. 2019 ACENS Asian Conference on Engineering and Natural Sciences, Hokkaido, Japan. January, 22 <sup>nd</sup> -24 <sup>th</sup> , 2019. Pp 380-386.
3	นายศิริชัย แดงแอม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2546 วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า), สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2538	Pikultong, P, Intaboot, N Vilasmongkolchai, T Donthuam, P and Dangeam, S (2019). Adaptable Energy Management of Home Energy Storage to Support EV Quick Charging. <i>International Journal of the Computer, the Internet and Management: IJCM</i> , Vol. 27, No.1, 2019. pp. 37-42.
4	นายพินิจ จิตจริง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ M. Sc. (Electrical Engineering), RWTH-Aachen University, Aachen, Germany, 2546 วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า), สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2538	Jitjing, P Suppitaksakul, C Boonphen, W. (2018). Partial Discharge Signals Detecting and Preventive Maintenance Planning for 21 kV Generator (Case Study of a Generator at the Combined cycle Power Plant of Ratchaburi Power Company Limited). <i>International Conference on</i>

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งวิชาการ คุณวุฒิ - สาขาวิชา ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ ย้อนหลังภายใน 5 ปี
		Electrical Engineering/ Electronics, Computer, Telecommuni- cations and Information Technology (ECTI-CON 2018), Chiang Rai, Thailand. July 18 <sup>th</sup> – 21 <sup>st</sup> 2018.
5	นายสมชาย เบียนสูงเนิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548 วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า), สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2539	Biansoongnern, S and Plangklang, B. (2017). Efficiency Improvement of Energy Management for LED Street Lightings. The 5 <sup>th</sup> International Electrical Engineering Congress (IEECON2017), Chonburi, THAILAND, March 8 <sup>th</sup> -10 <sup>th</sup> , 2017.

หมายเหตุ \* ประธานหลักสูตร

ทั้งนี้ ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัย เรียบร้อยแล้ว  
ดังต่อไปนี้

- 1) คณะกรรมการประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 3/2562 เมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2562
- 2) คณะกรรมการบริหารงานวิชาการและวิจัย ครั้งที่ 2/2563 เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2563
- 3) คณะกรรมการด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน ครั้งที่ 2/2563 เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2563
- 4) คณะกรรมการสภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ครั้งที่ 3/2563 เมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2563
- 5) คณะกรรมการด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน ครั้งที่ 3/2563 เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2563

#### ข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณา

1. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)
2. ข้อสรุป 3 ประเด็นหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

จึงเสนอต่อสภา มทร.ธัญบุรี เพื่อโปรดพิจารณา

มติสภา มทร.ธัญบุรี ให้ความเห็นชอบหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

  
(นายวิรัช โทตระไวศยะ)  
เลขานุการสภา มทร.ธัญบุรี

ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการอนุมัติจากสภาสถาบันการศึกษา

สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ให้ความเห็นชอบหลักสูตรนี้แล้ว  
ครั้งที่ 4/2563 เมื่อวันที่ 29 เมษายน 2563



## หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

## ภาคผนวก 3 แผนการสอน (มคอ.3)

## 1. 09-410-141 Physics for Engineers 1

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

09-410-141 ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร 1 (Physics for Engineers 1)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

เวกเตอร์ แรงและการเคลื่อนที่ โมเมนตัมและพลังงาน ระบบอนุภาค สมบัติเชิงกลของสาร การเคลื่อนที่ของวัตถุแข็งเกร็ง การเคลื่อนที่แบบออสซิลเลต กลศาสตร์ของไหล ความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน คลื่นเสียง

Vector, force and motion, momentum and energy, particle system, mechanical properties of matter, rigid body motion, oscillatory motion, fluid mechanics, heat and heat transfer, and sound waves

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	แนะนำตนเองทั้งอาจารย์และนักศึกษา แนะนำลักษณะรายวิชา ชั่วโมงการให้คำปรึกษา เกณฑ์การวัดและประเมินผล บทที่ 1 เวกเตอร์ เวกเตอร์และสเกลาร์ การรวมเวกเตอร์ การรวมหลายเวกเตอร์โดยใช้แผนภาพการลบเวกเตอร์ ส่วนประกอบของเวกเตอร์ เวกเตอร์หนึ่งหน่วย ผลคูณของเวกเตอร์	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้การสอนแบบ online และทำแบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-learn
2	บทที่ 2 การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ ปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ วัตถุตกอย่างอิสระ ความเร็วสัมพัทธ์	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้การสอนแบบ online และทำแบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-learn
3	บทที่ 3 การเคลื่อนที่บนระนาบ ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วชั่วขณะ ความเร่งเฉลี่ยและความเร่งชั่วขณะ ส่วนประกอบย่อยของความเร่ง การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ ความเร็วสัมพัทธ์	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้การสอนแบบ online และทำแบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-learn
4	บทที่ 4 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มวล และ แรง กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน กฎข้อที่สองของนิวตัน กฎข้อที่สามของนิวตัน แรงเสียดทาน กฎของนิวตันกับการประยุกต์	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้การสอนแบบ online และทำแบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-learn
5	บทที่ 5 การเคลื่อนที่แบบวงกลมกับกฎของนิวตัน แรงของการเคลื่อนที่แบบวงกลม 3.5 5.1.1 การเคลื่อนที่เป็นวงกลม การเคลื่อนที่แบบวงกลมในแนวตั้ง กฎของนิวตันกับแรงโน้มถ่วง - ดาวเทียม - การเปลี่ยนแปลงค่าความเร่งโน้มถ่วง $g$ ตามระดับความสูง - การหมุนของโลกต่อความเร่งโน้มถ่วง	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้การสอนแบบ online และทำแบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-learn

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
6	บทที่ 6 งานและพลังงาน งาน -งานที่ถูกกระทำด้วยแรงคงที่ - งานที่ถูก ทำด้วยแรงไม่คงที่ งาน พลังงาน และกฎการอนุรักษ์พลังงาน	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
7	บทที่ 6 งานและพลังงาน พลังงานจลน์ -พลังงานศักย์โน้มถ่วง -พลังงาน ศักย์ยืดหยุ่น -กฎการอนุรักษ์พลังงาน กำลัง - กำลังของรถยนต์	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
8	บทที่ 7 โมเมนตัม การดลและโมเมนตัม กฎการคงตัวของโมเมนตัม การ ชน การชนแบบยืดหยุ่น การชนแบบไม่ยืดหยุ่น - การตี - จุด ศูนย์กลางมวล	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
9	บทที่ 8 การหมุน ทฤษฎีแกนขนานทอร์คและความเร่งเชิงมุม งานและ กำลังของการหมุน แกนหมุนคงที่ โมเมนตัมและการดลเชิงมุม การคงตัว ของโมเมนตัมเชิงมุม	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
10	บทที่ 9 สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง เงื่อนไขสองข้อของสมดุล จุดศูนย์กลาง ตัวอย่างสมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง แรงคู่ควบ บทที่ 10 การ เคลื่อนที่แบบคาบ การเคลื่อนที่แบบคาบอย่างง่าย - ลูกตุ้มนาฬิกาอย่าง ง่าย - พิธีกาลเพนดูลัม-งานหมุน วงกลมเบริยเทียบ	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
11	บทที่ 10 การเคลื่อนที่แบบคาบ การเคลื่อนที่แบบคาบที่ถูกหน่วง การ เคลื่อนที่แบบคาบที่ถูกแรงบังคับ บทที่ 11 ความยืดหยุ่น ความเค้นและ ความเครียด ความเค้นและความเครียดบัลค์ ความเค้นและความเครียด เฉือน ความยืดหยุ่นและภาวะพลาสติก	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
12	บทที่ 12 กลศาสตร์ของไหล สถิติศาสตร์ของไหล ความดันในของ ไหล กฎของปาสคาล แรงลอยตัว ความตึงผิว พลศาสตร์ของไหล	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
13	บทที่ 12 กลศาสตร์ของไหล สมการเบอร์นูลลี ความหนืด บท ที่ 13 ปริมาณความร้อนและกลไกการถ่ายโอนความร้อน สมดุลความ ร้อนและกฎข้อที่ศูนย์ของเทอร์โมไดนามิกส์ มาตราส่วนของความ ร้อน การขยายตัวเนื่องจากความร้อน ความเค้นจากความร้อน	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
14	บทที่ 13 ปริมาณความร้อนและกลไกการถ่ายโอนความร้อน ปริมาณของความร้อน การถ่ายโอนความร้อน สมการสภาวะ แผนภาพ P-V แผนภาพ P-T และจุด ไตรภาค บทที่ 15 คลื่น และ เสียง คลื่น คณิตศาสตร์ของคลื่น สมบัติของคลื่น - ความเร็วของคลื่นในตัวกลางต่างๆ - เงื่อนไขและขอบเขตสำหรับการสั้นของเส้น เชือก - หลักการซ้อนกัน - โหมดการสั้นของเส้นเชือก คลื่นสถิติของคลื่นตามยาว	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn
15	บทที่ 15 คลื่น และ เสียง คลื่นเสียง การแทรกสอดของคลื่นเสียง เร โซแนนท์ ความเข้มของเสียง บีตส์ ดอปเปลอร์ คลื่นกระแทก	3	0	การบรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัด ใช้สื่อประสม ใช้ การสอนแบบ online และทำ แบบฝึกหัดผ่านห้องเรียน D-Learn

## 2. 04-711-101 Chemistry for Engineers

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-711-101 เคมีสำหรับวิศวกร (Chemistry for Engineers)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)

## 3. วิชาบังคับก่อน

ไม่มี

## 4. คำอธิบายรายวิชา

ปริมาณมวลสารสัมพันธ์ และพื้นฐานทางทฤษฎีอะตอม สมบัติของแก๊ส ของแข็ง ของเหลว และสารละลาย สมดุลเคมี สมดุลไอออนิก จลนศาสตร์เคมี โครงสร้างของอิเล็กตรอนในอะตอม พันธะเคมี สมบัติของธาตุตามตารางพีริออดิก ธาตุเรฟรีเซนเททีฟ โลหะ และธาตุทรานสิชัน

Stoichiometry and basis of the atomic theory; properties of gas, liquid, solid and solution; chemical equilibrium; ionic equilibrium; chemical kinetic; electronic structures of atoms; chemical bonds; periodic properties; representative elements; nonmetal and transition metals

## 5. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	แนะนำบทเรียน โครงสร้างอะตอมและการจัดเรียง	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
2	ตารางธาตุและคุณสมบัติ	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
3	ตารางธาตุและคุณสมบัติ	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
4	พันธะเคมี	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
5	พันธะเคมี	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
6	- การคำนวณปริมาณสาร - มวลอะตอม มวลโมเลกุล จำนวนโมล - ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล และปริมาตรของแก๊ส	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
7	ความเข้มข้นสารละลายในหน่วยต่างๆ	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
8	การเตรียมสารละลายแบบต่างๆ	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
9	การคำนวณปฏิกิริยาเคมี: ปริมาณสารสัมพันธ์ สมการเคมีและการ คำนวณจากสมการเคมี	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
10	การคำนวณปฏิกิริยาเคมี: การคำนวณจากสมการเคมี สารกำหนด ปริมาณและ ผลผลิตร้อยละ	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
11	สมบัติของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
12	ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และกฎของแก๊ส	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
13	อัตราการเกิดปฏิกิริยา	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
14	จลนศาสตร์เคมี	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point
15	สมดุลเคมี	3	0	บรรยาย ตอบข้อซักถาม คำถามท้ายบทเรียนใช้สื่อ การสอน Power Point

## 3. 09-111-141 Calculus for Engineers 1

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

09-111-141 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1 (Calculus for Engineers 1)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

ฟังก์ชัน ลิมิตและความต่อเนื่อง การหาอนุพันธ์ รูปแบบยังไม่กำหนด การประยุกต์ของอนุพันธ์ การหาปริพันธ์ เทคนิคของการหาปริพันธ์ การประยุกต์ของปริพันธ์จำกัดเขต พีชคณิตเวกเตอร์ในสามมิติ

Functions limits and continuity, differentiation, indeterminate forms, applications of differentiation, integration, techniques of integration, applications of definite integral, algebra of vectors in three dimensional space

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	1. ฟังก์ชัน 1.1 บทนิยาม สมบัติ และกราฟของฟังก์ชัน 1.2 พีชคณิตของฟังก์ชัน ฟังก์ชันประกอบ และฟังก์ชันผกผัน 1.3 ชนิดของฟังก์ชัน	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
2	2. ลิมิต และความต่อเนื่อง 2.1 ความหมายของลิมิต 2.2 การหาลิมิตของฟังก์ชัน 2.3 ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
3	3. การหาอนุพันธ์ 3.1 บทนิยามอนุพันธ์ของฟังก์ชัน 3.2 อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต 3.3 อนุพันธ์ของฟังก์ชันประกอบ	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
4	3. การหาอนุพันธ์ (ต่อ) 3.4 อนุพันธ์ของฟังก์ชันลอการิทึม 3.5 อนุพันธ์ของฟังก์ชันชี้กำลัง 3.6 อนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย



ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
5	3. การหาอนุพันธ์ (ต่อ) 3.7 อนุพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผัน 3.8 อนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยปริยาย 3.9 อนุพันธ์อันดับสูง	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
6	4. บทประยุกต์ของอนุพันธ์ และรูปแบบยังไม่กำหนด 4.1 ความหมายทางเรขาคณิตของอนุพันธ์ 4.2 ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของฟังก์ชัน 4.3 อัตราสัมพัทธ์	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
7	4. บทประยุกต์ของอนุพันธ์ และรูปแบบยังไม่กำหนด (ต่อ) 4.4 ความเร็วและความเร่งขณะหนึ่ง 4.5 ค่าเชิงอนุพันธ์ และการหาค่าโดยประมาณ 4.6 รูปแบบยังไม่กำหนดและหลักเกณฑ์โลปีตาล	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
8	สอบกลางภาค	3	0	-
9	5. แคลคูลัสเชิงปริพันธ์ 5.1 ปริพันธ์ไม่จำกัดเขต 5.2 ปริพันธ์จำกัดเขต 5.3 การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
10	5. แคลคูลัสเชิงปริพันธ์ (ต่อ) 5.4 การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันชี้กำลัง 5.5 การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันที่ให้ผลลัพธ์เป็นฟังก์ชันลอการิทึม	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
11	5. แคลคูลัสเชิงปริพันธ์ (ต่อ) 5.6 การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติ 5.7 การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันที่ให้ผลลัพธ์เป็นฟังก์ชันตรีโกณมิติ ผกผัน	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
12	6. เทคนิคการหาปริพันธ์ 6.1 การหาปริพันธ์โดยการแยกส่วน 6.2 การหาปริพันธ์ของฟังก์ชันตรีโกณมิติรูปแบบต่างๆ	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
13	6. เทคนิคการหาปริพันธ์ (ต่อ) 6.3 การหาปริพันธ์โดยการแทนค่าด้วยฟังก์ชันตรีโกณมิติ 6.4 การหาปริพันธ์โดยการแยกเศษส่วนย่อย	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
14	7. การประยุกต์ปริพันธ์ 7.1 การหาพื้นที่ระหว่างเส้นโค้งกับแกน 7.2 การหาพื้นที่ระหว่างเส้นโค้งกับเส้นโค้ง	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
15	7. การประยุกต์ปริพันธ์ (ต่อ) 7.3 การหาปริมาตรของรูปทรงตันที่เกิดจากการหมุนพื้นที่ โดย วิธี Disk Method 7.4 การหาปริมาตรของรูปทรงตันที่เกิดจากการหมุนพื้นที่ โดย วิธี Shell Method	3	0	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
16	พีชคณิตเวกเตอร์สามมิติ	3	3	สอนแบบออนไลน์หรือตาม ประกาศมหาวิทยาลัย
17	สอบปลายภาค	3	0	-

## 4. 09-111-142 Calculus for Engineers 2

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

09-111-142 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 2 (Calculus for Engineers 2)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

09111141 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1 จำนวนหน่วยกิต 3 (3-0-6)

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

พิกัดเชิงขั้วและสมการเชิงอิงตัวแปรเสริม ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ของหนึ่งตัวแปร แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ของหนึ่งตัวแปร เส้น ระนาบและผิวในปริภูมิสามมิติ แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าจริงของสองตัวแปรและการประยุกต์ แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์

Polar coordinates and parametric equations, vector - valued functions of one variable, calculus of vector - valued functions of one variable, lines planes and surfaces in three dimensional space, calculus of real - valued functions of two variables and applications, calculus of real - valued functions of multiple variables and applications

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	ระบบพิกัดเชิงขั้ว เขียนพิกัดจุดในระบบพิกัดเชิงขั้ว ความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดฉากกับพิกัดเชิงขั้ว เขียนกราฟเชิงขั้ว	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 1 ระบบพิกัดเชิงขั้ว
2	สมการอิงตัวแปรเสริม การนิยามเส้นโค้งโดยสมการอิงตัวแปรเสริม กราฟของสมการอิงตัวแปรเสริม	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 2 สมการอิงตัวแปรเสริม
3	เส้นสัมผัสเส้นโค้งและความยาวโค้งของสมการอิงตัวแปรเสริม	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
				เรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 2 สมการอิงตัวแปรเสริม
4	ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ของหนึ่งตัวแปร การหาโดเมนของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ กราฟและนอร์มของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 3 ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์
5	แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ ลิมิต อนุพันธ์และปริพันธ์ของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์ การเปลี่ยนตัวแปรเสริมของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 3 ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์
6	เวกเตอร์สัมผัสหน่วย ความโค้งและรัศมีความโค้งของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 3 ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์
7	เส้นและระนาบในปริภูมิสามมิติ มุมระหว่างเส้นตรงสองเส้น ระยะจากจุดไปยังเส้นตรง เส้นไขว้ต่างระนาบ ระยะระหว่างเส้นตรงสองเส้น ระยะจากจุดไประนาบ มุมและระยะระหว่างระนาบกับระนาบ	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 4 เรขาคณิตวิเคราะห์ในสามมิติ
8	สอบกลางภาค	3	0	สอบกลางภาค
9	ผิวในปริภูมิสามมิติ เช่น พื้นผิว คิวบิก ทรงกลม ทรงกระบอก และกรวย	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 4 เรขาคณิตวิเคราะห์ในสามมิติ
10	ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปร ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปร	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 5 ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
11	อนุพันธ์ย่อยของฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปร กฎลูกโซ่ การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันโดยปริยาย	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 5 ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์
12	ระนาบสัมผัส เส้นนอร์มัลของพื้นผิว อนุพันธ์ระบุทิศทาง เวกเตอร์เกรเดียนต์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 5 ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์
13	ค่าสุดขีดของฟังก์ชันของหลายตัวแปร ตัวคูณลากรองจ์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 5 ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์
14	อินทิกรัลของฟังก์ชันของสองตัวแปร อินทิกรัลสองชั้นบนโดเมนที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า อินทิกรัลสองชั้นบนโดเมนทั่วไป	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 5 ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์
15	การประยุกต์ของอินทิกรัลสองชั้น การเปลี่ยนอันดับของอินทิกรัลสองชั้น อินทิกรัลสองชั้นในระบบพิกัดเชิงขั้ว	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 5 ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์
16	อินทิกรัลของฟังก์ชันของสามตัวแปร อินทิกรัลของฟังก์ชันของสามตัวแปรบนโดเมนที่เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก อินทิกรัลของฟังก์ชันของสามตัวแปรบนโดเมนทั่วไป การประยุกต์อินทิกรัลสามชั้น	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน / เอกสารประกอบการเรียนการสอน บทที่ 5 ฟังก์ชันค่าจริงของหลายตัวแปรและการประยุกต์
17	สอบปลายภาค	3	0	สอบปลายภาค

## 5. 04-000-202 Applied Calculus for Engineering

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-000-202 แคลคูลัสประยุกต์สำหรับงานวิศวกรรม (Applied Calculus for Engineering)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

09-111-142 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 2

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

สมการเชิงอนุพันธ์เบื้องต้นและการประยุกต์ การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ปริพันธ์ไม่ตรงแบบ ปริพันธ์ตามเส้น เบื้องต้น อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ ลำดับและอนุกรมของจำนวน การกระจายอนุกรมเทย์เลอร์ของฟังก์ชันมูลฐาน Introduction to differential equations and applications, numerical integration, improper integration, introduction to line integrals, mathematical induction, sequences and series of numbers, Taylor series expansions of elementary functions

## 6. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	1. สมการเชิงอนุพันธ์เบื้องต้นและการประยุกต์ 1.1 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับ 1 ระดับชั้น 1	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน
2	1. สมการเชิงอนุพันธ์เบื้องต้นและการประยุกต์ (ต่อ) 1.1 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับ 1 ระดับชั้น 1 (ต่อ) 1.2 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับ 2 ไม่เอกพันธ์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน
3	1. สมการเชิงอนุพันธ์เบื้องต้นและการประยุกต์ (ต่อ) 1.2 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับ 2 ไม่เอกพันธ์ (ต่อ)	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน
4	1. สมการเชิงอนุพันธ์เบื้องต้นและการประยุกต์ (ต่อ) 1.2 สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับ 2 ไม่เอกพันธ์ (ต่อ)	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน
5	2. การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข 2.1 การประมาณค่าปริพันธ์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ชักถามภายในชั้นเรียน และมอบหมายงาน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
6	2 . การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข 2.1 การประมาณค่าปริพันธ์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
7	3 .ปริพันธ์ไม่ตรงแบบ 3.1 ปริพันธ์บนช่วงอนันต์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
8	3 .ปริพันธ์ไม่ตรงแบบ (ต่อ) 3.2 ปริพันธ์ซึ่งปริพันธ์มีค่าอนันต์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
9	4 . ปริพันธ์ตามเส้นโค้งตัน 4.1 การคำนวณค่าปริพันธ์ตามเส้นในปริภูมิสองมิติ	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
10	4 . ปริพันธ์ตามเส้นโค้งตัน (ต่อ) 4.2 การคำนวณค่าปริพันธ์ตามเส้นในปริภูมิสามมิติ	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
11	5 . อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ 5.1 หลักการจัดอันดับดี 5.2 การพิสูจน์โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
12	6. ลำดับและอนุกรมของจำนวน 6.1 ลำดับ 6.2 ลำดับทางเดียว	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
13	6. ลำดับและอนุกรมของจำนวน (ต่อ) 6.3 อนุกรมของจำนวน 6.4 การทดสอบการลู่เข้า	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
14	6. ลำดับและอนุกรมของจำนวน (ต่อ) 6.4 การทดสอบการลู่เข้า (ต่อ)	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน
15	7 . การกระจายอนุกรมเทย์เลอร์ของฟังก์ชันมูลฐาน 7.1 อนุกรมกำลัง 7.2 อนุกรมเทย์เลอร์และอนุกรมแมคคลอริน	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง ประกอบ ชักถามภายในชั้น เรียน และมอบหมายงาน

## 6. 04-411-102 Engineering Drawing

### รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

#### 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-411-102 เขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)

#### 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (2-3-5) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

#### 3. วิชาบังคับก่อน

ไม่มี

#### 4. คำอธิบายรายวิชา

การเขียนอักษร การมองภาพฉาย การเขียนภาพฉายและภาพสามมิติ การกำหนดขนาดและพิสัยความเผื่อ ภาพตัด ภาพช่วยการเขียนภาพด้วยมือและการสเก็ตซ์ภาพ แผ่นคลี่และภาพประกอบ การเขียนแบบเบื้องต้นโดยคอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียนแบบและออกแบบ

Lettering, orthographic projection, orthographic drawing and pictorial drawings, dimensioning and tolerances, sections, auxiliary views and development, freehand and sketches, detail and assembly drawings, basic computer-aided design drawing

#### 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	พื้นฐานการเขียนแบบวิศวกรรม	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
2	การเขียนอักษร การมองภาพฉาย	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
3	การเขียนภาพฉาย	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
4	การเขียนภาพด้วยมือและการสเก็ตซ์ภาพ	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
5	การเขียนภาพสามมิติ	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
6	การกำหนดขนาดในงานเขียนแบบ	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
7	การกำหนดขนาดพิกัดความเผื่อ	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
8	การเขียนภาพตัด	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
9	สอบกลางภาคเรียนที่ 1/2563	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
10	การเขียนแผ่นคลี่	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
11	การเขียนแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
12	การเขียนแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (ต่อ)	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
13	พิกัดความเผื่อรูปร่าง ตำแหน่ง และการกำหนดคุณภาพผิวงาน	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
14	การเขียนภาพงานประกอบ	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team
15	การเขียนแบบสั่งงาน	2	3	1. การบรรยาย ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team 2. วิดีโอการสาธิต (Demonstration) ผ่านระบบออนไลน์ Ms Team



## 7. 04-211-207 อุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม Electrical Apparatus and Control

### รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

#### 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-207 อุปกรณ์ไฟฟ้าและการควบคุม (Electrical Apparatus and Control)

#### 2. จำนวนหน่วยกิต

3(2-3-5) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

#### 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

#### 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

#### 5. คำอธิบายรายวิชา

พื้นฐานเกี่ยวกับมาตรฐานการออกแบบทางไฟฟ้า สัญลักษณ์ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าภายในอาคารและอุปกรณ์ป้องกัน การเขียนแบบไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ข้อกำหนดด้านการติดตั้งและการบำรุงรักษาในระบบไฟฟ้า สายไฟแรงต่ำ มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า หลักการทำงานและการออกแบบชุดควบคุมโหลดทางไฟฟ้า การจัดการโหลดในอุตสาหกรรม การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์สมัยใหม่เพื่องานระบบไฟฟ้า

Basic standards for electrical designs, codes, indoor apparatus and their protective devices, electrical drawing with computer programs, standards for electrical installation and maintenance in electrical system, low-voltage cables, standards of electrical safety, operating principles and design for electrical load controls, management of industrial loads, application of modern software for electrical systems

#### 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	การเตรียมตัว เพื่อการเรียนวิชา แนะนำรายวิชา ระดับคะแนน การประเมินผลการเรียน ให้นักศึกษาทำ Pretest เรื่องระบบไฟฟ้าก่อนการเข้าเรียน	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line
2	พื้นฐานเกี่ยวกับมาตรฐาน สัญลักษณ์ ทักษะการต่อสายไฟ และวิธีการต่อ นำประสบการณ์ของนักศึกษารุ่นพี่ ที่ได้ไปช่วยในการตรวจสอบระบบไฟฟ้าของวัดปัญญาภิบาลมาอธิบายให้นักศึกษาฟัง	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
3	อุปกรณ์ทางไฟฟ้าสำหรับระบบจำหน่ายและการป้องกัน ทางไฟฟ้า การเขียนแบบไฟฟ้า ให้นักศึกษา ได้จับกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เรื่องสัญลักษณ์ ทางไฟฟ้ามีอะไรบ้าง	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
4	ข้อกำหนดด้านการติดตั้งและการบำรุงรักษาในระบบ ไฟฟ้า	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line
5	ข้อกำหนดด้านการติดตั้งและการบำรุงรักษาในระบบ ไฟฟ้า	2	3	1. การบรรยาย 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
6	พื้นฐานเกี่ยวกับมาตรฐาน สัญลักษณ์ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า สำหรับระบบจำหน่ายและการป้องกันทางไฟฟ้า ให้นักศึกษาทำ Post test ผ่านระบบ Google form	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
7	พื้นฐานเกี่ยวกับมาตรฐาน สัญลักษณ์ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า สำหรับระบบจำหน่ายและการป้องกันทางไฟฟ้า ให้นักศึกษาทำ Post test ผ่านระบบ Google form	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
8	หลักการทำงานของมอเตอร์ อุปกรณ์ในการควบคุม มอเตอร์	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line
9	หลักการทำงานของมอเตอร์ อุปกรณ์ในการควบคุม มอเตอร์ )	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
10	หลักการแปลง การควบคุมมอเตอร์แบบแมกเนติกไปเป็น การควบคุมแบบ PLCเขียนแบบการควบคุมมอเตอร์	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
11	การใช้งานโปรแกรมสำหรับเขียน LADDER การควบคุมมอเตอร์ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line
12	การควบคุมทางไฟฟ้าตามลำดับขั้น การใช้งานโปรแกรมสำหรับเขียน LADDER (ต่อ)	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
13	การควบคุมทางไฟฟ้าตามลำดับขั้น การใช้งานโปรแกรมสำหรับเขียน LADDER (ต่อ)	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)
14	การควบคุมมอเตอร์แบบ Star Delta และการควบคุมแบบ ตามลำดับขั้น	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line
15	มาตรฐานความปลอดภัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า	2	3	1. การบรรยาย ผ่าน MS Team, Zoom, Line 2. การฝึกปฏิบัติ (Practice)

## 8. 04-720-101 Engineering Materials

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-720-101 วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้าง ลักษณะสมบัติ กระบวนการผลิต และการประยุกต์ของกลุ่มวัสดุวิศวกรรม โลหะ พอลิเมอร์ ยางมะตอย ไม้ คอนกรีต และวัสดุเชิงประกอบแผนภาพสมดุลเฟสและการแปลความหมาย การทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุวิศวกรรมและการแปลความหมาย การศึกษาโครงสร้างมหภาคและจุลภาคที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของวัสดุวิศวกรรม กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการใช้วัสดุวิศวกรรม หลักการเบื้องต้นของการทดสอบวัสดุแบบทำลายและไม่ทำลาย

Structures, properties, production process and applications of main groups of engineering materials, metals, polymers, asphalt, wood, concrete and composites, phase equilibrium diagrams and their interpretation; mechanical properties and materials degradation, basic of destructive and non-destructive testing

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	แนะนำรายละเอียดรายวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การประเมินผล ข้อตกลงในการเรียน หน่วยที่ 1 โครงสร้างอะตอมและผลึก	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างโดยใช้สื่อ power point
2	หน่วยที่ 2 การแข็งตัวของโลหะ และแผนภาพเฟส	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างโดยใช้สื่อ power point
3	หน่วยที่ 3 สมบัติเชิงกล และการทดสอบ	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างโดยใช้สื่อ power point
4	หน่วยที่ 4 การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และการขึ้นรูปด้วยแรงทางกล	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่างโดยใช้สื่อ power point

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
5	หน่วยที่ 5 กรรมวิธีการทางความร้อน	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
6	หน่วยที่ 6 โลหะกลุ่มเหล็ก และนอกกลุ่มเหล็ก	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
7	หน่วยที่ 7 การกัดกร่อน และการป้องกัน	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
8	หน่วยที่ 8 วัสดุโพลีเมอร์	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
9	หน่วยที่ 8 กระบวนการผลิตวัสดุโพลีเมอร์	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point/ ยกตัวอย่างชิ้นงานจาก ของจริง
10	หน่วยที่ 9 โครงสร้าง สมบัติ กระบวนการผลิตวัสดุเซรามิก	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
11	หน่วยที่ 9 เซรามิกวิศวกรรม นาโนเทคโนโลยีและเซรามิก	3	0	บรรยายพร้อมยกตัวอย่าง โดยใช้สื่อ power point/ ยกตัวอย่างชิ้นงานจาก ของจริง/ยกตัวอย่าง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ ภาควิชา
12	หน่วยที่ 10 วัสดุผสม	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
13	หน่วยที่ 10 กระบวนการขึ้นรูป การนำไปใช้งานของวัสดุ ผสม	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
14	หน่วยที่ 11 ไม้ คอนกรีต ยางมะตอย	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point
15	หน่วยที่ 11 ไม้ คอนกรีต ยางมะตอย	3	0	บรรยายพร้อม ยกตัวอย่างโดยใช้ สื่อ power point

## 9. 04-313-101 Engineering Mechanics

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-313-101 กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

ระบบแรง ผลลัพธ์ สมดุล ของไหลสถิต จลนศาสตร์และจลนพลศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็งเกร็ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน งานและพลังงาน อิมพัลส์และโมเมนตัม

Force system, resultant, equilibrium, fluid statics, kinematics and kinetics of particles and rigid bodies, Newton's second law of motion, work and energy, impulse and momentum

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	หน่วยที่ 1: แนวคิดของกลศาสตร์วิศวกรรม 1.1 แนวคิดพื้นฐาน นิยามสำคัญ และปริมาณที่เกี่ยวข้อง 1.2 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน 1.3 สัญนิมสมการ แผนภาพ และหน่วยเอสไอ 1.4 ความแม่นยำของการคำนวณเชิงตัวเลข	3	0	1. การบรรยาย
2	หน่วยที่ 2: ระบบแรง และผลลัพธ์ 2.1 ระบบแรง และผลลัพธ์สองมิติ 2.2 แรง โมเมนต์ แรงคู่ควบ ระบบแรงสมมูล และผลลัพธ์ของระบบแรงสองมิติ	3	0	1. การบรรยาย
3	หน่วยที่ 2: ระบบแรง และผลลัพธ์ 2.3 แรง โมเมนต์รอบจุด โมเมนต์รอบแกน แรงคู่ควบ ระบบแรงสมมูล และ ผลลัพธ์ของระบบแรงสามมิติ	3	0	1. การบรรยาย

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	หน่วยที่ 3: สมดุล 3.1 แบบจำลองการกระทำของแรงชนิดต่าง ๆ ในปัญหา สองมิติ 3.2 ภาวะสมดุลสองมิติ 3.3 สมดุลสองมิติ	3	0	1. การบรรยาย
5	หน่วยที่ 4: ความเสียดทานแห้ง 4.1 ชนิดความเสียดทาน 4.2 ปรากฏการณ์ของความเสียดทานแห้ง 4.3 สมดุลของปัญหาความเสียดทานแห้ง	3	0	1. การบรรยาย
6	หน่วยที่ 5: โคจรถ่วง 5.1 สมมติฐานที่ใช้วิเคราะห์โคจรถ่วง 5.2 แรงภายในชิ้นส่วนของโคจรถ่วง	3	0	1. การบรรยาย
7	หน่วยที่ 6: ของไหลสถิต 6.1 สถิตยศาสตร์ของไหล 6.2 ความดันอุทกสถิตบนผิวจม	3	0	1. การบรรยาย
8	หน่วยที่ 6: ของไหลสถิต 6.1 สถิตยศาสตร์ของไหล 6.2 ความดันอุทกสถิตบนผิวจม (ต่อ)	3	0	1. การบรรยาย
9	หน่วยที่ 7: จลนศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็งเกร็ง 7.1 การเคลื่อนที่เชิงเส้นตรงของอนุภาค	3	0	1. การบรรยาย
10	หน่วยที่ 7: จลนศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็งเกร็ง 7.2 การเคลื่อนที่เชิงเส้นโค้งของอนุภาค	3	0	1. การบรรยาย
11	หน่วยที่ 7: จลนศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็งเกร็ง 7.3 การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของอนุภาค 7.4 การเคลื่อนที่บนระนาบของวัตถุแข็งเกร็ง 7.5 การเคลื่อนที่แบบหมุนของวัตถุแข็งเกร็ง	3	0	1. การบรรยาย
12	หน่วยที่ 8: จลนพลศาสตร์ของอนุภาค 8.1 กฎข้อที่สองของนิวตัน	3	0	1. การบรรยาย
13	หน่วยที่ 8: จลนพลศาสตร์ของอนุภาค 8.2 หลักของโมเมนตัมและอิมพัลส์	3	0	1. การบรรยาย
14	หน่วยที่ 8: จลนพลศาสตร์ของอนุภาค 8.3 หลักของงานและพลังงาน	3	0	1. การบรรยาย
15	หน่วยที่ 8: จลนพลศาสตร์ของอนุภาค 8.3 หลักของงานและพลังงาน (ต่อ)	3	0	1. การบรรยาย

## 10. 04-211-205 Electric Circuits

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-205 วงจรไฟฟ้า (Electric Circuits)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

09-111-141 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 1

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

องค์ประกอบวงจรไฟฟ้า ตัวแปรเชิงซ้อน กฎแรงดันและกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ทฤษฎีวงจไฟฟ้า การวิเคราะห์วงจรด้วยวิธีโนด เมช วงจรสมมูลเทวินินและนอร์ตัน รีซิสแตนซ์ คาปาซิแตนซ์และอินดักแตนซ์ วงจรอันดับหนึ่งและอันดับสอง แผนผังเฟสเซอร์ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า การแก้ตัวประกอบกำลัง วงจรเรโซแนนซ์และการวิเคราะห์ความถี่เชิงซ้อน ระบบไฟฟ้าสามเฟส

Circuits elements, complex variables, Kirchhoff's current and voltage laws, circuit theorems, node and mesh analysis, Thevenin and Norton equivalent circuits, resistance, inductance and capacitance, first and second order circuits, phasor diagram, AC power circuits, power triangle, power factor correction, resonant circuits and complex frequency analysis, three-phase systems

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	หน่วยที่1 องค์ประกอบวงจรไฟฟ้า # อธิบายองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า # อธิบายและคำนวณวงจรไฟฟ้าด้วยกฎกระแสและแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ # ยกตัวอย่างความหมายของ กฎกระแสและแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์	3	0	Power point บรรยาย มอบหมายงาน เอกสารประกอบ การบรรยาย
2	# การวิเคราะห์โดยวิธีโนดและวิธีเมช # จำแนกคุณสมบัติของการใช้วิธีโนดและวิธีเมช	3	0	Power point บรรยาย มอบหมายงาน แบบฝึกหัด
3	หน่วยที่2 วงจรสมมูล # อธิบายองค์ประกอบของวงจรสมมูล # คำนวณการนำวงจรสมมูลแบบเทวินินและแบบนอร์ตันไปใช้งาน ในการแก้ปัญหาทางวงจรไฟฟ้า	3	0	บรรยาย มอบหมายงาน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	# อธิบายวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบอิสระและไม่อิสระ # อธิบายวิธีการแปลงแหล่งกำเนิดไฟฟ้า # คำนวณวงจรไฟฟ้าที่ประกอบประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบอิสระและไม่อิสระในวงจรเดียวกัน # แยกแยะความสัมพันธ์และการนำวิธีการวิเคราะห์ไปใช้งานทางวงจรไฟฟ้า	3	0	Power point บรรยาย อภิปราย แบ่งกลุ่มออกมาลงเฉลย แบบฝึกหัดหน้าชั้นเรียน มอบหมายงาน แบบฝึกหัด
5	หน่วยที่3 ผลตอบสนองชั่วคราวของวงจรไฟฟ้ากระแสตรง วงจรอันดับหนึ่งและสอง # รู้หลักการและอธิบายผลการตอบสนองชั่วคราวของ R-L-C ในวงจรไฟฟ้า # ชี้ให้เห็นความสำคัญของการนำผลตอบสนองชั่วคราวในวงจรไฟฟ้า # การคำนวณและการหาความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบฟังก์ชันขั้นบันได	3	0	Power point บรรยาย อภิปราย มอบหมายงาน แบบฝึกหัด
6	# อธิบายความสัมพันธ์ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบขั้นบันไดหนึ่งหน่วย # จำแนกผลการตอบสนองชั่วคราวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง # คำนวณหาค่าตอบผลการตอบสนองชั่วคราวในวงจร R-L และวงจร R-C ที่ไม่มีแหล่งกำเนิดภายนอก	3	0	Power point บรรยาย มอบหมายงาน เอกสารประกอบการบรรยาย แบบฝึกหัด
7	# อธิบายผลตอบสนองชั่วคราววงจร R-L และวงจร R-C ที่มีแหล่งกำเนิดภายนอกมาเกี่ยวข้อง # คำนวณและยกตัวอย่างหาค่าตอบผลการตอบสนองชั่วคราววงจร R-L และวงจร R-C ที่มีแหล่งกำเนิดภายนอก # การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการคำนวณสำหรับวงจรไฟฟ้าที่มีลักษณะการต่อต่าง ๆ กัน # วงจรอันดับหนึ่งและสอง	3	0	Power point บรรยาย อภิปราย มอบหมายงาน ทดสอบย่อยครั้งที่ 1 เอกสารประกอบการบรรยาย แบบฝึกหัด
8	หน่วยที่4 สถานะอยู่ตัวในรูปคลื่นไซน์ซอซยด์ # รู้จักและอธิบายความหมายของสถานะอยู่ตัวในวงจรไฟฟ้า # การคำนวณและวิเคราะห์รูปคลื่นไฟฟ้าต่าง ๆ ในเทอมค่าประสิทธิผล และค่าเฉลี่ย # การเขียนเส้นสเปกตรัมและรูปคลื่นจากผลที่คำนวณ	3	0	บรรยาย Power point แบบฝึกหัด มอบหมายงาน สอบถามการสอบที่ผ่านมา
9	# อธิบายที่มาของการเขียนแผนภาพเฟสเซอร์ # วิเคราะห์รูปคลื่นไฟฟ้าและการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในสภาวะอยู่ตัว	3	0	Power point บรรยาย มอบหมาย แบบฝึกหัด
10	# รู้จักและอธิบายค่าประสิทธิผล หรือค่าอาร์เอ็มเอสของกระแสและแรงดันในวงจรไฟฟ้า # รู้จักและอธิบายค่ากำลังเฉลี่ยของรูปคลื่นไฟฟ้า # การคำนวณค่าประสิทธิผล หรือค่าอาร์เอ็มเอส และกำลังเฉลี่ยของวงจรไฟฟ้า โดยใช้วิธีโนด หรือซูเปอร์โนด และแบบเมซหรือซูเปอร์เมซ # การใช้ความรู้วงจรสมมูลแบบเทวินินและแบบนอร์ตันมาประยุกต์ใช้ในวงจรไฟฟ้าที่มีรูปคลื่นแบบไซน์ซอซยด์ และการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	3	0	บรรยาย อภิปราย มอบหมายงาน Power point เอกสารประกอบการบรรยาย



สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
11	หน่วยที่ 5 การแก้ตัวประกอบกำลัง # อธิบายแสดงที่มาของสาเหตุที่ต้องแก้ตัวประกอบกำลังใน วงจรรไฟฟ้า # อธิบายที่มาของกำลังไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ในวงจรรไฟฟ้ากำลัง # ชี้ให้เห็นเงื่อนไขของการแก้ตัวประกอบกำลัง # คำนวณและยกตัวอย่างหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าใน วงจรร # แสดงที่มาของสมการการแก้ตัวประกอบไฟฟ้้ากำลัง # อธิบายผลการแก้ตัวประกอบกำลังในวงจรรไฟฟ้า # คำนวณและยกตัวอย่างการหาค่าตัวประกอบกำลังในวงจรรไฟฟ้า ของโรงงานอุตสาหกรรม	3	0	บรรยาย อภิปราย มอบหมายงาน Power point เอกสารประกอบ การบรรยาย แบบฝึกหัด
12	# อธิบายวิธีการแก้ตัวประกอบกำลังที่มีโหนดแบบความ ต้านทาน แบบตัวเหนี่ยวนำ แบบตัวเก็บประจุ	3	0	บรรยาย มอบหมายงาน Power point เอกสารประกอบ การบรรยาย
13	# คำนวณหาค่าตัวประกอบกำลังที่โหนดประกอบด้วยหลายชนิด ทั้งแบบนำหน้าและแบบล้าหลัง # การวิเคราะห์และจำแนกข้อแตกต่างระหว่างโหนดแบบนำหน้า และโหนดแบบล้าหลัง	3	0	Power point บรรยาย อภิปราย มอบหมายงานทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 เอกสารประกอบ การบรรยาย แบบฝึกหัด
14	หน่วยที่ 6 วงจรรเรโซแนนซ์ # รู้จักคุณสมบัติของวงจรรเรโซแนนซ์แบบต่าง ๆ # เข้าใจหลักการแก้ไขโดยใช้วงจรรเรโซแนนซ์ # คำนวณและยกตัวอย่างการหาค่าองค์ประกอบในวงจรร เรโซแนนซ์แบบต่าง ๆ	3	0	บรรยาย อภิปราย Power point เอกสารประกอบการ บรรยาย มอบหมายงาน
15	หน่วยที่ 7 วงจรรไฟฟ้าสามเฟส # อธิบายคุณสมบัติของวงจรรเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามเฟส # อธิบายคุณสมบัติของการต่อโหนดแบบสตาร์และเดลตา # คำนวณและยกตัวอย่างการหาค่า กระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้า ใน วงจรรไฟฟ้าสามเฟส # แสดงวิธีหาค่ากำลังไฟฟ้าจากการลักษณะการต่อวัตต์มิเตอร์ใน วงจรร โดยใช้แผนภาพเวกเตอร์ # อธิบายคุณสมบัติที่สำคัญการต่อโหนดแบบสตาร์และแบบ นิวทรัลลอย # คำนวณและยกตัวอย่างในการแก้ปัญหาจรรสามเฟส	3	0	บรรยาย มอบหมายงาน Power point เอกสารประกอบการ บรรยาย แบบฝึกหัด

## 11. 04-212-301 Signals, Systems and Electrical Data Analysis

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-212-301 สัญญาณ ระบบ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้า (Signals, Systems and Electrical Data Analysis)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

พื้นฐานของสัญญาณและระบบที่ต่อเนื่องทางเวลาและที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลาในงานวิศวกรรมไฟฟ้า การประมวลผลสัญญาณแบบแอนะล็อกและดิจิทัล ระบบเชิงเส้นที่ไม่ผันแปรตามเวลาและการวิเคราะห์ในโดเมนเวลาและโดเมนความถี่ อนุกรมฟูรีเยร์และการแปลงฟูรีเยร์ที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องทางเวลา การแปลงลาปลาซ การชักตัวอย่างและการมอดูเลชัน พื้นฐานเสถียรภาพของระบบ สถิติเชิงพรรณนาของข้อมูล การจัดการฐานข้อมูล การสกัดสารสนเทศจากข้อมูลทางไฟฟ้าด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล การวิเคราะห์การถดถอยและการจัดกลุ่มข้อมูล การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์สัญญาณ ระบบ และการจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่ทางวิศวกรรมไฟฟ้า Fundamentals of continuous-time and discrete-time signals and systems in electrical engineering fields, analog and digital signal processing, linear time-invariant systems and analysis in time and frequency domains, Fourier series and continuous-time and discrete-time Fourier transforms, Laplace transform, sampling and modulation, basic of system stability, descriptive statistic of data, database management, information extraction from electrical data by classification, regression and clustering methods, applications of computer programming for analysis of signals, systems and big data management in Electrical Engineering

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	ภาพรวมของสัญญาณและระบบ	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
2	สัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลา	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
3	สัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	ระบบเชิงเส้นที่ไม่แปรผันตามเวลา	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
5	โดเมนเวลาและโดเมนความถี่	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
6	อนุกรมฟูเรียร์	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
7	การสุ่มและมอดูเลชัน	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
8	การแปลงฟูเรียร์	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
9	การแปลงลาปลาซ	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
10	เสถียรภาพของระบบ	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
11	สถิติเชิงพรรณนา	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
12	การวิเคราะห์การถดถอย	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
13	การจำแนกประเภทของข้อมูล	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
14	การแบ่งกลุ่มข้อมูล	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด
15	การจัดการฐานข้อมูล	3		บรรยาย ทำแบบฝึกหัด

## 12. 04-211-213 Electromagnetic Fields

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-213 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Fields)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

การวิเคราะห์เวกเตอร์ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิตย์ ตัวนำ และไดอิเล็กตริก คาปาซิแตนซ์ การพาและการนำกระแส สนามแม่เหล็กสถิตย์ วัสดุแม่เหล็ก ความเหนี่ยวนำ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา สมการแมกซ์เวลล์

Vector analysis, electrostatic fields, conductors and dielectrics, capacitance, convection and conduction current, magnetostatic fields, magnetic materials, inductance, time-varying electromagnetic fields, Maxwell's equations

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	- ลักษณะรายวิชา - เกณฑ์การให้คะแนน - หัวข้อหลักการเรียนการสอน - การวิเคราะห์เวกเตอร์	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
2	- การวิเคราะห์เวกเตอร์ - การแคลคูลัสเวกเตอร์	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
3	- กฎของคูลอมป์ - ความเข้มสนามไฟฟ้า	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
4	- ความหนาแน่นของฟลักซ์ไฟฟ้า - กฎของเกาส์ - Divergence	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
5	- พลังงานและศักย์ไฟฟ้า	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
6	- ตัวนำ และฉนวน	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
7	- คาปาซิเตอร์ - ทบทวนบทเรียนก่อนสอบกลางภาค	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
8	- สนามแม่เหล็กสถิตย์ 1	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
9	- สนามแม่เหล็กสถิตย์ 2	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
10	- แรงแม่เหล็ก, วัสดุและอุปกรณ์ 1	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
11	- แรงแม่เหล็ก, วัสดุและอุปกรณ์ 2	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
12	- ความเหนียวนำ	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
13	- สนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตามเวลา	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
14	- สมการของแมกซ์เวลล์	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน
15	- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ทบทวนบทเรียนก่อนสอบปลายภาค	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิก เรียน

## 13. 04-212-201 Engineering Electronics

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-212-201 อิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม (Engineering Electronics)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-205 วงจรไฟฟ้า หรือเรียนควบคู่กัน

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ อุปกรณ์วงจรแอนะล็อกและดิจิทัล วงจรเกตและวงจรดิจิทัลพื้นฐาน คุณลักษณะด้านแรงดันและกระแสและด้านความถี่ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การวิเคราะห์และออกแบบวงจรไดโอด การวิเคราะห์และออกแบบวงจรของทรานซิสเตอร์แบบสองรอยต่อ แบบมอส แบบซีมอส และแบบไบซีมอส วงจรขยายออปแอมป์และการประยุกต์ใช้งาน โมดูลแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า แนะนำทรานสดิวเซอร์และเซนเซอร์ในงานอุตสาหกรรมและการเกษตร

Semiconductor devices, analog and digital circuit devices, gate circuits and basic digital circuits, device current-voltage and frequency characteristics, analysis and design of diode circuits, analysis and design of BJT MOS, CMOS and BICMOS transistor circuits, operational amplifier and its applications, power supply module, introduction to transducers and industrial and agricultural sensors

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อ ที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	คุณลักษณะกระแส-แรงดัน ของสารกึ่งตัวนำ	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2	คุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการนำไปใช้ งาน	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3	วงจรการใช้งานของไดโอด	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อ ที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	โครงสร้างและการทำงานของทรานซิสเตอร์	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
5	วงจรไบอัสกระแสตรงของทรานซิสเตอร์ การประยุกต์ใช้งานของทรานซิสเตอร์	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6	แบบจำลองของทรานซิสเตอร์ การวิเคราะห์สัญญาณขนาดเล็กของทรานซิสเตอร์	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
7	โครงสร้างและการทำงานของทรานซิสเตอร์ สนามไฟฟ้า	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
8	วงจรไบอัสกระแสตรงของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้า	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
9	การวิเคราะห์สัญญาณขนาดเล็กของทรานซิสเตอร์ สนามไฟฟ้า	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
10	วงจรออปแอมป์	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
11	การประยุกต์ใช้งานออปแอมป์	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
12	วงจรขยายกำลังและแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
13	วงจรถูกกำเนิดสัญญาณความถี่	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
14	ทรานสดิวเซอร์และเซนเซอร์ในงานอุตสาหกรรมและ การเกษตร	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
15	วงจรถูกอิเล็กทรอนิกส์กำลังเบื้องต้น	3	0	บรรยาย/ Power point และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 14. 04-211-210 Electrical Machines 1

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-210 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1 (Electrical Machines 1)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-205 วงจรไฟฟ้า

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

วงจรแม่เหล็ก หลักการแม่เหล็กไฟฟ้าและการเปลี่ยนพลังงานกลไฟฟ้า พลังงานและพลังงานร่วม ทฤษฎีและการวิเคราะห์หม้อแปลงไฟฟ้าหนึ่งเฟสและสามเฟส หลักการของเครื่องจักรกลแบบหมุน หลักการและการวิเคราะห์เครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรง การเริ่มหมุนและการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง Magnetic circuit, principle of electromagnetic and electromechanical energy conversion, energy and co-energy, theory and analysis of single phase and three phase transformers, principles of rotating machines, principle and analysis of DC machines, starting and speed control methods of DC motor

## 6. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	1 พื้นฐานของเครื่องจักรกลไฟฟ้า 1.1 การเคลื่อนที่ 1.2 ทฤษฎีแม่เหล็ก	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่านคลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ MS-Teams
2	1. พื้นฐานของเครื่องจักรกลไฟฟ้า (ต่อ) 1.3 วงจรแม่เหล็ก	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่านคลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ MS-Teams



ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
3	1. พื้นฐานของเครื่องจักรกลไฟฟ้า (ต่อ) 1.4 เส้นแรงแม่เหล็กค้ำ, ความเหนียวนำ และพลังงาน 1.5 ฮีสเทอรีซิส 1.6 การกระตุ้นขดลวดด้วยไฟสลับ	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่านคลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams
4	2. หม้อแปลงไฟฟ้า 2.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ 2.2 หม้อแปลงในอุดมคติ	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่านคลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams
5	2. หม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ) 2.3 หม้อแปลงในความเป็นจริง	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่านคลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams
6	2. หม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ) 2.4 สมรรถนะของหม้อแปลง 2.5 หม้อแปลงชนิดพิเศษ	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่านคลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อสารสอนออนไลน์ MS-Teams

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
7	2. หม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ) 2.5 หม้อแปลงชนิดพิเศษ (ต่อ) 2.6 การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละ ครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
8	3. การเปลี่ยนรูปพลังงานกลและไฟฟ้า 3.1 การเปลี่ยนรูปพลังงาน 3.2 แรงในระบบแม่เหล็กไฟฟ้า 3.3 แรงบิดในเครื่องจักรหมุน	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละ ครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
9	4. หลักการต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล ไฟฟ้ากระแสตรง 4.1 ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น 4.2 โครงสร้างและหลักการต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล ไฟฟ้ากระแสตรง	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละ ครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
10	4. หลักการต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล ไฟฟ้า กระแสตรง (ต่อ) 4.2 โครงสร้างและหลักการต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล ไฟฟ้ากระแสตรง (ต่อ) 4.3 เครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงในความเป็นจริง	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละ ครั้ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
11	4. หลักการต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล ไฟฟ้า กระแสตรง (ต่อ) 4.4 ปัญหาของการเกิดคอมมิวเตชันในเครื่องจักรกล ไฟฟ้ากระแสตรง 4.5 การไหลของกำลังไฟฟ้าและการสูญเสียต่าง ๆ	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ละ

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
				ละครึ่ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
12	บทที่ 5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (ต่อ) 5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 5.1 เครื่องกำเนิดแบบกระตุ้นแยก 5.2 เครื่องกำเนิดแบบขนาน 5.3 เครื่องกำเนิดแบบอนุกรม 5.4 เครื่องกำเนิดแบบผสม 5.5 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 5.6 ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ ละครึ่ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
13	6. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 6.1 วงจรสมมูลและการรักษาระดับความเร็วของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 6.2 มอเตอร์แบบกระตุ้นแยกและแบบขนาน	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ ละครึ่ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
14	6. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (ต่อ) 6.3 มอเตอร์แบบอนุกรม 6.4 มอเตอร์แบบผสม 6.5 ชุดควบคุมการเริ่มหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ ละครึ่ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams
15	6. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (ต่อ) 6.6 การเบรก 6.7 การวัดค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 6.8 คำนวณประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3	0	1. การบรรยาย MS PowerPoint และ ถามตอบผ่านเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams 2. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อ การสอนออนไลน์ MS-Teams 3. การศึกษาทบทวนด้วยตนเอง ผ่าน คลิปวิดีโอที่บันทึกการสอนที่เรียนในแต่ ละครึ่ง หรือคลิปวิดีโอประกอบการสอนที่ บันทึกเก็บไว้ในเครื่องมือสื่อการสอน ออนไลน์ MS-Teams

## 15. 04-211-211 Electrical Machines 2

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-211 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 2 (Electrical Machines 2)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-210 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้างของเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับ หลักการและการวิเคราะห์เครื่องจักรกลไฟฟ้าแบบซิงโครนัส หลักการและการวิเคราะห์เครื่องจักรกลไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำหนึ่งเฟสและสามเฟส วิธีการเริ่มเดินมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบสามเฟสและมอเตอร์ซิงโครนัส การป้องกันเครื่องจักรกลไฟฟ้า การประยุกต์ใช้มอเตอร์ในระบบปรับอากาศ

AC machines construction, principle and analysis of synchronous machines, principle and analysis of single phase and three phase induction machines, starting methods of three phase induction motors and synchronous motors, protection of machines, motor applications in air-conditioning system

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	บทที่ 1 หลักการของเครื่องจักรกลไฟฟ้า กระแสสลับ - แนะนำการเรียนการสอน 1.1 การเกิดสนามแม่เหล็กหมุน 1.2 การเกิดแรงเคลื่อนแม่เหล็กและการกระจายของสนามแม่เหล็กในเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับ 1.3 การเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำในเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับ	3	0	1. การบรรยาย
2	บทที่ 1 หลักการของเครื่องจักรกลไฟฟ้า กระแสสลับ (ต่อ) 1.4 ผลของขดลวดที่มีต่อเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับ	3	0	1. การบรรยาย

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
3	บทที่ 1 หลักการของเครื่องจักรกล ไฟฟ้า กระแสสลับ (ต่อ) 1.5 แรงบิดเหนี่ยวนำในเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับ 1.6 การสูญเสียและการไหลของกำลังในเครื่องจักรกล ไฟฟ้ากระแสสลับ	3	0	1. การบรรยาย
4	บทที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบซิงโครนัส 2.1 โครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส 2.2 แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ ซิงโครนัส 2.3 วงจรสมมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส 2.4 เฟสเซอร์ไดอะแกรมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ ซิงโครนัส	3	0	1. การบรรยาย
5	บทที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบซิงโครนัส (ต่อ) 2.5 กำลังและแรงบิดในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส 2.6 การหาค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ ซิงโครนัส 2.7 คุณลักษณะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ ซิงโครนัส ขณะทำงานเพียงตัวเดียว	3	0	1. การบรรยาย
6	บทที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบซิงโครนัส (ต่อ) 2.8 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส 2.9 สภาวะชั่วคราวในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส	3	0	1. การบรรยาย
7	บทที่ 2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับแบบ ซิงโครนัส (ต่อ) 2.10 พิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส 2.11 ผลของโรเตอร์แบบขั้วยื่น	3	0	1. การบรรยาย
8	บทที่ 3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบซิงโครนัส 3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์แบบซิงโครนัส 3.2 วงจรสมมูลและเฟสเซอร์ไดอะแกรมของมอเตอร์แบบ ซิงโครนัส 3.3 คุณลักษณะการทำงานของมอเตอร์แบบซิงโครนัส	3	0	1. การบรรยาย
9	บทที่ 4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำสามเฟส 4.1 โครงสร้างของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 4.2 หลักการทำงานของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 4.3 วงจรสมมูลของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 4.4 การไหลของกำลังภายในมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 4.5 การแยกการสูญเสียในขดลวด โรเตอร์กับกำลังไฟฟ้า เปลี่ยนรูป	3	0	1. การบรรยาย

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
10	บทที่ 4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำสามเฟส (ต่อ) 4.6 กำลังไฟฟ้าและแรงบิดในมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 4.7 คุณลักษณะด้านความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์แบบ เหนี่ยวนำ	3	0	1. การบรรยาย
11	บทที่ 4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำสามเฟส (ต่อ) 4.8 ผลจากการออกแบบโรเตอร์ ในมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ กรงกระรอก 4.9 การเริ่มหมุนของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 4.10 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ 4.11 การเบรกมอเตอร์	3	0	1. การบรรยาย
12	บทที่ 4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบเหนี่ยวนำสามเฟส (ต่อ) 4.12 การหาค่าพารามิเตอร์ของวงจรสมมูลของมอเตอร์ แบบเหนี่ยวนำมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก 4.13 เครื่องกำเนิดแบบเหนี่ยวนำ	3	0	1. การบรรยาย
13	บทที่ 5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบหนึ่งเฟสและแบบ พิเศษอื่น ๆ 5.1 ปัญหาการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบหนึ่งเฟส 5.2 วิธีการเริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบหนึ่งเฟส	3	0	1. การบรรยาย
14	บทที่ 5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบหนึ่งเฟสและแบบ พิเศษอื่นๆ(ต่อ) 5.3 วงจรสมมูลของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบหนึ่งเฟส 5.4 มอเตอร์ชนิดพิเศษแบบต่าง ๆ	3	0	1. การบรรยาย
15	บทที่ 6 การออกแบบและการป้องกันเครื่องจักรกลไฟฟ้า เบื้องต้น 6.1 ป้ายคุณสมบัติของเครื่องจักรกลไฟฟ้า 6.2 การป้องกันเครื่องจักรกลไฟฟ้า 6.3 การเลือกขนาดของมอเตอร์ 6.4 การประหยัดพลังงานในการใช้มอเตอร์	3	0	1. การบรรยาย

## 16. 04-212-203 Electrical Instruments and Measurements

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-212-203 เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า (Electrical Instruments and Measurements)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

หน่วย และมาตรฐานของการวัดไฟฟ้า การจำแนกเครื่องมือวัด และคุณลักษณะ การวิเคราะห์การวัด การวัดกระแส และแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับโดยใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าอนาล็อกและดิจิทัล การวัดกำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า การวัดความต้านทานไฟฟ้า ความเหนี่ยวนำและค่าการเก็บประจุ การวัดความถี่ และคาบเวลา สัญญาณรบกวน และทรานสดิวเซอร์ การเปรียบเทียบ ความปลอดภัยในการวัดไฟฟ้า

Units and standard of electrical measurement, instrument classification and characteristics, measurement analysis, measurement of dc and ac current and voltage using analog and digital instruments, power, power factor, and energy measurement, the measurement of resistance, inductance, and capacitance, frequency and period/time-interval measurement, noises, transducers, calibration, safety in electrical measurements

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อ ที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	-ทดสอบย่อยเพื่อวัดระดับความรู้ - แนะนำการเรียนการสอน - หลักการวัดและหน้าที่ของเครื่องมือวัด - หน่วย หน้าที่และความสำคัญของหน่วย - หน่วยพื้นฐาน และหน่วยอนุพันธ์	3	0	การบรรยาย ถามคำถามให้นักศึกษาให้มีการตอบในระหว่างเรียน ใช้สื่อ Kahoot.it
2	-มาตรฐานในการวัด -สาเหตุและวิธีการคำนวณความคลาดเคลื่อน -การใช้สถิติในการวัด -การกำหนดและระบุค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดแบบอนาล็อกและดิจิทัล -ความหมายของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง	3	0	บรรยาย/Power point ถามคำถามให้นักศึกษาให้มีการตอบในระหว่างเรียน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน ที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
3	-อุปกรณ์ชี้ค่าเครื่องมือวัดแบบอนาลอกแบบต่างๆ -การจำแนกเครื่องมือวัดไฟฟ้า -วงจรสมมูลของอุปกรณ์ชี้ค่าแบบอนาลอก	3	0	บรรยาย/Power point
4	-หลักการวัดกระแสไฟฟ้าตรง -การออกแบบเครื่องมือวัดกระแส ไฟฟ้ากระแสตรง และการขยายย่านวัด -หลักการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง -เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าและการขยายย่านวัด -ความไว และสภาวะเครื่องมือวัดทำตัวเป็นภาระทางไฟฟ้า	3	0	บรรยาย/Power point นำเครื่องมือวัดไฟฟ้าจริงมา ประกอบการบรรยาย ถามคำถามนักศึกษาให้มีการ สื่อสาร 2 ทาง
5	- หลักการของการวัดค่าความต้านทาน - เครื่องมือวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบอนุกรมและการ ขยายย่านวัด - การสอบเทียบเครื่องมือวัดไฟฟ้ากระแสตรง	3	0	บรรยาย/ Power point ถามคำถามให้นักศึกษาให้มี การตอบในระหว่างเรียน
6	-การออกแบบเครื่องมือวัดไฟฟ้ากระแสสลับ -เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าสลับแบบอนาลอก -หลักการและเครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า -หลักการและเครื่องมือวัดมุมต่างเฟส	3	0	บรรยาย/ Power point ถาม คำถามให้นักศึกษาให้มีการ ตอบในระหว่างเรียน
7	-หลักการและเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า -หม้อแปลงประกอบเครื่องมือวัดไฟฟ้า -ความปลอดภัย มาตรฐานความปลอดภัยและการ ปฏิบัติในการวัด -ทบทวน สอบย่อย ก่อนสอบกลางภาค	3	0	บรรยาย/ Power point Kahoot.it
8	-หลักการ ความสำคัญและชนิดวงจรบริดจ์ -วงจรบริดจ์กระแสตรง และการประยุกต์ใช้งาน	3	0	บรรยาย/ Power point ทำ โจทย์ตัวอย่างพร้อมส่งการบ้าน
9	-วงจรบริดจ์กระแสสลับ -การประยุกต์ใช้งานวงจรบริดจ์กระแสสลับ -หลักการหาค่าอิมพีแดนซ์ -การวัดค่าความเหนี่ยวนำ และการวัดค่าการเก็บประจุ -การวัดความถี่ ด้วยวงจรบริดจ์	3	0	บรรยาย/ Power point ทำ โจทย์ตัวอย่าง
10	-หลักการของเครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์ -วงจรอิเล็กทรอนิกส์และการออกแบบเครื่องมือวัด อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น -วงจรขยายสัญญาณสำหรับเครื่องมือวัด	3	0	บรรยาย/ Power point ทำโจทย์ตัวอย่าง
11	-หลักการและส่วนต่างๆของเครื่องมือวัดดิจิตอล -หลักการและการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล -วงจรมัลติเพล็กซ์ วงจรนับสิบ และการแสดงผลแบบดิจิตอล -เครื่องมือวัดรวมแบบดิจิตอล	3	0	บรรยาย/ Power point/ ใช้ อุปกรณ์จริงประกอบการ บรรยาย ทำโจทย์ตัวอย่าง



ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อ ที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
12	-หลักการและชนิดของทรานสดิวเซอร์ -หลักการเลือกและประยุกต์ใช้งานทรานสดิวเซอร์ -สัญญาณรบกวนและการป้องกันในการวัด	3	0	บรรยาย/ Power point ทำโจทย์ตัวอย่าง
13	-การคำนวณ Signal to Noise ratio และการวิเคราะห์ -หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดรูปสัญญาณไฟฟ้า	3	0	บรรยาย/ Power point
14	-การทำงานและการใช้งานเครื่องกำเนิดรูปสัญญาณไฟฟ้า -มาตรฐานการติดต่อสื่อสารส่งข้อมูลของเครื่องมือวัดไฟฟ้า	3	0	บรรยาย/ Power point ถาม คำถามให้นักศึกษามีการ โต้ตอบ ในระหว่างเรียน
15	-หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดไฟฟ้า -สรุปความสัมพันธ์รูปแบบของปริมาณไฟฟ้า -ทบทวน สอบย่อย ก่อนสอบปลายภาค	3	0	บรรยาย/ Power point / ทำ แบบทดสอบโดย ใช้ kahoot.it

## 17. 04-212-306 Control Systems

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-212-306 ระบบควบคุม (Control Systems)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

09-111-142 แคลคูลัสสำหรับวิศวกร 2

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

แบบจำลองคณิตศาสตร์ของระบบต่างๆ ฟังก์ชันถ่ายโอน แบบจำลองระบบบนผลตอบสนองเชิงเวลาและเชิงความถี่ แบบจำลองเชิงพลวัต ผลตอบสนองเชิงพลวัตของระบบ ระบบอันดับหนึ่งและอันดับสอง การควบคุมแบบวงรอบเปิดและวงรอบปิด การควบคุมแบบป้อนกลับและความไว หลักการและเงื่อนไขเสถียรภาพของระบบ วิธีการทดสอบเสถียรภาพ Mathematical models of systems, transfer function, system models on time domain and frequency domain, dynamic models and dynamic responses of systems, first and second order systems, open-loop and closed-loop controls, feedback control and sensitivity, concepts and conditions of system stability, methods of stability test

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานของระบบควบคุม - ความหมายของ "ระบบ" - ความหมายของ "การควบคุม" - Open Loop System คืออะไร - Closed Loop System คืออะไร - หน้าที่ของตัวควบคุม - ตัวอย่างของระบบควบคุม	3	0	1. Lecture 2. Problem base
2	หน่วยที่ 2 สมการทางคณิตศาสตร์ของระบบ - สมการอนุพันธ์อันดับ 1 ระบบไฟฟ้า - สมการอนุพันธ์อันดับ 1 ระบบทางกล - สมการอนุพันธ์อันดับ 2 ระบบไฟฟ้า - สมการอนุพันธ์อันดับ 2 ระบบทางกล	3	0	1. Lecture 2. Problem base

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
3	หน่วยที่ 2 สมการทางคณิตศาสตร์ของระบบ (ต่อ) - Laplace Transform - Transfer Function - Signal Flow Graph - การลดรูป Transfer Function ของระบบ	3	0	1. Lecture 2. Problem base
4	หน่วยที่ 2 สมการทางคณิตศาสตร์ของระบบ (ต่อ) - การใช้ Laplace แก้สมการอนุพันธ์อันดับ 1	3	0	1. Lecture 2. Problem base
5	หน่วยที่ 2 สมการทางคณิตศาสตร์ของระบบ (ต่อ) - การใช้ Laplace แก้สมการอนุพันธ์อันดับ 2	3	0	1. Lecture 2. Problem base
6	หน่วยที่ 3 การตอบสนองเชิงเวลาของระบบ - การคำนวณหา Response ของระบบอันดับ 1 - ประมวลค่า Transfer Function จาก Step Response - ผลของค่า Pole,Zero ต่อ Response	3	0	1. Lecture 2. Problem base
7	หน่วยที่ 3 การตอบสนองเชิงเวลาของระบบ (ต่อ) - Over Damped Response - Critical Damped Response	3	0	1. Lecture 2. Problem base
8	หน่วยที่ 3 การตอบสนองเชิงเวลาของระบบ (ต่อ) - Un-damped Response - Under damped Response	3	0	1. Lecture 2. Problem base
9	หน่วยที่ 3 การตอบสนองเชิงเวลาของระบบ (ต่อ) - Steady State error ของระบบควบคุม	3	0	1. Lecture 2. Problem base
10	หน่วยที่ 3 การตอบสนองเชิงเวลาของระบบ (ต่อ) - Stability ของระบบควบคุม	3	0	1. Lecture 2. Problem base
11	หน่วยที่ 4 การออกแบบระบบควบคุม - Root Locus	3	0	1. Lecture 2. Problem base
12	หน่วยที่ 4 การออกแบบระบบควบคุม (ต่อ) - PID Controller - Ziegler Nichols Technic	3	0	1. Lecture 2. Problem base
13	หน่วยที่ 5 การตอบสนองเชิงความถี่ - ทบทวน Complex Number - Response to frequency input	3	0	1. Lecture 2. Problem base
14	หน่วยที่ 5 การตอบสนองเชิงความถี่ (ต่อ) - Bode Plot	3	0	1. Lecture 2. Problem base
15	หน่วยที่ 5 การตอบสนองเชิงความถี่ (ต่อ) - Nyquist Plot	3	0	1. Lecture 2. Problem base

## 18. 04-621-101 Computer Programming

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-621-101 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3 (2-3-5) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. วิชาบังคับก่อน

ไม่มี

## 4. คำอธิบายรายวิชา

แนวคิดและองค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ อันตรกิริยาระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การประมวลผลข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ วิธีการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมและการเขียนโปรแกรมภาษาระดับสูง

Concepts and components of computer, hardware and software interaction, electronic data processing concepts, program design and development methodology and high-level language programming

## 6. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	1. คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการประมวลผลข้อมูล 1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ 1.2 การทดลองที่ 1 ออกแบบและเขียนขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมทั่วไป	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
2	1. คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการประมวลผลข้อมูล (ต่อ) 1.3 การประมวลผลข้อมูล 1.4 การทดลองที่ 2 ศึกษาและทดลองเครื่องมือในการออกแบบและเขียนโปรแกรม	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
3	2. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม 2.1 ขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์ 2.2 ผังงานและรหัสเทียม 2.3 ขั้นตอนวิธีเชิงโครงสร้างแบบลำดับ 2.4 การทดลองที่ 3 ออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาโจทย์โครงสร้างแบบลำดับ	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อ ที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม (ต่อ) 2.5 ขั้นตอนวิธีเชิงโครงสร้างแบบเลือกทำ 2.6 การทดลองที่ 4 ออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา โจทย์โครงสร้างแบบเลือกทำ	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่าน เครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
5	2. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม (ต่อ) 2.5 ขั้นตอนวิธีเชิงโครงสร้างแบบทำซ้ำ 2.6 การทดลองที่ 5 ออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา โจทย์โครงสร้างแบบทำซ้ำ	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่าน เครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
6	3. ภาษาซีเบื้องต้น 3.1 โครงสร้างภาษาซี 3.2 ประเภทของข้อมูล 3.3 การทดลองที่ 6 การเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วยคำสั่ง พื้นฐาน	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่าน เครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
7	4. ภาษาซีเบื้องต้น (ต่อ) 4.1 คำสั่งและรหัสควบคุมลักษณะการรับและแสดงผล ข้อมูล 4.2 การทดลองที่ 7 การเขียนโปรแกรมภาษาซีเพื่อรับค่า และควบคุมการแสดงผล	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่าน เครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
8	4. ภาษาซีเบื้องต้น (ต่อ) 4.3 ตัวดำเนินการประเภทต่าง ๆ 4.4 การทดลองที่ 8 การเขียนโปรแกรมภาษาซีโดยใช้ ข้อมูลและตัวดำเนินการพื้นฐาน	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่าน เครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
9	สอบกลางภาค	0	0	-
10	5. การเขียนโปรแกรมภาษาซีแบบเลือกทำ 5.1 การควบคุมทิศทางการทำงานแบบเลือกทำ 5.2 การทดลองที่ 9 การเขียนโปรแกรมภาษาซีควบคุมทิศ ทางการทำงานแบบเลือกทำ	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่าน เครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อ ที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
11	6. การเขียนโปรแกรมภาษาซีแบบทำซ้ำ 6.1 การควบคุมทิศทางการทำงานแบบทำซ้ำ 6.2 การทดลองที่ 10 การเขียนโปรแกรมภาษาซีควบคุมทิศทางการทำงานแบบทำซ้ำ	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
12	7. ข้อมูลชนิดอาร์เรย์ 7.1 การสร้างและใช้งานอาร์เรย์ 7.2 การทดลองที่ 11 การเขียนโปรแกรมภาษาซีโดยใช้ข้อมูลชนิดอาร์เรย์	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
13	8. ข้อมูลชนิดสตริง 8.1 โครงสร้างข้อมูลชนิดสตริง 8.2 คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลชนิดสตริง 8.3 การทดลองที่ 12 การเขียนโปรแกรมภาษาซีโดยใช้ข้อมูลชนิดสตริง	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
14	8. ฟังก์ชันในภาษาซี 8.1 ประเภทฟังก์ชันในภาษาซี 8.2 ฟังก์ชันมาตรฐาน 8.3 การทดลองที่ 13 การเขียนโปรแกรมภาษาซีโดยใช้ฟังก์ชันในไลบรารีมาตรฐาน	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
15	8. ฟังก์ชันในภาษาซี (ต่อ) 8.1 โครงสร้างฟังก์ชัน 8.2 การสร้างฟังก์ชันที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนดเอง 8.3 ตัวแปรท้องถิ่นและตัวแปรทั่วไป 8.4 การส่งผ่านค่าเข้าสู่ฟังก์ชัน 8.5 การทดลองที่ 14 การเขียนโปรแกรมภาษาซีโดยใช้ฟังก์ชันที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนดเอง	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
16	9. การโปรแกรมเชิงประยุกต์	2	3	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration) 3. การฝึกปฏิบัติ (Practice) 4. แบบทดสอบหลังเรียนผ่านเครื่องมือสื่อการสอนออนไลน์ เช่น MS-Teams, Google Classroom, D-Learn + ZOOM
17	สอบปลายภาค	0	0	-

## 19. 04-212-308 Microcontroller and Wireless Control

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-212-308 ไมโครคอนโทรลเลอร์และการควบคุมไร้สาย (Microcontroller and Wireless Control)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(2-3-5) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ การเขียนโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก พื้นฐานเทคโนโลยีการสื่อสาร การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับระบบสื่อสาร อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง การควบคุมแบบไร้สาย การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับระบบวัดคุม และระบบอัตโนมัติ งานทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

structure of modern microcontrollers, programming for microcontrollers, input-output interface techniques to other devices, principle communication technologies, application of microcontrollers with communication systems, internet of things, wireless controls, applications of microcontrollers for instrumentation and automation systems, a laboratory work on microcontrollers

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
2	การโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
3	การเชื่อมต่อแบบดิจิทัล	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
4	การเชื่อมต่อแบบแอนะล็อก	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
5	การเชื่อมต่อแบบ UART	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
6	การเชื่อมต่อแบบ I2C	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
7	ตัวจับเวลาในไมโครคอนโทรลเลอร์	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
8	การขัดจังหวะของไมโครคอนโทรลเลอร์	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
9	พื้นฐานการสื่อสารข้อมูล	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
10	การเชื่อมต่อ Wi-Fi	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
11	พื้นฐานอินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
12	การสื่อสารด้วย HTTP	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
13	การสื่อสารด้วย MQTT	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
14	การสื่อสารด้วย Modbus	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ
15	พื้นฐานงาน SCADA	2	3	บรรยาย ลงมือปฏิบัติ



## 20. 04-211-208 Electrical Power Systems

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electrical Power Systems)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-205 วงจรไฟฟ้า

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลัง วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ คุณลักษณะของโหลด ระบบเปอร์ยูนิต คุณลักษณะและแบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คุณลักษณะและแบบจำลองของหม้อแปลงกำลัง พารามิเตอร์สายส่งและแบบจำลอง พารามิเตอร์สายเคเบิลและแบบจำลอง ระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า พื้นฐานการไหลของกำลังไฟฟ้า พื้นฐานการคำนวณฟอลต์

Electrical power system structure, AC power circuits, load characteristics, per unit system, generator characteristics and models, power transformer characteristics and models, transmission line parameters and models, cable parameters and models, power distribution system, fundamental of load flow, fundamental of fault calculation

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	แนะนำการเรียนการสอน พื้นฐานวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	3	0	1. การบรรยาย
2	โครงสร้างของระบบไฟฟ้ากำลัง แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
3	เทคโนโลยีโรงไฟฟ้า คุณลักษณะของโหลด	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation)
4	คุณลักษณะและแบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation)

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
5	คุณลักษณะและแบบจำลองของ หม้อแปลงกำลัง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
6	ระบบเปอร์ยูนิต	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
7	ระบบส่งกำลังและจำหน่ายกำลังไฟฟ้า สถานีไฟฟ้า แรงดันตกในสาย	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)
8	สายเคเบิลในระบบไฟฟ้ากำลังและแบบจำลอง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
9	พารามิเตอร์ความต้านทานของสายส่ง พารามิเตอร์ความเหนี่ยวนำของสายส่ง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
10	พารามิเตอร์ความจุไฟฟ้าของสายส่ง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
11	แบบจำลองของสายส่งระยะสั้น	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
12	แบบจำลองของสายส่งระยะปานกลาง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
13	แบบจำลองของสายส่งระยะยาว	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
14	พื้นฐานการไหลของกำลังไฟฟ้า และกำลังสูญเสียในระบบ	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
15	พื้นฐานการคำนวณฟอลต์	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)

## 21. 04-211-314 Power Electronics

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-314 อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-210 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

คุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังชนิดต่าง ๆ อาทิ ไดโอดกำลัง ไทริสเตอร์ อุปกรณ์สองรอยต่อแบบกำลัง มอสเฟต ไอจีบีที อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังสมัยใหม่ หลักการแปลงรูปกำลังไฟฟ้า วงจรแปลงผันกำลัง วงจรแปลงผันไฟสลับเป็นไฟตรง วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรง วงจรแปลงผันไฟสลับเป็นไฟสลับ วงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟสลับ การวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง การประยุกต์ใช้อิเล็กทรอนิกส์กำลังในระบบรางและยานยนต์ไฟฟ้า

Characteristics of power electronics devices, power diode, thyristors, power bipolar, MOSFET, IGBT, modern power electronics devices, principles of power conversions, power converter circuits, ac to dc converter, dc to dc converter, ac to ac converter, dc to ac converter, analysis and efficiency improvement of power electronic circuits, applications of power electronics in railway and electric vehicle systems

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	3	0	1. การบรรยาย
2	การเลือกใช้อุปกรณ์สวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง	3	0	1. การใช้กรณีศึกษา (Case)
3	วงจรเรียงกระแส 1 เฟสครึ่งคลื่น	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation)
4	วงจรเรียงกระแส 1 เฟสเต็มคลื่น	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation)
5	วงจรเรียงกระแส 3 เฟส	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation)

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
6	วงจรแปลงผันแรงดันไฟสลับ	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
7	วงจรทอนและวงจรทอระดับแรงดัน	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
8	วงจรทอนและวงจรทอระดับแรงดัน	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case) 3. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
9	วงจรอินเวอร์เตอร์ 1 เฟส	3	0	1. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation) 2. การ ทดลอง (Experiment)
10	วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation) 3. การ ทดลอง (Experiment)
11	อินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบเทคนิคการมอดูเลตสัญญาณขั้น สูง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
12	การวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพวงจร อิเล็กทรอนิกส์กำลัง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
13	การประยุกต์ใช้อุปกรณ์แม่เหล็กในงานอิเล็กทรอนิกส์ กำลัง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)
14	หลักการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรงด้วยอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	3	0	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration)
15	การประยุกต์ใช้อิเล็กทรอนิกส์กำลังในระบบรางและยาน ยนต์ไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration)

## 22. 04-211-425 Electric Drives

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-425 การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Drives)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-211 เครื่องจักรกลไฟฟ้า 2

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

ส่วนประกอบของการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า คุณสมบัติของโหลด ย่านการทำงานของระบบขับเคลื่อน วิธีการเบรกมอเตอร์ การคำนวณขนาดและการส่งกำลังไฟฟ้า คุณสมบัติด้านความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ ชนิดของตัวควบคุม ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์เซอร์โว ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าสมัยใหม่ การประยุกต์ใช้งานระบบขับเคลื่อนในระบบอัตโนมัติในทางอุตสาหกรรม ระบบรางและยานยนต์ไฟฟ้า

Electric drive components, load characteristics, operating region of drives, braking methods of motors, power transmission and sizing, torque-speed characteristics of electric motors, types of controllers, DC motor drives, AC motor drives, servo drives systems, modern electric drives, applications of drives in industrial automations, railway and electric vehicle systems

## 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	- แนะนำการเรียนการสอน, การใช้งานของระบบ ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า และองค์ประกอบของการขับเคลื่อน ด้วยไฟฟ้า - กลศาสตร์เบื้องต้น - ระบบมอเตอร์โหลดเชิงพลวัต	3	0	1. การบรรยาย
2	- ประเภทของโหลด - การเบรก - การขับเคลื่อนแบบหลายควอดแดรนต์, อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์กำลัง	3	0	1. การบรรยาย

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
3	- ประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง - ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิดในสภาวะคงที่ - การควบคุมความเร็ว	3	0	1. การบรรยาย
4	- การควบคุมความเร็ว - การเริ่มหมุน - การเบรกทางไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย
5	- ฟังก์ชันถ่ายโอนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ กระตุ้นแยก - การวัดค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3	0	1. การบรรยาย
6	- การทำงานของคอนเวอร์เตอร์แบบต่าง ๆ - ระบบควบคุมในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	3	0	1. การบรรยาย
7	- ระบบควบคุมในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง - การออกแบบตัวควบคุม	3	0	1. การบรรยาย
8	- หลักการทำงานของวงจรถอปเปอร์ - การทำงานของวงจรถอปเปอร์ในควอดแดรนต์ต่าง ๆ - วงจรถอปเปอร์ในรูปแบบอื่น ๆ	3	0	1. การบรรยาย
9	- การทำงานในสภาวะคงที่และแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ของวงจรถอปเปอร์ - ระบบควบคุมแบบวงรอบปิดของวงจรถอปเปอร์ - การเลือกขนาดของอุปกรณ์	3	0	1. การบรรยาย
10	- โครงสร้างและการทำงานในสภาวะคงที่ - ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิดในสภาวะคงที่	3	0	1. การบรรยาย
11	- ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิดในสภาวะคงที่ - แบบจำลองทางพลวัต	3	0	1. การบรรยาย
12	- อินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม - อินเวอร์เตอร์แบบรูปคลื่นมอดูเลตความกว้างของ สัญญาณรูปคลื่น	3	0	1. การบรรยาย
13	- การเบรกทางไฟฟ้า - อินเวอร์เตอร์แบบหลายระดับ - การควบคุมมอเตอร์ด้วยวิธีควบคุมเวกเตอร์ - การควบคุมมอเตอร์ด้วยวิธีควบคุมแรงบิดโดยตรง	3	0	1. การบรรยาย
14	- ชนิดและโครงสร้างของระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ - การใช้งานระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ - การประยุกต์ใช้งานระบบขับเคลื่อนในระบบอัตโนมัติ ในทางอุตสาหกรรม	3	0	1. การบรรยาย
15	การประยุกต์ใช้อิเล็กทรอนิกส์กำลังในระบบรางและยาน ยนต์ไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย

## 23. 04-211-317 Energy Storage and Battery System Technologies

### รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

#### 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-317 เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานและระบบแบตเตอรี่ (Energy Storage and Battery System Technologies)

#### 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

#### 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

ไม่มี

#### 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

#### 5. คำอธิบายรายวิชา

แนวคิดในการกักเก็บพลังงาน การกักเก็บพลังงานเชิงกลและความร้อน การกักเก็บพลังงานในล้อเฟืองแม่เหล็กตัวนำยิ่งยวด การกักเก็บพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่และตัวเก็บประจุกำลังสูง ระบบแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน แบตเตอรี่สมัยใหม่ ประสิทธิภาพพลังงานและการควบคุมแบตเตอรี่ การต่อใช้งานและความปลอดภัย ระบบจัดการแบตเตอรี่ขนาดใหญ่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและพลังงานทดแทน ระบบการอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีบริการ

Concepts of energy storage, mechanical and thermal energy storages, energy storage in flywheels, superconducting magnetics, electrical energy storage in batteries and ultra-capacitors, battery system, lead-acid batteries, lithium-ion batteries, modern batteries, energy efficiency and control of batteries, connections and safety, large-scale battery management systems for electric vehicles and renewable energies, charging systems for electric vehicles and service stations

#### 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	พื้นฐานและแนวคิดการกักเก็บพลังงาน	3	0	1. การบรรยาย
2	การกักเก็บพลังงานเชิงกล การกักเก็บพลังงานในล้อเฟือง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
3	การกักเก็บพลังงานความร้อน	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	การกักเก็บพลังงานแม่เหล็กตัวนำยิ่งยวด	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)
5	การกักเก็บพลังงานตัวเก็บประจุกำลังสูง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)
6	การกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
7	การกักเก็บพลังงานแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน และแบตเตอรี่ สมัยใหม่	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
8	พื้นฐานระบบแบตเตอรี่	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
9	การต่อใช้งาน และประสิทธิภาพพลังงานระบบแบตเตอรี่	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
10	ข้อพึงปฏิบัติด้านมาตรฐานสำหรับระบบแบตเตอรี่	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)
11	ความปลอดภัยสำหรับระบบแบตเตอรี่	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)
12	หลักการควบคุมและป้องกันระบบแบตเตอรี่	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
13	เทคนิคการควบคุมระบบแบตเตอรี่	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้สถานการณ์ จำลอง (Simulation)
14	ระบบจัดการแบตเตอรี่ขนาดใหญ่และการใช้งาน	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)
15	ระบบการอัดประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าและสถานี บริการ	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้ กรณีศึกษา (Case)



## 24. 04-211-424 Electrical System Design

### รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

#### 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-424 การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design)

#### 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

#### 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง

#### 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

#### 5. คำอธิบายรายวิชา

หลักการออกแบบเบื้องต้น ข้อกำหนดและมาตรฐาน ผังการจ่ายกำลังไฟฟ้า สายไฟและสายเคเบิล รางทางเดินไฟฟ้า เครื่องมือและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า การคำนวณโหลด การปรับปรุงตัวประกอบกำลังและการออกแบบวงจรคาปาซิเตอร์แบงก์ การออกแบบระบบแสงสว่างและวงจรเครื่องใช้ไฟฟ้า การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ การออกแบบระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม การกำหนดรายการโหลด สายป้อนและสายประธาน ระบบไฟฉุกเฉิน การคำนวณกระแสลัดวงจรไฟฟ้าด้านแรงดันต่ำ ระบบสายดินสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า มาตรฐานการปฏิบัติงานและความปลอดภัยในการออกแบบและติดตั้งทางไฟฟ้า

Basic design concepts, codes and standards, power distribution schemes, electrical wires and cables, raceways, electrical equipment and apparatus, load calculation, power factor improvement and capacitor bank circuit design, lighting and appliances circuit design, motor circuit design, industrial system design, load, feeder, and main schedule, emergency power systems, short circuit calculation, grounding systems for electrical installation, standard of operation and safety in electrical design and installation

#### 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	หลักการออกแบบเบื้องต้น	3	0	1. การบรรยาย
2	ข้อกำหนดและมาตรฐาน ผังการจ่ายกำลังไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย
3	สายไฟและสายเคเบิล	3	0	1. การบรรยาย 2. แสดงตัวอย่าง

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	เส้นทางเดินไฟฟ้า เครื่องมือและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย 2. แสดงตัวอย่าง
5	การคำนวณโหลด	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกการคำนวณ
6	การออกแบบระบบแสงสว่าง	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกการคำนวณ
7	การออกแบบวงจรเครื่องใช้ไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกการคำนวณ
8	การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกออกแบบ
9	การออกแบบระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกออกแบบ
10	การกำหนดรายการโหลด สายป้อนและสายประธาน	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกออกแบบ
11	การคำนวณกระแสลัดวงจรไฟฟ้าด้านแรงดันต่ำ	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกการคำนวณ
12	ระบบสายดินสำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย 2. แสดงกรณีศึกษา
13	ระบบไฟฉุกเฉิน	3	0	1. การบรรยาย
14	การปรับปรุงตัวประกอบกำลังและการออกแบบวงจรคาปาซิเตอร์แบงค์	3	0	1. การบรรยาย 2. ฝึกการคำนวณ
15	มาตรฐานการปฏิบัติงานและความปลอดภัยในการออกแบบและติดตั้งทางไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย

## 25. 04-211-418 High Voltage Engineering

## รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

## 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-418 วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง (High Voltage Engineering)

## 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

## 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-213 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

## 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

## 5. คำอธิบายรายวิชา

การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงและแรงดันเกินในระบบไฟฟ้ากำลัง การสร้างไฟฟ้าแรงสูงเพื่อการทดสอบ เทคนิคการวัดไฟฟ้าแรงดันสูง ความเครียดสนามไฟฟ้าและเทคนิคการฉนวน การเกิดเบรกดาวน์ในฉนวนก๊าซ ฉนวนเหลวและฉนวนแข็ง เทคนิคการทดสอบไฟฟ้าแรงดันสูง ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าและการป้องกัน การผสมผสานสัมพันธ์การฉนวน การจัดการความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้า การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงในระบบบะบราง การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงกับงานด้านสุขภาพและด้านสิ่งแวดล้อม

Uses of high voltage and over voltage in power systems, generation of high voltage for testing, high voltage measurement techniques, electric field stress and insulation techniques, breakdown of gas, liquid and solid dielectric, high voltage testing techniques, lightning and lightning protection, insulation coordination, safety management of electrical operations, applications of high voltage in railway system, high voltage applications for health care and environment

## 6. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	- ลักษณะรายวิชา - เกณฑ์การให้คะแนน - หัวข้อหลักการเรียนการสอน - ความสำคัญของไฟฟ้าแรงดันสูง	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบหมายหัวข้อ รายงานกลุ่ม - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
2	- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
3	- แรงดันเกินและคลื่นจร	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนรู้ การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
4	- ความเครียดสนามไฟฟ้าและความคงทนการฉนวน 1	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
5	- ความเครียดสนามไฟฟ้าและความคงทนการฉนวน 2	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
6	- การเบรกดาวนในฉนวนก๊าซ	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
7	- การเบรกดาวนในฉนวนเหลวและฉนวนแข็ง - ทบทวนบทเรียนก่อนสอบกลางภาค	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน - บรรยายเนื้อหาสรุป
8	- การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสสลับ - การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรง 1	3	0	- แจ้งผลคะแนนสอบ กลางภาค - บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
9	- การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงกระแสตรง 2 - การสร้างไฟฟ้าแรงดันสูงอิมพัลส์	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
10	- เทคนิคการวัดไฟฟ้าแรงดันสูง 1	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
11	- เทคนิคการวัดไฟฟ้าแรงดันสูง 2	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
12	- เทคนิคการทดสอบทางด้านไฟฟ้าแรงดันสูง	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
13	- ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าและการป้องกัน	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
14	- การประสานสัมพันธ์การฉนวน - การต่อลงดิน - ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้า	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน
15	- การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงในระบบระบบแรง - การประยุกต์ใช้ไฟฟ้าแรงสูงกับงานด้านสุขภาพและด้าน สิ่งแวดล้อม	3	0	- บรรยายเนื้อหา - มอบการบ้านหลังเลิกเรียน

## 26. 04-211-421 Power System Protection

### รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)

#### 1. รหัสและชื่อรายวิชา

04-211-421 การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power System Protection)

#### 2. จำนวนหน่วยกิต

3(3-0-6) จำนวนหน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

#### 3. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)

04-211-208 ระบบไฟฟ้ากำลัง

#### 4. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite)

ไม่มี

#### 5. คำอธิบายรายวิชา

หลักมูลของการปฏิบัติงานป้องกันทางไฟฟ้าและการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย, หม้อแปลงเครื่องวัดและทรานสดิวเซอร์, อุปกรณ์ป้องกันและระบบป้องกัน, การป้องกันกระแสเกินและการป้องกันฟอลต์ลงดิน, การป้องกันแบบผลต่าง, การป้องกันสายส่งด้วยรีเลย์ระยะทาง การป้องกันสายส่งด้วย ไฟลิ่งรีเลย์, การป้องกันมอเตอร์, การป้องกันหม้อแปลง, การป้องกันเครื่องกำเนิด การแบ่งโซนของระบบป้องกันบัส การแนะนำอุปกรณ์ป้องกันชนิดดิจิทัล การประยุกต์ใช้การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังในระบบราง

Fundamental of protection practices, instrument transformer and transducers, protection devices and protection systems, overcurrent and earth fault protection, differential protection, transmission line protection by distance relaying, transmission line protection by pilot relaying, motor protection, transformer protection, generator protection, bus zone protection, introduction to digital protection devices, applications of power system protection in railway system

#### 6. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
1	หลักมูลการป้องกันระบบไฟฟ้าและการทำงานอย่าง ปลอดภัย	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
2	หม้อแปลงและทรานสดิวเซอร์สำหรับงานป้องกันระบบไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย
3	หม้อแปลงและทรานสดิวเซอร์สำหรับงานป้องกันระบบ ไฟฟ้า(ต่อ)	3	0	1. การบรรยาย
4	อุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า	3	0	1. การบรรยาย
5	อุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า(ต่อ)	3	0	1. การบรรยาย
6	อุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า(ต่อ)	3	0	1 การบรรยาย

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การ สอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	
7	การป้องกันกระแสเกิน	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
8	การป้องกันฟอลต์ลงดิน	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
9	การป้องกันแบบผลต่าง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
10	การป้องกันเครื่องกำเนิด	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
11	การป้องกันมอเตอร์	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
12	การป้องกันหม้อแปลง	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
13	การป้องกันสายส่งด้วยรีเลย์ระยะทาง และการป้องกันสาย ส่งด้วย ไฟลื้อตรีเลย์	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
14	การป้องกันบัส	3	0	1. การบรรยาย 2. การใช้กรณีศึกษา (Case)
15	การประยุกต์ใช้การป้องกันระบบไฟฟ้ากำลังในระบบราง	3	0	1. การบรรยาย 2. การสาธิต (Demonstration)

ภาคผนวก 4 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน

## 1. 04-211-206 Electric Circuits Laboratory

Electric Circuit Laboratory  
Department of Electrical Engineering

Rajamangala University of Technology Thanyaburi

## การทดลองที่ 1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

### วัตถุประสงค์

1. เข้าใจกฎของโอห์ม
2. สามารถนำกฎของโอห์มไปใช้ในการวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าได้
3. เข้าใจหลักการของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและกฎการแบ่งแรงดัน
4. สามารถนำกฎทางไฟฟ้าของวงจรมอนุกรมและกฎการแบ่งแรงดันไปใช้ในการวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าได้
5. เข้าใจหลักการของการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานและกฎการแบ่งกระแส
6. สามารถนำกฎทางไฟฟ้าของวงจรมขนานและกฎการแบ่งกระแสไปใช้ในการวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าได้
7. สามารถวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าแบบผสมได้

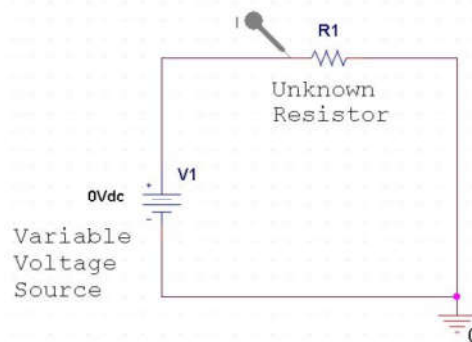
### อุปกรณ์การทดลอง

- |   |       |
|---|-------|
| 1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0-30V | 1 ตัว |
| 2. มัลติมิเตอร์                           | 1 ตัว |
| 3. กล้องความต้านทานไม่ทราบค่า             | 1 ตัว |
| 4. แผงทดลองวงจรไฟฟ้า                      | 1 ชุด |

### การทดลองที่ 1.1 การพิสูจน์กฎของโอห์ม

#### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 1.1.1 ประกอบด้วย แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงที่ปรับค่าได้ และกล้องความต้านทานไม่ทราบค่า



รูปที่ 1.1.1 วงจรการพิสูจน์กฎของโอห์ม

2. เพิ่มค่าแรงดันแหล่งจ่ายจาก 0 ถึง 50V และทำการวัดกระแสที่ละขั้น
3. อ่านค่ากระแสและแรงดันที่ได้จากการพล็อตกราฟ จดบันทึกลงในตารางที่ 1.1.1
4. คำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้กฎของโอห์ม



ตารางที่ 1.1.1 การพิสูจน์กฎของโอห์ม

แรงดันแหล่งจ่าย (V)	กระแส (A)	คำนวณค่าความต้านทาน ( $\Omega$ )
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		
50		

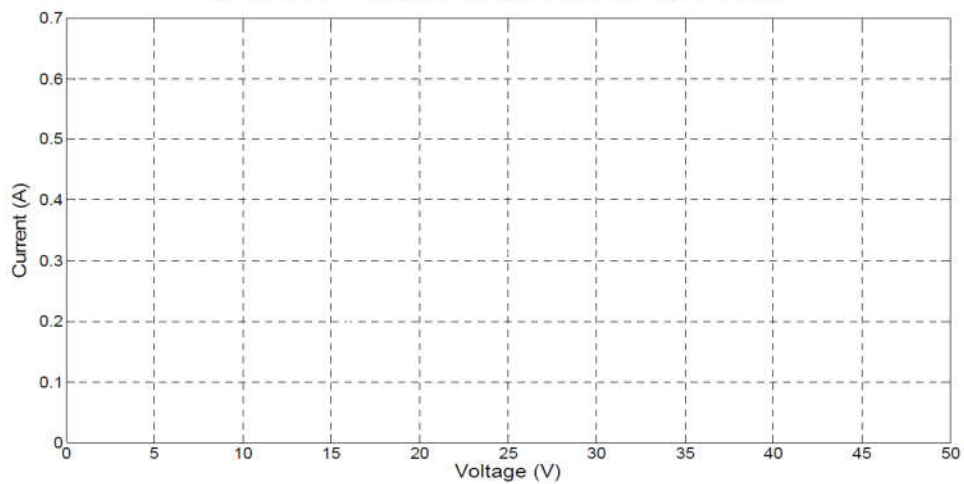
ค่าความต้านทานในวงจรมีค่า ..... โอห์ม

ค่าความต้านทานมีการเปลี่ยนแปลงตามค่าแรงดันและกระแสหรือไม่ .....

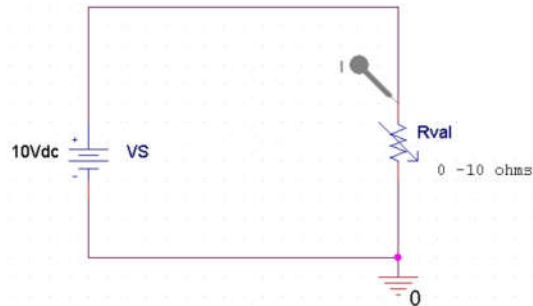
เพราะเหตุใด .....

.....  
.....

กราฟ 1.1.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดัน



5. ต่อวงจรดังรูปที่ 1.1.2 ประกอบด้วย แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงคงที่และความต้านทานปรับค่าได้
6. จ่ายแรงดันคงที่ จากนั้นเพิ่มค่าความต้านทาน จาก 1 โอห์ม ถึง 10 โอห์ม และทำการวัดกระแสที่ละขั้น
7. อ่านค่ากระแสและความต้านทาน จดบันทึกลงในตารางที่ 1.1.2



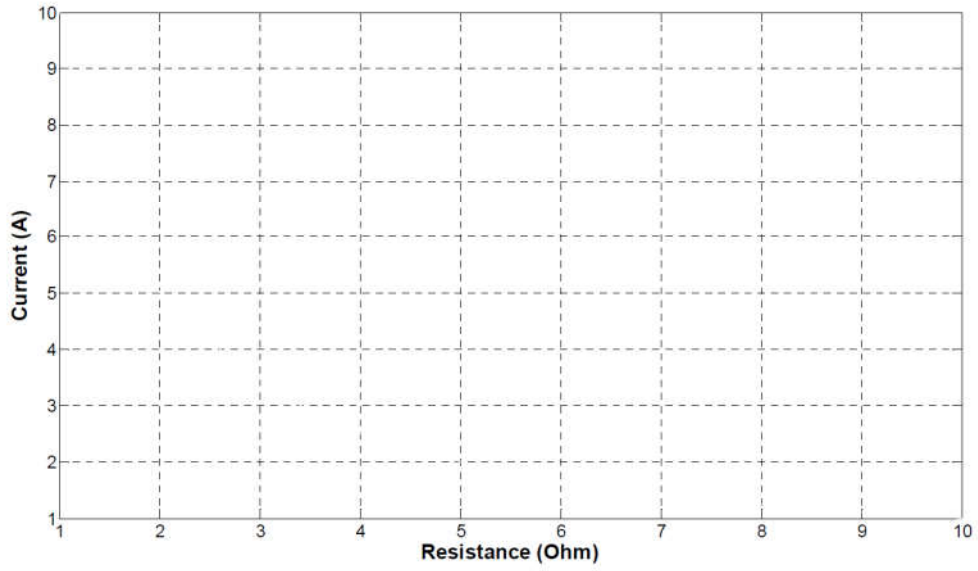
รูปที่ 1.1.2 วงจรการพิสูจน์กฎของโอห์มโดยปรับเปลี่ยนค่าความต้านทาน

ตารางที่ 1.1.2 การพิสูจน์กฎของโอห์มโดยปรับเปลี่ยนค่าความต้านทาน

แรงดันแหล่งจ่าย (V)	ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	กระแส (A)
10	1	
10	2	
10	3	
10	4	
10	5	
10	6	
10	7	
10	8	
10	9	
10	10	

วาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความต้านทานจากตาราง 1.1.2

กราฟ 1.1.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความต้านทาน



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

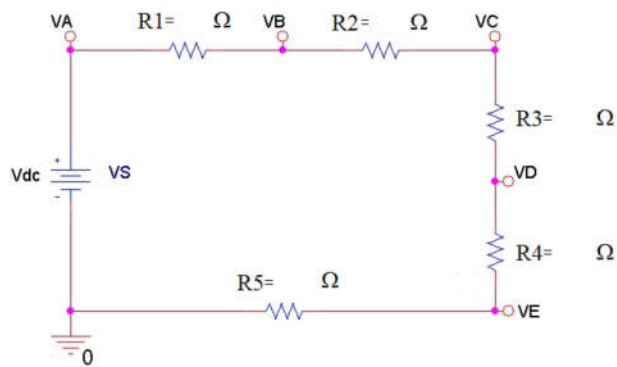
.....

.....

**การทดลองที่ 1.2 การพิสูจน์วงจรอนุกรมและกฎการแบ่งแรงดัน**

**ลำดับขั้นการทดลอง**

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 1.2.1 ประกอบด้วย แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน
2. วัดค่ากระแสและจุดบันทึกลงในตารางที่ 1.2.2 พร้อมทั้งคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจร



รูปที่ 1.2.1 วงจรอนุกรม

**ตารางที่ 1.2.2 ผลการทดลองวงจรอนุกรม**

ชื่ออุปกรณ์ ในวงจร	ค่าความ ต้านทาน ( $\Omega$ )	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แสดงการคำนวณ ค่ากำลังไฟฟ้า (W)
แหล่งจ่ายแรงดัน DC	-	10		
ตัวต้านทาน R1				
ตัวต้านทาน R2				
ตัวต้านทาน R3				
ตัวต้านทาน R4				
ตัวต้านทาน R5				
ค่ารวมของวงจร				

3. เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์แต่ละตัว เทียบกับกำลังไฟฟ้าค่ากำลังไฟฟ้ารวมของวงจร
4. เปรียบเทียบค่าความต้านทานที่ได้จากวิธีวัดค่าแรงดันรวมหารด้วยกระแสรวมเทียบกับการคำนวณวิธียุบวงจร  
 $R_T = V_T / I_T = \dots\dots\dots$  โอห์ม

RT จากการยุบวงจร = .....  
.....  
.....

5. คำนวณหาค่ารวมต่าง ๆ ในวงจร ( $V_t$ ,  $I_t$ ,  $R_t$ ,  $P_t$ ) โดยใช้กฎของวงจรอนุกรม

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

6. คำนวณหาค่า  $V_{R4}$  โดยใช้กฎการแบ่งแรงดัน

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

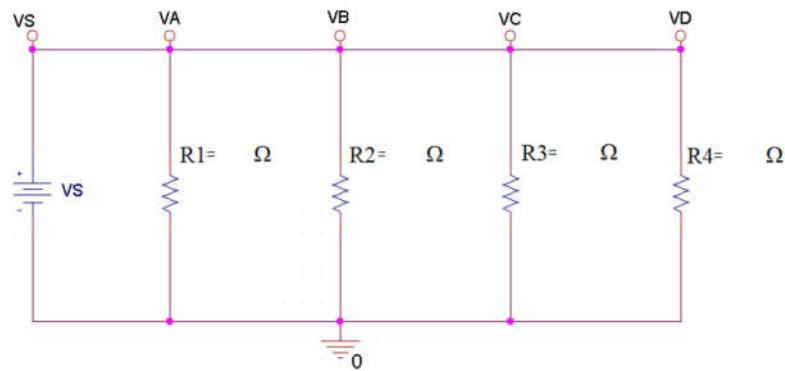
**สรุปผลการทดลอง** (สรุปเชิงค่าแรงดัน กระแส ความต้านทาน กำลังไฟฟ้า เทียบกับค่ารวม โดยใช้กฎวงจรอนุกรมและกฎการแบ่งแรงดัน)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### การทดลองที่ 1.3 การพิสูจน์วงจรขนานและกฎการแบ่งกระแส

#### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 1.3.1 ประกอบด้วย แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทาน
2. อ่านค่าแรงดันและกระแส ทำการจดบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 1.3.1 พร้อมทั้งคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่อุปกรณ์



รูปที่ 1.3.1 วงจรขนาน

#### ตารางที่ 1.3.1 ผลการทดลองวงจรขนาน

ชื่ออุปกรณ์ ในวงจร	ค่าความ ต้านทาน ( $\Omega$ )	แรงดัน (V)	กระแส (A)	แสดงการคำนวณ ค่ากำลังไฟฟ้า (W)
แหล่งจ่ายแรงดัน DC	-	10		
ตัวต้านทาน R1				
ตัวต้านทาน R2				
ตัวต้านทาน R3				
ตัวต้านทาน R4				
ค่ารวมของวงจร				

3. เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์แต่ละตัว เทียบกับกำลังไฟฟ้ค่ากำลังไฟฟ้รวมของวงจร

4. เปรียบเทียบค่าความต้านทานที่ได้จากวิธีวัดค่าแรงดันรวมต่อกระแสรวม กับการคำนวณวิธียุบวงจร  $R_T = V_T/I_T = \dots\dots\dots$  โอห์ม  
 $R_T$  จากการยุบวงจร =  $\dots\dots\dots$  โอห์ม

5. คำนวณหาค่ารวมต่าง ๆ ในวงจร ( $V_t$ ,  $I_t$ ,  $R_t$ ,  $P_t$ ) โดยใช้กฎของวงจรขนาน

6. คำนวณหาค่า  $I_{R_3}$  โดยใช้กฎการแบ่งกระแส

**สรุปผลการทดลอง** (สรุปเชิงค่าแรงดัน กระแส ความต้านทาน กำลังไฟฟ้า เทียบกับค่ารวม โดยใช้กฎวงจรขนานและกฎการแบ่งกระแส)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## การทดลองที่ 4

### การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับในสถานะอยู่ตัว

#### วัตถุประสงค์

1. เข้าใจถึงผลตอบสนองในสถานะอยู่ตัวของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RLC แบบอนุกรม
2. เข้าใจถึงผลตอบสนองในสถานะอยู่ตัวของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RLC แบบขนาน
3. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของค่าประสิทธิภาพ หรือ อาร์เอ็มเอส และค่า Peak ของรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้า
4. สามารถวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RLC แบบต่าง ๆ ในสถานะอยู่ตัวได้
5. เกิดทักษะในการต่อวงจรและวัดค่าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับด้วยเครื่องมือวัดพื้นฐาน

#### การทดลองที่ 4.1 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RL แบบอนุกรม

การต่อวงจร R-L อนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ค่ากระแสที่วัดได้เท่ากับทั้งวงจร

$$I_T = I_R = I_L$$

ผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงดันที่ตกคร่อมโหลดเท่ากับเวกเตอร์แรงดันรวมที่จ่ายให้กับวงจร

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

ในเทอมของอิมพีแดนซ์ (Z)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

ค่ากำลังไฟฟ้าหาได้จาก

$$P = V \cdot I \cdot \cos \theta$$

$$\cos \theta = V_R / V_T$$

#### อุปกรณ์ในการทดลอง

- |                                  |   |         |
|----------------------------------|---|---------|
| 1. เครื่องวัดดิจิตอลมัลติมิเตอร์ | 1 | เครื่อง |
| 2. ออสซิลโลสโคป                  | 1 | เครื่อง |
| 2. แผงทดลองวงจร RLC              | 1 | แผง     |

#### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

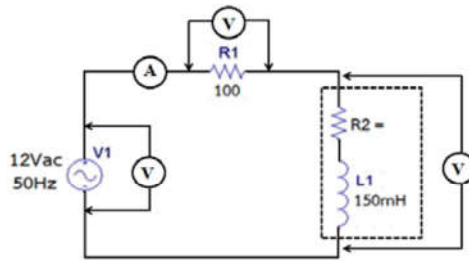
1. ต่อวงจรบนแผงทดลองดังรูป 4.1.1 วัดกระแสรวมของวงจร โดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ปรับไปที่ย่านวัดกระแสบนที่ผลการทดลองลงใน ตาราง 4.1.1
2. ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัดปรับไปที่ย่านวัด AC โวลต์ วัดแรงดันแหล่งจ่าย V1 แรงดันตกคร่อม R1 และ L1 บนที่กผลลงในตาราง 4.1.1
3. วัดรูปคลื่นแรงดันแหล่งจ่าย V1 (Ch1) และแรงดันตกคร่อม R1 (Ch2) ด้วยออสซิลโลสโคป โดยสายกราวด์ของสายโพรบของ Ch1 ต่อตรงจุดต่อระหว่างแหล่งจ่าย V1 และ R1 ดังรูป 4.1.2 อ่านค่ามุมต่างเฟสของรูปคลื่นที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปมีค่าเท่ากับ ..... องศา



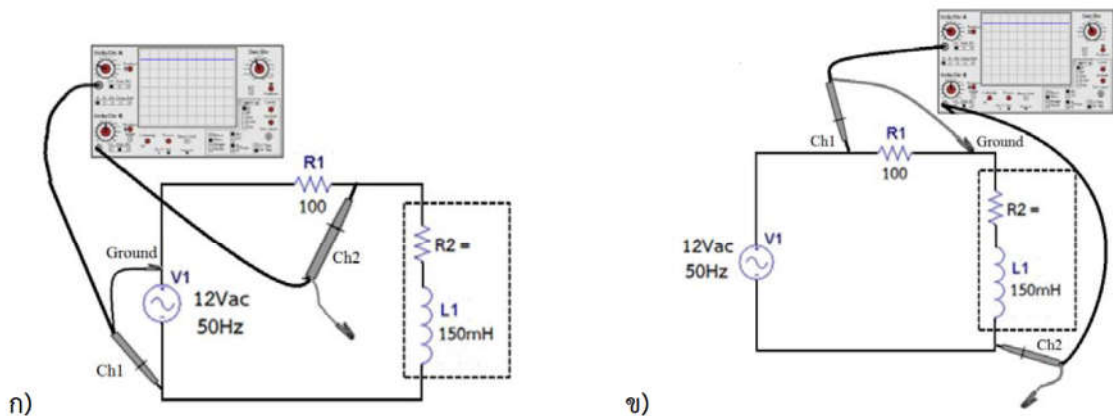
- Save รูปจากหน้าจอออสซิลโลสโคปเพื่อนำไปบันทึกผลการวัด
- วัดรูปคลื่นแรงดันตกคร่อม R1 (Ch1) และ L1 (Ch2) ด้วยออสซิลโลสโคป ใช้สายกราวด์ของสายโพรบของ Ch1 ต่อตรงจุดต่อระหว่างแหล่งจ่าย R1 และ L1 ดังรูป 4.1.2 ที่ Ch2 ให้ปรับเป็น Invert mode อ่านค่ามุมต่างเฟสของรูปคลื่นที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปมีค่าเท่ากับ ..... องศา
- Save รูปจากหน้าจอออสซิลโลสโคปเพื่อนำไปบันทึกผลการวัด

ตารางที่ 4.1.1

V1 (Source) (V)	$I = IR = IL$ (mA)	VR1 (V)	VL1 (V)	มุมต่างเฟสระหว่าง V1 และ I (องศา Deg)	Power Factor ( $\cos \theta$ )



รูปที่ 4.1.1 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RL แบบอนุกรม โดยใช้แฉงทดลอง



รูปที่ 4.1.2 ก) การวัดมุมต่างเฟสของกระแสและแรงดันของวงจร RL อนุกรม  
ข) การวัดมุมต่างเฟสของแรงดันตัวต้านทาน R1 แรงดันของอินดักเตอร์ L1



#### การทดลองที่ 4.2 การวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RC แบบอนุกรม

##### ทฤษฎี

การต่อวงจร R-C อนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจะได้ว่า กระแสที่วัดได้เท่ากับทั้งวงจร

$$I_T = I_R = I_C$$

ผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงดันที่ตกคร่อมโหลดเท่ากับเวกเตอร์แรงดันรวมที่จ่ายให้กับวงจร

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

ในเทอมของอิมพีแดนซ์ (Z)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

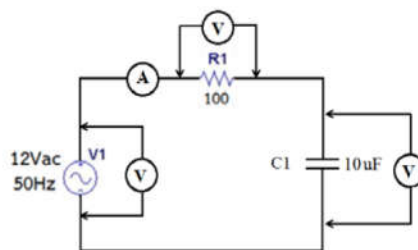
ค่ากำลังไฟฟ้าหาได้จาก

$$P = V * I * \cos \theta$$

$$\cos \theta = V_R / V_T$$

##### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรบนแผงทดลองดังรูป 4.2.1
2. วัดกระแสรวมของวงจร โดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ปรับไปที่ย่านวัดกระแสบนที่ผลการทดลองลงในตาราง 4.2.1
3. ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัดปรับไปที่ย่านวัด AC โวลต์ วัดแรงดันแหล่งจ่าย V1 แรงดันตกคร่อม R1 และ C1 บนที่กผลลงในตาราง 4.2.1



รูปที่ 4.2.1 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RC แบบอนุกรม

4. วัดรูปคลื่นแรงดันแหล่งจ่าย V1 (Ch1) และแรงดันตกคร่อม R1 (Ch2) ด้วยออสซิลโลสโคป โดยสายกราวด์ของสายโพรบของ Ch1 ต่อตรงจุดต่อระหว่างแหล่งจ่าย V1 และ R1 ดังรูป 4.2.2 (a) อ่านค่ามุมต่างเฟสของรูปคลื่นที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปมีค่าเท่ากับ ..... องศา Save รูปจากหน้าจอออสซิลโลสโคปเพื่อนำไปบันทึกผลการวัด
5. วัดรูปคลื่นแรงดันตกคร่อม R1 (Ch1) และ C1 (Ch2) ด้วยออสซิลโลสโคป โดยสายกราวด์ของสายโพรบของ Ch1 ต่อตรงจุดต่อระหว่าง R1 และ C1 ปรับ Ch2 ดังรูป 4.2.2 (b) ที่ Ch2 ให้ปรับเป็น Invert mode อ่านค่ามุมต่างเฟสของรูปคลื่นที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปมีค่าเท่ากับ ..... องศา Save รูปจากหน้าจอออสซิลโลสโคปเพื่อนำไปบันทึกผลการวัด



### การทดลองที่ 4.3 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RLC แบบอนุกรม ทฤษฎี

การต่อวงจร RLC อนุกรมในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจะได้ว่า กระแสที่วัดได้เท่ากันทั้งวงจร

$$I_T = I_R = I_L = I_C$$

ผลรวมทางเวกเตอร์ของแรงดันที่ตกคร่อมโหลดเท่ากับเวกเตอร์แรงดันรวมที่จ่ายให้กับวงจร

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

ในเทอมของอิมพีแดนซ์ (Z)

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

ค่ากำลังไฟฟ้าหาได้จาก

$$P = V * I * \cos \theta$$

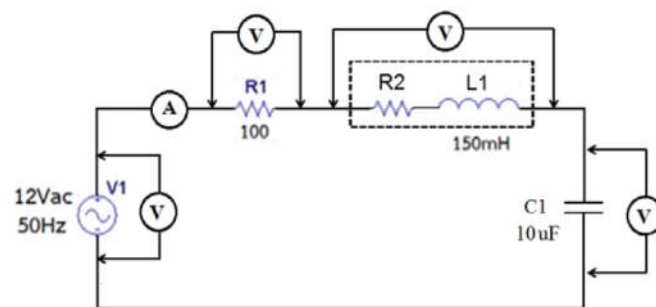
$$\cos \theta = V_R / V_T$$

#### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรบนแผงทดลองดังรูป 4.3.1 วัดกระแสรวมของวงจร โดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ปรับไปที่ย่านวัดกระแส บันทึกผลการทดลองลงในตาราง 4.3.1
2. ใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์วัดปรับไปย่านวัด AC โวลต์ วัดแรงดันแหล่งจ่าย V1 แรงดันตกคร่อม R1 L1 และ C1 บันทึกผลลงในตาราง 4.3.1

#### ตารางที่ 4.3.1

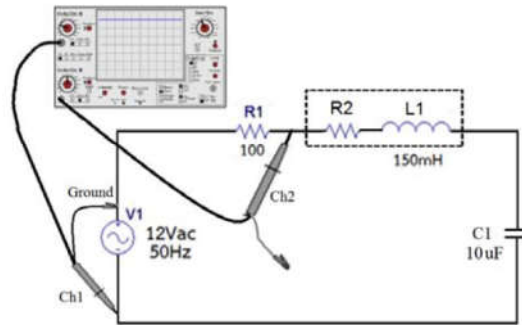
V1 (Source) (V)	I = IR = IL = IC (mA)	VR1 (V)	VL1 (V)	VC1 (V)	Z (Ω)	มุมต่างเฟสระหว่าง V และ I (องศา Deg)	Power Factor (cosθ)



รูปที่ 4.3.1 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่อโหลด RLC แบบอนุกรม

3. วัดรูปคลื่นแรงดันแหล่งจ่าย V1 (Ch1) และแรงดันตกคร่อม R1 (Ch2) ด้วยออสซิลโลสโคป ใช้สายโพรบของ Ch1 ต่อตรงจุดต่อระหว่างแหล่งจ่าย V1 และ R1 ดังรูป 4.3.2 อ่านค่ามุมต่างเฟสของรูปคลื่นที่อ่านได้จาก

ออสซิลโลสโคปมีค่าเท่ากับ ..... องศา Save รูปจากหน้าจอออสซิลโลสโคปเพื่อนำไปบันทึกผลการวัด บันทึกผลค่าการวัดและรูปคลื่นที่ได้จากออสซิลโลสโคป



รูปที่ 4.3.2 การวัดมุมต่างเฟสของกระแสและแรงดันของวงจร RLC อนุกรม

พื้นที่สำหรับเขียนกราฟผลการทดลองที่ได้จากออสซิลโลสโคป

สรุปผลการทดลอง พร้อมทั้งเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของวงจรที่ทำการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### การทดลองที่ 5

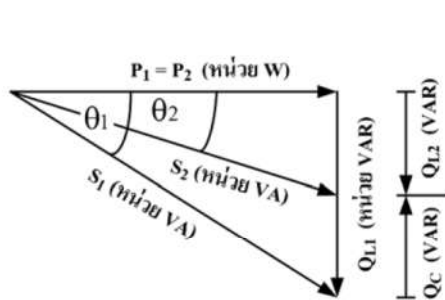
#### การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าและการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง

##### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการส่งกำลังไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับในสถานะอยู่ตัว
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจวิธีการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
3. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วย กำลังไฟฟ้าจริง (Active Power) กำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power) และ กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Reactive Power)

#### การทดลองที่ 5.1 การวิเคราะห์หากำลังไฟฟ้าและการปรับปรุงตัวประกอบกำลังของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ในสถานะอยู่ตัวโดยศึกษาจากวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

**ทฤษฎี** วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นวงจรแสงสว่างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายตามบ้านพักอาศัย, ตึก, อาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยมีอุปกรณ์หลักที่ใช้ในวงจร คือ บัลลาสต์ (Ballast), สตาร์ทเตอร์ (Starter) และหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) โดยบัลลาสต์จะทำให้วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์แสดงคุณสมบัติเป็นโหลดชนิดตัวเหนี่ยวนำ (Inductive Load) มากกว่า ซึ่งจะทำให้กระแสเกิดล่าช้าหลังแรงดัน (Lagging) ดังนั้นวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ จึงมีค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q) เกิดขึ้น และมีค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor, P.f.) โดยค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Q) ทำให้กระแสในสายสูงขึ้น โดยที่ กำลังไฟฟ้าจริง (P) เท่าเดิม ดังนั้นการใช้ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ที่มีขนาดเหมาะสมต่อขนาดเข้าไปในวงจรในการทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียลดลง เนื่องจากตัวเก็บประจุมีคุณสมบัติที่ทำให้กระแสหน้าหน้าแรงดัน (Leading) ทำให้กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายให้วงจรลดลง และตัวประกอบกำลังมีค่าเข้าใกล้ 1 (Unity) โดยที่ กำลังไฟฟ้าจริง (P) ยังคงที่ แต่กำลังไฟฟ้าปรากฏ (S) และกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Q) ลดลง



$$P_1 = P_2$$

$$\cos \theta_1 = \frac{P_1}{S_1} ; Q_{L1} = P_1 \tan \theta_1$$

$$\cos \theta_2 = \frac{P_2}{S_2} ; Q_{L2} = P_2 \tan \theta_2$$

$$Q_C = Q_{L1} - Q_{L2}$$

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f \cdot V_C^2} \dots \dots (\text{Farad})$$

รูปที่ 5.1.1 สามเหลี่ยมกำลัง

##### อุปกรณ์ในการทดลอง

- |   |   |     |
|---|---|-----|
| 1. มิเตอร์วัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า อย่างละ | 1 | ตัว |
| 2. แผงทดลองหลอดฟลูออเรสเซนต์                    | 1 | แผง |
| 3. สายเสียบ                                     | 1 | ชุด |





## 2. 04-212-202 Engineering Electronics Laboratory

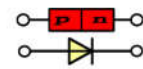


Engineering Electronics Laboratory

การทดลองที่ 1

ลักษณะสมบัติของไดโอด

(Diode)

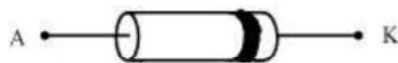


1

วัตถุประสงค์

- 1 ทดลองหาขั้วของไดโอดได้อย่างถูกต้อง
- 2 ทดลองหาคุณลักษณะทางกระแสและแรงดันของไดโอด เมื่อได้รับไบอัสตรงและไบอัสกลับ
- 3 เข้าใจการทำงานของไดโอดในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

**ทฤษฎี** ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ในกลุ่มของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semi Conductor Device) มี 1 รอยต่อ โครงสร้างภายในประกอบด้วย ชั้นสารกึ่งตัวนำ ซิลิกอน และ เยอรมันเนียม ชนิดพีและชนิดเอ็นต่อกันโดยขบวนการทางการผลิต และบรรจุอยู่ในตัวถังแบบต่างๆ ไดโอดมี 2 ขั้วคือ ขั้วอะโนด (A, Anode) และขั้วคาโทด (K, Cathode) ดังแสดงในรูปที่ 1



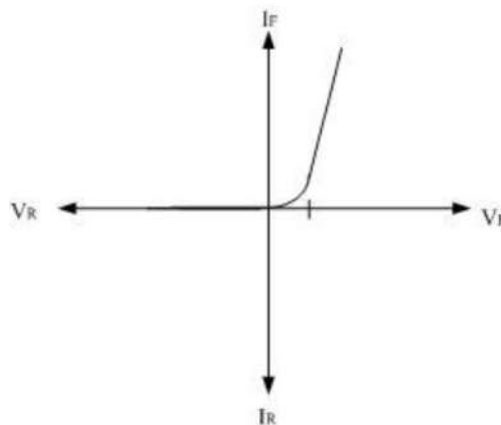
(a) ลักษณะภายนอกของไดโอด



(b) สัญลักษณ์ของไดโอด

รูปที่ 1 แสดงลักษณะภายนอกและสัญลักษณ์ของไดโอด

คุณลักษณะของไดโอดเมื่อได้รับการไบอัสตรงและไบอัสกลับแสดงในรูปที่ 2 ไดโอดจะสามารถนำกระแสได้ทางเดียวเมื่อได้รับไบอัสตรงเท่านั้น ในขณะที่ไดโอดได้รับไบอัสกลับไม่สามารถนำกระแสได้

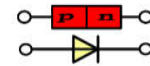


รูปที่ 2 กราฟแสดงคุณลักษณะการทำงานของไดโอด



Engineering Electronics Laboratory

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

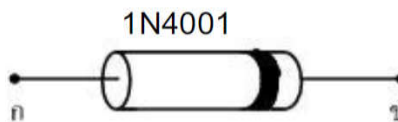


- 1 มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง
- 2 ออสซิลโลสโคป 1 เครื่อง
- 3 ชุดทดลองหลัก BASE UNIT (BU-1) 1 เครื่อง
- 4 แผงโมดูลการทดลอง AL-1100B
  - 4.1 ไดโอดเบอร์ 1N4001
  - 4.2 ตัวต้านทาน 1KΩ, 47Ω
- 5 สายต่อวงจรไฟฟ้า 1 ชุด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. การทดสอบขั้วของไดโอด

1.1 กำหนดขาของไดโอดที่ใช้ในการทดลอง



1.2 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของไดโอดที่ย่านวัด  $R \times 10K$  บันทึกผลลงในตารางที่ 1

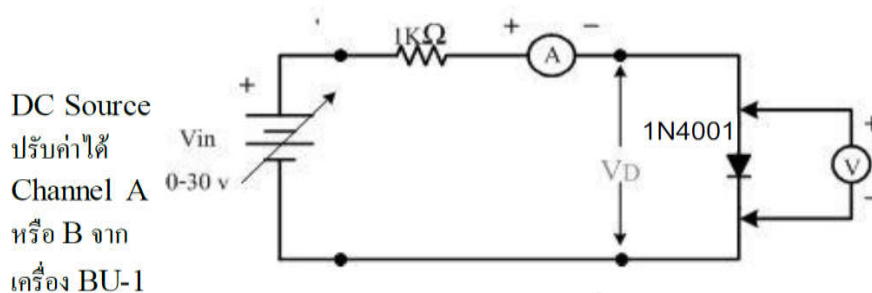
ตารางที่ 1

สายมิเตอร์สีแดง	สายมิเตอร์สีดำ	ค่าความต้านทาน( $\Omega$ )
ก	ข	
ข	ก	

1.3 จากผลการวัดค่าความต้านทานให้สรุปว่าขา ก. และขาข. คือขาใดของไดโอด  
 ขา ก. คือ..... ขา ข. คือ.....

2. ลักษณะสมบัติของไดโอดชนิดซิลิกอน

2.1 ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 3



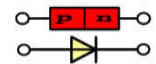
รูปที่ 3

2.2 ปรับค่าแรงดัน  $V_{in}$  ตามตารางที่ 2 แล้ววัดค่า  $V_D$  และ  $I_D$  บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 2



Engineering Electronics Laboratory

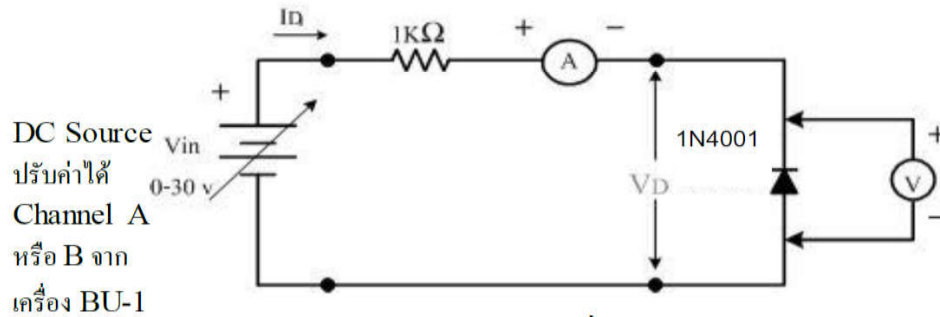
ตารางที่ 2



3

$V_{in}$ (Volts)	0	0.4	0.8	1	2	3	4	5	6	7
$V_D$ (Volts)										
$I_D$ (mA)										

2.3 ต่อวงจรทดลองใหม่ตามรูปที่ 4 โดยกลับขั้วไดโอดเพื่อให้ได้รับไบอัสกลับ



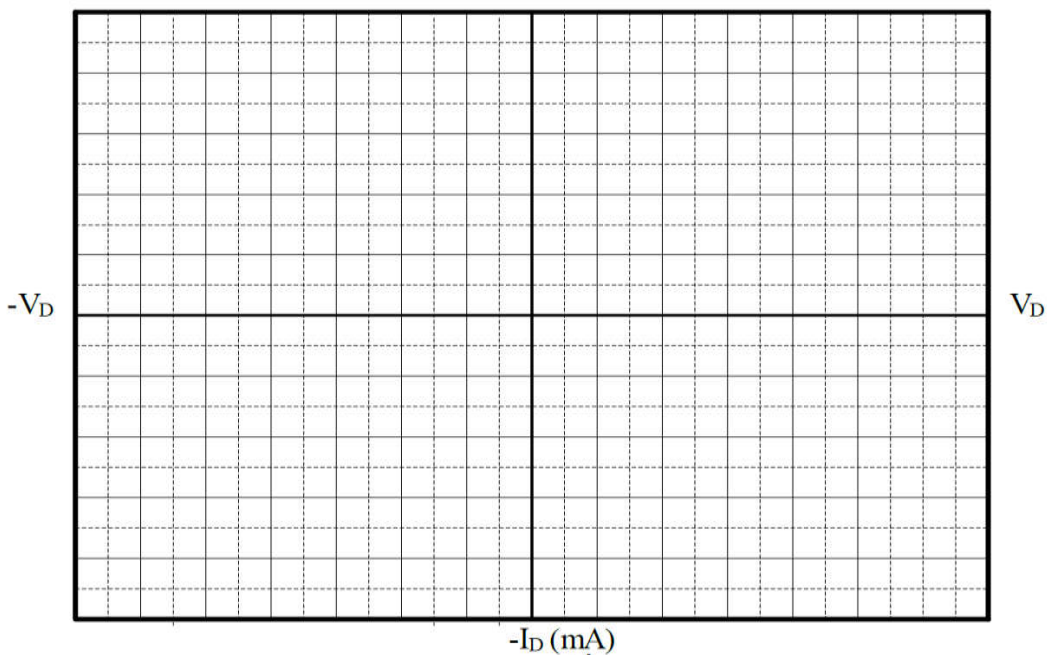
รูปที่ 4

2.4 ปรับค่าแรงดัน  $V_{in}$  อีกครั้งตามตารางที่ 3 แล้ววัดค่า  $V_D$  และ  $I_D$  บันทึกผลการวัดลงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

$V_{in}$ (Volts)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$V_D$ (Volts)										
$I_D$ (mA)										

2.5 นำข้อมูลจากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์  $V_D = f(I_D)$  ของซิลิกอนไดโอดเบอร์ 1N40001

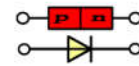


กราฟรูปที่ 1





Engineering Electronics Laboratory

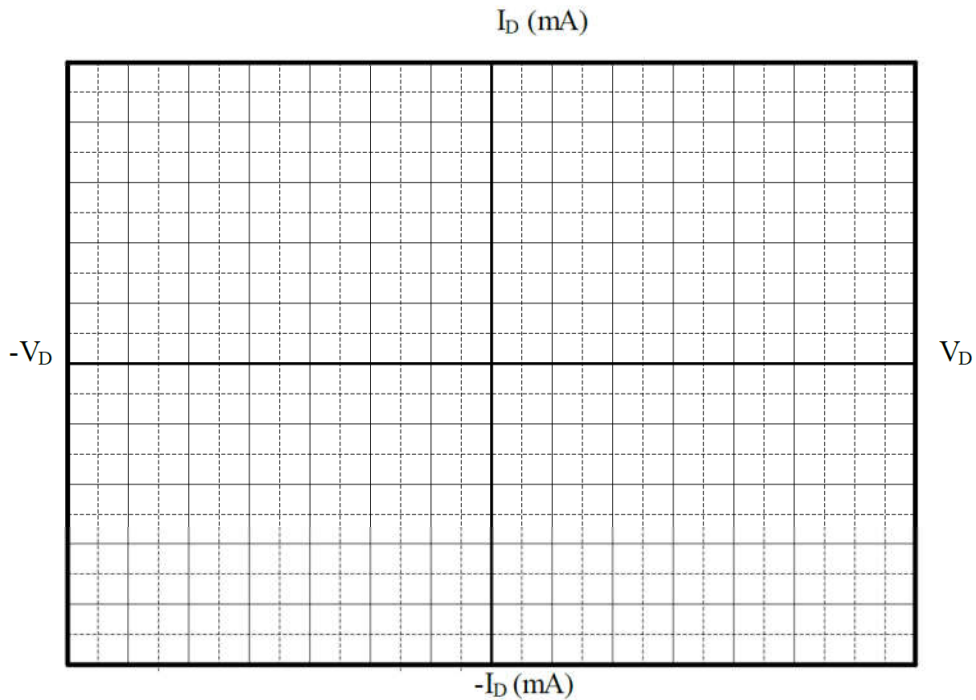


5

3.3 กลับขั้วของ ไดโอดในข้อ 3.1 และทดลองใหม่บันทึกผลลงในตารางที่ 5

$V_{in}$ (Volts)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$V_D$ (Volts)										
$I_D$ (mA)										

3.4 นำข้อมูลจากตารางที่ 4 และตารางที่ 5 มาเขียนกราฟความสัมพันธ์  $V_D = f(I_D)$  ของ Ge เบอร์ OA 90



กราฟรูปที่ 3

คำถามท้ายการทดลอง

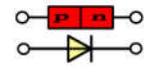
- 1 เมื่อคุณลักษณะภายนอกของไดโอดจะบอกขาของไดโอดได้อย่างไร
- 2 ค่าความต้านทานของไดโอดซิลิกอนที่ทดลองเมื่อได้รับไบอัสตรงมีค่าเท่ากับ  $R_F = \dots\dots\dots \Omega$  ค่าความต้านทานของไดโอดซิลิกอนที่ทดลองเมื่อได้รับไบอัสกลับมีค่าเท่ากับ  $R_R = \dots\dots\dots \Omega$
- 3 ขาแอนดของไดโอดคือสารกึ่งตัวนำชนิด.....และขาคาทอดของไดโอดคือสารกึ่งตัวนำชนิด.....
- 4 ไดโอดจะสามารถนำกระแสได้เมื่อได้รับไบอัส.....
- 5 จงเขียนวงจรไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรงและเมื่อได้รับไบอัสกลับ
- 6 แรงดันตกคร่อมไดโอดขณะได้รับไบอัสตรงของซิลิกอนไดโอดและของเยอรมันเนียมไดโอด มีค่าเท่าไรแตกต่างกันอย่างไร
- 7 ไดโอดในวงจรนี้ต้องการให้กระแส  $I_F$  ผ่าน = 100 mA ในขณะที่แรงดันตกคร่อมไดโอดคือ  $V_F = 0.7V$  จงหาค่า R ที่เหมาะสม





วงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นแบบบริดจ์

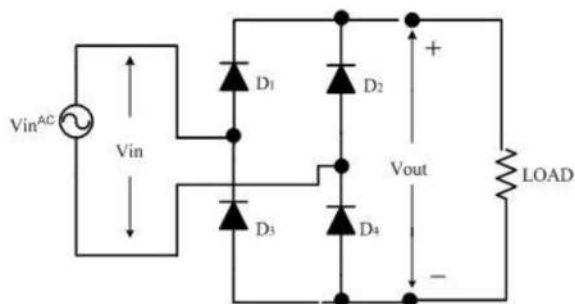
(Bridge Rectifier Circuits)



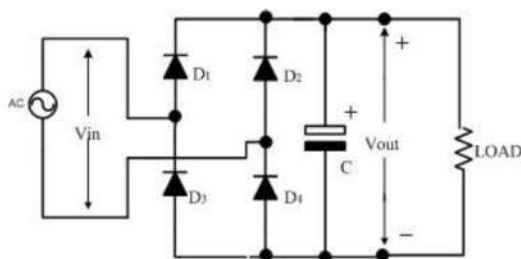
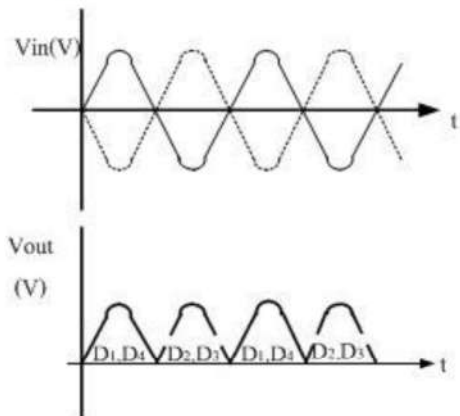
วัตถุประสงค์

1. ต่อวงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นที่ใช้ในวงจรบริดจ์ได้ถูกต้อง
2. ทดลองวัดรูปคลื่นแรงดันส่วนต่างๆ ของวงจรได้
3. เข้าใจวิธีการใช้วงจรแรงดันกับวงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นที่ใช้วงจรบริดจ์

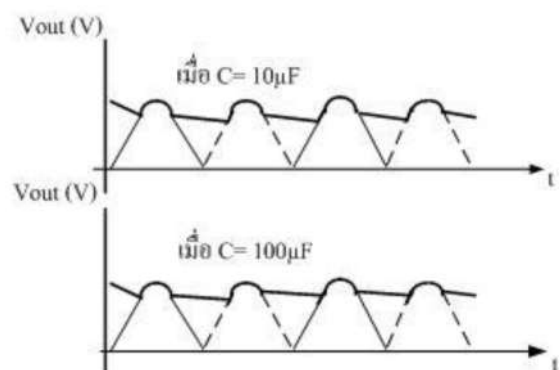
**ทฤษฎี** วงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นที่ใช้ในวงจรบริดจ์จะต้องใช้ไดโอด 4 ตัวแต่ไม่ต้องใช้หม้อแปลงมีแท็ปมาช่วยทางด้านแรงดันขาเข้าของวงจร ทำให้สามารถใช้วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์นี้จ่ายกระแสไฟตรง ขนาดกำลังไฟฟ้าสูง ๆ มากได้ เพราะแรงดันขาเข้าไม่ต้องผ่านหม้อแปลง แต่ลักษณะรูปคลื่นแรงดันขาออกจะเหมือนกับวงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแท็ป และอีกข้อหนึ่งคือ ขนาดพิคแรงดันไบอัสกับสูงสุด (PIV, Peak inverse Voltage) มีค่าเท่ากับ แรงดันสูงสุดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ป้อนเข้าวงจร ลักษณะของวงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นแบบบริดจ์และรูปคลื่นแรงดันขาออกแสดงในรูปที่ 1 ตัวเก็บประจุที่ทำหน้าที่กรองกระแสจะเป็นผลให้รูปคลื่นแรงดันขาออกเรียบขึ้น นั่นคือทำให้ค่าแรงดันริปเปิล (ripple) ลดลงดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1



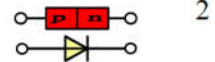
รูปที่ 2





Engineering Electronics Laboratory

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

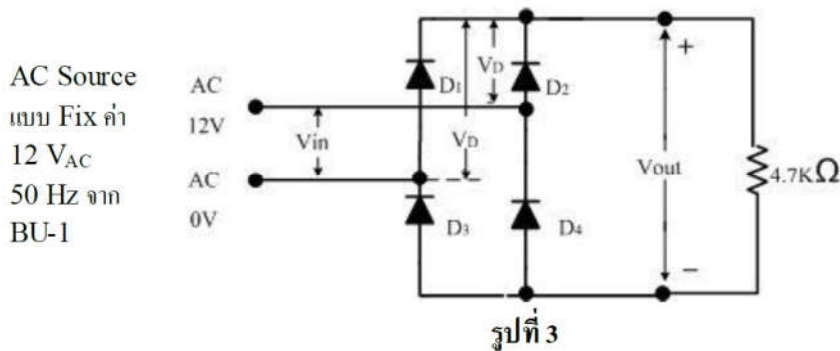


- 1. ออสซิลโลสโคป 2 แชนแนล 1 เครื่อง
- 2. ชุดทดลองหลัก BASE UNIT (BU-1) 1 เครื่อง
- 3. แผงโมดูลการทดลอง AL-1100B 1 แผ่น
  - 3.1 ไดโอดเบอร์ 1N4001 x 4
  - 3.2 ตัวต้านทาน 4.7KΩ
  - 3.3 ตัวเก็บประจุค่า 10μF , 100μF
- 4. สายต่อวงจรไฟฟ้า 1 ชุด

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

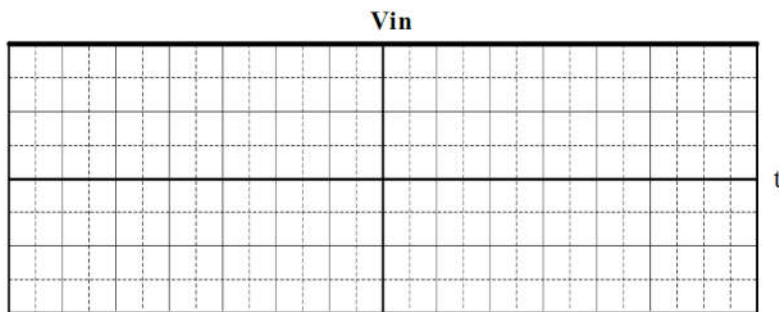
1. วงจรเรียงกระแส 1 เฟสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

1.1 ต่อวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ตามรูปที่ 3



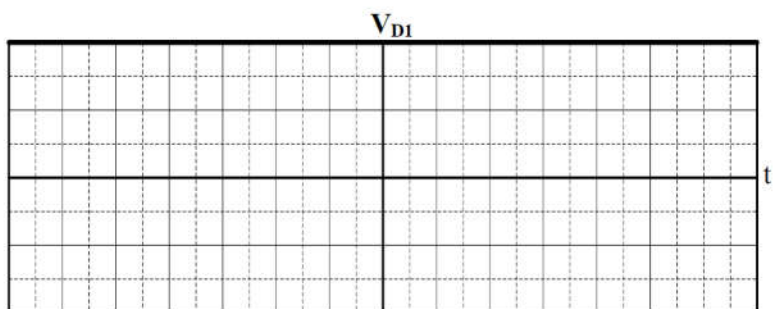
หมายเหตุ : ถ้าวัด 2 channel พร้อมกัน จุดต่อ ground ต้องเป็นจุดเดียวกันเท่านั้น !

1.2 ใช้ออสซิลโลสโคปวัดรูปคลื่นแรงดัน  $V_{in}$ ,  $V_{D1}$ ,  $V_{D2}$  และ  $V_{out}$  บันทึกรูปคลื่นลงในกราฟรูปที่ 1



Voltage = .....V/DIV

Time = ..... S/DIV



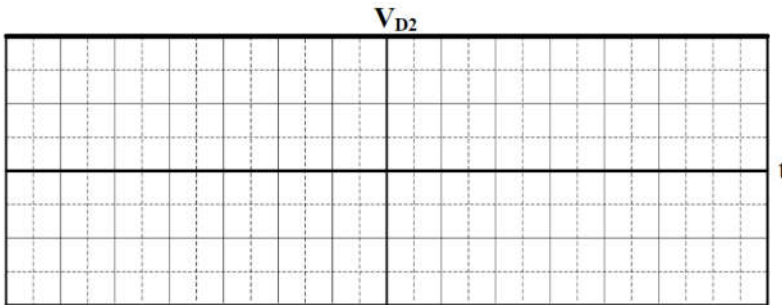
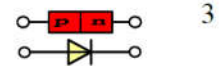
Voltage = .....V/DIV

Time = ..... S/DIV



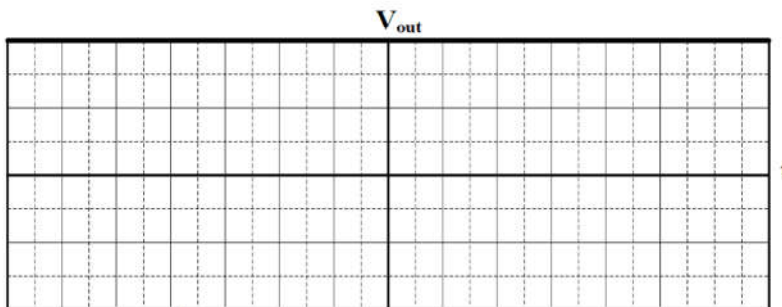


Engineering Electronics Laboratory



Voltage = .....V/DIV

Time = ..... S/DIV



Voltage = .....V/DIV

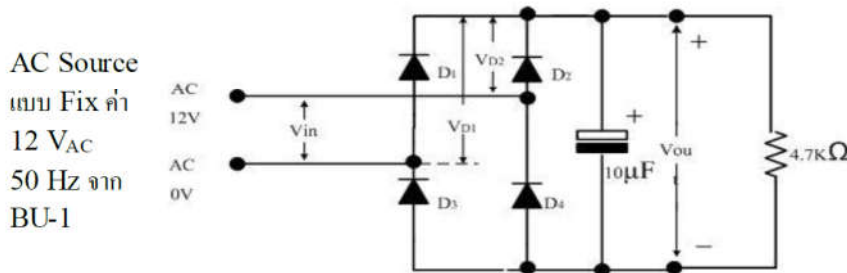
Time = ..... S/DIV

$V_{out (DC)} = \dots\dots\dots V$

กราฟรูปที่ 1

2. วงจรเรียงกระแสที่มีวงจรกรอง (Filter) ด้วยตัวเก็บประจุ

2.1 ต่อวงจรทดลองใหม่โดยเพิ่มตัวเก็บประจุ 10 $\mu$ F ดังรูปที่ 4

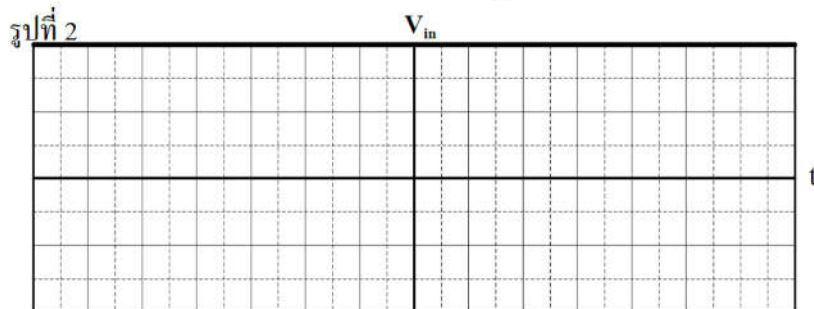


AC Source  
แบบ Fix ค่า  
12 V<sub>AC</sub>  
50 Hz จาก  
BU-1

หมายเหตุ : ถ้าวัด 2 channel พร้อมกัน จุดต่อ ground ต้องเป็นจุดเดียวกันเท่านั้น !

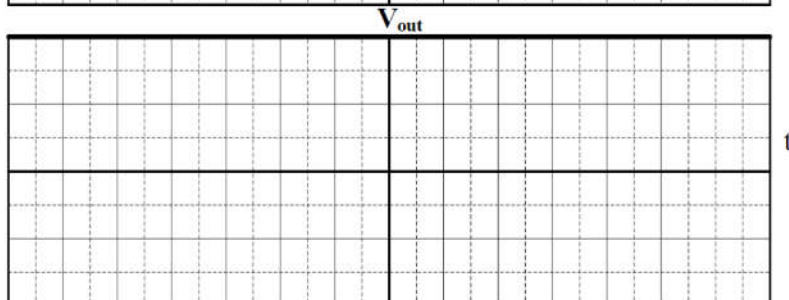
รูปที่ 4

2.2 ใช้ออสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด บันทึกรูปคลื่นลงในกราฟ



Voltage = .....V/DIV

Time = ..... S/DIV



Voltage = .....V/DIV

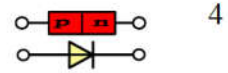
Time = ..... S/DIV

$V_{out (DC)} = \dots\dots\dots V$

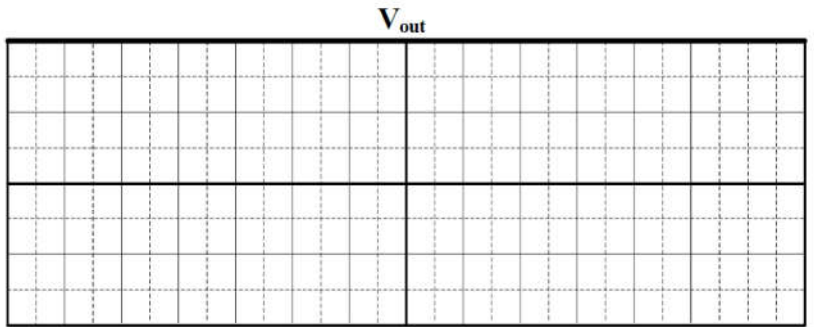
กราฟรูปที่ 2



*Engineering Electronics Laboratory*



2.3 ในวงจรรูปที่ 5.4 เปลี่ยนค่า  $C = 10\mu\text{F}$  ให้เป็น  $C = 100\mu\text{F}$  บันทึกรูปคลื่นของ  $V_{\text{out}}$  อีกครั้งหนึ่งลงในกราฟรูปที่ 3

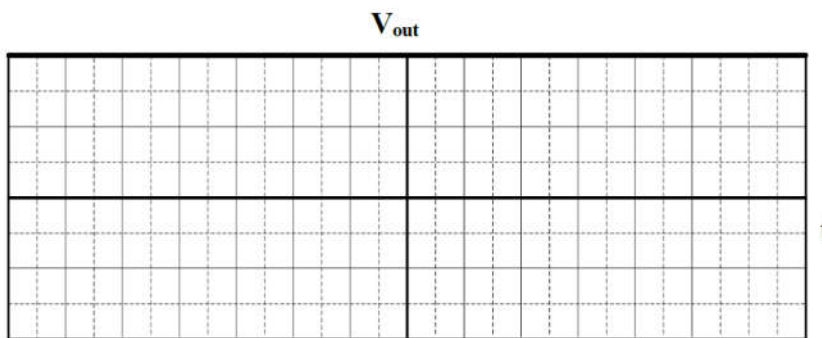
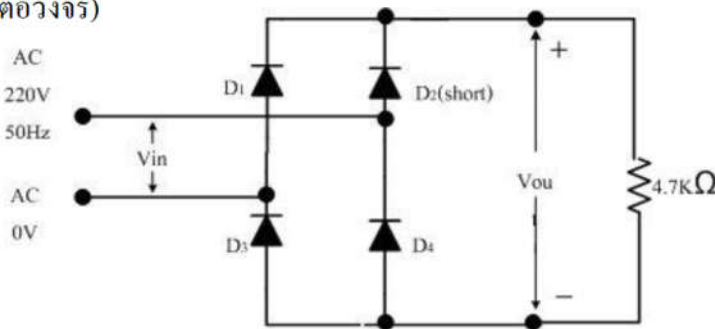


Voltage = .....V/DIV  
 Time = ..... S/DIV  
 $V_{\text{out}}(\text{DC}) = \text{.....V}$

กราฟรูปที่ 3

**คำถามท้ายการทดลอง**

1. จากการทดลอง จงคำนวณหาค่าแรงดัน PIV ที่เกิดขึ้นกับไดโอด  $D_1$
2. จากวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ต่อไปนี้ถ้าไดโอด  $D_2$  ลัดวงจร รูปคลื่นแรงดัน  $V_{\text{out}}$  จะเป็นอย่างไร (ไม่ต้องต่อวงจร)

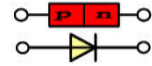


Voltage = .....V/DIV  
 Time = ..... S/DIV  
 $V_{\text{out}}(\text{DC}) = \text{.....V}$

3. จงแสดงสมการคำนวณค่ากระแสเฉลี่ยตกคร่อม โหลดในวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ เมื่อ โหลดในวงจรบริดจ์คือ R

**สรุปผลการทดลอง**

.....  
 .....

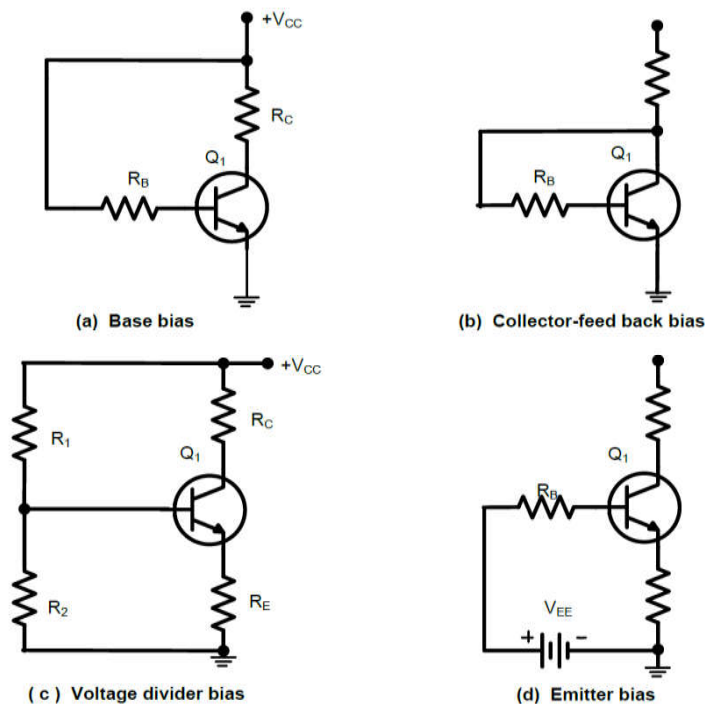


## วัตถุประสงค์

1. รู้จักวงจรและหาจุดทำงานของ ไบอัสทรานซิสเตอร์แบบต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
  2. ทดลองต่อวงจรไบอัส แบบไบอัสเบส, ไบอัสอิมิตเตอร์, ไบอัสด้วยวิธีแบ่งแรงดันและไบอัสป้อนกลับที่คอลเลคเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
  3. เข้าใจและรู้ความสัมพันธ์ถึงเสถียรภาพของอุณหภูมิที่มีต่อวงจรขยายที่ได้รับการไบอัสแบบต่างๆ
- ทฤษฎี** การไบอัสแบบทรานซิสเตอร์ด้วยแหล่งจ่ายไฟ ดี. ซี. นั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับค่าของอุณหภูมิภายนอกที่วงจรทรานซิสเตอร์นั้น ทำงานอยู่ วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์แบ่งออกได้ 4 วิธีคือ

1. การไบอัสแบบไบอัสที่เบส (Base bias)
2. การไบอัสแบบไบอัสป้อนกลับที่คอลเลคเตอร์ (Collector-feed back bias)
3. การไบอัสแบบวิธีการแบ่งแรงดัน (Voltage divider bias)
4. การไบอัสแบบไบอัสที่มีอิมิตเตอร์ (Emitter bias)

ลักษณะของวงจรไบอัสแบบต่างๆ นั้นแสดงในรูปที่ 1

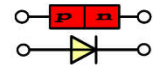


รูปที่ 1 แสดงวงจรไบอัสทรานซิสเตอร์แบบต่าง ๆ



*Engineering Electronics Laboratory*

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

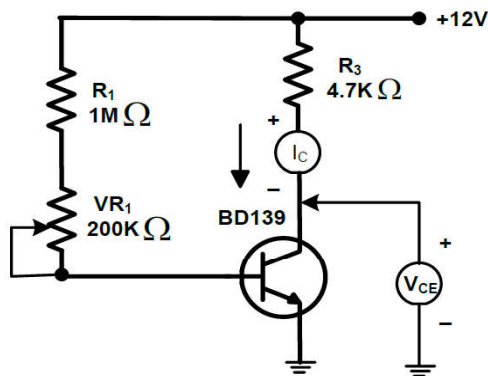


- 1. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง
- 2. ชุดทดลองหลัก BASE UNIT (BU-1) 1 เครื่อง
- 3. แผงโมดูลการทดลอง AL-1100C BOARD 1 แผ่น
  - 3.1 ทรานซิสเตอร์เบอร์ BD139
  - 3.2 ตัวต้านทานปรับค่า 330 Ω ,680 Ω ,500 Ω ,4.7K Ω ,10K Ω ,47K Ω ,1K Ω
  - 3.3 ตัวต้านทานปรับค่า 200K Ω

4. สายต่อวงจร 1 ชุด

ลำดับขั้นการทดลอง

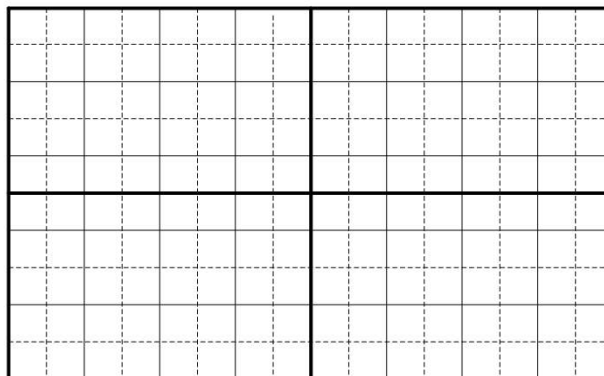
1. วงจรไบอัสที่เบส



รูปที่ 2 วงจร Base bias

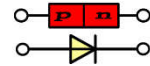
- 1.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 2 ปรับ VR<sub>1</sub> เพื่อให้ได้แรงดัน V<sub>CE</sub> มีค่า ≈ 8V
- 1.2 วัดค่ากระแสคอลเลกเตอร์ (I<sub>C</sub>) ที่แรงดัน V<sub>CE</sub> ≈ 8V, I<sub>C</sub> = ..... mA (ที่ T=25° C)  
อ่านค่าทันทีเมื่อจ่ายไฟให้แก่วงจร
- 1.3 จงเขียนกราฟแสดงจุดทำงานของวงจรในการทดลอง จากข้อมูลในข้อ 1.2

I<sub>C</sub> (mA)

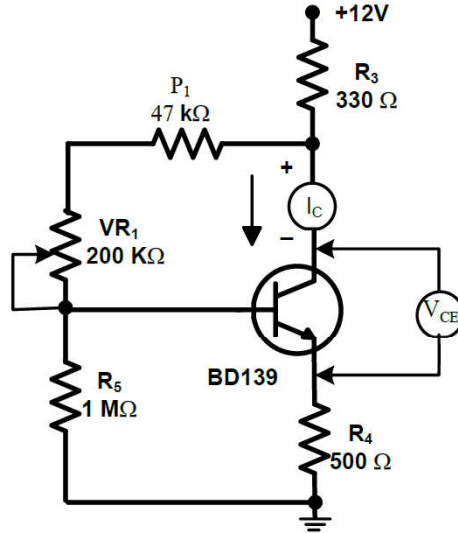


V<sub>CE</sub> (Volt)

กราฟที่ 1 แสดงจุดทำงานของวงจร Base bias

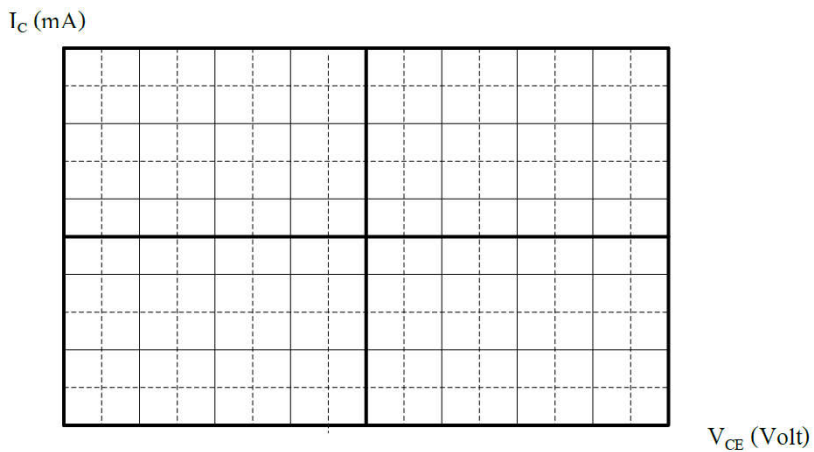


2. วงจรไบอัสป้อนกลับที่คอลเลคเตอร์

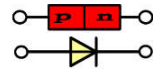


รูปที่ 3 วงจร Collector feed back bias

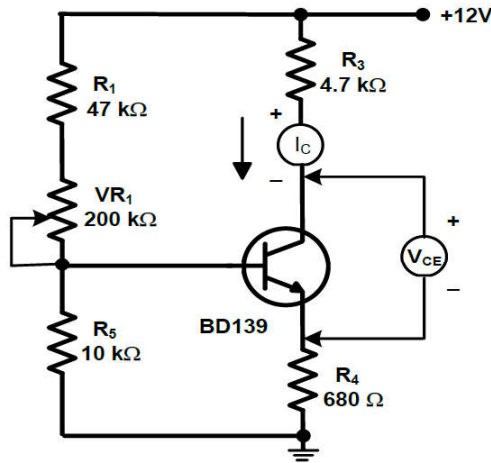
- 2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 3 ปรับ VR<sub>1</sub> เพื่อให้ได้แรงดัน V<sub>CE</sub> มีค่า  $\cong 7V$
- 2.2 วัดค่ากระแสคอลเลคเตอร์ (I<sub>C</sub>) ที่แรงดัน V<sub>CE</sub>  $\cong 7V$ , I<sub>C</sub> = ..... mA
- 2.3 จงเขียนกราฟแสดงจุดทำงานของวงจรในการทดลองจากการทดลอง ข้อ 2.2



กราฟที่ 2 แสดงจุดทำงานของวงจร Collector feed back bias

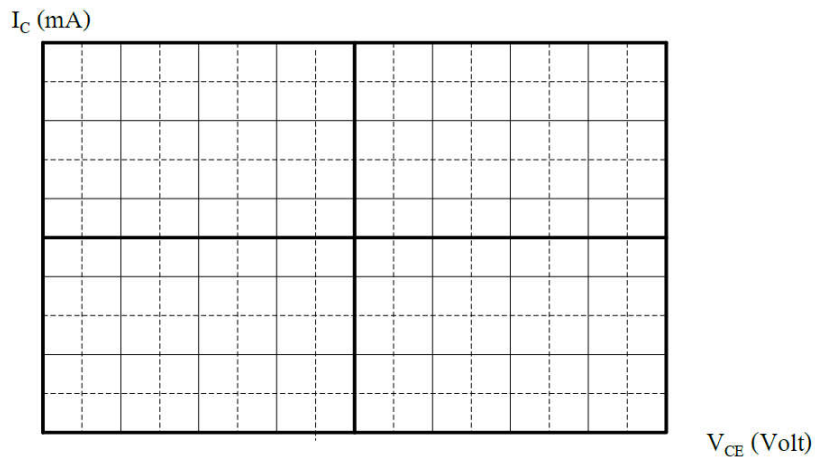


3. การไบอัสด้วยวิธีแบ่งแรงดัน

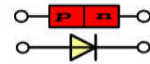


รูปที่ 4 วงจร Voltage divider bias

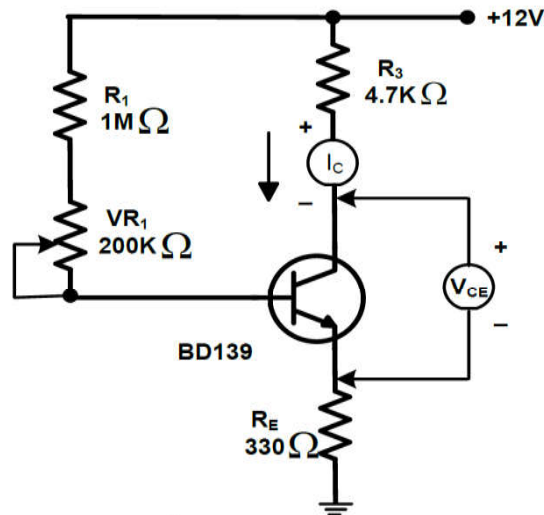
- 3.1 ต่่วงจรตามรูปที่ 4 ปรับ VR<sub>1</sub> เพื่อให้ได้แรงดัน V<sub>CE</sub> มีค่า  $\cong 7V$
- 3.2 วัดค่ากระแสคอลเลคเตอร์ (I<sub>C</sub>) ที่แรงดัน V<sub>CE</sub>  $\cong 7V$ , I<sub>C</sub> = ..... mA
- 3.3 จงเขียนกราฟแสดงจุดทำงานของวงจรในการทดลองที่ 3 จากการทดลอง 3.2



กราฟที่ 3 แสดงจุดทำงานของวงจร Voltage divider bias

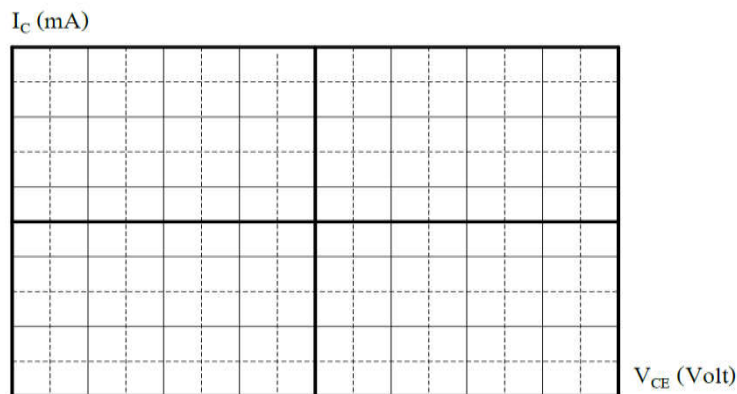


4. วงจรไบอัสอิมิตเตอร์



รูปที่ 5 วงจร Emitter bias

- 4.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 5 ปรับ VR<sub>1</sub> เพื่อให้ได้แรงดัน V<sub>CE</sub> มีค่า ≈ 8V
- 4.2 วัดค่ากระแสคอลเลกเตอร์ (I<sub>C</sub>) ที่แรงดัน V<sub>CE</sub> ≈ 8V, I<sub>C</sub> =..... mA
- 4.4 จงเขียนกราฟแสดงจุดทำงานของวงจรในการทดลองที่ 4 จากการทดลอง 4.2



กราฟที่ 4 แสดงจุดทำงานของวงจร Emitter bias

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากผลการทดลองจงสรุปว่า วงจรไบอัสแบบใดที่มีเสถียรภาพต่ออุณหภูมิดีที่สุด และ วงจรใดที่มีเสถียรภาพต่ออุณหภูมิเลวที่สุด
2. วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์ ที่มีเสถียรภาพต่ออุณหภูมิดีเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป แรงดัน V<sub>CE</sub> ควรมีลักษณะเป็นอย่างไร จงอธิบาย
3. ค่า Stability Factor ในวงจรไบอัสทรานซิสเตอร์แบบ Base bias และแบบ Voltage divider - bias มีค่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร





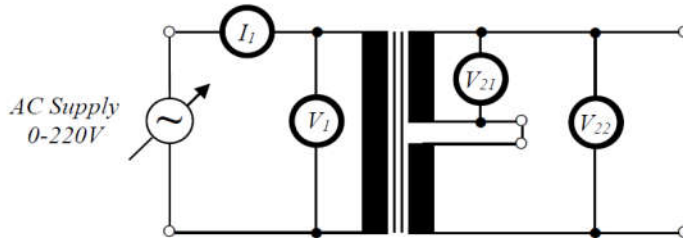
## 3. 04-211-212 Electrical Machines Laboratory

ใบบางานที่ 1-1	<b>ชื่อเครื่องจักร:</b> หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส แกนชนิดคอร์ (Core Type) <b>ทดลองเรื่อง:</b> การต่อวงจร และ อัตราส่วนหม้อแปลง	หน้าที่ 1 / 4												
<p><b>วัตถุประสงค์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สามารถใช้งานและต่อวงจรหม้อแปลง 1 เฟส ได้ถูกต้อง</li> <li>2. เข้าใจความสัมพันธ์ของอัตราส่วนแรงดัน และกระแสของหม้อแปลงไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง</li> </ol> <p><b>ทฤษฎี</b></p> <p>หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย และใช้กันมากในด้านอุตสาหกรรม มีตั้งแต่ขนาดเล็กๆ ในวิทยุ โทรานซิสเตอร์ถึงขนาดใหญ่มากมีน้ำหนักเป็นตันซึ่งใช้เป็นตัวจ่ายกำลังไฟฟ้าในสถานีย่อย แต่ถึงอย่างไรคุณสมบัติเบื้องต้นของหม้อแปลงก็เป็นลักษณะเดียวกันเมื่อการเหนี่ยวนำร่วมระหว่างขดลวด 2 ชุด การเปลี่ยนแปลงของกระแสในด้านหนึ่ง หม้อแปลงทุกชนิดจะมีขดลวดแบ่งเป็นด้านปฐมภูมิ และอีกด้านเป็นทุติยภูมิ ขดลวดด้านปฐมภูมิจะรับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายและส่งไปด้านทุติยภูมิโดยการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กพลังงานที่เกิดขึ้น (EMF) ด้านทุติยภูมิจะส่งไปยังโหลด ถ้ามีการต่อโหลดกับขั้วทุติยภูมิ ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าสามารถเดินผ่านจากวงจรหนึ่งไปอีกรวมหนึ่งได้ โดยไม่ต้องต่อถึงกันทางด้านกายภาพหม้อแปลงไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ</p> <p>เมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าทำงาน กระแสไฟฟ้าจะไหลในขดลวดและเกิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีการสลับขั้วเกิดขึ้นในแกนเหล็ก ผลลัพธ์ก็คือ เกิดการสูญเสียในขดลวดและแกนเหล็ก เป็นกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power, P) มีผลทำให้หม้อแปลงเกิดความร้อนสูง ส่วนสนามแม่เหล็กจะต้องการกำลังรีแอกตีฟ (Reactive Power, Q) จากแหล่งจ่าย ซึ่งผลรวมของกำลังงานที่ส่งออกมาจากขดลวดปฐมภูมิปกติจะมากกว่าพลังงานที่ส่งออกด้านทุติยภูมิ แต่โดยทั่วไปจะพบว่า</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. กำลังงานจริงด้านปฐมภูมิ = กำลังงานจริงด้านทุติยภูมิ</li> <li>2. พิกัด VA ด้านปฐมภูมิ = พิกัด VA ด้านทุติยภูมิ</li> <li>3. กำลังรีแอกตีฟด้านปฐมภูมิ = กำลังรีแอกตีฟด้านทุติยภูมิ</li> </ol> <p>เมื่อแรงดันด้านปฐมภูมิสูงขึ้นเกินกว่าพิกัดแกนเหล็กจะเริ่มอิมตัวกระแสกระตุ้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในการทดสอบหาอัตราส่วนของกระแสและแรงดันก็เพื่อเป็นการทดสอบว่าค่าอัตราส่วนของกระแสและแรงดันระหว่างด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ ซึ่งสมการต่างๆ ตามทฤษฎีมีดังนี้</p> $N_P / N_S = V_P / V_S = I_S / I_P = a$ <p><b>อุปกรณ์ในการทดลอง</b></p> <table border="0"> <tr> <td>1. แหล่งจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 0 – 220V</td> <td>1 ชุด</td> </tr> <tr> <td>2. Core Type Single Phase Transformer (T1)</td> <td>1 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>3. Resistor Load (P5.95)</td> <td>1 กล่อง</td> </tr> <tr> <td>4. AC Ammeter</td> <td>2 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>5. AC Voltmeter</td> <td>1 เครื่อง</td> </tr> <tr> <td>6. Power Factor Meter</td> <td>1 เครื่อง</td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>หม้อแปลง แบบ Core</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>Resistor Load</p> </div> </div>			1. แหล่งจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 0 – 220V	1 ชุด	2. Core Type Single Phase Transformer (T1)	1 เครื่อง	3. Resistor Load (P5.95)	1 กล่อง	4. AC Ammeter	2 เครื่อง	5. AC Voltmeter	1 เครื่อง	6. Power Factor Meter	1 เครื่อง
1. แหล่งจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ 0 – 220V	1 ชุด													
2. Core Type Single Phase Transformer (T1)	1 เครื่อง													
3. Resistor Load (P5.95)	1 กล่อง													
4. AC Ammeter	2 เครื่อง													
5. AC Voltmeter	1 เครื่อง													
6. Power Factor Meter	1 เครื่อง													

ใบงานที่ 1-1	ชื่อเครื่องจักร: หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส แกนชนิดคอร์ (Core Type)	หน้าที่ 2 / 4
	ทดลองเรื่อง: การต่อวงจร และ อัตราส่วนหม้อแปลง	

**ลำดับขั้นการทดลอง**

1. ต่อดังรูปตามรูป



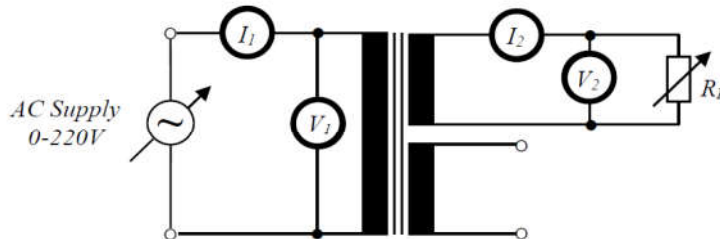
- อ่านค่าแรงดัน  $V_1$ ,  $V_{21}$  และ  $V_{22}$  จากบนแผ่นป้ายตามตำแหน่งในรูปวงจร ส่วนค่า  $V_1$  ให้คำนวณจากค่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ (S, VA) แล้วบันทึกลงในตารางข้อที่ 3.
- เปิดแหล่งจ่าย ปรับค่าแรงดันทางด้านปฐมภูมิจนได้ 220V บันทึกค่าที่ได้จากการทดลองในตารางข้างล่าง และในการวัดค่าแรงดัน  $V_{22}$  นั้น ควรทำการต่อขดลวดทุติยภูมิทั้งสองชุดเข้าด้วยกันในแบบอนุกรมด้วย เสร็จแล้วลดแรงดันลงปิดแหล่งจ่าย

	$I_1 (A)$	$V_1 (V)$	$V_{21} (V)$	$V_{22} (V)$
ค่าแผ่นป้ายในข้อ 2.				
ค่าวัดในข้อ 3.		220		

4. นำข้อมูลในตารางข้อที่ 3. ที่ได้ มาคำนวณเปรียบเทียบอัตราส่วนต่างๆ ดังนี้

- ค่าแผ่นป้ายในข้อ 2.:  $\frac{V_1}{V_{21}} = \text{---} = \text{---}$  ;  $\frac{V_1}{V_{22}} = \text{---} = \text{---}$
- ค่าวัดในข้อ 3.  $\frac{V_1}{V_{21}} = \text{---} = \text{---}$  ;  $\frac{V_1}{V_{22}} = \text{---} = \text{---}$

5. ต่อดังรูปใหม่ดังรูป ตั้งค่าความต้านทานโหลดไว้ที่ค่าความต้านทานสูงสุด (100%)



6. เปิดแหล่งจ่ายปรับแรงดันด้านปฐมภูมิจนได้ 220V จากนั้นค่อย ๆ ปรับค่าความต้านทานโหลดลดลง จนอ่านค่ากระแสด้านทุติยภูมิที่เพิ่มขึ้นจนได้ 0.9 A แล้วบันทึกค่าจากมิเตอร์ต่าง ๆ ลงในตารางข้างล่าง เสร็จแล้วลดแรงดันลงปิดแหล่งจ่าย

	$V_1 (V)$	$I_1 (A)$	$V_2 (V)$	$I_2 (A)$
ค่าวัดในข้อ 6.	220			0.9

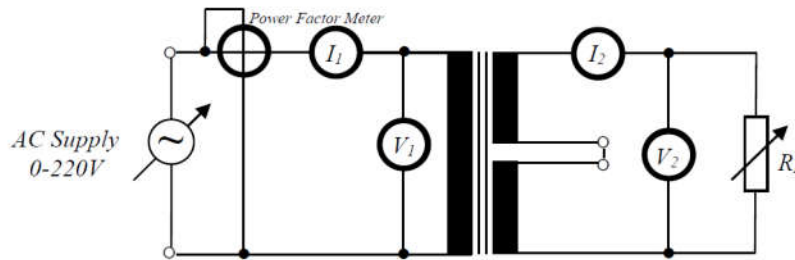
ใบงานที่ 1-1	ชื่อเครื่องจักร: หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส แกนชนิดคอร์ (Core Type)	หน้าที่ 3 / 4
	ทดลองเรื่อง: การต่อวงจร และ อัตราส่วนหม้อแปลง	

7. นำค่าจากในตารางข้อ 6. มาคำนวณอัตราส่วนดังนี้

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} =$$

$$\text{Output Apparent Power} ; S_{out} = V_2 I_2 =$$

8. ต่อวงจรใหม่ดังรูป ตั้งค่าความต้านทานโหลดไว้ที่ค่าความต้านทานสูงสุด (100%)



9. เปิดแหล่งจ่ายปรับแรงดันต้นด้านปฐมภูมิจนได้ 220V จากนั้นค่อย ๆ ปรับค่าความต้านทานโหลดลดลง จนอ่านค่ากระแสด้านทุติยภูมิที่เพิ่มขึ้นจนได้ 0.9 A แล้วบันทึกค่าจากมิเตอร์ต่าง ๆ ลงในตารางข้างล่าง เสร็จแล้วลดแรงดันต้นลงปิดแหล่งจ่าย

	$V_1(V)$	$I_1(A)$	$V_2(V)$	$I_2(A)$	P.F.
ค่าวัดในข้อ 9.	220			0.9	

10. จากผลการทดลองในข้อที่ 9 จงคำนวณหา

$$\text{Input Real Power, } P_{in} = V_1 I_1 \cos \theta = \text{_____} = \text{_____} W$$

$$\text{Output Apparent Power, } S_{out} = V_2 I_2 = \text{_____} = \text{_____} VA$$

$$\text{Output Real Power, } P_{out} = V_2 I_2 \cos \theta = \text{_____} = \text{_____} W$$

$$\text{Efficiency, } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \text{_____} = \text{_____} \%$$

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1-1	ชื่อเครื่องจักร: หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส แกนชนิดคอร์ด (Core Type)	หน้าที่ 4 / 4
	ทดลองเรื่อง: การต่อวงจร และ อัตราส่วนหม้อแปลง	

คำถามท้ายการทดลอง

1. กระแสขณะ No-Load คืออะไร ประกอบด้วยค่ากระแสใดบ้าง จงอธิบายโดยละเอียด

.....

.....

.....

นักศึกษา คิดว่า ค่ากระแสขณะ No-load นี้ เป็นค่าในการทดลองข้อใด ระหว่าง ข้อที่ 1 , ข้อที่ 5 ข้อที่ 8 (จงวงกลมเลือกข้อที่ถูกต้อง)

2. จงเปรียบเทียบอัตราส่วนที่คำนวณได้ กับอัตราส่วนที่วัดได้ ในการทดลองข้อ 4. มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

3. จงเปรียบเทียบอัตราส่วนแรงดันที่คำนวณได้ในการทดลองข้อ 4. และข้อ 7. มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

4. จงเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ปรากฏด้านเอาต์พุต  $S_{out}$  ในการทดลองข้อที่ 7 และ 10 ว่าแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

5. ทำไมจึงมีการใช้กำลังไฟฟ้าในขณะที่จ่ายโหลดสูงกว่าขณะ No-load และทำไมค่ากำลังเอาต์พุต จึงมีค่าต่ำกว่ากำลังอินพุต

.....

.....

.....

.....

.....

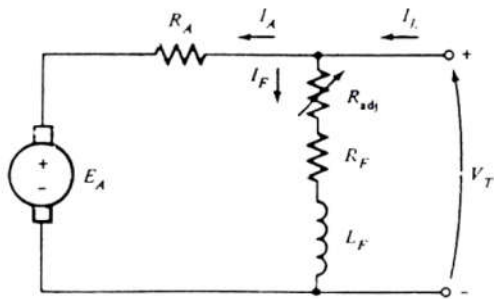
ใบงานที่ 3-1	ชื่อเครื่องจักร: มอเตอร์แบบขนาน	หน้าที่ 1 / 5
	ทดลองเรื่อง: การต่อวงจรและการกลับทางหมุน	

**วัตถุประสงค์**

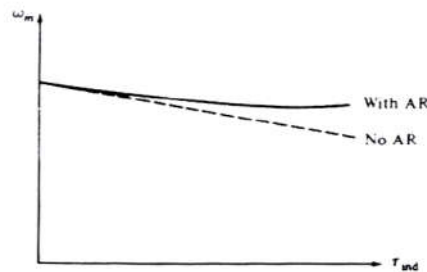
1. ศึกษาวิธีการต่อวงจรมอเตอร์แบบขนาน
2. ศึกษาวิธีการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์แบบขนาน

**ทฤษฎี**

มอเตอร์แบบขนาน (Shunt Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีวงจรการต่อดังรูปที่ 1 ก) โดยจะนำขดลวดฟิลด์ต่อขนานกับขดลวดอาร์เมเจอร์ มอเตอร์จะมีคุณลักษณะในขณะจ่ายโหลดดังรูปที่ 1 ข) จะเห็นได้ว่า ความเร็วจะค่อนข้างคงที่ จึงมักจะใช้ในงานที่ต้องการความเร็วคงที่ เช่น สายพานลำเลียง ระบบอัตโนมัติต่าง ๆ เป็นต้น



ก) วงจรสมมูล



ข) คุณลักษณะการจ่ายโหลด

รูปที่ 1 มอเตอร์แบบขนาน

**อุปกรณ์ในการทดลอง**

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 0 – 250 V | 1 ชุด     |
| 2. Brake Control Unit                     | 1 ตัว     |
| 3. Brake Unit                             | 1 เครื่อง |
| 4. Variable Compound DC Machine           | 1 เครื่อง |
| 5. D.C. Ammeter                           | 2 เครื่อง |
| 6. D.C. Voltmeter                         | 1 เครื่อง |



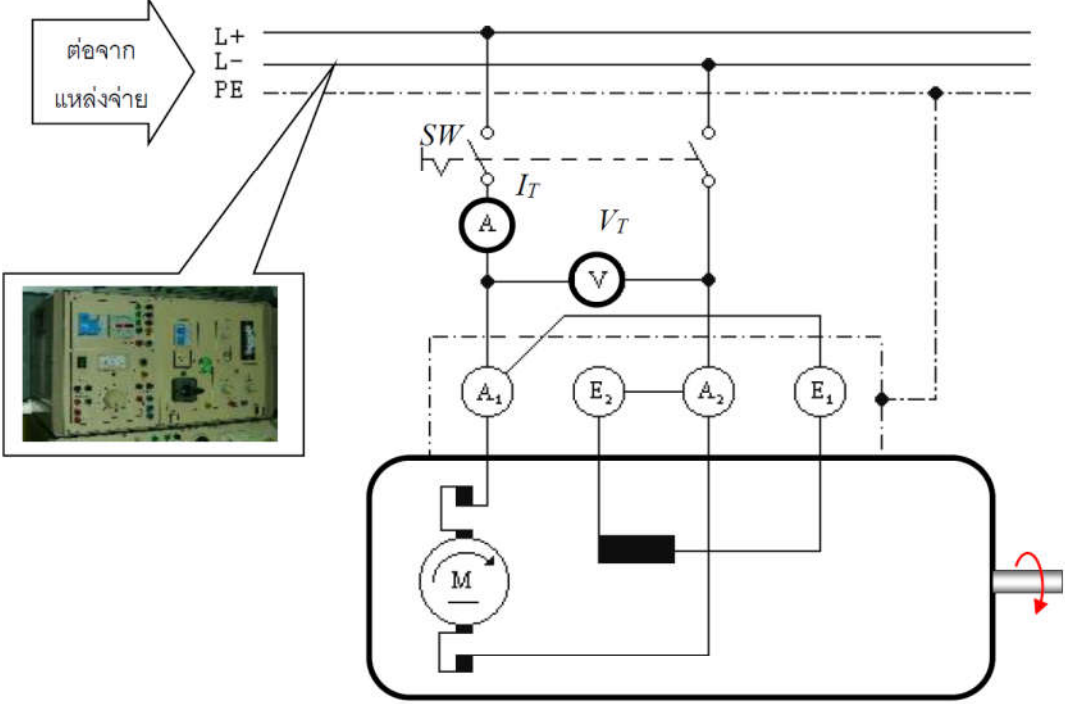
Variable Compound DC Machine

**ลำดับขั้นตอนการทดลอง**

1. นำค่าจาก Nameplate มาใส่ให้สมบูรณ์

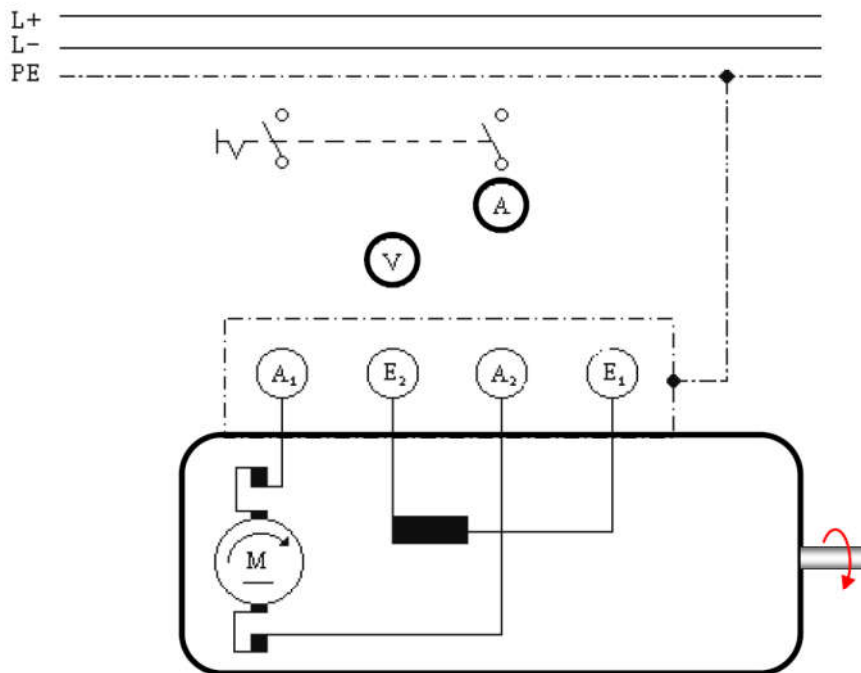
Armature: Voltage = \_\_\_\_\_ V  
 Current = \_\_\_\_\_ A  
 Power output = \_\_\_\_\_ W  
 Prime Mover Speed = \_\_\_\_\_ rpm

Field: Voltage = \_\_\_\_\_ V  
 Current = \_\_\_\_\_ A

ใบงานที่ 3-1	ชื่อเครื่องจักร: มอเตอร์แบบขนาน ทดลองเรื่อง: การต่อวงจรและการกลับทางหมุน	หน้าที่ 2 / 5
<p>2. ต่อวงจรดังรูป</p>  <p>3. เปิดเครื่อง Brake Control Unit แล้วตั้งค่าต่าง ๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บิดสวิตช์ปุ่มซ้ายเลือกไปที่ M, T</li> <li>- บิดสวิตช์ปุ่มกลางเลือกไปที่ทิศทางตามเข็มนาฬิกา (CW)</li> <li>- หลอด LED แสดงผลที่ช่อง FOUR QUADRANT MONITOR จะติดสว่างที่ตำแหน่ง Motor CW (หลอดบนขวา)</li> </ul> <p>4. เปิดแหล่งจ่ายปรับแรงดันให้กับมอเตอร์ตามค่าพิกัด จากนั้นเปิดสวิตช์ SW เพื่อจ่ายแรงดันให้มอเตอร์ สังเกตพร้อมบันทึกทิศทางการหมุน <input type="checkbox"/> ตามเข็มนาฬิกา <input type="checkbox"/> ทวนเข็มนาฬิกา</p> <p>5. ปิดสวิตช์ SW เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ พร้อมทั้งลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งจ่ายลงเป็น 0V แล้วปิดแหล่งจ่ายและปิดเครื่อง Brake Control Unit</p>		

ใบงานที่ 3-1	ชื่อเครื่องจักร: มอเตอร์แบบขนาน	หน้าที่ 3 / 5
	ทดลองเรื่อง: การต่อวงจรและการกลับทางหมุน	

6. ทำวงจรด้านล่างให้สมบูรณ์ โดยกำหนดให้มีทิศทางการหมุนตรงข้ามกับที่บันทึกทิศทางการหมุนในข้อที่ 4 แต่ต้องต่อให้ขดลวดฟิลด์แบบขนานขั้ว E1 ให้ได้รับแรงดันขั้ว + และต่อขั้ว E2 กับขั้ว - เพื่อรักษาสนามแม่เหล็กตกค้างให้มีอยู่ต่อไป เมื่อตรวจสอบวงจรถูกต้องแล้ว ประกอบวงจร เพื่อทำการทดสอบในขั้นตอนต่อไป



7. เปิดเครื่อง Brake Control Unit เปิดแหล่งจ่ายปรับแรงดันให้กับมอเตอร์ตามค่าพิกัด จากนั้นเปิดสวิตช์ SW เพื่อจ่ายแรงดันให้มอเตอร์ สังเกตพร้อมบันทึกทิศทางการหมุน  ตามเข็มนาฬิกา  ทวนเข็มนาฬิกา

8. ปิดสวิตช์ SW เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ พร้อมทั้งลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งจ่ายลงเป็น 0V แล้วปิดแหล่งจ่ายและปิดเครื่อง Brake Control Unit

9. มอเตอร์แบบขนาน สามารถกลับทางหมุนได้โดยวิธีการใดบ้าง

.....

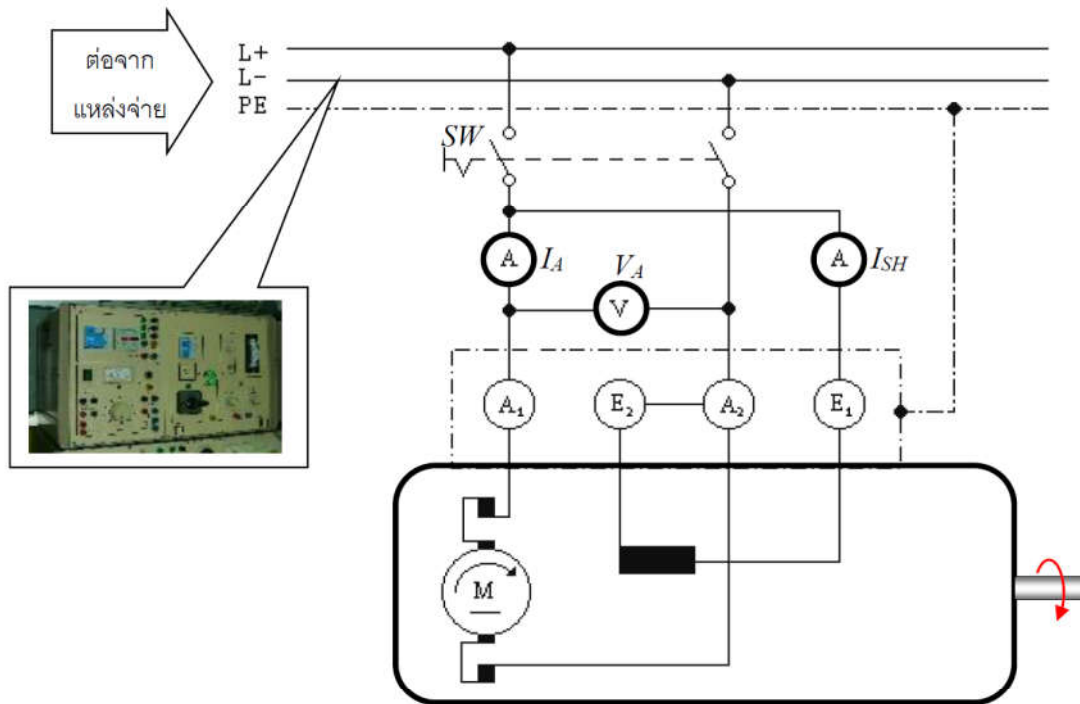
.....

.....

.....

ใบงานที่ 3-1	ชื่อเครื่องจักร: มอเตอร์แบบขนาน	หน้าที่ 4 / 5
	ทดลองเรื่อง: การต่อวงจรและการกลับทางหมุน	

10. ต่อวงจรใหม่ดังรูป



11. เปิดแหล่งจ่ายปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ค่าพิกัด แล้วเปิดสวิตช์ SW เพื่อให้มอเตอร์เริ่มหมุน และรักษาแรงดันให้คงที่ตลอดการทดลอง จากนั้น บิดสวิตช์ปุ่มขวาเลือกไปที่ "START" แล้วค่อย ๆ บิดปุ่ม "LOAD ADJ." เพื่อให้ Brake Unit สร้างโหลดทางกลให้มอเตอร์เพิ่มขึ้นช้า ๆ จนมีกระแสเพิ่มขึ้นเท่ากับพิกัดที่ระบุไว้บนแผ่นป้าย (Name Plate) วัดค่าความเร็ว และแรงบิด แล้วคำนวณหาค่าของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต  $P_{out}$  ด้านล่าง

$$P_{out} = \frac{M \times n}{9.55} = \dots = \dots \text{ W}$$

เปรียบเทียบค่าที่บันทึกจากแผ่นป้ายในข้อที่ 1 โดยให้นำค่าต่างๆ จากการวัด และจากแผ่นป้าย บันทึกลงตารางด้านล่าง

	$V_A(V)$	$I_A(A)$	$I_{SH}(A)$	$n(rpm)$	$M(Nm)$	$P_{out}(W)$	Calculation	
							$\eta(\%)$	$I_T(A)$
Measured Values								
Nameplate								

12. บิดปุ่ม "LOAD ADJ." เพื่อลดแรงบิดโหลดของ Brake Unit ลง จนเป็นศูนย์ แล้วบิดสวิตช์ปุ่มขวาเลือกไปที่ "OFF" จากนั้นเปิดสวิตช์ SW เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ แล้วลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งจ่ายลงเป็น 0V แล้วปิดแหล่งจ่ายและปิดเครื่อง Brake Control Unit



ใบงานที่ 3-1	ชื่อเครื่องจักร: มอเตอร์แบบขนาน	หน้าที่ 5 / 5
	ทดลองเรื่อง: การต่อวงจรและการกลับทางหมุน	

จากข้อที่ 11 จงคำนวณ :

Total Current  $I_T = I_A + I_{SH} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  A

Measured Efficiency  $\eta_{eff} = \frac{P_{out}}{V_A \times I_T} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  %

Nameplate Efficiency  $\eta_{Rated} = \frac{P_{out}}{V_A \times I_T} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  %

#### สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### คำถามท้ายการทดลอง

1. จงเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการวัดและจาก Nameplate

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ทำได้อย่างไร ?

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4-4	ชื่อเครื่องจักร: เครื่องกำเนิดแบบซิงโครนัส	หน้าที่ 1 / 4
	ทดลองเรื่อง: การขนานเครื่องกำเนิดกับระบบไฟฟ้า	

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงวิธีการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับระบบไฟของการไฟฟ้า

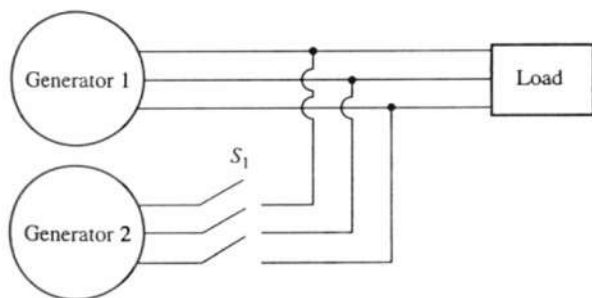
### ทฤษฎี

การขนานเครื่องกำเนิดหลาย ๆ ตัว มีข้อดีหลาย ๆ อย่าง ดังนี้

1. เครื่องกำเนิดหลาย ๆ ตัว ย่อมจ่ายโหลดได้มากกว่าเครื่องกำเนิดเพียงตัวเดียว
2. ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบจะดีขึ้น เพราะหากมีเครื่องกำเนิดตัวใดเกิดเสียหายขึ้นมา ระบบไฟก็จะไม่ล่มไปด้วย เพราะยังมีเครื่องกำเนิดที่เหลือทำงานอยู่
3. สามารถหยุดเครื่องเพื่อทำการบำรุงรักษาได้
4. เครื่องกำเนิดตัวใหญ่เพียงตัวเดียว หากมีโหลดไม่เต็มก็ยังคงต้องทำงานเต็มที่เหมือนเดิม แต่ถ้าขนานเครื่องกำเนิดขนาดเล็กหลาย ๆ ตัว ก็จะสามารถควบคุมจำนวนที่ขนานให้จ่ายโหลดได้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพดีกว่า

เงื่อนไขในการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส มีดังนี้

1. แรงดันระหว่างสายเท่ากัน
2. การลำดับเฟสเหมือนกัน
3. มุมเฟสของเฟส a เท่ากัน
4. ความถี่ของเครื่องกำเนิดที่จะขนานต้องมากกว่าระบบเดิมเล็กน้อย



ก) วงจรการขนาน



ข) ซิงโครสโคป (Synchroscope)

### รูปที่ 1 การขนานเครื่องกำเนิด

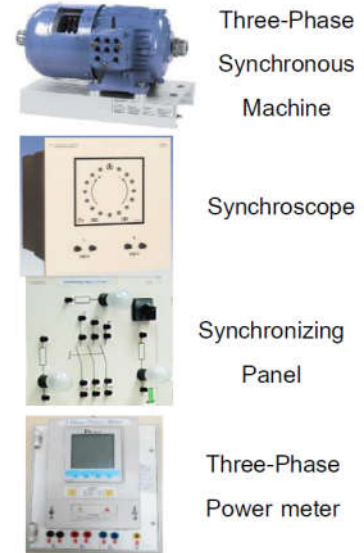
จากรูปที่ 1 กำหนดให้ Gen 1 คือ เครื่องกำเนิดเดิมในระบบที่ทำงานอยู่แล้ว ส่วน Gen 2 คือ เครื่องกำเนิดตัวใหม่ที่จะนำมาขนานเพื่อช่วย Gen 1 ทำงาน โดยขั้นตอนการขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัสมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการขยับเครื่องกำเนิด Gen 2 ให้หมุนด้วยความเร็วปกติ
2. วัดค่าแรงดันที่ขั้วแล้วปรับค่ากระแสฟัลด์จนได้ค่าแรงดันที่ขั้วให้เท่ากับค่าแรงดันของ Gen1
3. วัดลำดับเฟสของเครื่องกำเนิด Gen 2 เทียบกับ Gen1
4. เมื่อตำแหน่งเฟส a ทับกันพอดีก็ทำการสับสวิตช์ เพื่อขนานเครื่องกำเนิด Gen2 เข้าสู่ระบบ

ใบงานที่ 4-4	ชื่อเครื่องจักร: เครื่องกำเนิดแบบซิงโครนัส	หน้าที่ 2 / 4
	ทดลองเรื่อง: การขนานเครื่องกำเนิดกับระบบไฟฟ้า	

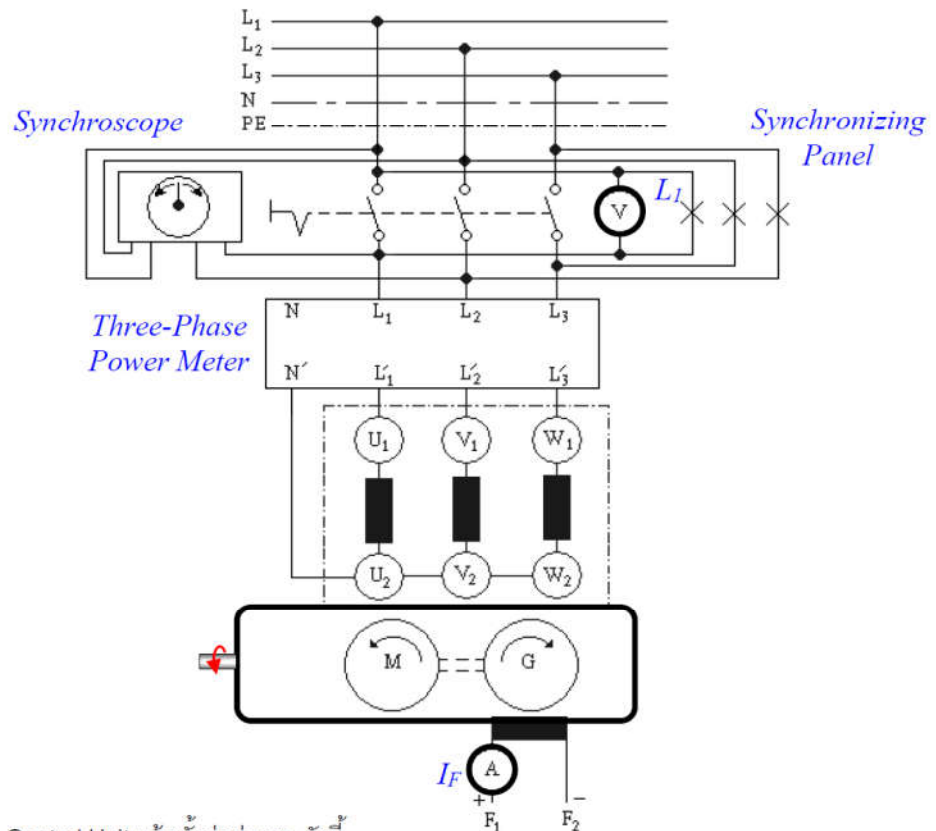
**อุปกรณ์ในการทดลอง**

- |                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง | 1 ชุด     |
| 2. Brake Control Unit           | 1 ตัว     |
| 3. Brake Unit                   | 1 เครื่อง |
| 4. Synchronous Machine          | 1 เครื่อง |
| 5. Synchronizing Panel , P5.93  | 1 เครื่อง |
| 6. Synchroscope (M11)           | 1 เครื่อง |
| 7. Three-Phase Power Meter      | 1 เครื่อง |
| 8. Digital Multimeter           | 1 เครื่อง |
| 9. D.C. Ammeter                 | 1 เครื่อง |



**ลำดับขั้นตอนการทดลอง**

1. ต่อวงจรการทดลอง โดยต่อวงจรหลอดไฟแบบดับ 1 สว่าง 2 (One-Dark Two-Bright Lamp Circuit)



2. เปิดเครื่อง Brake Control Unit แล้วตั้งค่าต่าง ๆ ดังนี้
  - ปิดสวิตช์ปุ่มซ้ายเลือกไปที่ M,T
  - ปิดสวิตช์ปุ่มกลางเลือกไปที่ทิศทางตามเข็มนาฬิกา (CCW)
  - หลอด LED แสดงผลที่ช่อง FOUR QUADRANT MONITOR จะติดสว่างที่ตำแหน่ง Motor CCW (หลอดล่างซ้าย)

ใบงานที่ 4-4	ชื่อเครื่องจักร: เครื่องกำเนิดแบบซิงโครนัส	หน้าที่ 3 / 4
	ทดลองเรื่อง: การขนานเครื่องกำเนิดกับระบบไฟฟ้า	

- ปรับความเร็วที่ Brake Control Unit ให้เครื่องกำเนิดหมุนด้วยความเร็วที่พิกัดและรักษาความเร็วให้คงที่ สังเกตว่าหลอดไฟจะกระพริบสลับกันแบบดับ 1 ดวง และสว่าง 2 ดวง ถ้าดับและสว่างพร้อมกันหมด ให้สลับสายคู่หนึ่งด้าน Generator ที่ไม่ได้ต่อ Voltmeter แล้วปรับความเร็วจนวัดความถี่มากกว่าความถี่ของระบบไฟฟ้าเล็กน้อย
- ปรับกระแสฟิลด์จนได้แรงดันที่ขั้วของเครื่องกำเนิดเท่ากับแรงดันของระบบไฟฟ้า โดยวัดด้วย Voltmeter ตัวเดียวกัน ปรับความเร็วอีกครั้งจนความถี่มากกว่าความถี่ระบบไฟฟ้าจะสังเกตว่า หลอดไฟจะวูบช้าลงมาก ๆ โดยเฉพาะหลอดไฟที่มี Voltmeter ต่อคร่อมอยู่เมื่อเริ่มดับลง แรงดันที่วัดได้ก็ลดลงด้วย และขณะเดียวกันสังเกตว่าหลอดไฟที่ Synchroscope จะสว่างที่ 12 นาฬิกา แสดงว่า มุมเฟสในช่วงนี้จะเท่ากับทั้งในเครื่องกำเนิดและระบบไฟฟ้า บันทึกผลลงในตาราง
- เมื่อหลอดไฟ L<sub>1</sub> ดับ แรงดันที่วัดได้จะเป็นศูนย์และหลอดไฟที่ Synchroscope จะสว่างที่ 12 นาฬิกา ให้สับสวิตช์เพื่อให้เครื่องกำเนิด Synchronizing เข้ากับระบบไฟฟ้า จากนั้นบันทึกผลลงในตาราง

**\*\*หมายเหตุ\*\* อันตรายมาก !!! หากสับสวิตช์ผิดจากที่กำหนดไว้**

- ค่อย ๆ ปรับความเร็วเพิ่มขึ้น จนเครื่องกำเนิดจ่ายกระแสในสายได้เต็มพิกัด (**ระวัง!!! ขณะเพิ่มความเร็ว ให้ระวังกระแสในสายเกินพิกัด**) บันทึกผลลงในตาราง จากนั้นให้ ลดกระแสฟิลด์ลงประมาณ 100 mA บันทึกผลลงในตาราง และจากนั้นก็ปรับกระแสฟิลด์เพิ่มขึ้นประมาณ 200 mA บันทึกผลลงในตาราง

	Speed (rpm)	Field Current (A)	Line Current (A)	Line Voltage (V)	Power Factor	Real Power (W)	Reactive Power (Var)
Before Parallel (ข้อ 4)							
After Paralleled (ข้อ 5)							
After Increasing Speed (ข้อ 6)							
After Decreased Field Current							
After Increased Field Current							

**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 4-4	ชื่อเครื่องจักร: เครื่องกำเนิดแบบซิงโครนัส	หน้าที่ 4 / 4
	ทดลองเรื่อง: การขนานเครื่องกำเนิดกับระบบไฟฟ้า	

**คำถามท้ายการทดลอง**

1. หากไม่ลัดลวิตซ์ ในตำแหน่งที่แรงดันเป็นศูนย์ หรือ 12 นาฬิกา จะทำให้เกิดอะไรขึ้น?

.....

.....

.....

.....

.....

2. ทำไมเราจึงไม่สามารถปรับค่าแรงดันและความถี่ได้ เมื่อขนานเครื่องกำเนิดเข้ากับระบบไฟฟ้าแล้ว?

.....

.....

.....

.....

3. เกิดอะไรขึ้น เมื่อเราปรับกระแสฟิลด์ หลังจากขนานเครื่องกำเนิดเข้ากับระบบไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. เกิดอะไรขึ้นเมื่อเราปรับความเร็วเพิ่มขึ้น หลังจากขนานเครื่องกำเนิดเข้ากับระบบไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 4. 04-211-315 Power Electronics Laboratory

## Power Electronics Laboratory

1

---

**Lab 1. Introduction to Simulink Modeling for Power Electronics**
**1.1 จุดประสงค์การทดลอง**

1. เข้าใจหลักการประยุกต์ใช้งานของโปรแกรม MATLAB/Simulink
2. ศึกษาหลักการเขียน Simulink model ในงานอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
3. เข้าใจหลักการสร้างสัญญาณด้วยหลักการมอดูเลตตามความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation)
4. เข้าใจหลักการสร้างสัญญาณควบคุมด้วยหลักการ SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation)

**1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง**

1. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม MATLAB/Simulink 2012A หรือ 2012B แล้ว จำนวน 1 เครื่อง

**1.3 การเตรียมตัวก่อนการทดลอง**

1. ศึกษาข้อมูลและการใช้งาน MATLAB ขั้นพื้นฐาน
2. ศึกษาหลักการเขียน Simulink Model ด้วยการใช้ Blockset และขั้นตอนการจำลองระบบ
3. ศึกษาหลักการเขียน Simulink Model ที่ใช้ในระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นพื้นฐาน

**1.4 การทดลองสร้าง Simulink Model****ลำดับขั้นการเขียน Simulink Model**

1. เปิดโปรแกรม MATLAB และ เปิดโปรแกรม Simulink (ดูภาคผนวก) ทั้งนี้
  - Blockset ในการสร้างสัญญาณ จะอยู่ในส่วน Simulink (basic)
  - Blockset ในส่วนวงจรกำลัง จะอยู่ในส่วน SimPowerSystem
2. ก่อน Run Simulation (ใน Computer) ให้ Set Simulation configuration parameter ที่
 

Type	: Variable Step	Solver	: ode45 (Dormand-Prince)
Max step size	: 1e-5	Relative tolerance	: 1e-4
Min step size	: 1e-6	Absolute tolerance	: auto

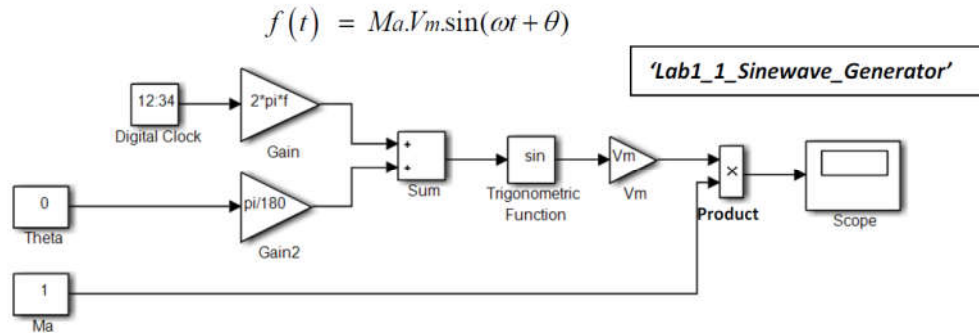
❖ ค่าต่างๆที่กำหนดอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

## Power Electronics Laboratory

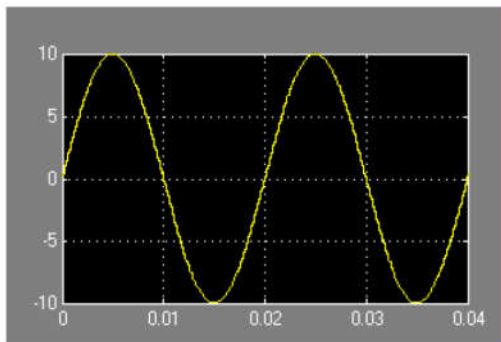
2

### การทดลองที่ 1 : การสร้าง Model สำหรับกำเนิด Sinusoidal waveform

1.1 จำลองการสร้างสัญญาณไซน์ด้วย Blockset ของ Simulink ดังรูป Model ข้างล่าง เมื่อค่ามุม  $\theta$  ในบล็อก Theta เท่ากับ 0, 30 หรือ 60 องศา พร้อมพล็อตและบันทึกกรุปคลื่นสัญญาณ

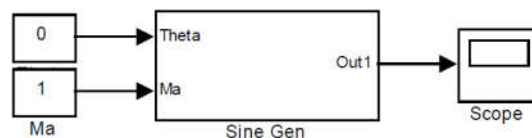


{ เมื่อกำหนดให้  $V_m$  เท่ากับ 10 V., ความถี่เท่ากับ 50 Hz., มุม  $\theta$  เท่ากับ  $0^\circ$  และค่า  $M_a$  เท่ากับ 1 }  
ซึ่ง Waveform ที่ Scope จะได้ดังรูป

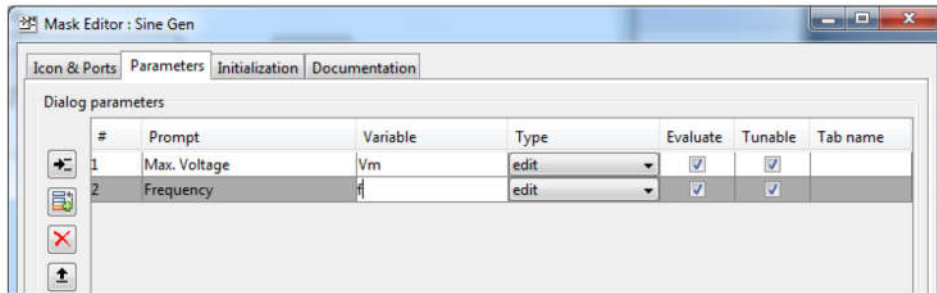


### 1.2 การสร้าง Subsystem

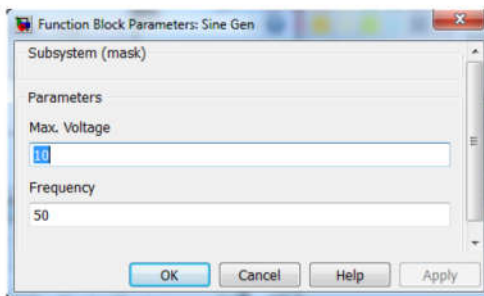
เราสามารถสร้างกล่องครอบ Model บางส่วนของรูปบนไว้ได้ (เรียกว่า 'Subsystem') ซึ่งจะดังรูปข้างล่าง



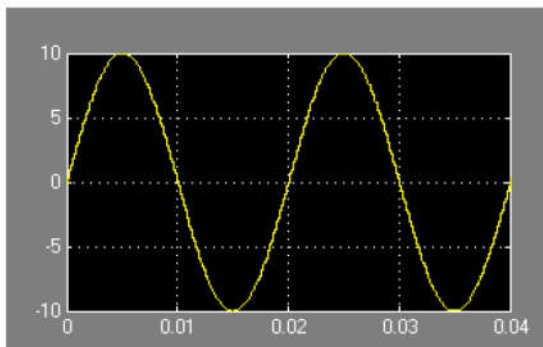
- แยก block 'Phase Shift', block 'Ma' และ block 'Scope' ออกจากส่วนที่จะเลือก
- Drag mouse เลือก model (ส่วนที่เหลือ) ทั้งหมด
- Click mouse ด้านขวา แล้วเลือกคำสั่ง Create Subsystem
- เปลี่ยนชื่อกล่อง จาก 'Subsystem' เป็น 'Sine Gen'
- Double click mouse ที่กล่องเพื่อให้เห็น Model ภายใน แล้วเปลี่ยนชื่อ In1, In2 และ Out1 ตามต้องการ
- Click mouse ด้านขวาที่กล่อง แล้วเลือกคำสั่ง Create Mask
- ภายในกล่องคำสั่ง Create Mask ให้เลือก menu 'parameters'
- Add parameter พร้อมทั้งกำหนดค่า  $V_m$  และ Frequency ตามต้องการดังรูปข้างล่าง แล้วกด OK



จะทำให้กำหนดค่าตัวแปรต่างๆบนกล่อง Sine\_Gen ได้ตามต้องการ



ซึ่ง Waveform ที่ได้ จะแสดงบน Scope ดังรูปข้างล่าง



- ลองเปลี่ยนค่า Max. Voltage และ Frequency เป็นค่าอื่นๆ พร้อมพิจารณารูปคลื่นที่ได้

#### แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 1.

- เขียน Model จากสมการ  $15 \cdot \sin(\omega t + 30^\circ) + 5 \cdot \sin(3\omega t + 30^\circ)$
- กำหนดให้  $f = 50 \text{ Hz.}$ ,  $M_a = 1$
- เขียนรูป Model และรูปคลื่นสัญญาณที่ได้
- วิจัยารูปคลื่นที่ได้



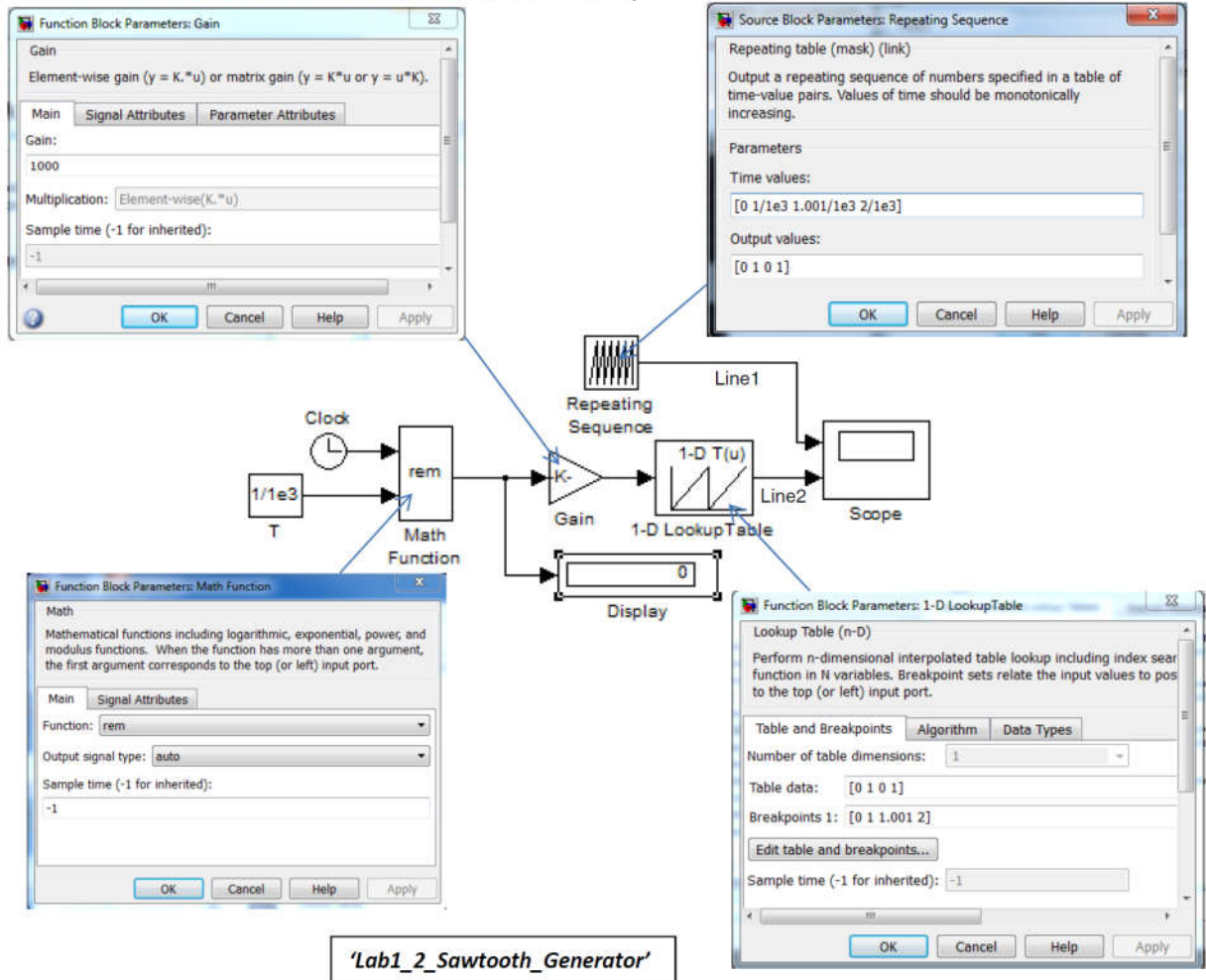
## Power Electronics Laboratory

### การทดลองที่ 2. การสร้าง Model สำหรับกำเนิด Saw tooth waveform

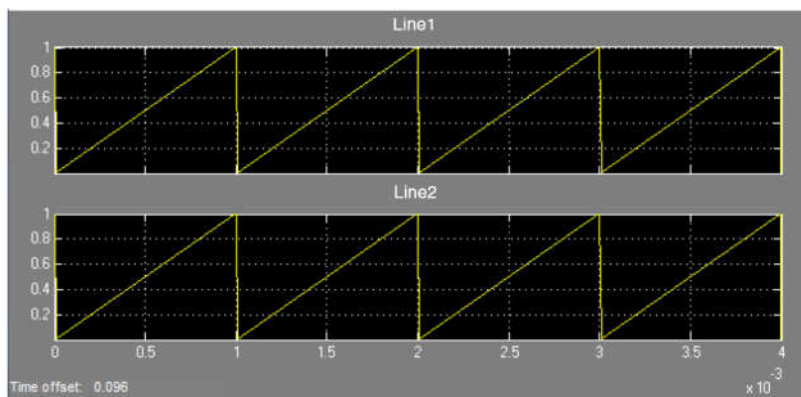
ในใบงานการทดลองนี้ Model กำเนิดสัญญาณ Sawtooth ทำได้ด้วย 2 วิธี

วิธีที่ 1. โดยใช้ Block Repeating sequence

วิธีที่ 2. โดยใช้ Block Remainder (rem) และ Look up table

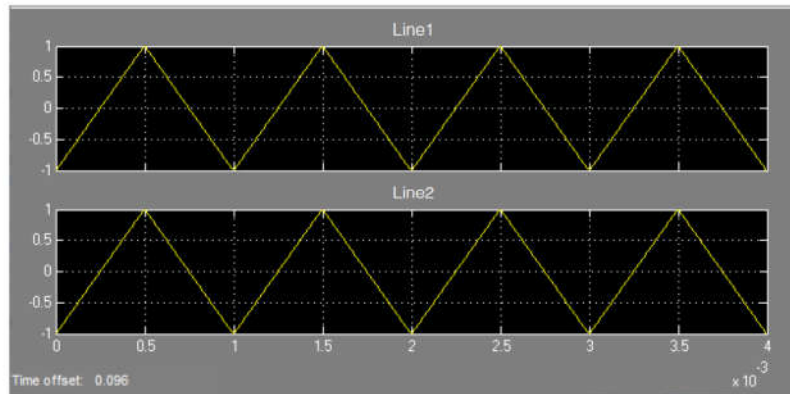


ซึ่ง Waveform จากทั้ง 2 วิธีจะเหมือนกันทุกประการ ดังแสดงใน Scope



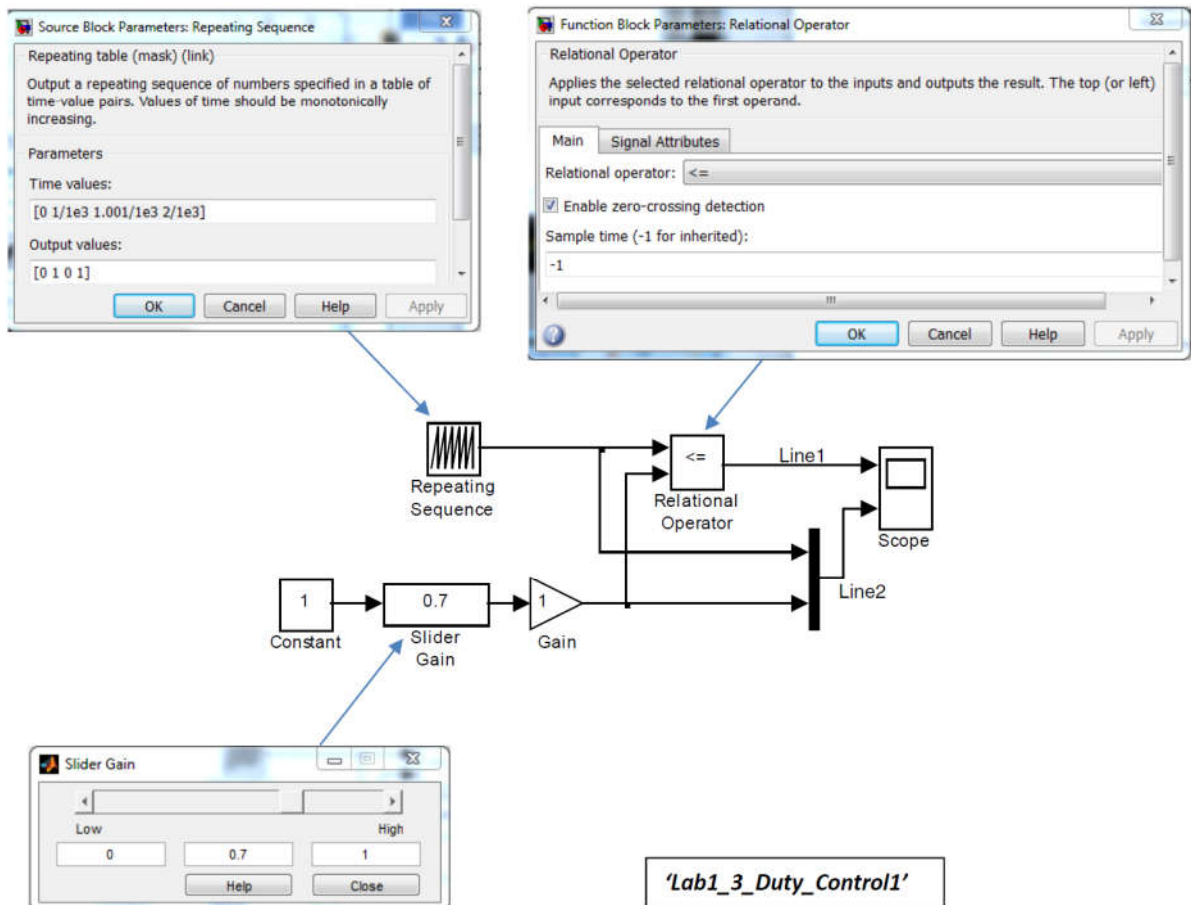
แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 2.

- เขียน Model โดยเปลี่ยนค่าใน block Look up table และ Repeating Sequence เพื่อให้ได้คลื่นสัญญาณดังรูป
- แสดงรูป Model พร้อมทั้งค่าที่ set ไว้ในแต่ละ Block และรูปคลื่นสัญญาณที่ได้ พร้อมวิจารณ์รูปคลื่น



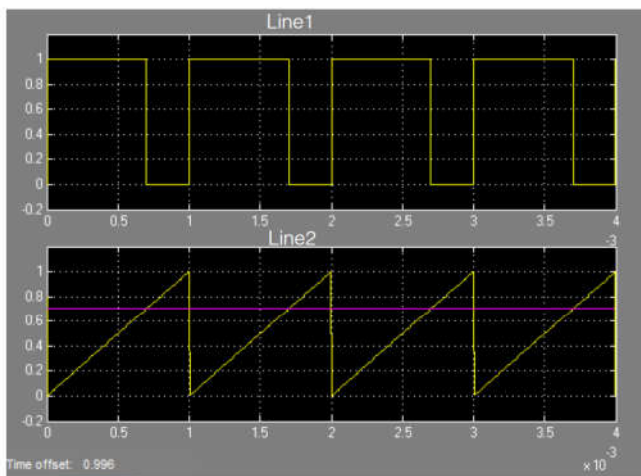
การทดลองที่ 3 การสร้างสัญญาณ Duty Cycle ด้วยหลักการ Pulse Width Modulation

3.1 การสร้างสัญญาณ Duty Cycle แบบ Asymmetrical PWM (สัญญาณ Sawtooth)

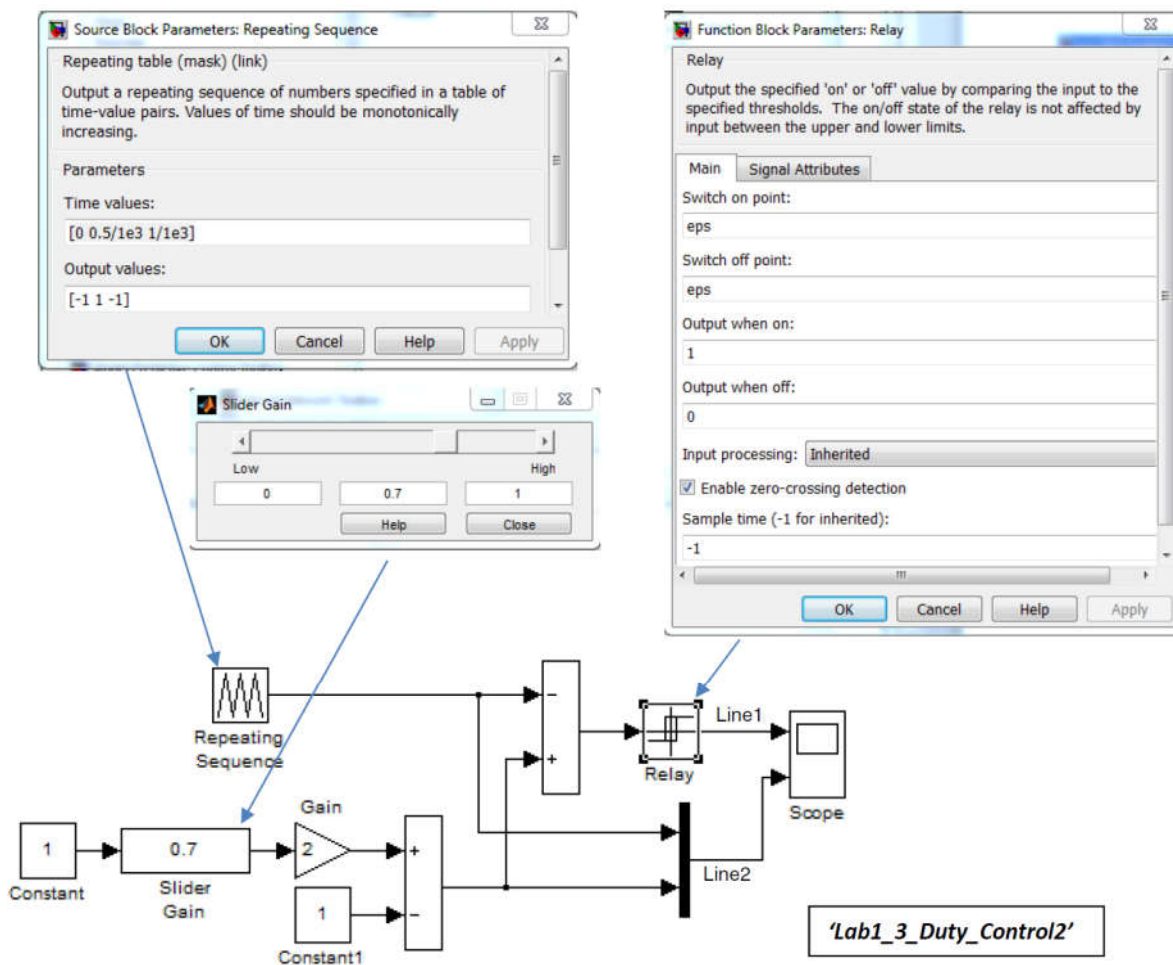


'Lab1\_3\_Duty\_Control1'

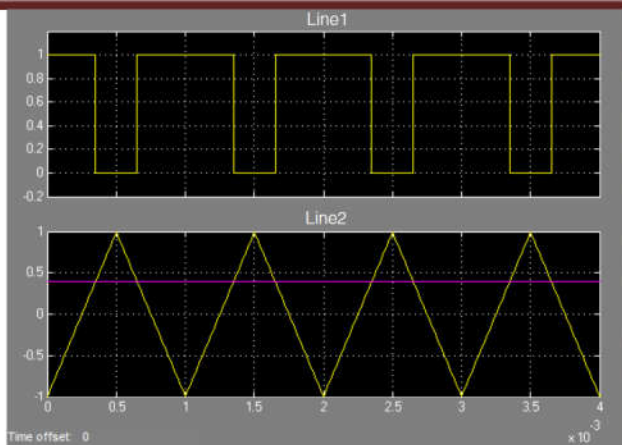
ซึ่ง Waveform ที่ Scope จะได้ดังรูป



3.2 การสร้างสัญญาณ Duty Cycle แบบ Symmetrical PWM (สัญญาณสามเหลี่ยมคาบเส้นศูนย์)



ซึ่ง Waveform ที่ Scope จะได้ดังรูป



**แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 3.**

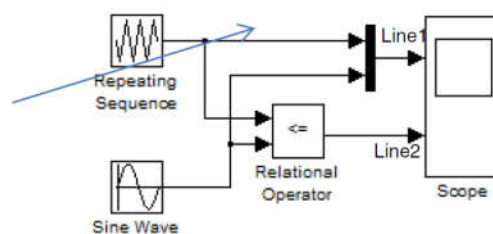
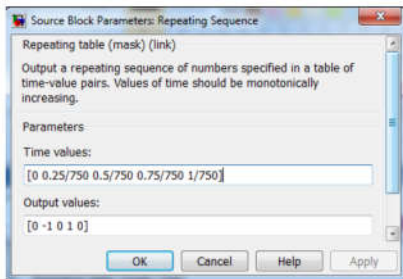
- จงเขียน Model ในการสร้างสัญญาณควบคุมแบบ Asymmetrical PWM ที่ Switching frequency 10 kHz.
- แสดงรูป Model และรูปคลื่นสัญญาณที่ได้ เมื่อกำหนดให้ค่า Duty Cycle ของสัญญาณที่ได้เท่ากับ 0.4
- วิเคราะห์ Model และวิจารณ์รูปคลื่นที่ได้

**การทดลองที่ 4 การสร้างสัญญาณควบคุมวงจรถออินเวอร์เตอร์ด้วยหลักการ Sine PWM**

**4.1 การสร้างสัญญาณ SPWM แบบที่ 1 (ใช้การเปรียบเทียบสัญญาณจาก Block)**

ให้ Set Simulation configuration parameter ดังนี้

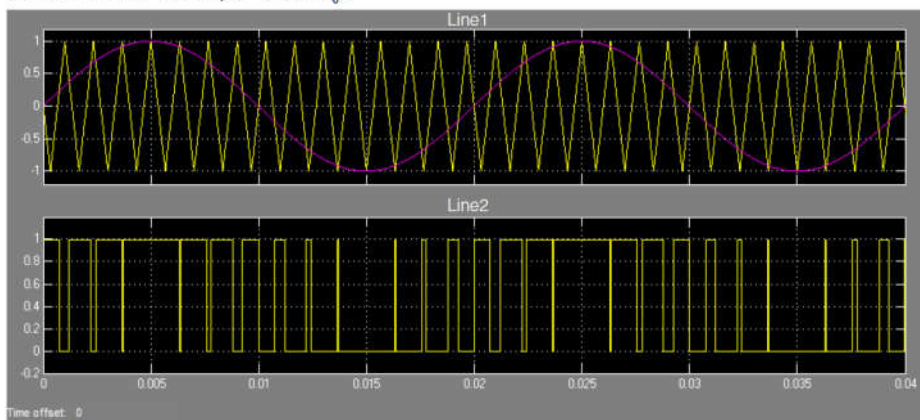
- Type : Variable Step Solver : ode45 (Dormand-Prince)
- Max step size : 1e-5 Relative tolerance : 1e-3
- Min step size : 1e-6 Absolute tolerance : auto



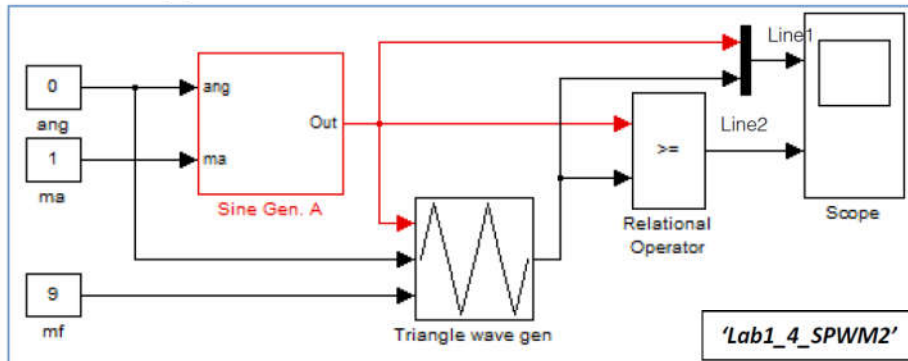
'Lab1\_4\_SPWM1'

กำหนดให้  $M_a = 1$ ,  $M_f = 15$ ,  $f_1 = 50$  Hz.

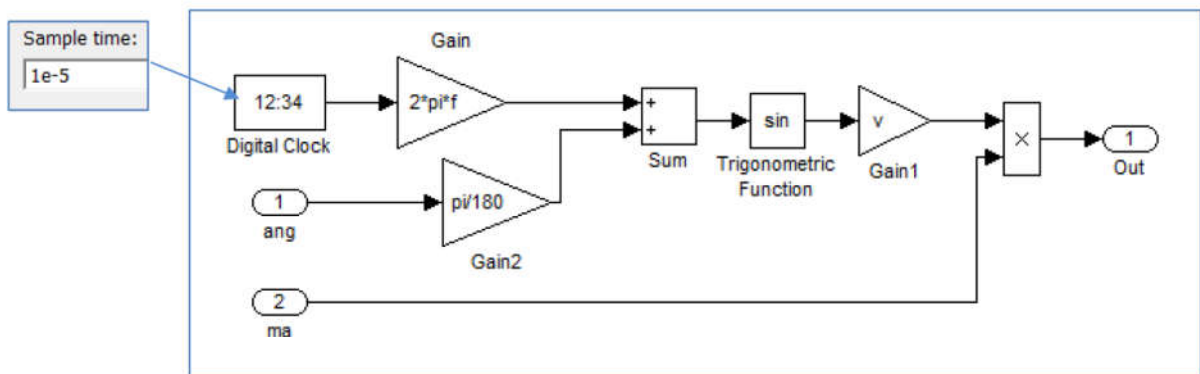
ซึ่ง Waveform ที่ Scope จะได้ดังรูป



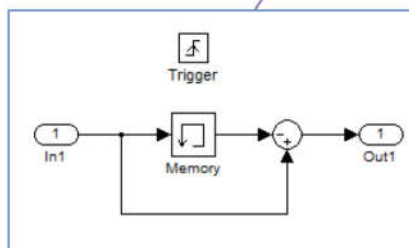
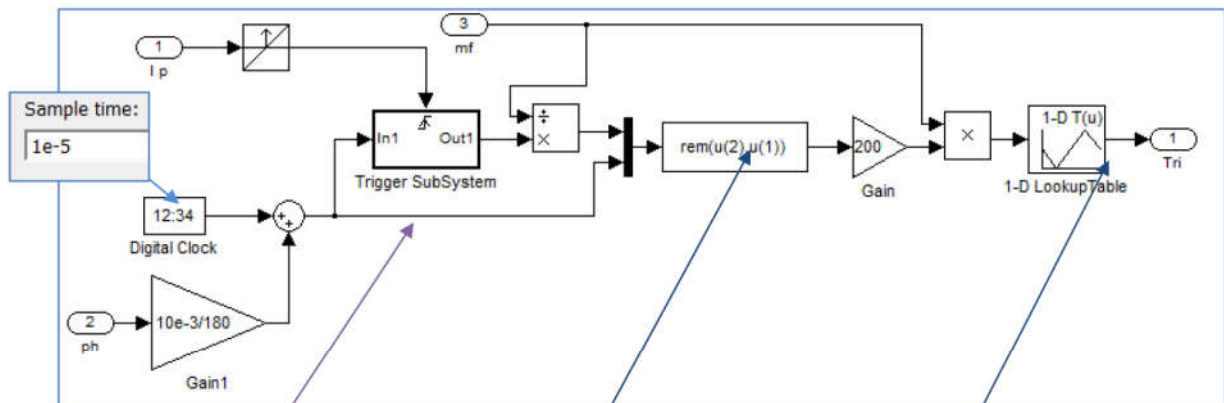
4.2 การสร้างสัญญาณ SPWM แบบที่ 2. (ใช้ Block 'Look up table' และ 'Trigger')



ในกล่อง Sine Gen A



ในกล่อง Triangle wave gen.



Fcn

General expression block. Use "u" as the input variable.  
Example:  $\sin(u(1)) \cdot \exp(2.3 \cdot (-u(2)))$

Parameters

Expression:  
`rem(u(2),u(1))`

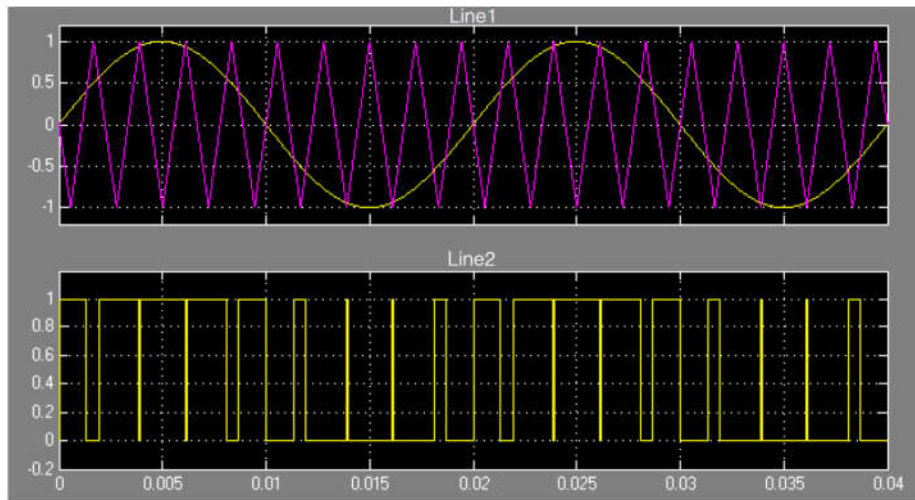
Sample time (-1 for inherited):  
-1

Lookup Table (n-D)

Perform n-dimensional interpolated table lookup including index function in N variables. Breakpoint sets relate the input values to the top (or left) input port.

Table and Breakpoints	Algorithm	Data Types
Number of table dimensions: 1		
Table data: [0 -1 0 1 0]		
Breakpoints 1: [0 1 2 3 4]		
Edit table and breakpoints...		
Sample time (-1 for inherited): -1		

ซึ่ง Waveform ที่ Scope จะได้ดังรูป



#### แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 4.

- จงสร้าง Model สำหรับสร้างสัญญาณ SPWM โดยกำหนดให้  $M_a = 0.8$ ,  $M_f = 21$  (วิธีการแบบใดก็ได้)
- แสดงรูป Model และรูปคลื่นสัญญาณ SPWM ที่ได้
- วิเคราะห์ Model และวิจารณ์รูปคลื่นที่ได้

Lab 2. Simulink Modeling for DC Buck Converter

จุดประสงค์การทดลอง

1. ศึกษาหลักการเขียน Simulink model ในการจำลองวงจร DC Converter

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม MATLAB/Simulink 2012A หรือ 2012B แล้ว

จำนวน 1 เครื่อง

การเตรียมตัวก่อนการทดลอง

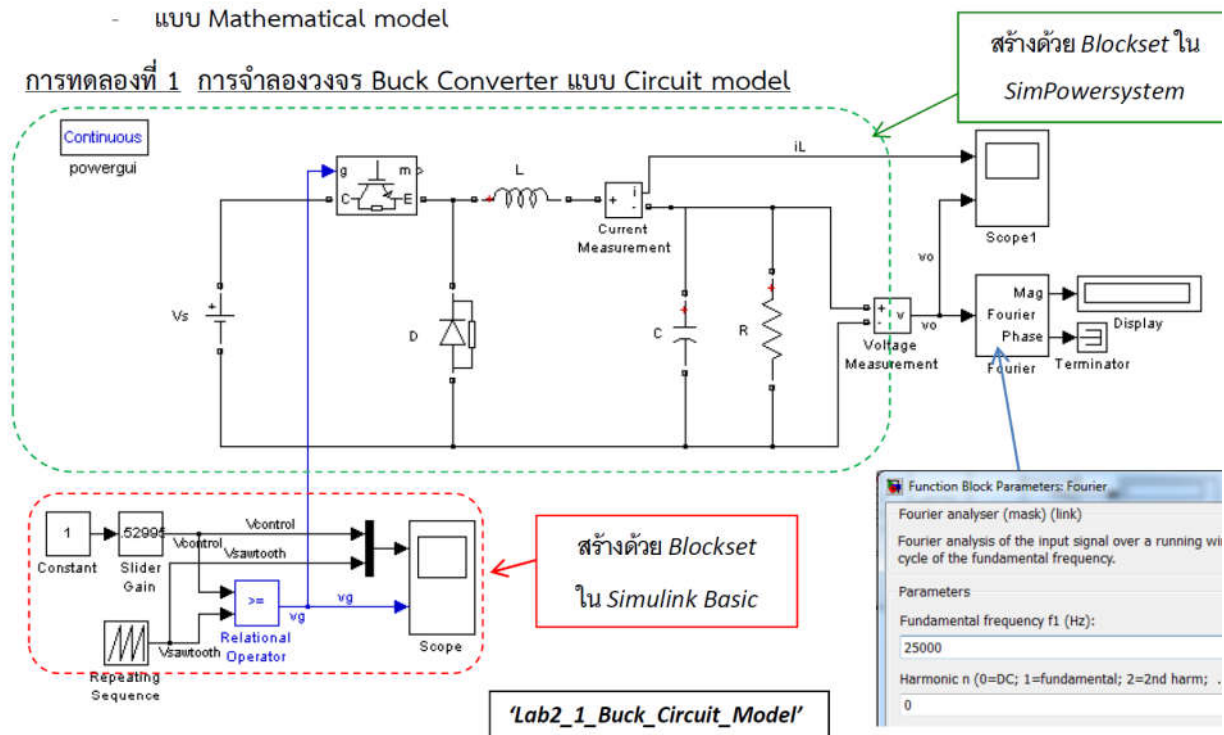
1. ศึกษาข้อมูลทฤษฎีของ DC Buck Converter
2. ศึกษาหลักการเขียน Simulink Model ในงานอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

รูปแบบจำลองของวงจร DC Buck Converter

DC Buck Converter สามารถเขียนได้ 2 รูปแบบจำลองวงจร

- แบบ Circuit model
- แบบ Mathematical model

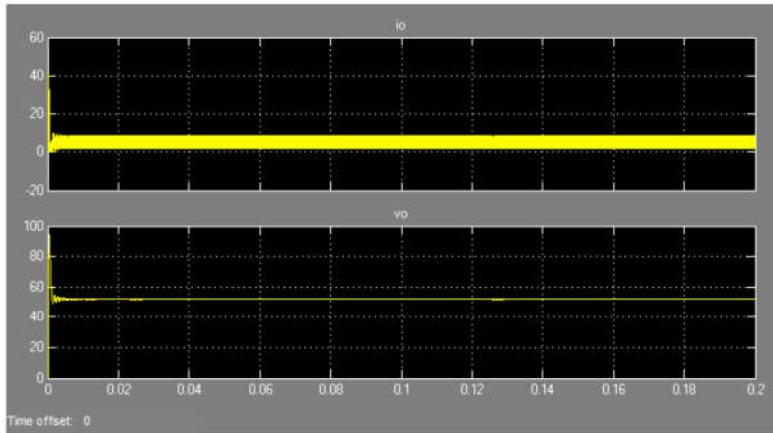
การทดลองที่ 1 การจำลองวงจร Buck Converter แบบ Circuit model



- สร้าง Simulink model ดังรูปข้างบน โดยกำหนดให้  
 $L = 200\mu\text{H}$ ,  $C = 100\mu\text{F}$ ,  $R = 10\ \Omega$ , Switching frequency = 25 kHz.,  $V_{in} = 100\ \text{Vdc}$ ,  $V_{out} = 52\ \text{V}$ .
- ให้อ่าน Block powgui ลงใน Model ด้วย ก่อนทำการ Run Simulation
- ก่อน Run Simulation (ใน Computer) ให้ Set Simulation configuration parameter ที่

Type	: Variable Step	Solver	: ode23
Max step size	: 1e-5	Relative tolerance	: 1e-4
Min step size	: 1e-6	Absolute tolerance	: auto

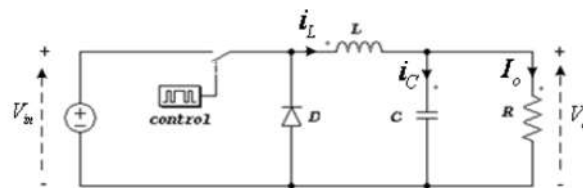
- เมื่อ Run Model แล้ว จะได้ Waveform จาก Scope ดังรูป



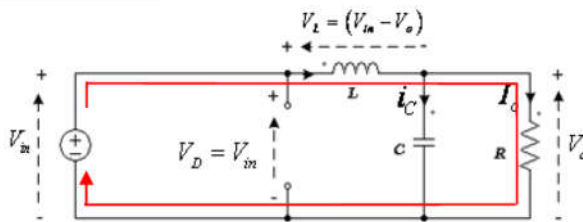
**แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 1.**

- เขียน Simulink model แบบ Circuit model ของ DC Buck Converter ขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าขาออก 50 วัตต์ โดยกำหนดให้ แรงดันเข้า 24 Vdc. แรงดันขาออก 15 Vdc. และกำหนดให้ใช้ fsw =10 kHz.
- แสดง Simulink model รูปคลื่นสัญญาณแรงดันขาเข้า ขาออก สัญญาณควบคุมที่ได้ พร้อมทั้งวิจารณ์รูปคลื่นที่ได้

**การทดลองที่ 2 การจำลองวงจร Buck Converter แบบ Mathematical model**



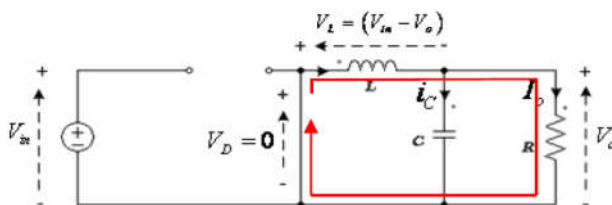
**ขณะ switch 'ON'**



$$v_L = (v_{in} - v_o) = L \frac{di_L}{dt}$$

$$i_L = \frac{1}{L} \int_0^{\infty} (v_{in} - v_o) dt$$

**ขณะ switch 'OFF'**



$$v_L = (-v_o) = L \frac{di_L}{dt}$$

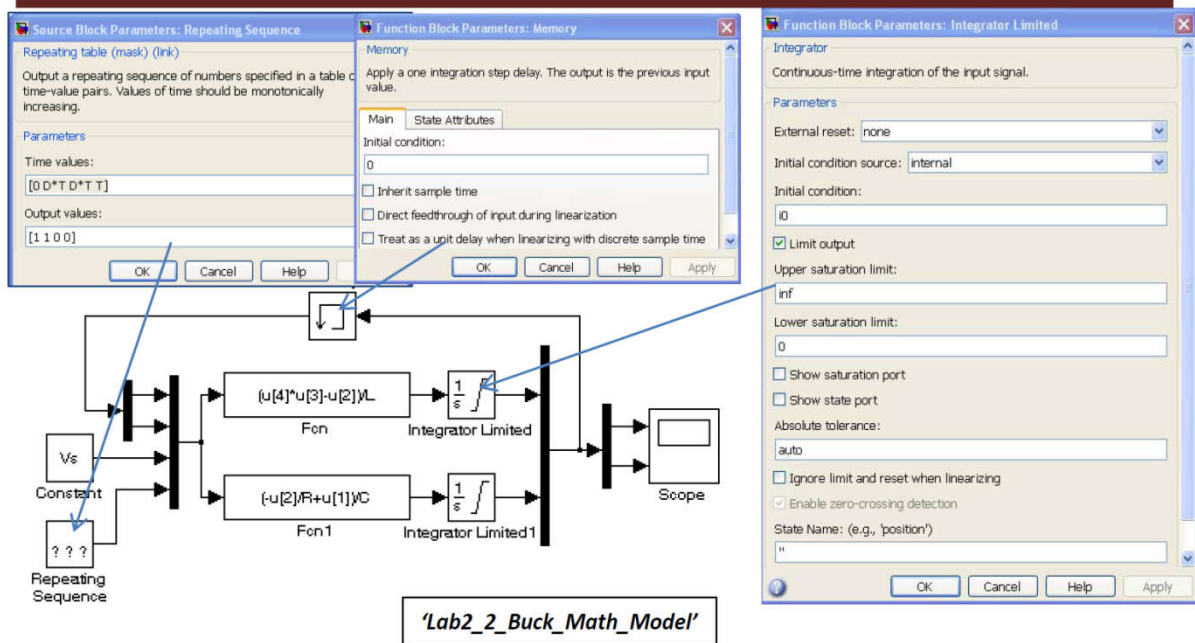
$$i_L = \frac{1}{L} \int_0^{\infty} (-v_o) dt$$

ทั้งนี้  $i_C = i_L - \frac{v_o}{R}$  ,  $v_o = \frac{1}{C} \int_0^{\infty} i_C dt$  และ  $v_o = D.V_{in}$

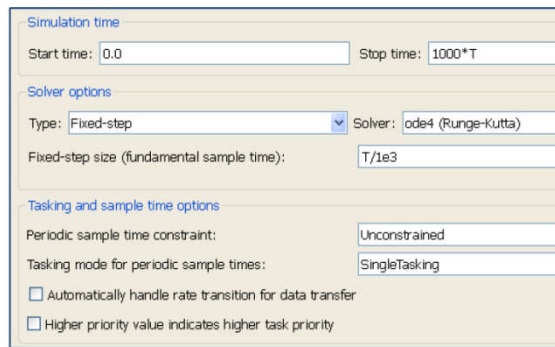
ทำให้สามารถเขียนสมการทั้งหมดเข้าด้วยกันในรูปแบบ Simulink model ได้ดังรูป



# Power Electronics Laboratory



- Set Simulation configuration parameter ดังนี้



- เขียน M-file เพื่อกำหนดค่า parameter ของวงจรดังนี้ (Open new M-file จาก Matlab menu)

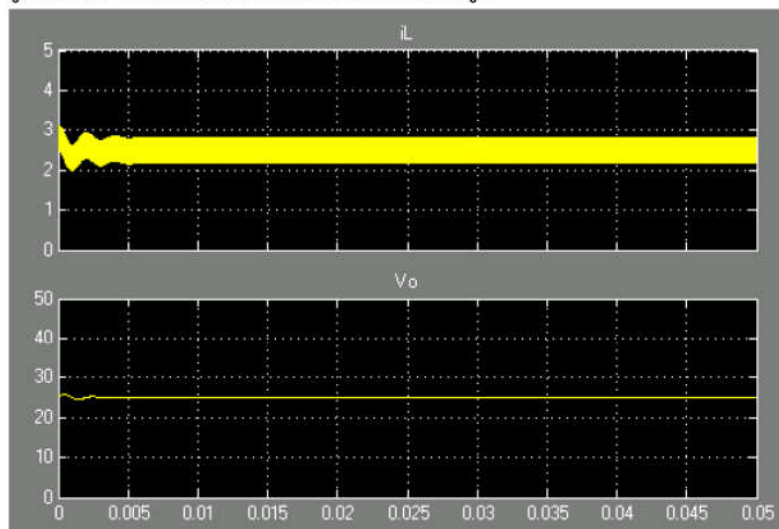
$V_s = 50 \text{ Vdc.}$ ,  $D = 0.5$ ,  $f_{sw} = 20 \text{ kHz.}$ ,  $L = 1 \text{ mH.}$ ,  $C = 100 \text{ uF.}$ ,  $R = 10 \text{ Ohm}$

```

1  % configuration parameters for a Buck converter
2  clear all;
3  L=1e-3;
4  C=100e-6;
5  R=10;
6  Vs=50;
7  % switching frequency and duty cycle
8  F=20e3;
9  T=1/F;
10 D=0.5;
11 tsample=T/100;
12 nb_point=round(T/tsample)*20;
13 %initial conditions
14 vs0=D*Vs;
15 i0=vs0/R;
    
```

'Lab2\_2\_Buck\_Math\_Parameter'

- รูปคลื่นกระแสขดลวดและแรงดันขาออก เป็นดังรูป



### แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 2.

- เขียน Simulink model แบบ Mathematical model ของ DC Buck Converter ขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าขาออก 50 วัตต์ โดยกำหนดให้ แรงดันเข้า 24 Vdc. แรงดันขาออก 15 Vdc. และกำหนดให้ใช้  $f_{sw} = 10$  kHz.
- แสดง Simulink model รูปคลื่นสัญญาณแรงดันขาเข้า ขาออก สัญญาณควบคุมที่ได้ พร้อมทั้งวิจารณ์รูปคลื่นที่ได้

Lab 9. STM32F4 based 1 phase Square wave Inverter

จุดประสงค์การทดลอง

1. ศึกษาคุณลักษณะและพฤติกรรมการทำงานของวงจรถูกอินเวอร์เตอร์ 1 เฟสแบบคลื่นสี่เหลี่ยม
2. ศึกษาการสร้างสัญญาณควบคุมอินเวอร์เตอร์ 1 เฟสแบบคลื่นสี่เหลี่ยม ด้วยบอร์ด STM32F4

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม MATLAB 2012A 32 bit และ Waijung blockset แล้ว | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. บอร์ด STM32F4 Discovery พร้อมสาย USB                                  | จำนวน 1 ชุด     |
| 3. บอร์ด Power Converter   | จำนวน 1 บอร์ด   |
| 4. บอร์ด Isolation and Gate driver                                       | จำนวน 1 บอร์ด   |

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- |                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| 1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง    | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. Oscilloscope 2 ช่องสัญญาณ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3. Digital Multimeter        | จำนวน 1 ตัว     |

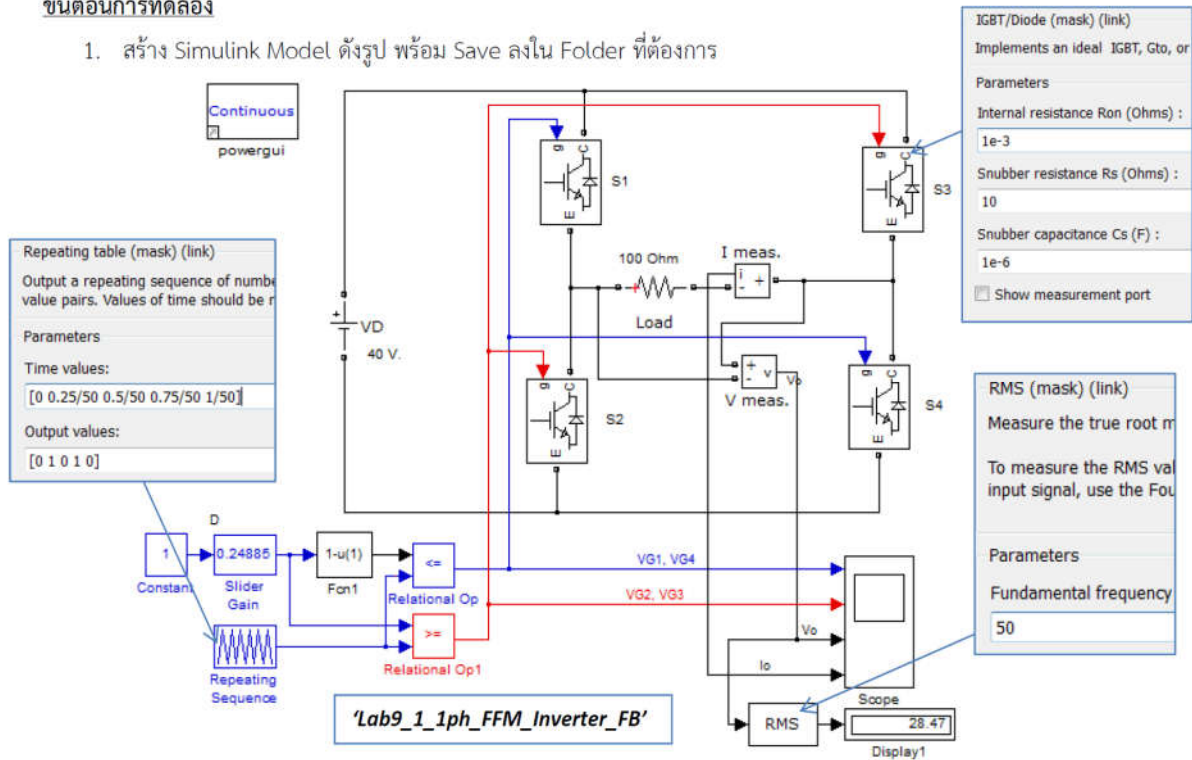
การเตรียมตัวก่อนการทดลอง

1. ค้นคว้าเกี่ยวกับการใช้บอร์ด STM32F4 ด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink และ Waijung Blockset
2. ศึกษาการควบคุมการทำงานของวงจรถูกอินเวอร์เตอร์ 1 เฟสแบบคลื่นสี่เหลี่ยม

การทดลองที่ 1. Simulink model ของ 1 phase Full Bridge Square wave Inverter แบบแรงดันขาออกปรับค่าได้

ขั้นตอนการทดลอง

1. สร้าง Simulink Model ดังรูป พร้อม Save ลงใน Folder ที่ต้องการ



โดยใช้ค่า Configuration parameter ดังนี้

The screenshot shows a configuration window for simulation parameters. Under 'Simulation time', the start time is 0.0 and the stop time is 1. Under 'Solver options', the Type is set to 'Variable-step', the Solver is 'ode23 (Bogacki-Shampine)', the Max step size is 1e-4, the Min step size is 1e-5, and the Absolute tolerance is 'auto'. The Number of consecutive min steps is set to 1.

- Limit Slider Gain ที่ 0.5 แล้ว Run Simulation Model ตามค่า Slider Gain ที่ระบุในตาราง พร้อมบันทึกค่า Duty cycle และค่าแรงดันขาออกที่อ่านได้ ลงในตาราง

Slider Gain	0	0.125	0.25	0.375	0.5
D					
Vo (av)					

- Switching Frequency เท่ากับ ..... Hz.
- แสดงรูปแรงดันขาออกที่ได้จาก Scope ขณะ Sliding Gain เท่ากับ 0.25

- อธิบายรูปคลื่นแรงดันขาออกที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Power Electronics Laboratory

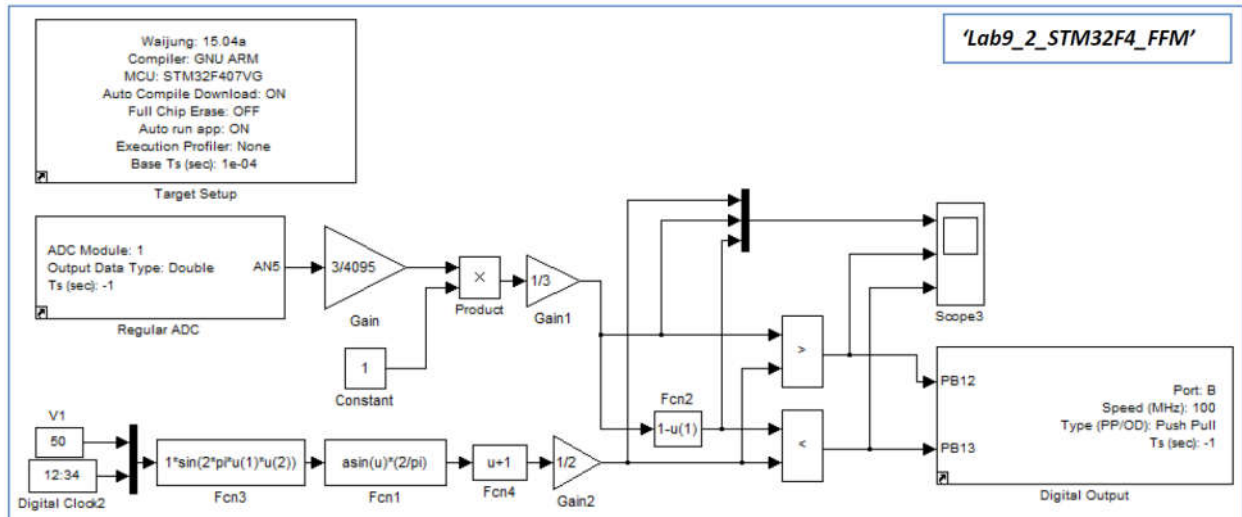
3

การทดลองที่ 2. การควบคุม 1 phase Full Bridge Square wave Inverter แบบแรงดันขาออกปรับค่าได้

ด้วยบอร์ด STM32F4

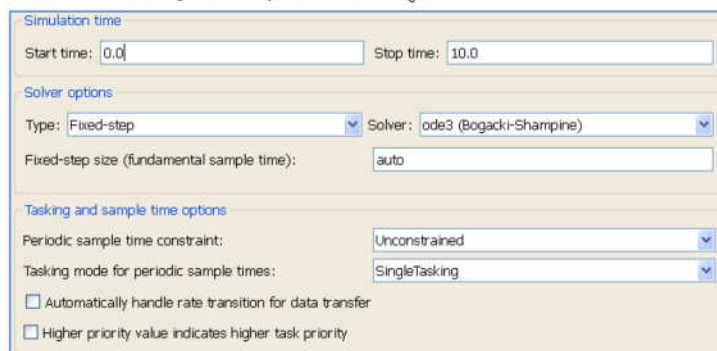
ขั้นตอนการทดลอง

- เขียน Simulink Model พร้อมกำหนดค่าต่างๆ ดังรูปข้างล่าง

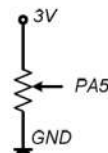




หมายเหตุ กำหนดให้ค่า Sample time ใน Block Target setup เท่ากับ  $1e-4$  ส่วน Block ที่เหลือ ให้เท่ากับ  $-1$

- Set ค่า Configuration parameter ดังรูป



- ต่อความต้านทานปรับค่าได้ (แบบ Volume Type B) ขนาด  $100\text{ k}\Omega$  เข้าที่ขั้ว 3V, ขั้ว GND และ PA5 ดังรูปข้างล่าง



- เสียบสาย USB เชื่อมต่อระหว่างบอร์ด STM32F4 Discovery กับคอมพิวเตอร์
- Save file ลงใน Folder ที่ต้องการ จากนั้นให้เปิด file นี้ใหม่อีกครั้ง จาก Current folder ใน MATLAB Window
- คลิก Update diagram  2 ครั้ง จากนั้นคลิก Incremental build  เพื่อให้โปรแกรมคอมไพล์และ Download ลงไปที่ บอร์ด STM32F4 Discovery
- หลังจากที่โปรแกรมทำการคอมไพล์เสร็จแล้ว ให้ปรับแรงดันที่ขั้ว PA5 ให้ได้  $0.75\text{ V}$ . ( $D = 0.25$ ) จากนั้นวัดรูปคลื่นแรงดันที่ขั้ว PB12 และ PB13 ของบอร์ด STM32F4 ด้วย Oscilloscope

8. แสดงรูปคลื่นแรงดันที่ขั้ว PB12 และ PB13 ที่วัดได้ พร้อมอธิบายโดยสังเขป

.....

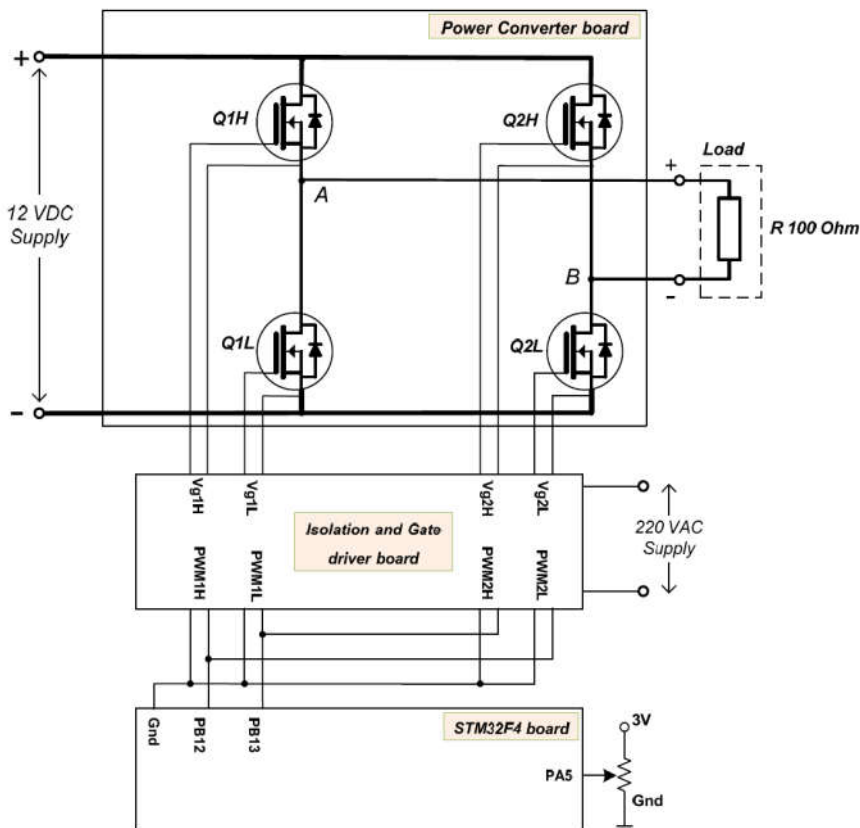
.....

.....

.....

.....

9. เชื่อมต่อสัญญาณจากบอร์ด STM32F4 ไปยังบอร์ด Isolator และบอร์ด Power Converter ดังรูปข้างล่าง โดยใช้สาย Jumper สำหรับการทดลอง ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้สอน (ทั้งนี้ให้พิจารณาวงจร Power Converter board และวงจร Isolation and Gate driver ในภาคผนวกด้วย)





## 1. 04-211-422 Electrical Power Systems and Protection Laboratory

## ใบงานที่ 1

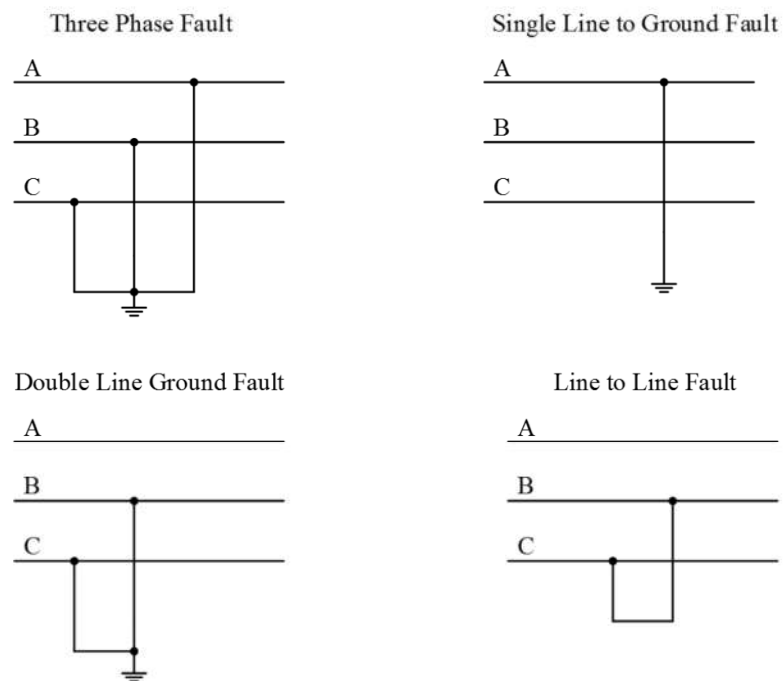
## ความผิดปกติในระบบไฟฟ้ากำลัง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้า
2. เพื่อศึกษาประเภท และคุณลักษณะของความผิดปกติชนิดต่างๆในระบบไฟฟ้า
3. เพื่อทดลองหาคุณลักษณะของความผิดปกติชนิดต่างๆในระบบไฟฟ้า
4. เพื่อฝึกทักษะในการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

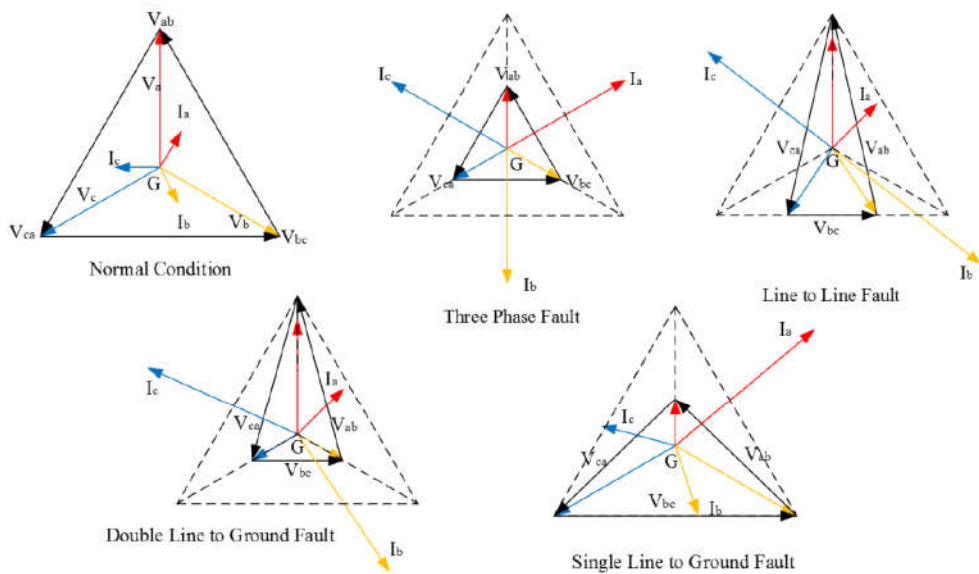
## ความรู้ทั่วไป

ความผิดปกติในระบบไฟฟ้าเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ฟ้าผ่า สภาพอากาศ การดำเนินชีวิตของสัตว์ การทำงานโดยประมาทของคน และการทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์ ความผิดปกติสามารถแบ่งเป็น ความผิดปกติแบบสมมาตร คือ การลัดวงจรแบบสามเฟส และความผิดปกติแบบไม่สมมาตร คือ การลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน การลัดวงจรแบบสองเฟสลงดิน การลัดวงจรระหว่างเฟส ลักษณะและการลัดวงจรแสดงดังรูปที่ 1.1 การเกิดความผิดปกติในแต่ละแบบสามารถส่งผลถึงขนาดและเฟสของแรงดันและกระแสได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 ลักษณะวงจรความผิดปกติทั้ง 4 แบบ



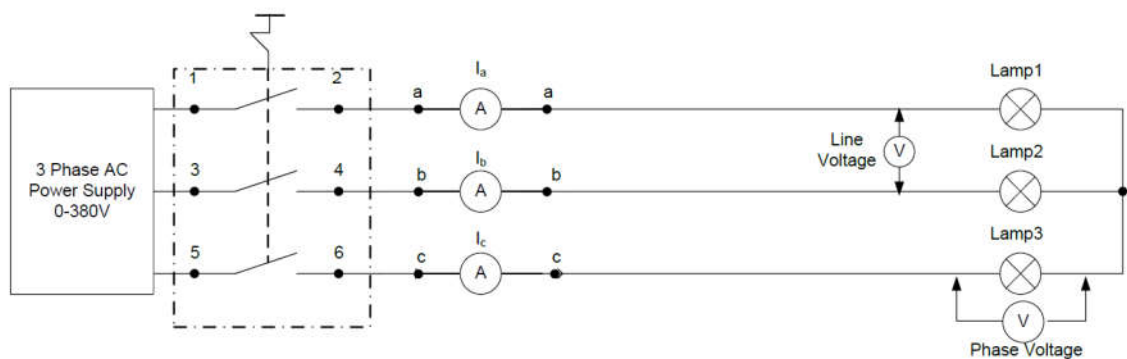


รูปที่ 1.2 เฟสเซอร์ของแรงดันและกระแสทั้ง 3 เฟสขณะเกิดความผิดปกติทั้ง 4 แบบ

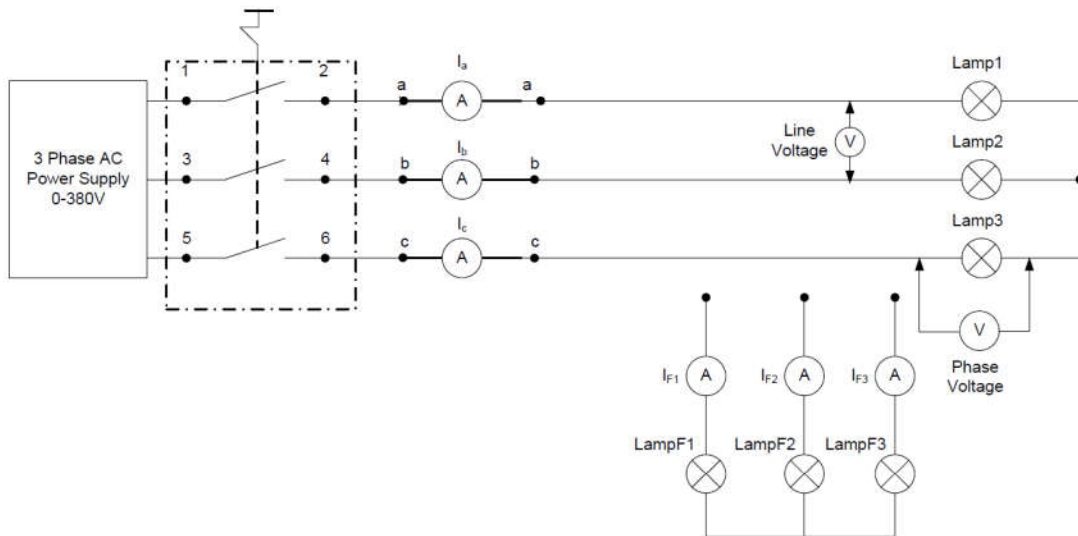
อุปกรณ์ในการทดลอง

- |                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 1. แผงหลอดไฟแบบ 3 หลอด    | 1 แผง     |
| 2. แผงหลอดไฟแบบ 5 หลอด    | 3 แผง     |
| 3. สวิตช์กำลัง            | 1 ตัว     |
| 4. แหล่งจ่ายไฟ 3 เฟส 450V | 1 เครื่อง |
| 5. Clamp multi-meter      | 1 เครื่อง |
| 6. สายต่อวงจร             |           |

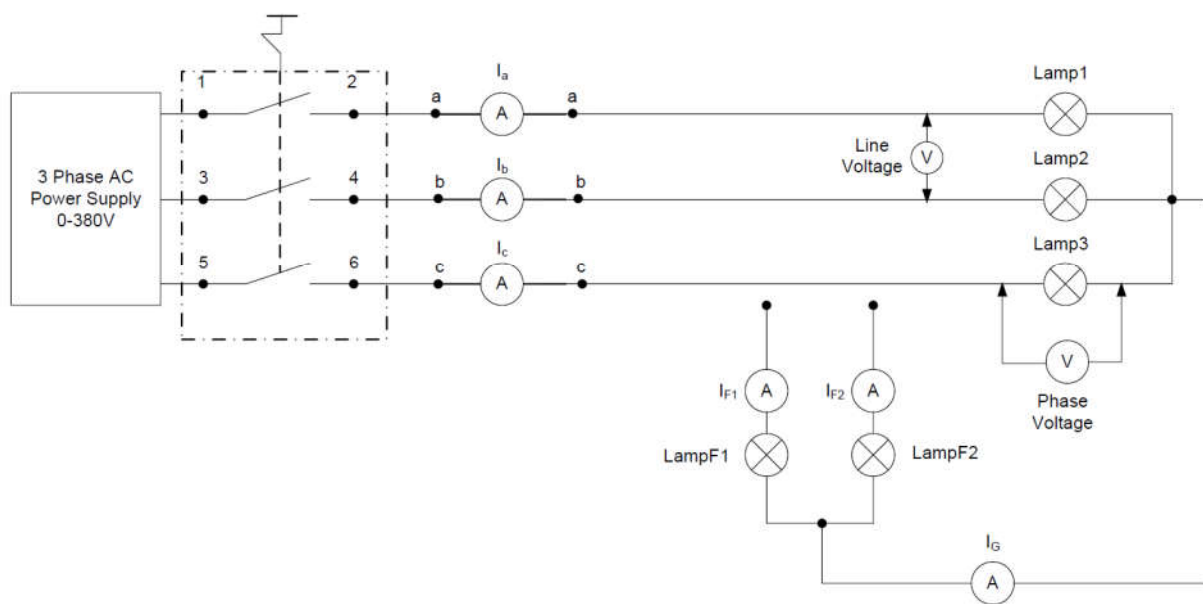
วงจรการทดลองการจำลองความผิดปกติในระบบไฟฟ้า 3 เฟส



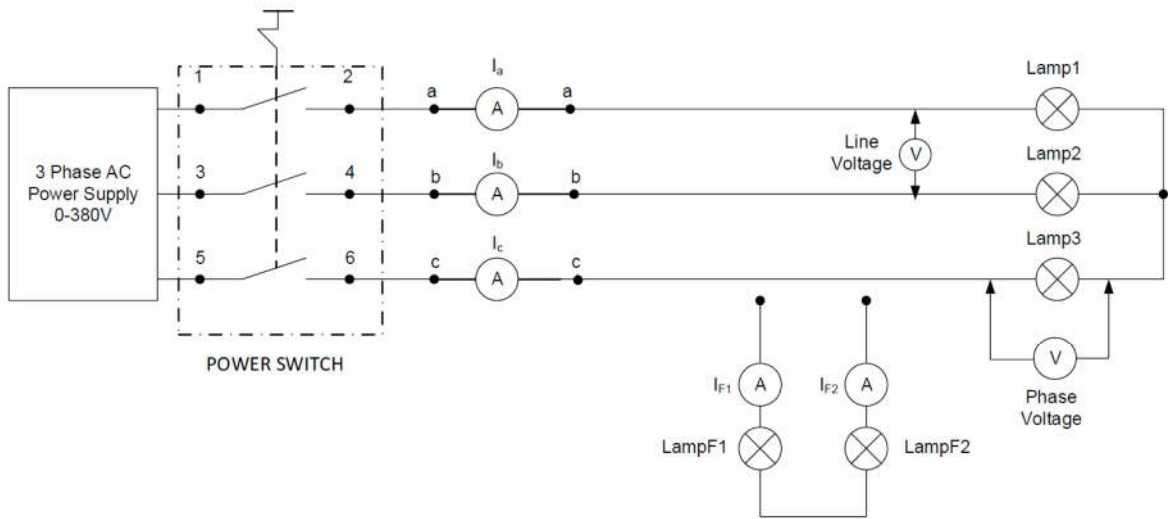
รูปที่ 1.3 วงจรการทดลองระบบสามเฟสในสภาวะปกติ(Normal Condition)



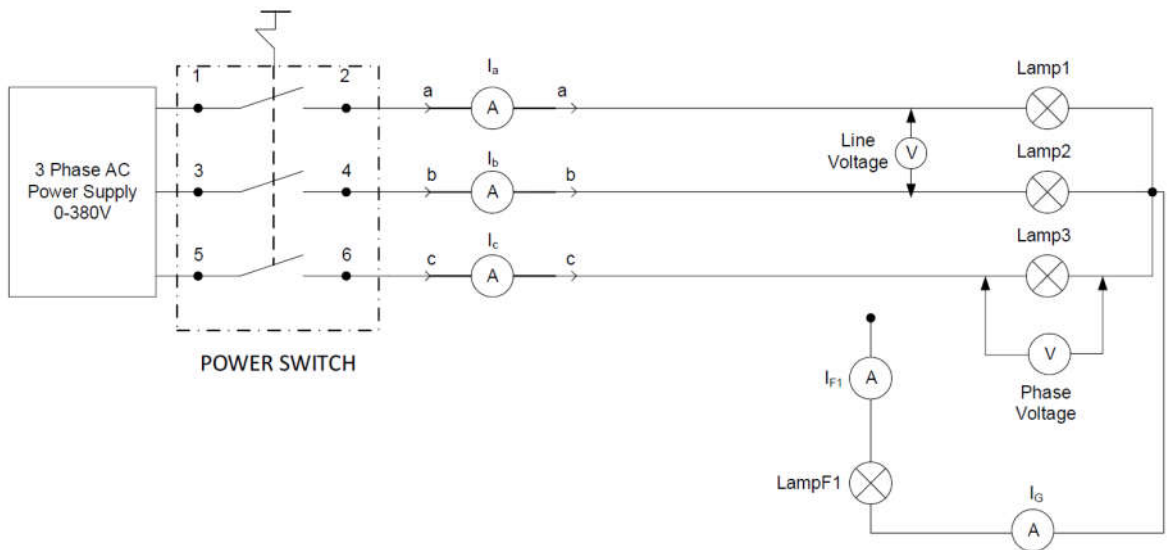
รูปที่1.4 วงจรการทดลองระบบสามเฟสในสภาวะเกิดความผิดปกติพร้อมแบบ3เฟส (3Phase Fault Condition)



รูปที่1.5 วงจรการทดลองระบบสามเฟสในสภาวะเกิดความผิดปกติพร้อมแบบ2เฟสลงดิน (Double Line to Ground Fault Condition)



รูปที่1.6 วงจรการทดลองระบบสามเฟสในสภาวะเกิดความผิดปกติพร้อมแบบ2เฟส ( Line to Line Fault Condition)



รูปที่1.7 วงจรการทดลองระบบสามเฟสในสภาวะเกิดความผิดปกติพร้อมแบบ1เฟสลงดิน (Single Line to Ground Fault Condition)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Condition	VOLTAGE @LOAD						CURRENT						
	Line Voltage (V)			Phase Voltage (V)			Phase Current (A)			Fault Current (A)			
	V <sub>ab</sub>	V <sub>bc</sub>	V <sub>ca</sub>	V <sub>an</sub>	V <sub>bn</sub>	V <sub>cn</sub>	I <sub>a</sub>	I <sub>b</sub>	I <sub>c</sub>	I <sub>F1</sub>	I <sub>F2</sub>	I <sub>F3</sub>	I <sub>G</sub>
Normal													
3PhFault													
L-LFault													
DBLGFault													
SLGFault													

หมายเหตุ: ค่าแรงดัน Line Voltage และ Phase Voltage ให้วัดด้านLoad เท่านั้น

คำถามท้ายการทดลอง

- ปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้ามีอะไรบ้าง
- สาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้ามีอะไรบ้าง ยกตัวอย่างจากเหตุการณ์จริง 1 ตัวอย่าง
- ความผิดปกติในระบบไฟฟ้าแบ่งได้เป็นกี่แบบ แต่ละแบบมีกี่ชนิด อะไรบ้าง และคุณลักษณะของแต่ละแบบและแต่ละชนิดเป็นอย่างไร บอกให้ครบทุกชนิด
- เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของแรงดันและกระแสในสภาวะความผิดปกติแต่ละชนิดให้ครบ ตามผลการทดลองที่ได้ โดยกำหนดอัตราส่วนความยาวของเฟสเซอร์ต่อขนาดแรงดันและขนาดกระแสที่วัดได้ให้เหมาะสม

## การทดลองที่ 2

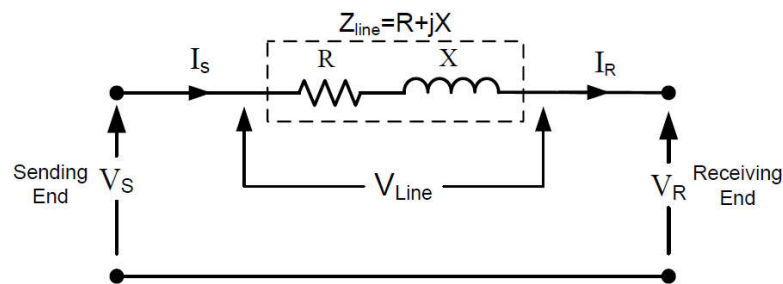
### แรงดันตก มุมเฟส และกำลังไฟฟ้าไหลในสายส่ง

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดแรงดันตกในสายส่ง
2. เพื่อวิเคราะห์หาค่ามุมเฟสระหว่างด้านส่งและด้านรับ
3. เพื่อฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า

#### ความรู้พื้นฐาน

แรงดันที่ด้านรับจะแตกต่างจากแรงดันด้านส่งในสถานะที่สายส่งมีโหลด หากมีการเพิ่มโหลดที่ต่ออยู่ปลายสายส่งจะทำให้แรงดันที่ปลายสายมีค่าลดลงทำให้จ่ายกำลังไฟฟ้าให้โหลดไม่เพียงพอ ซึ่งการลดลงของแรงดันที่ปลายสายเป็นผลจากการเกิดแรงดันตกในสายส่ง โดยจะเกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านอิมพีแดนซ์ในสายส่งทำให้เกิดแรงดันตกคร่อม ( $V_{line}$ ) ดังแสดงในรูปที่ 2.1

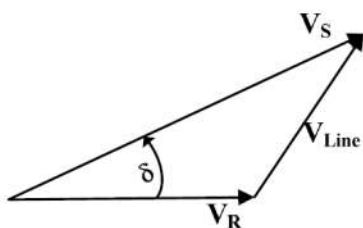


รูปที่ 2.1 แรงดันตกคร่อมที่เกิดในสายส่ง

จากรูปที่ 2.1 แรงดันตกคร่อม  $V_{line}$  เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลอิมพีแดนซ์ ( $Z_{line}$ ) ในสายส่งระยะสั้น ซึ่งจะสามารถหาได้จากสมการ

$$V_{line} = I_S(R + jX) \quad (2.1)$$

ผลของแรงดันตกในสายจะทำให้เฟสเซอร์ไดอะแกรมของแรงดันด้านส่งมีมุมต่างเฟสจากแรงดันด้านรับดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เฟสเซอร์ไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $V_S$ ,  $V_R$  และ  $V_{line}$

จากรูปที่ 2.2 แรงดัน  $V_{line}$  จะทำให้เกิดความต่างเฟสกันระหว่าง  $V_S$  และ  $V_R$  เป็นมุม  $\delta$  ซึ่งขนาดมุมนี้จะขึ้นอยู่กับค่า  $V_{line}$  เมื่อวิเคราะห์เฟสเซอร์โดยใช้พื้นฐานเรื่องเวกเตอร์ จะสามารถคำนวณหามุม  $\delta$  ได้จาก

$$\delta = \tan^{-1} \left[ \frac{V_{line} \sin \theta}{V_R + V_{line} \cos \theta} \right] \text{ (องศา)} \quad (2.2)$$

$$\text{เมื่อ } \theta = \cos^{-1} \left[ \frac{V_S^2 - V_R^2 - V_{line}^2}{2V_S V_R} \right] \text{ (องศา)} \quad (2.3)$$

$\theta$  คือ มุมต่างเฟสระหว่าง  $V_R$  และ  $V_{line}$

$\delta$  คือ มุมต่างเฟสระหว่าง  $V_R$  และ  $V_S$

$V_{line}$  คือ แรงดันตกคร่อมสายส่ง

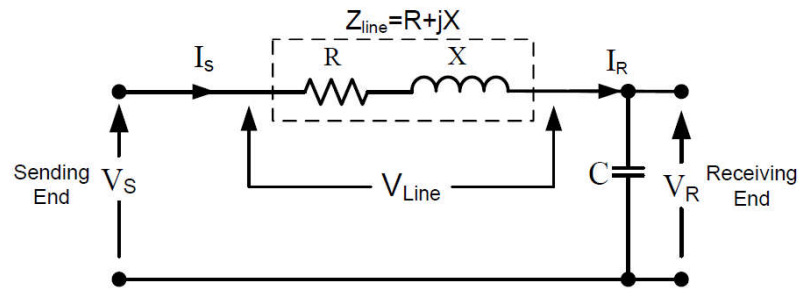
$V_S$  คือ แรงดันด้านส่ง (sending end voltage)

$V_R$  คือ แรงดันด้านรับ (receiving end voltage)

ซึ่งสูตรคำนวณหามุมเฟสนี้สามารถนำไปคำนวณหามุมเฟสระหว่างแรงดันด้านส่งและด้านรับของสายส่งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวได้

การแก้ไขปัญหาของแรงดันตกที่ปลายสายส่งนั้นในทางปฏิบัติจริงมีวิธีแก้ไขหลายวิธีเพื่อยกระดับแรงดันที่ปลายสาย เช่น การต่อคาปาซิเตอร์ การต่อซิงโครนัสคอนเดนเซอร์ การปรับเทปของหม้อแปลงในระบบส่งจ่าย การต่อ Static Var Generator (SVG) หรือ Static Synchronous Compensator (STATCOM) เข้าที่ปลาย

สาย เป็นต้น สำหรับการทดลองนี้จะนำเสนอในวิธีการต่อคาปาซิเตอร์เข้าที่ปลายสาย โดยการคุมค่าแรงดันด้วยวิธีนี้จะมีวงจรการต่อดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การต่อคาปาซิเตอร์ที่ปลายสายเพื่อยกระดับแรงดันที่ปลายสายส่ง

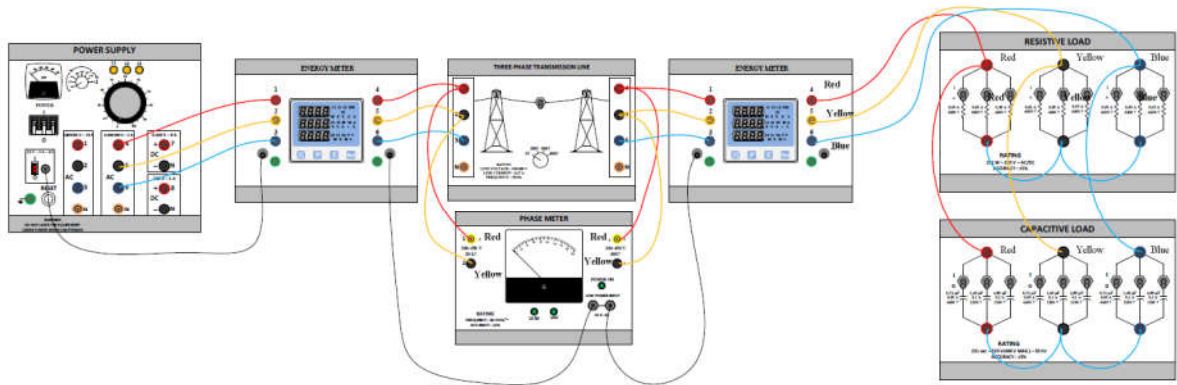
การยกระดับแรงดันด้วยวิธีนี้จะต่อคาปาซิเตอร์เข้าที่ปลายสายและปรับเลือกค่าจนวนกระทั่งแรงดันด้านรับใกล้เคียงแรงดันด้านส่ง ข้อดีที่ได้จากการยกระดับแรงดันคือทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ที่ปลายสายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดการสูญเสียในสาย

#### อุปกรณ์การทดลอง

- |                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 1. LONGTRANSMISSION LINE MODEL | 1 ชุด     |
| 2. RESISTIVE LOAD              | 1 ชุด     |
| 3. CAPACITIVE LOAD             | 1 ชุด     |
| 4. THREE PHASE POWER SUPPLY    | 1 เครื่อง |
| 5. ENERGY METER                | 2 เครื่อง |
| 6. PHASE METER                 | 1 เครื่อง |
| 7. CONNECTOR LEAD              |           |

ลำดับขั้นการทดลอง

2.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 2.4 โดยโหลดความต้านทานต่อแบบสตาร์และชุด transmission line model



รูปที่ 2.4 วงจรการทดลอง

2.2 เปิด Main circuit breaker ของแหล่งจ่ายไฟ และกดสวิตช์ START

2.3 วิธีบันทึกผลการทดลองจาก Energy Meter โดย

- อ่านแรงดันและกระแสให้บันทึกผลจากหน้าจอ ของการกดปุ่ม “SYS”
- อ่านกำลังไฟฟ้า P, Q และ S ให้บันทึกผลจากหน้าจอ ของการกดปุ่ม “P”

2.4 กดปุ่ม “SYS” ที่ มิเตอร์ P1และมิเตอร์ P2 เพื่อวัดค่าแรงดัน และกระแสของระบบ พร้อมบันทึกผล  
 แรงดันด้านส่ง( $V_s$ ) = .....V      แรงดันด้านรับ ( $V_R$ ) = .....V

กระแสด้านส่ง( $I_s$ ) = .....A      กระแสด้านรับ ( $I_R$ ) = .....A

2.5 บันทึกค่าแรงดันตกคร่อมสายส่ง( $V_{line}$ )ที่อ่านได้จาก Volt meter

$$V_{line} = \dots\dots\dots V$$

2.6 ป้อนโหลดความต้านทาน(Resistive Load) ให้กับระบบโดยปรับสวิตช์เลือกค่าของโหลดในแต่ละเฟสตามในตารางที่ 2.1พร้อมบันทึกผลการทดลอง





### คำถามท้ายการทดลอง

1. ปัจจัยใดที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแรงดันตกในสายส่ง

.....

.....

.....

.....

2. ค่ามุมต่างเฟส ( $\delta$ ) สัมพันธ์อย่างไรกับค่าแรงดันตกในสาย ( $V_{line}$ )

.....

.....

.....

.....

3. จากผลการทดลองในตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างระดับแรงดัน  $V_s$  และ  $V_r$  มีผลอย่างไรต่อ ค่ากำลังไฟฟ้รีแอกทีฟด้านส่ง ( $Q_s$ )

.....

.....

.....

.....

4. จากผลการทดลองในตารางที่ 2.1 และ 2.2 ค่ามุมเฟส ( $\delta$ ) สัมพันธ์กับค่ากำลังไฟฟ้าจริง ( $P_r$ ) อย่างไร

.....

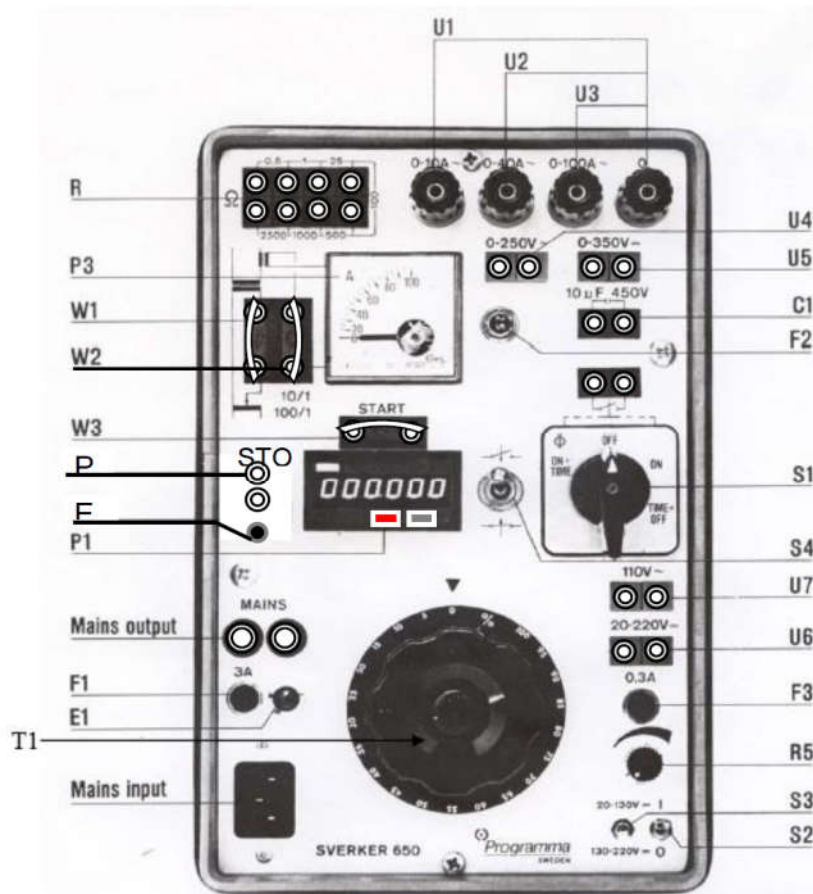
.....

.....

.....







รูปที่ 3.1 ด้านหน้าเครื่อง SVERKER650

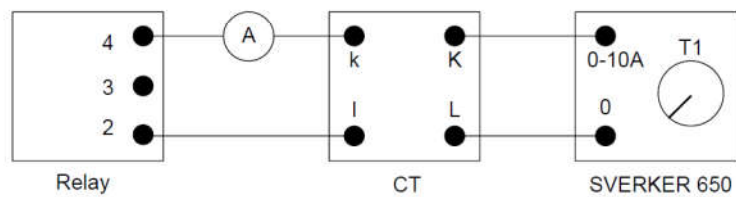




ตารางที่ 3.1 บันทึกค่ากระแสที่จ่ายจากเครื่อง SVERKER650

I (A)	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1(%)										

4. การวัดค่ากระแสทดสอบของรีเลย์กระแสเกินแบบงานหมุน ต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 จ่ายแรงดันเข้าเครื่อง SVERKER 650 เปิดสวิตช์ S1 ไปที่ตำแหน่ง ON หมุนปุ่ม T1 ให้ค่ากระแสที่แอมป์มิเตอร์อ่านค่าได้ตามตารางที่ 3.1 พร้อมบันทึกผล ของ T1



รูปที่ 3.5 รูปวงจรลำดับขั้นตอนการทดลอง ขั้นตอนที่4

ตารางที่ 3.2 บันทึกผลค่าตำแหน่งของT1 สำหรับทดสอบการทำงานแบบInverse time delay

I (A)	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1(%)										

5. ค่า%T1 ที่อ่านได้จากการทดลองในข้อ3 มีความแตกต่างจากการทดลองในข้อ 4 หรือไม่ ถ้าแตกต่างเพราะเหตุใดจงอธิบายเหตุผล

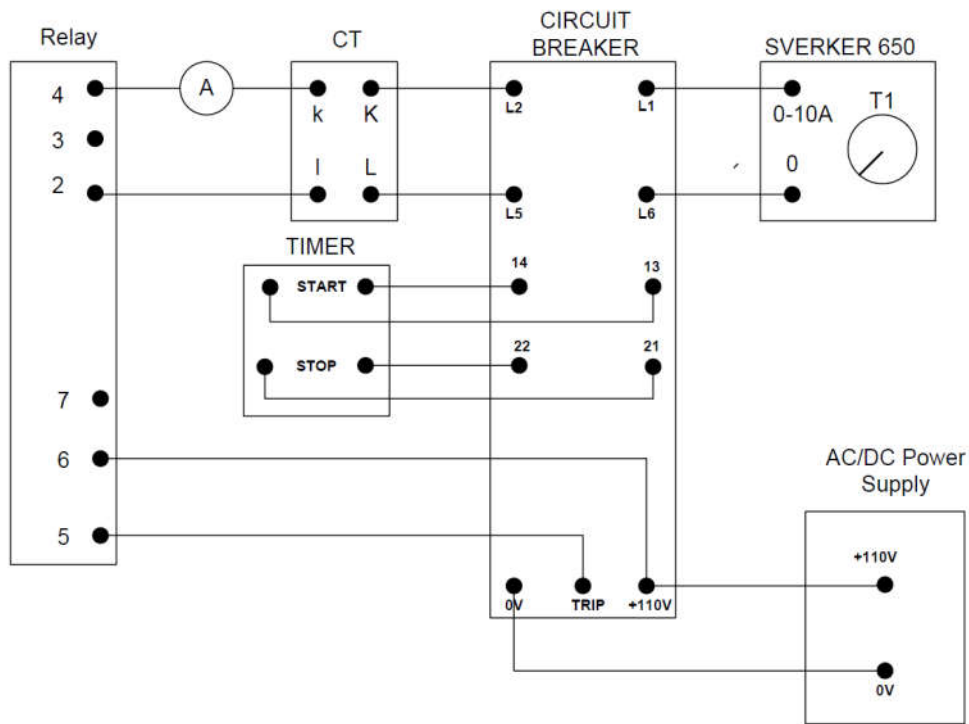
.....

.....

.....

6. ต่อวงจรทดลองดังรูปที่ 3.6 ปรับค่าPlug Setting หรือ Tap ของรีเลย์ให้มีค่าเป็น 2A และปรับค่า Time Dial Setting ของรีเลย์เป็น 10, เปิดสวิตช์แหล่งไฟ AC/DCสั่งเกตขณะเปิดแหล่งสั่งเกตไฟสีแดงที่ปุ่ม Off ของ Circuit Breaker จะสว่าง และเปิดสวิตช์ S1 ของเครื่อง SVERKER650 (ดูจากรูปที่3.1)





รูปที่ 3.3 วงจรการทดลองรีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบจานหมุน

7. กดปุ่มสวิตช์ ON ที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ จากนั้นปรับ T1 ของSVERKER650 ให้จนได้ค่ากระแสดังตารางที่ 3.3 สังเกตพฤติกรรมของจานหมุนขณะปรับค่ากระแส

ตารางที่3.3 การหาค่ากระแสเริ่มทำงานของรีเลย์แบบจานหมุน

I (A)	0	0.4	0.8	1.2	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1
พฤติกรรมของจานหมุน										

หลังจากปรับค่ากระแสตามตารางที่ 3.3 แล้ว ปรับค่า T1 ไปที่0%แล้วกดปุ่ม “OFF” ของCircuit Breaker และปิดสวิตช์ S1 ของSVERKER650 เมื่อปรับค่ากระแสตามตารางที่ 3.3 จานหมุนมีพฤติกรรมอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

8. ทดสอบหาค่าคุณลักษณะการทำงานแบบเวลาผกผันของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบจานหมุน ปรับค่าT1 ตามค่าในตารางที่ 3.2 จากนั้นเปิดเครื่องวัดเวลา (Timer) พร้อมปรับสวิตช์ STARTและSTOPไปตำแหน่งด้านบน เปิด

สวิตช์ S1 ไปที่ตำแหน่ง “ON” จากนั้นกดปุ่ม “ON” ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ สังเกตการทำงานของรีเลย์ รอจนกระทั่ง เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้วบันทึกค่าเวลาลงในตารางที่ 3.4 และนำค่าในตาราง วาดกราฟคุณลักษณะของรีเลย์บนพื้นกราฟที่กำหนดให้

ตารางที่ 3.4

I (A)	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I/tap										
T <sub>trip</sub> (S)										

9. ปรับค่า %T1 ตามตารางที่ 3.2 เพื่อให้ได้ค่ากระแส 2A แล้วกดRESET ที่ตัวจับเวลา ปรับสวิตช์ STOP ไปที่ตำแหน่งกลาง จากนั้นปลดสายต่อวงจรออกจากขั้ว START ทั้งสองเส้นและนำสายจากขั้ว STOP ทั้งสองเส้นมาต่อเข้ากับขั้วSTART (ขณะนี้จะไม่มีการต่อเข้าที่ขั้วSTOP) แล้วปลดสายหนึ่งเส้นออกจากขั้ว START

จากนั้นกดสวิตช์ “ON” ของเซอร์กิตเบรกเกอร์อีกครั้งพร้อมต่อสายที่ปลดไว้เข้าขั้วSTART เช่นเดิม รอจนกระทั่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริบ ขณะนี้ตัวจับเวลาจะเริ่มทำงานให้กดสวิตช์ STARTของตัวจับเวลาไปยังตำแหน่งกลาง พร้อมสังเกตการหมุนของจานหมุน เมื่อจานหยุดหมุนให้กดสวิตช์ STOP ของตัวจับเวลาลงหนึ่งครั้ง บันทึกผลเวลาที่ได้พร้อมอธิบายว่าค่าเวลาวัดได้แสดงสถานะใดของรีเลย์ หลังจากการทดลองขั้นตอนนี้ ปรับ T1 มาที่ตำแหน่ง 0% จากนั้นปิดสวิตช์ S1 ของ SVERKER650 ไปที่ ตำแหน่ง “OFF”

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองการทำงานของรีเลย์แบบทันทีทันใด

10. ปรับสวิตช์ START และ STOP ของตัวจับเวลาไปที่ตำแหน่งบน ต่อสายไฟจากขั้ว 13-14 และ 21-22 ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เข้าขั้ว STARTและ STOP ของตัวจับเวลาดังรูป 3.6 จากนั้นเปลี่ยนตำแหน่งสายต่อที่ขั้ว 4 ของรีเลย์ เป็นขั้ว 3 และเปลี่ยนจากขั้ว 6 เป็นขั้ว 7 ปรับค่ากระแสของการทำงานแบบ Instantaneous ไปที่ 10 A จากนั้นเปิดสวิตช์ S1 ของSVERKERไปที่ตำแหน่ง “ON” กดสวิตช์ “ON” ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วปรับค่า %T1 เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งรีเลย์ทำงานสั่งทริบเซอร์กิตเบรกเกอร์ ปิดสวิตช์ S1 ของSVERKER บันทึกผลค่ากระแสและค่า %T1 ที่ได้และอธิบายพฤติกรรมของรีเลย์

%T1=.....A                    I=.....A                    I/tap=.....A



พื้นที่วาดกราฟแสดงคุณลักษณะการทำงานของรีเลย์

