

**หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560**

### ชื่อหลักสูตร

ภาษาไทย: หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า  
ภาษาอังกฤษ: Master of Engineering Program in Electrical Engineering

### ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็ม: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)  
Master of Engineering (Electrical Engineering)  
ชื่อย่อ: วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า)  
M.Eng. (Electrical Engineering)

### หลักสูตร

#### แผน ก แบบ ก 2

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร	ไม่น้อยกว่า	36	หน่วยกิต
ก. วิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	24	หน่วยกิต
- สัมมนา		2	หน่วยกิต
- วิชาเอกบังคับ		3	หน่วยกิต
- วิชาเอกเลือก	ไม่น้อยกว่า	19	หน่วยกิต
ข. วิทยานิพนธ์	ไม่น้อยกว่า	12	หน่วยกิต

#### รายวิชา

ก. รายวิชาเอก	ไม่น้อยกว่า	24	หน่วยกิต
- สัมมนา		2	หน่วยกิต
01205697 สัมมนา		1,1	
(Seminar)			

-	<b>วิชาเอกบังคับ</b>	<b>3 หน่วยกิต</b>
01205591	ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า I (Research Methodology in Electrical Engineering I)	1 (1-0-2)
01205592	ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า II (Research Methodology in Electrical Engineering II)	1 (1-0-2)
01205593	ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า III (Research Methodology in Electrical Engineering III)	1 (1-0-2)
-	<b>วิชาเอกเลือก</b>	<b>ไม่น้อยกว่า 19 หน่วยกิต</b>
	ให้เลือกรียนไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิตจากรายวิชาต่อไปนี้	
01205511	พีชคณิตเชิงเส้นสำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า (Linear Algebra for Electrical Engineering)	3 (3-0-6)
01205512	กระบวนการสโตแคสติก (Stochastic Processes)	3 (3-0-6)
01205514	ทฤษฎีการประมวลสัญญาณ (Signal Processing Theory)	3 (3-0-6)
01205521	ระบบสื่อสารดิจิทัล (Digital Communications Systems)	3 (3-0-6)
01205531	การออกแบบระบบดิจิทัล (Digital System Design)	3 (3-0-6)
01205551	ผลตอบชั่วคราวของระบบกำลัง (Power System Transients)	3 (3-0-6)
01205561	ระบบพลวัตและการควบคุม (Dynamical Systems and Control)	3 (3-0-6)
01205568	ทฤษฎีและการออกแบบหุ่นยนต์ (Robotic Theory and Design)	3 (3-0-6)
	<b>และเลือกรียนจากรายวิชาในกลุ่มต่างๆต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 16 หน่วยกิต</b>	
-	<b>กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้าและการประมวลสัญญาณ</b>	
01205511	พีชคณิตเชิงเส้นสำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า (Linear Algebra for Electrical Engineering)	3 (3-0-6)
01205512	กระบวนการสโตแคสติก (Stochastic Processes)	3 (3-0-6)

01205513	การวิเคราะห์เชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรไฟฟ้า (Numerical Analysis for Electrical Engineers)	3 (3-0-6)
01205514	ทฤษฎีการประมวลสัญญาณ (Signal Processing Theory)	3 (3-0-6)
01205515	การประมวลภาพและการแทน (Image Processing and Representation)	3 (3-0-6)
01205516	วิทัศน์คอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์ (Computer and Robot Vision)	3 (3-0-6)
01205517	การรับรู้ระยะไกลและการแปลความหมาย (Remote Sensing and Interpretation)	3 (3-0-6)
01205518	หลักการเรียนรู้ของเครื่องและการประยุกต์ใช้ (Principle of Machine Learning and its Applications)	3 (3-0-6)
01205519	การรู้จำแบบรูป (Pattern Recognition)	3 (3-0-6)
<b>- กลุ่มวิชาสื่อสาร</b>		
01205521	ระบบสื่อสารดิจิทัล (Digital Communications Systems)	3 (3-0-6)
01205522	การตรวจจับและประมาณค่าสัญญาณ (Signal Detection and Estimation)	3 (3-0-6)
01205523	ทฤษฎีสารสนเทศและการเข้ารหัส (Information Theory and Coding)	3 (3-0-6)
01205524	ทฤษฎีการเข้ารหัสแหล่งกำเนิดและการบีบอัด ข้อมูล (Source Coding Theory and Data Compression)	3 (3-0-6)
01205525	ทฤษฎีการเข้ารหัสช่องสัญญาณ (Channel Coding Theory)	3 (3-0-6)
01205526	การสื่อสารไร้สายหลายผู้ใช้ (Multiuser Wireless Communications)	3 (3-0-6)
01205527	เครือข่ายสื่อสารข้อมูล (Data Communication Networks)	3 (3-0-6)

01205528 การออกแบบระบบสื่อสารไร้สาย 3 (3-0-6)  
(Wireless Communication System Design)

01205529 เครือข่ายตัวรับรู้ไร้สาย 3 (3-0-6)  
(Wireless Sensor Networks)

**- กลุ่มวิชาอิเล็กทรอนิกส์**

01205531 การออกแบบระบบดิจิทัล 3 (3-0-6)  
(Digital System Design)

01205532 การออกแบบวงจรรวมสัญญาณผสม 3 (3-0-6)  
(Mixed-Signal Integrated Circuit Design)

01205533 การออกแบบวงจรรวมดิจิทัล 3 (3-0-6)  
(Digital Integrated Circuit Design)

01205534 ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค 3 (3-0-6)  
(Microelectromechanical Systems)

01205535 เทคโนโลยีตัวรับรู้ 3 (3-0-6)  
(Sensor Technology)

01205536 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แสง 3 (3-0-6)  
(Optoelectronic Devices)

01205537 เทคโนโลยีอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ 3 (3-0-6)  
(Semiconductor Device Technology)

01205538 เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ 3 (3-0-6)  
(Solar Cells Technology)

01205539 การออกแบบวงจรรวมความถี่คลื่นวิทยุ 3 (3-0-6)  
(Radio Frequency Integrated Circuit Design)

**- กลุ่มวิชาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์**

01205541 ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าขั้นสูง 3(3-0-6)  
(Advanced Electromagnetic Theory)

01205542 ทฤษฎีและการออกแบบสายอากาศ 3(3-0-6)  
(Antenna Theory and Design)

01205543 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเชิงคำนวณ 3(3-0-6)  
(Computational Electromagnetics)

01205544	การออกแบบวงจรไมโครเวฟ (Microwave Circuit Design)	3(3-0-6)
01205545	ปริภูมิฮิลเบิร์ตเบื้องต้นและการประยุกต์ Introduction to Hilbert Space and Applications	3(3-0-6)
01205546	การสร้างแบบจำลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electron Device Modeling)	3 (3-0-6)
01205547	เทคโนโลยีและอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronic Devices and Technologies)	3 (3-0-6)
01205548	อิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กและแสงในวัสดุและ อุปกรณ์ (Electronic, Magnetic, and Optical Materials and Devices)	3 (3-0-6)
01205549	การออกแบบและบูรณาการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronics Design and Integration)	3 (3-0-6)
<b>- กลุ่มวิชาการระบบกำลัง</b>		
01205551	ผลตอบชั่วคราวของระบบกำลัง (Power System Transients)	3 (3-0-6)
01205552	เสถียรภาพของระบบกำลัง (Power System Stability)	3 (3-0-6)
01205553	การปฏิบัติงานและการควบคุมระบบกำลัง (Power System Operation and Control)	3 (3-0-6)
01205554	วิศวกรรมการป้องกันระบบกำลัง (Power System Protection Engineering)	3 (3-0-6)
01205555	หลักการโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Principles of Smart Grid)	3 (3-0-6)
01205556	ระเบียบวิธีใช้คอมพิวเตอร์ในระบบกำลัง (Computer Methods in Power System)	3 (3-0-6)
01205557	วิศวกรรมคุณภาพของระบบกำลัง (Power System Quality Engineering)	3 (3-0-6)
01205558	การวางแผนระบบกำลัง (Power Systems Planning)	3 (3-0-6)

01205559 การดำเนินงานทางเศรษฐศาสตร์ของระบบกำลัง  
(Economic Operation for Power Systems) 3 (3-0-6)

**- กลุ่มวิชาควบคุมและหุ่นยนต์**

01205561 ระบบพลวัตและการควบคุม  
(Dynamical Systems and Control) 3 (3-0-6)

01205562 การควบคุมดิจิทัลของระบบพลวัต  
(Digital Control of Dynamic Systems) 3 (3-0-6)

01205563 ระบบควบคุมไม่เชิงเส้น  
(Nonlinear Control Systems) 3 (3-0-6)

01205564 การควบคุมเหมาะสมที่สุด  
(Optimum Control) 3 (3-0-6)

01205565 การควบคุมอัจฉริยะ  
(Intelligent Control) 3 (3-0-6)

01205566 การควบคุมทนทาน  
(Robust Control) 3 (3-0-6)

01205567 ระบบปฏิสัมพันธ์มนุษย์กับหุ่นยนต์  
(Human-Robot Interaction System) 3 (3-0-6)

01205568 ทฤษฎีและการออกแบบหุ่นยนต์  
(Robotic Theory and Design) 3 (3-0-6)

**- กลุ่มวิชาการแปลงผันพลังงานและพลวัตของระบบกำลัง**

01205571 พลวัตของเครื่องจักรกลไฟฟ้า  
(Dynamics of Electrical Machines) 3 (3-0-6)

01205572 เครื่องแปลงผันกำลังสามเฟส  
(Three-Phase Power Converters) 3 (3-0-6)

01205573 เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนและผู้ผลิตไฟฟ้าย่อย  
(Renewable Energy Technology and Small Power Producers) 3 (3-0-6)

01205574 ระบบส่งและจำหน่ายกำลังไฟฟ้าแบบปรับตัวได้  
(Flexible Power Transmission and Distribution System) 3 (3-0-6)

01205575	การวิเคราะห์ฟอลต์ที่ไม่สมดุล (Unbalanced Faults Analysis)	3 (3-0-6)
01205576	วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงขั้นสูง (Advanced High Voltage Engineering)	3 (3-0-6)
01205577	การผลิตกำลังไฟฟ้าแบบกระจายและการสะสม พลังงาน (Distributed Generation and Energy Storage)	3 (3-0-6)
01205578	ความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายกำลัง (Power Distribution System Reliability)	3 (3-0-6)
01205579	องค์ประกอบของโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและ วิธีการควบคุมขั้นสูง (Smart Grid Components and Advanced Control Method)	3 (3-0-6)

**- กลุ่มวิชาด้านไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ**

01205581	สถาปัตยกรรมระบบคอมพิวเตอร์ (Computer System Architecture)	3 (3-0-6)
01205582	เครือข่ายสื่อสารและคอมพิวเตอร์สำหรับ ระบบกำลัง (Computer and Communication Network for Power Systems)	3 (3-0-6)
01205583	การพัฒนาแอปพลิเคชัน (Application Development)	3 (3-0-6)
01205584	การทำเหมืองข้อมูลสำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า (Data Mining for Electrical Engineering)	3 (3-0-6)
01205585	คลังข้อมูลและการสร้างแบบจำลองข้อมูล สำหรับการบริหารทรัพย์สิน (Data Warehouse and Data Modeling for Asset)	3 (3-0-6)
01205586	การแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติทางวิศวกรรมไฟฟ้า (Practical Problem Solving in Electrical Engineering)	4 (1-9-7)
01205587	การออกแบบและหลักการเครื่องมือวัดทางชีว การแพทย์ (Biomedical Instrumentation and Design)	3 (3-0-6)

01205588	การออกแบบระบบไบโอเมตริก (Biometric System Design)	3 (3-0-6)
01205589	การบูรณาการและการจัดการโครงข่ายไฟฟ้า อัจฉริยะ (Smart Grid Integration and Management)	3 (3-0-6)
<b>- กลุ่มวิชาการวิจัย เรื่องเฉพาะทาง และปัญหาพิเศษ</b>		
01205596	เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมไฟฟ้า (Selected Topic in Electrical Engineering)	3 (3-0-6)
01205598	ปัญหาพิเศษ (Special Problems)	1-3
<b>ข. วิทยานิพนธ์</b>		<b>ไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต</b>
01205599	วิทยานิพนธ์ (Thesis)	1-12



## ตัวอย่างแผนการศึกษา

แผน ก แบบ ก 2

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205591 ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า I	1 (1-0-2)
01205597 สัมมนา	1
วิชาเอกเลือก	<u>9 ( - - )</u>
<b>รวม</b>	<b><u>11 ( - - )</u></b>

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205592 ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า II	1 (1-0-2)
01205597 สัมมนา	1
วิชาเอกเลือก	<u>7 ( - - )</u>
<b>รวม</b>	<b><u>9 ( - - )</u></b>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205599 วิทยานิพนธ์	6
วิชาเอกเลือก	<u>3 ( - - )</u>
<b>รวม</b>	<b><u>9 ( - - )</u></b>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205593 ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า III	1 (1-0-2)
01205599 วิทยานิพนธ์	<u>6</u>
<b>รวม</b>	<b><u>7 ( - - )</u></b>

## คำอธิบายรายวิชา

01205511 พีชคณิตเชิงเส้นสำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า 3(3-0-6)

### (Linear Algebra for Electrical Engineering)

การทบทวนพื้นฐานของพีชคณิตเชิงเส้น เวกเตอร์ เมทริกซ์ ระบบสมการเชิงเส้น ความเป็นอิสระเชิงเส้น ฐานหลัก การแปลงเชิงเส้น ตัวกำหนด ค่าลักษณะเฉพาะ ปริภูมิผลคูณภายใน ปริภูมิฮิลเบิร์ต การฉายเชิงตั้งฉาก กำลังสองที่น้อยที่สุด ความคล้ายคลึงแบบยูนิแทรี ทฤษฎีสเปกตรัม เมทริกซ์เอร์มีเซียนและเมทริกซ์บวกแน่นอน เมทริกซ์เชิงสุ่ม วิธีเชิงตัวเลขสำหรับระบบเชิงเส้น การประยุกต์ต่อวิศวกรรมไฟฟ้า

Review of basic linear algebra: vectors, matrices, system of linear equations. Linear independence. Bases. Linear Transformation. Determinant. Eigenvalues. Inner product spaces. Hilbert space. Orthogonal projection. Least squares. Unitary similarity. Spectral theory. Hermitian and positive definite matrices. Stochastic matrices. Numerical methods for linear systems. Applications to electrical engineering.

01205512 กระบวนการสโตแคสติก 3(3-0-6)

### (Stochastic Processes)

นิยามของกระบวนการสโตแคสติก ทฤษฎีโมเมนต์ที่สอง การแปลงเชิงเส้น การทดสอบสมมติฐาน การประมาณค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุดเชิงเส้น แคลคูลัสกำลังสองเฉลี่ย ภาวะต่อเนื่องกำลังสองเฉลี่ย การหาอนุพันธ์และการหาปริพันธ์ได้ กระบวนการสุ่มเออร์годิก ลักษณะเฉพาะเชิงสเปกตรัมของกระบวนการสุ่ม การกระจายแบบคาร์ฮูเนน-โลฟ กระบวนการคงที่เชิงกว้าง กระบวนการเกาส์เซียน คุณสมบัติมาร์คอฟ กระบวนการปัวซอง

Definition of stochastic processes. Second moment theory. Linear transformation. Hypothesis testing. Linear minimum mean square error estimation. Mean square calculus. Mean square continuity. Differentiability and integrability. Ergodicity. Spectral characteristics of random processes. Karhunen-Loeve expansions. Wide sense stationary processes. Gaussian processes. Markov property. Poisson processes.

**01205513 การวิเคราะห์เชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรไฟฟ้า 3(3-0-6)**

**(Numerical Analysis for Electrical Engineers)**

การวิเคราะห์ค่าคลาดเคลื่อน รากของสมการ ผลเฉลยของสมการพีชคณิตเชิงเส้น การหาค่าเหมาะที่สุดของฟังก์ชันซึ่งไม่มีข้อจำกัดของตัวแปรเชิงเดียวหรือหลายมิติ การปรับเส้นโค้ง การประมาณค่าในช่วง การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ

Error analysis. Root of equation. Solution of linear algebra equation. Optimization of an unconstrained function of a single or multidimensional variables. Curve fitting. Interpolation. Numerical integration. Solution of ordinary differential equation.

**01205514 ทฤษฎีการประมวลสัญญาณ 3(3-0-6)**

**(Signal Processing Theory)**

ทฤษฎีของสัญญาณ ปริภูมิสัญญาณ เซตฐานหลัก การแทนสัญญาณ ผลการแปลงซี ผลการแปลงฟูเรียร์ การชักตัวอย่างและการสร้างใหม่ การประมวลสัญญาณสโตแคสติก การวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนเวลาและความถี่ ผลการแปลงเวฟเล็ต ระบบหลายอัตรา ตัวกรองดิจิทัล เรื่องเฉพาะทางการประยุกต์การประมวลสัญญาณ

Theory of signals. Signal spaces. Basis sets. Signal representation. Z transform. Fourier transform. Sampling and reconstruction. Stochastic signal processing. Signal analysis in time-frequency domain. Wavelet transform. Multirate systems. Digital filters. Selected topics in signal processing applications.

**01205515 การประมวลภาพและการแทน 3(3-0-6)**

**(Image Processing and Representation)**

การแทนภาพ การแปลงภาพ การวิเคราะห์ภาพ การประมวลภาพ การแบ่งเป็นส่วน การแทนด้วยรูปร่างลักษณะ การดึงลักษณะเด่น การเลือกลักษณะเด่น การรู้จำแบบรูปเบื้องต้น

Image representation. Image transforms. Image analysis. Image processing. Segmentation. Shape representation. Feature extraction. Feature selection. Introduction to pattern recognition.

**01205516    วิชาทัศน์คอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์    3(3-0-6)**  
**(Computer and Robot Vision)**

วิชาทัศน์คอมพิวเตอร์ แบบจำลองสี การเทียบมาตรฐานกล้อง การแปลงภาพ เรขาคณิตเชิงการฉายภาพทัศนมิติ การเทียบมาตรฐานระหว่างกล้องกับตัวรับรู้สามมิติ/ตัวรับรู้ทิศทาง/ไลดาร์ วิชาทัศน์สเตอริโอ การรังวัดด้วยภาพเชิงวิเคราะห์ การประมาณท่าทาง การเคลื่อนไหวและโครงสร้างพื้นผิวจากลำดับวิดีโอ วิชาหุ่นยนต์

Computer vision. Color model. Camera calibration. Image transformation. Perspective projective geometry. Calibration between camera and 3D sensor/orientation sensor/LiDAR. Stereo vision. Analytic photogrammetry. Pose estimation. Motion and surface structure from video sequences. Robot vision.

**01205517    การรับรู้ระยะไกลและการแปลความหมาย    3(3-0-6)**  
**(Remote Sensing and Interpretation)**

แนวความคิดและพื้นฐานของการรับรู้ระยะไกล ส่วนย่อยของระบบการถ่ายภาพ การรับรู้แบบหลายช่วงคลื่น แบบใช้ข้อมูลภูมิ และแบบไฮเปอร์สเปกตรัล ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก การประมวลผลภาพดิจิทัล การรับรู้ด้วยไมโครเวฟ การจำแนกวัตถุ การแปลงภาพ การลดลักษณะเด่น การลงทะเบียน

Concepts and foundations of remote sensing. Elements of photographic systems. Multispectral, thermal, and hyperspectral sensing. Earth resource satellites. Digital image processing. Microwave sensing. Object classification. Image transformation. Feature reduction. Registration.

**01205518    หลักการเรียนรู้ของเครื่องและการประยุกต์ใช้    3(3-0-6)**  
**(Principle of Machine Learning and its Applications)**

หลักการเรียนรู้ ทบทวนการเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอนและไม่มีผู้ฝึกสอน แบบจำลองเชิงเส้นสำหรับการถดถอยและการจำแนก แบบจำลองไม่เชิงเส้นสำหรับการจำแนก ทฤษฎีการเรียนรู้ การประเมินแบบจำลองและการเลือกแบบจำลอง กลวิธีการดึงลักษณะเด่น การแทนลักษณะเด่นขั้นสูง ข้อเสนอแนะสำหรับการใช้การเรียนรู้ของเครื่องและการประยุกต์ใช้

Learning principle. Reviews of supervised learning and unsupervised learning. Linear models for regression and classification. Nonlinear models for classification. Learning theory. Model assessment and model selection. Feature extraction techniques. High-level feature representation. Advice for applying machine learning and its applications.

**01205519 การรู้จำแบบรูป** **3(3-0-6)**  
**(Pattern Recognition)**

ทฤษฎีการตัดสินใจของเบย์ ดิสคริมิแนนต์ฟังก์ชัน พื้นผิวการตัดสินใจ การจำแนกเบย์สำหรับการแจกแจงปกติ การประมาณพารามิเตอร์สถิติ การประมาณแบบไม่มีพารามิเตอร์ การลดมิติ การวัดการแยกคลาส การเลือกลักษณะเด่น ดิสคริมิแนนต์ฟังก์ชันเชิงเส้น เครื่องจักรเวกเตอร์สนับสนุน เครือข่ายประสาทเทียมหลายชั้น เครือข่ายอื่นๆ การเรียนรู้เชิงลึก การรวมกันของตัวจำแนก การเข้าสู่แบกกิง และบูสติง การเรียนรู้แบบไม่กำกับดูแล ไม่มีพารามิเตอร์ การจัดกลุ่มเชิงลำดับ การจัดกลุ่มเชิงลำดับชั้น เทคนิคการหาค่าเหมาะที่สุด

Bayesian decision theory. Discriminant function. decision surface. Bayesian classification for normal distributions. Statistic parameter estimation. Nonparametric estimation. dimensionality reduction. Class separability measures, Feature selection, Linear discriminant functions. Support vector machines. Multi-layer neural networks. Other networks. Deep learning. Combining classifiers. Bagging and boosting approaches. Nonparametric unsupervised learning. Sequential clustering. Hierarchical clustering. Optimization techniques.

**01205521 ระบบสื่อสารดิจิทัล** **3(3-0-6)**  
**(Digital Communications Systems)**

ระบบสื่อสารดิจิทัล การถ่วงดุลระหว่างกำลังและแบนด์วิดท์ในระบบสื่อสาร การเข้ารหัสแหล่งกำเนิด ความน่าจะเป็นและกระบวนการเฟ้นสุ่ม การแทนสัญญาณและระบบแบบผ่านแถบ สัญญาณที่ถูกกล้ำแบบดิจิทัล ตัวรับที่เหมาะสมที่สุด ทฤษฎีสารสนเทศ ความจุช่องสัญญาณ การสื่อสารที่เชื่อถือได้ การเข้ารหัสช่องสัญญาณ

Digital communication systems. Tradeoff between power and bandwidth in communication systems. Source coding. Probability and stochastic processes. Representations of band-pass signals and systems. Digital modulated signal. Optimum receiver. Information theory. Channel capacity. Reliable data communications. Basic channel coding.

**01205522 การตรวจจับและประมาณค่าสัญญาณ** **3(3-0-6)**  
**(Signal Detection and Estimation)**

ทฤษฎีการตรวจจับสัญญาณ การตรวจสอบสมมติฐาน บรรทัดฐานของการตัดสินใจ ความน่าจะเป็นของความผิดพลาด เครื่องรับแบบสหสัมพันธ์ เครื่องรับแบบวงจรรองแมตซ์ เครื่องรับแบบร่วมนัยและแบบไม่ร่วมนัย ทฤษฎีการประมาณค่าสัญญาณ แบบจำลองเชิงเส้น การประมาณค่าแบบความน่าจะเป็นจริงสูงสุด การประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด วงจรรองวินเนอร์ วงจรรองแบบปรับตัว ตัวกรองคาลมาน เรื่องเฉพาะทางการตรวจจับและประมาณค่าสัญญาณ

Signal detection theory. Hypothesis testing. Decision criteria. Probability of error. Correlation receiver. Matched filter receiver. Coherent and non-coherent receiver. Estimation theory. Linear model. Maximum likelihood estimation. Least square estimation. Wiener filter. Adaptive filter. Kalman filter. Selected topics in signal detection and estimation.

**01205523 ทฤษฎีสารสนเทศและการเข้ารหัส 3(3-0-6)**  
**(Information Theory and Coding)**

ทบทวนคณิตศาสตร์พื้นฐาน เอนโทรปีและเอนโทรปีสัมพัทธ์ สารสนเทศร่วม สมบัติการแบ่งเท่าเชิงเส้นกำกับ อัตราเอนโทรปีของกระบวนการเฟ้นสุ่ม การเข้ารหัสแหล่งกำเนิด ความจุช่องส่งสัญญาณ เอนโทรปีเชิงอนุพันธ์ ช่องสัญญาณแบบเกาส์ การเข้ารหัสช่องสัญญาณ ทฤษฎีอัตราความเพี้ยน ทฤษฎีสารสนเทศช่วยงาน

Basic mathematical review. Entropy and relative entropy. Mutual information. Asymptotic equipartition property. Entropy rates of a stochastic process. Source coding. Channel capacity. Differential entropy. Gaussian channel. Channel coding. Rate distortion theory. Network information theory.

**01205524 ทฤษฎีการเข้ารหัสแหล่งกำเนิดและการบีบอัดข้อมูล 3(3-0-6)**  
**(Source Coding Theory and Data Compression)**

ทฤษฎีสารสนเทศเบื้องต้นสำหรับการบีบอัดแบบคงสัญญาณ การเข้ารหัสแบบฮัฟแมน การเข้ารหัสเลขคณิต รหัสโกลอมบ์ เทคนิคการเข้ารหัสแบบพจนานุกรม การเข้ารหัสแบบทำนาย ทฤษฎีสารสนเทศเบื้องต้นสำหรับการบีบอัดแบบคงสัญญาณหลัก การแบ่งนับแบบสเกลาร์ การแบ่งนับแบบเวกเตอร์ การเข้ารหัสผลต่าง การเข้ารหัสการแปลง การบีบอัดเสียงมนุษย์และเสียงดนตรี การบีบอัดภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

Introduction to information theory for lossless compression. Huffman coding. Arithmetic coding. Golomb coding. Dictionary coding techniques. Predictive coding. Introduction to information theory for lossy compression. Scalar quantization. Vector quantization. Differential encoding. Transform coding. Speech and audio compression. Image and video compression.

**01205525 ทฤษฎีการเข้ารหัสช่องสัญญาณ**  
**(Channel Coding Theory)**

3(3-0-6)

หลักการเข้ารหัสช่องสัญญาณ พีชคณิตที่เกี่ยวข้อง สนามกาลัวอิส รหัสบล็อกเชิงเส้น รหัสวน รหัสบีซีเอช รหัสรีต-โซโลมอน รหัสกลุ่มอื่นๆ การแทนด้วยเทรลิส การเข้ารหัสและการถอดรหัสบล็อก รหัสคอนโวลูชัน การเข้ารหัสถอดรหัสสำหรับรหัสที่ใช้สัญลักษณ์หลายระดับ รหัสคอนคาทีเนต

Channel coding fundamentals. Related algebra. Galois fields. Linear block codes. Cyclic codes. BCH codes. Reed-solomon codes. Other classes of codes. Trellis representation. Encoding and decoding of block codes. Convolutional codes. Encoding and decoding of code with nonbinary symbols. Concatenated codes.

**01205526 การสื่อสารไร้สายหลายผู้ใช้**  
**(Multiuser Wireless Communications)**

3(3-0-6)

แบบจำลองช่องสัญญาณไร้สาย ความหลากหลาย ระบบเซลลูลาร์ ความจุของช่องสัญญาณไร้สาย ความจุหลายผู้ใช้ ช่องสัญญาณโมโม

Model of wireless channel. Diversity. Cellular system. Capacity of wireless channels. Multiuser capacity. MIMO channels.

**01205527 เครือข่ายสื่อสารข้อมูล**  
**(Data Communication Networks)**

3(3-0-6)

สถาปัตยกรรมของเครือข่ายสื่อสารโดยเน้นที่การวิเคราะห์สมรรถภาพ โครงสร้างเครือข่ายแบบชั้น การทำงานของโปรโตคอลพื้นฐาน การกำหนดที่อยู่ การรวมส่งสัญญาณร่วมสื่อ การกำหนดเส้นทาง การส่งต่อ การควบคุมการไหล การควบคุมความผิดพลาด และการตอบสนองต่อการคับ มาตรฐานโปรโตคอลในชั้นเชื่อมโยง ชั้นเครือข่าย และชั้นขนส่ง บทนำของเครือข่ายไร้สายและเครือข่ายประติมากรรมจลลเบื่องต้น

Architectures of communication networks with focus on performance analysis. Layered network structure. Basic protocol functions; addressing, multiplexing, routing, forwarding, flow control, error control, and congestion response. Transport, network, and link layer protocol standards. Introduction to wireless and mobile networks.

**01205528 การออกแบบระบบสื่อสารไร้สาย 3(3-0-6)**  
**(Wireless Communication System Design)**

สถาปัตยกรรมของระบบสื่อสาร การแพร่กระจายและการจางหาย สมบัติช่อง สัญญาณ สมรรถนะของเทคนิคการกล้ำสัญญาณ สมรรถนะของเทคนิคการเข้าถึงหลายทาง การวิเคราะห์ทราฟฟิก การจัดการสเปกตรัม การประเมินประสิทธิภาพระบบสื่อสาร

Communication system architecture. Propagation and fading. Channel properties. Performance of modulation techniques. Performance of multiple access techniques. Traffic analysis. Spectrum management. Evaluation of communication system efficiency.

**01205529 เครือข่ายตัวรับรู้ไร้สาย 3(3-0-6)**  
**(Wireless Sensor Networks)**

ระบบเครือข่ายฝังตัว เครือข่ายตัวรับรู้แบบสมาร์ต เครือข่ายตัวรับรู้ไร้สายแบบทราบกำลัง การจัดเส้นทางในเครือข่ายตัวรับรู้ไร้สาย เครือข่ายตัวรับรู้ที่ถูกกระจาย ระบบปฏิบัติการสำหรับการประยุกต์ฝังตัว เครือข่ายสนับสนุนสำหรับการประยุกต์ฝังตัว การประยุกต์ใช้ของเครือข่ายตัวรับรู้ไร้สาย เครือข่ายฝังตัวสำหรับอินเทอร์เน็ตออฟติงส์

Networked embedded systems. Smart sensor networks. Power-aware wireless sensor networks. Routing in wireless sensor networks. Distributed sensor networks. Operating systems for embedded applications. Network-support for embedded applications. Applications of wireless sensor networks. Wireless sensor networks for internet of things.

**01205531 การออกแบบระบบดิจิทัล 3(3-0-6)**  
**(Digital System Design)**

ตระกูลเกตอิเล็กทรอนิกส์โดยการเปรียบเทียบในด้านราคาและความเร็ว การสร้างวงจรรวมโดยทั่วไป วงจรรวมมอสแบบต่างๆ หน่วยความจำสารกึ่งตัวนำและการประยุกต์ใช้งาน การออกแบบวงจรรวมด้วยหน่วยความจำอ่านอย่างเดียว อุปกรณ์แถวลำดับตรรกแบบสั่งการได้ และไม่โครโปรเซสเซอร์

Electronic gate families with comparison of cost and speed trade off. General fabrication of integrated circuit. Different types of metal oxide semiconductor (MOS) integrated circuits. Semiconductor memory and its applications. Design of logic circuits with read only memory (ROM). Programmable logic array (PLA) and microprocessor.



**01205532 การออกแบบวงจรรวมสัญญาณผสม 3(3-0-6)**  
**(Mixed-Signal Integrated Circuit Design)**

ความรู้ในการออกแบบวงจรแอนะล็อก ความรู้ของสัญญาณและระบบเชิงเส้น การซิกตัวอย่างและการสมนาม การออกแบบวงจรกรองแบบแอนะล็อก และวงจรสวิตซ์ตัวเก็บประจุ การออกแบบวงจรกรองแบบดิจิทัล อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนในวงจรแปลงสัญญาณ ความรู้ในการออกแบบวงจรแปลงสัญญาณ การออกแบบวงจรแปลงสัญญาณแบบแปลงรูปสัญญาณรบกวน

Knowledge in analog circuit design. Knowledge on signals and linear systems. Sampling and aliasing. Design of analog filters and switched-capacitor circuits. Design of digital filters. Signal-to-noise ratio of data converters. Knowledge in data converter design. Design of noise-shaping data converters.

**01205533 การออกแบบวงจรรวมดิจิทัล 3(3-0-6)**  
**(Digital Integrated Circuit Design)**

ความท้าทายในการออกแบบวงจรรวมดิจิทัล วงจรผกผันแบบซีมอส การประวิงการแพร่กระจาย การประมาณค่าความต้านทางแฝง การวางผัง การปรับมาตราไฟเลี้ยงและศักย์ไฟฟ้าซีดเริ่มเปลี่ยน วงจรจัดหมู่และวงจรเชิงลำดับ โครงสร้างของวงจรเลขคณิต การเชื่อมต่อ การกระจายสัญญาณนาฬิกา หน่วยความจำ เทคนิคการปรับมาตราศักย์ไฟฟ้าขึ้นสูง การลดพลังงานโดยการลดกิจกรรมการสลับ

Challenges in digital IC design. CMOS inverter. Propagation delay. Parasitic capacitance estimation. Layout. Supply and threshold voltage scaling. Combinational and sequential circuits. Arithmetic structure. Interconnect. Clock distribution. Memory. Advanced voltage scaling techniques. Power reduction through switching activity reduction.

**01205534 ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค 3(3-0-6)**  
**(Microelectromechanical Systems)**

ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค วัสดุเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค และกระบวนการผลิต เทคโนโลยีไมโครแมชชีนนิ่ง ตัวกระตุ้นระดับจุลภาค ตัวรับรู้ระดับจุลภาค กฎมาตราส่วนของการลดขนาด การออกแบบและบรรจุภัณฑ์ของระบบจุลภาค หลักการทำงานระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค การประยุกต์ใช้งานระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค

Microelectromechanical systems. Microelectromechanical materials and fabrication process. Micromachining technologies. Microactuators. Microsensors. Scaling laws of miniaturization. Microsystem design and packaging. Working principles of microelectromechanical systems. Microelectromechanical system applications.

**01205535 เทคโนโลยีตัวรับรู้****3(3-0-6)****(Sensor Technology)**

แนวคิดทั่วไปของระบบการวัดที่ใช้ตัวรับรู้ การจำแนกตัวรับรู้ ลักษณะเฉพาะของตัวรับรู้ หลักการทำงานของตัวรับรู้ การประยุกต์ใช้งานตัวรับรู้ ตัวรับรู้จุลภาค ตัวรับรู้แบบเบ็ดเสร็จ ตัวรับรู้ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค

General concept of sensor based measurement systems. Sensor classification. Characteristics of sensors. Working principles of sensors. Sensor applications. Microsensors. Integrated sensors. Microelectromechanical system sensors.

**01205536 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แสง****3(3-0-6)****(Optoelectronic Devices)**

สมบัติพื้นฐานของแสง สมบัติทางแสงของวัสดุ อุปกรณ์เปล่งแสงและอุปกรณ์แสดงผล ตัวตรวจวัดแสงและตัวรับรู้แสง อุปกรณ์ลำทางแสงและอุปกรณ์เบนแสง ท่อนำคลื่นแสงและวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์แสง เลเซอร์ ระบบเครื่องจักรกลไฟฟ้าจุลภาคทางแสง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แสงอินทรีย์

Basic properties of light. Optical properties of materials. Light-emitting and display devices. Light detector and sensor devices. Optical modulation and optical deflection devices. Optical waveguide and optoelectronic integrated circuits. Lasers. Microoptoelectromechanical systems. Organic optoelectronic devices.

**01205537 เทคโนโลยีอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ****3(3-0-6)****(Semiconductor Device Technology)**

เทคโนโลยีการสร้างวงจรรวม การปลูกผลึก การปลูกชั้นอีพิแทกซี กระบวนการออกซิเดชันทางความร้อน การเติมสารเจือด้วยการแพร่ซึมและการฝังไอออน กระบวนการโฟโตลิโทกราฟี การฉาบไอระเหยของโลหะ การสร้างชั้นสารจากไอสารเคมี สปีตเตอริงและการกัดกร่อน

Integrated circuit fabrication technology. Crystal growth. Epitaxy growth. Thermal oxidation process. Solid-state diffusion and ion implantation. Photo-lithography process. Metallization. Chemical vapor deposition. Sputtering and etching.

**01205538    เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์    3(3-0-6)**  
**(Solar Cells Technology)**

พลังงานทดแทนเบื้องต้น ทฤษฎีของพลังงานแสงอาทิตย์ ทฤษฎีแถบพลังงานของสารกึ่งตัวนำ สมบัติทางแสงของสารกึ่งตัวนำ โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ คุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ การออกแบบและการประยุกต์งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์ มาตรฐานการทดสอบ

Introduction to renewable energy. Theory of solar energy. Band theory of semiconductors. Optical properties of semiconductors. Structure of solar cells. Characteristics of solar cells. Equivalent circuit of solar cells. Different types of solar cells. Design and applications of photovoltaic system. Testing standard.

**01205539    วงจรรวมความถี่คลื่นวิทยุ    3(3-0-6)**  
**(Radio Frequency Integrated Circuits)**

แนวคิดพื้นฐานในการออกแบบวงจรรวมความถี่คลื่นวิทยุ แนวคิดสำคัญในระบบการสื่อสาร สถาปัตยกรรมวงจรรับส่ง วงจรขยายสัญญาณแบบสัญญาณรบกวนต่ำ มิกเซอร์ ออสซิลเลเตอร์ วงจรขยายกำลัง วงจรสังเคราะห์ความถี่ ตัวอย่างการออกแบบวงจรรับส่ง

Basic concepts in RF IC design. Important concepts in communication systems. Transceiver architecture. Low-noise amplifiers. Mixers. Oscillators. Power amplifiers. Frequency synthesizers. Design examples of RF transceivers.

**01205541    ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าขั้นสูง    3(3-0-6)**  
**(Advanced Electromagnetic Theory)**

กฎหลักมูลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ไดอิเล็กตริก แม่เหล็ก และตัวกลางนำ ผลเฉลยของสมการคลื่น การสะท้อนและการทะลุผ่านของคลื่นระนาบ การโพลาไรซ์ การกระจัดกระจาย การกระจายตามความถี่ ปัญหาของขอบเขตแบบภายในและภายนอก การแทนด้วยสมการปริพันธ์ ผลเฉลยฟังก์ชันเงาและฟังก์ชันของกรีน การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการหาผลเฉลยของปัญหาในรูปแบบบัญญัติ

Fundamental laws of electromagnetic; dielectric, magnetic, and conductive media. Solution of the wave equation. Reflection and transmission of plane wave. Polarization. Scattering. Dispersion. Interior and exterior boundary value problems. Integral representations. Eigenfunction solution and Green's function. Computer applications to solution of canonical problems.

**01205542 ทฤษฎีและการออกแบบสายอากาศ**  
**(Antenna Theory and Design)**

3(3-0-6)

พารามิเตอร์หลักของสายอากาศ อินทิกรัลการแผ่รังสีและฟังก์ชันศักย์ช่วย สายอากาศแบบลวด แบบปลายเปิด และแถวลำดับ การสังเคราะห์สายอากาศ เทคนิคการวิเคราะห์เชิงตัวเลข อิมพีแดนซ์แบบตนเองและแบบร่วม

Fundamental parameters of antennas. Radiation integrals and auxiliary potential functions. Wire, aperture and array antennas. Antenna synthesis. Numerical analysis techniques. Self and mutual impedances.

**01205543 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเชิงคำนวณ**  
**(Computational Electromagnetics)**

3(3-0-6)

วิธีของโมเมนต์และการประยุกต์ใช้กับไฟฟ้าสถิต สนามแม่เหล็กไฟฟ้า สายอากาศ ตัวกระจายวิธีผลต่างอันดับ วิธีผลต่างอันดับในโดเมนเวลา วิธีสมาชิกจำกัด

Method of moment and its applications to electrostatics, electromagnetic fields, antennas, scatterers. Finite-difference method. Finite-difference time-domain method. Finite-element method.

**01205544 การออกแบบวงจรไมโครเวฟ**  
**(Microwave Circuit Design)**

3(3-0-6)

ทฤษฎีและการทำให้เกิดผลของสายส่ง ซอฟต์แวร์จำลองแม่เหล็กไฟฟ้าขนานเนทความไม่ต่อเนื่อง หม้อแปลงอิมพีแดนซ์ เมทริกซ์พารามิเตอร์ของโครงข่าย การวิเคราะห์โดยโหมดคู่และคี่ การวิเคราะห์และออกแบบของอุปกรณ์ไมโครเวฟแบบแพสซีฟ งานวิจัยล่าสุดเกี่ยวกับการออกแบบวงจรไมโครเวฟ

Theory and implementation of transmission lines. Sonnet electromagnetic simulation software. Discontinuities. Impedance transformers. Network parameter matrices. Even and odd mode analysis. Analysis and design of passive microwave devices. Recent researches on microwave circuit design.



**01205548 อิเล็กทรอนิกส์ แม่เหล็กและแสงในวัสดุและอุปกรณ์** **3(3-0-6)**  
**(Electronic, Magnetic, and Optical Materials and Devices)**

คุณสมบัติเซมิคอนดักเตอร์ ปฏิกริยาของอิเล็กทรอนิกส์ในวัสดุ หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานแสงและอุปกรณ์ทางแสง เซมิคอนดักเตอร์เลเซอร์และอุปกรณ์รอยต่อ ระบบโฟโตนิก หลักมูลแม่เหล็ก วัสดุแม่เหล็ก แข็งและอ่อน การจัดเก็บข้อมูลในฮาร์ดดิสก์

Semiconductor properties. Carrier action in materials. Operating principles of transistors. Photovoltaics and photodevices. Semiconductor lasers and heterostructures. Photonic systems. Magnetic fundamentals. Hard and soft magnetic materials. Data storage on hard disks.

**01205549 การออกแบบและบูรณาการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง** **3(3-0-6)**  
**(Power Electronics Design and Integration)**

การทบทวนวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังและเทคนิคพีดับบริวเอ็ม ลักษณะเฉพาะการสลับและการออกแบบวงจรขับเคลื่อนของมอสเฟตกำลังและไอจีบีที ผลของอิมพีแดนซ์แฝงการบรรจุภัณฑ์ต่อรูปคลื่นการสลับ อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำกำลังชนิดแถบกว้างและการประยุกต์ใช้งานที่ความถี่สูง การจัดการและการออกแบบความร้อนและความเชื่อถือได้ของวงจรแปลงผันอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ความต้องการด้านความเข้ากันได้ของแม่เหล็กไฟฟ้า และเทคนิคการลดผลกระทบ ความท้าทายในอนาคตสำหรับบูรณาการอิเล็กทรอนิกส์กำลังในงานต่างๆ

Review of power electronics circuits and PWM techniques. Switching characteristics and gate drive circuit design of power MOSFET and IGBT. Effects of packaging parasitic impedance on switching waveforms. Wide bandgap power semiconductor devices and high frequency applications. Thermal management and reliability design of power electronic converters. EMI requirements and mitigation techniques. Future challenges for power electronics integration in applications.

**01205551 ผลตอบชั่วคราวของระบบกำลัง** **3(3-0-6)**  
**(Power System Transients)**

การเปลี่ยนแปลงชั่วคราวขณะสวิตช์ แนวคิดการชดเชยหวัหระกระแสดังกรและกระแสสลับ การจำลองการอาร์ก การเปลี่ยนแปลงชั่วคราวจากการสวิตช์ที่ผิดปกติ การสวิตช์ตัวเก็บประจุ การเปลี่ยนแปลงชั่วคราวจากผลของการสับกระแส เฟอโรโรสุ่วภาวะปกติ ปรากฏการณ์คลื่นเดินทาง เรโซแนนซ์ ค่าแรงดันเปลี่ยนแปลงชั่วคราวคืบ-โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณการเปลี่ยนแปลงชั่วคราวขณะสวิตช์ ผลของการเสิร์จในขดลวดของเครื่องจักรและหม้อแปลง เสิร์จอะเรสเตอร์ การป้องกันการเสิร์จ



**01205554    วิศวกรรมการป้องกันระบบกำลัง    3(3-0-6)**  
**(Power System Protection Engineering)**

หลักการเบื้องต้นของวิศวกรรมการป้องกัน การคำนวณหาค่าขณะเกิดฟอลต์ องค์ประกอบสมมาตร การป้องกันโดยใช้รีเลย์กระแสเกินกับรีเลย์ป้องกันฟอลต์ลงดินแบบไม่รู้ทิศทาง สมรรถนะของหม้อแปลงทดกระแสใน สภาวะอยู่ตัวและในสภาวะการเปลี่ยนแปลงชั่วคราว รีเลย์วัดค่าผลต่าง การป้องกันโดยใช้รีเลย์วัดระยะทาง การป้องกัน โดยใช้รีเลย์กระแสเกินแบบรู้ทิศทาง การป้องกันบัสบาร์ การป้องกันหม้อแปลง การป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การ ป้องกันมอเตอร์ บูรณาการของการควบคุมการสื่อสารและการป้องกัน

Fundamental of protection engineering. Fault calculation. Symmetrical components. Non-directional overcurrent and earth fault protection. Current transformers: steady state and transient performance, differential relay, protection by distance relaying. Directional overcurrent protection. Busbar protection. Transformer protection. Generator protection. Motor protection. Integration of communication control and protection.

**01205555    หลักการโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ    3(3-0-6)**  
**(Principles of Smart Grid)**

ภาพรวมของโครงสร้างระบบไฟฟ้ากำลัง โครงข่ายไฟฟ้าแบบดั้งเดิมและโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ โครงสร้างพื้นฐานและส่วนประกอบของโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ฮาร์ดแวร์ขั้นสูงในโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ แอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ขั้นสูงในโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ เทคโนโลยีวัสดุขั้นสูงในโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ระบบ พลังงานแบบพลวัต ทางเลือกเทคโนโลยีสำหรับประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างฉลาด กรณีศึกษาโครงข่ายไฟฟ้า อัจฉริยะในประเทศอื่นๆ

Power system structure overview. Traditional power grid and smart grid. Smart grid infrastructure and components. Advanced hardware in smart grid. Advanced software applications in smart grid. Advanced material technology in smart grid. Dynamic energy system. Technology alternatives for smart energy efficiency. Smart grid case studies in other countries.

**01205556    ระเบียบวิธีใช้คอมพิวเตอร์ในระบบกำลัง    3(3-0-6)**  
**(Computer Methods in Power System)**

การแก้ปัญหาในการวิเคราะห์ระบบกำลังโดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนวิธีในการคำนวณ การวิเคราะห์กระแสลัดวงจรและการไหลของโหลดในระบบกำลัง ขั้นตอนวิธีของการคำนวณสมการเชิงพีชคณิตชนิด ไม่เชิงเส้นสำหรับการแก้ปัญหทางเศรษฐศาสตร์กำลัง



Solving problems in power system analysis by using computer program. Algorithms in computing short circuit analysis and load flow in power system. Algorithms of nonlinear algebraic equations for solving power economic problems.

**01205557    วิศวกรรมคุณภาพของระบบกำลัง    3(3-0-6)**  
**(Power System Quality Engineering)**

ความหมายของคุณภาพของไฟฟ้ากำลังจากมุมมองทางด้านคุณค่าต่อผู้ใช้ไฟ เส้นกราฟซีบีอีเอ็มเอ และการประยุกต์ใช้งาน การควบคุมและการคุมค่าแรงดัน ปัญหาไฟฟ้าขัดข้องและการตัดไฟฟ้า การป้องกันและการหย่อนค่าของแรงดัน แรงดันเสิร์จ ฮาร์โมนิก การวัดค่าทางคุณภาพของไฟฟ้ากำลังและการประเมินค่า การจัดขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของไฟฟ้ากำลังที่มีประสิทธิภาพต่อความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ

Power quality from the standpoint of customer value. Computer and business equipment manufacturers association (CBEMA) (curves and their application. Voltage control and regulation. Outages and interruptions. Voltage swells. Sags and surges. Harmonics. Customer value and evaluation. Power quality measurement and evaluation. Effective power quality improvement programs to meet customer's need.

**01205558    การวางแผนระบบกำลัง    3(3-0-6)**  
**(Power Systems Planning)**

การพยากรณ์การเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานไฟฟ้า การคำนวณความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้ากำลัง การจำลองการผลิตของระบบไฟฟ้ากำลัง การวางตารางการบำรุงรักษาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากำลัง การวางแผนการกำเนิดไฟฟ้า การวางแผนระบบเครือข่าย

The forecasting of growth of demand for electrical energy. Power system reliability calculation. Power system probabilistic production simulation. Maintenance scheduling of generating units in a power system. Generation planning. Network planning.

**01205559 การดำเนินงานทางเศรษฐศาสตร์ของระบบกำลัง** **3(3-0-6)**  
**(Economic Operation of Power Systems)**

การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันที่ไม่เป็นเส้นตรง ลักษณะเฉพาะของโรงจักรไฟฟ้าพลังไอน้ำ การจ่ายโหลดอย่างประหยัด การสร้างสมการกำลังไฟฟ้าสูญเสีย การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า การไหลของกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุด การไหลของกำลังไฟฟ้าแบบ ดีซี การปรับค่ากำลังผลิตไฟฟ้าและการปลดโหลดออกบางส่วนอย่างเหมาะสมที่สุดเพื่อบรรเทาสถานะการเกินพิกัดของสายส่ง

Nonlinear function optimization. Characteristics of steam power plants. Economic dispatch. Derivation of loss formula. Power flow calculations. Optimal power flow. DC power flow. Optimal generation rescheduling and load shedding to alleviate transmission line overloads.

**01205561 ระบบพลวัตและการควบคุม** **3(3-0-6)**  
**(Dynamical Systems and Control)**

ปริภูมิเชิงเส้นและตัวดำเนินการเชิงเส้น การพรรณนาแบบสัญญาณเข้าสัญญาณออกและแบบตัวแปรสถานะของระบบเวลาต่อเนื่อง ผลเฉลยของระบบเชิงเส้นเวลาต่อเนื่อง ความสามารถควบคุมได้และความสามารถสังเกตได้ของระบบเชิงเส้นเวลาต่อเนื่อง การทำให้เป็นจริง เสถียรภาพของการพรรณนาแบบสัญญาณเข้าสัญญาณออกและแบบตัวแปรสถานะ การป้อนกลับ สถานะและตัวประมาณค่าสถานะ การควบคุมการติดตามแบบเชิงเส้นกำกับ

Linear space and linear operator. Input-output and state-variable descriptions of continuous-time linear systems. Solution of continuous-time linear systems. Controllability and observability of continuous-time linear systems. Realizations. Stability of the input-output and state-variable descriptions. State feedback and state estimators. Asymptotic tracking control.

**01205562 การควบคุมดิจิทัลของระบบพลวัต** **3(3-0-6)**  
**(Digital Control of Dynamic Systems)**

**วิชาที่ต้องมาเรียนก่อน: 01205561**

ระบบเชิงเส้นเวลาไม่ต่อเนื่อง ผลการแปลงซี การวิเคราะห์ระนาบซีของระบบเชิงเส้นเวลาไม่ต่อเนื่อง การออกแบบตัวควบคุมโดยวิธีโลโก้สของราก การออกแบบตัวควบคุมโดยวิธีการตอบสนองเชิงความถี่ การวิเคราะห์ ปริภูมิสถานะ ความสามารถควบคุมได้ และความสามารถสังเกตได้ของระบบเชิงเส้นเวลาไม่ต่อเนื่อง การวาง โพล และการออกแบบตัวประมาณค่า ระบบเซอร์โว

Discrete-time linear systems. Z-transform. Z-plane analysis of discrete-time linear systems. Controller design by root-locus method. Controller design by frequency-response method. State-space analysis. Controllability and observability of discrete-time linear systems. Pole placement and observer design. Servo systems.

**01205563 ระบบควบคุมไม่เชิงเส้น** **3(3-0-6)**  
**(Nonlinear Control Systems)**

**วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01205562 และ 01205564**

การวิเคราะห์ระนาบเฟส สมบัติหลักมูลของระบบไม่เชิงเส้น เสถียรภาพเลียปูนอฟ ทฤษฎีเสถียรภาพ ก้าวหน้า วงโคจรเป็นคาบ การเฉลี่ย ระบบไม่เชิงเส้นแบบป้อนกลับ การออกแบบตัวควบคุมไม่เชิงเส้น

Phase plane analysis. Fundamental properties of nonlinear systems. Lyapunov stability. Advanced stability theory. Periodic orbits. Averaging, nonlinear feedback systems. Nonlinear controller design.

**01205564 การควบคุมเหมาะที่สุด** **3(3-0-6)**  
**(Optimum Control)**

**วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01205561**

การทำให้เหมาะที่สุด การแปรผันของแคลคูลัส ทฤษฎีของสนามและเงื่อนไขเพียงพอของค่าสุดขีด สัมพัทธ์ หลักค่าสูงสุดของพอนทรียาจิน ทฤษฎีของแฮมิลตยาโคบี การควบคุมแบบป้อนกลับเหมาะที่สุด การควบคุม แบบแบ่งแบ่ง การควบคุมเหมาะที่สุดในปริภูมิเอชสอง

Optimization. Calculus of variations. Theory of fields and sufficient conditions of relative extremum. Pontryagin maximum principle. Hamilton-Jacobi theory. Optimal feedback control. Bang-bang control.  $H_2$  optimal control.

**01205565 การควบคุมอัจฉริยะ (Intelligent Control) 3(3-0-6)**

การควบคุมปรับตัวได้ การควบคุมปรับตัวแบบมีการอ้างอิงตามแบบจำลอง กฎการปรับตัวเลียนูปโนฟ และเอ็มไอที เทคนิคการปรับอัตราขยายแบบจัดกำหนดการ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม การควบคุมปรับตัวตามการเรียนรู้โดยการคำนวณซ้ำ ทฤษฎีเซตคลุมเครือและทฤษฎีตรรกศาสตร์คลุมเครือ ระบบโครงข่ายประสาทเทียม การประยุกต์ใช้งานของตรรกศาสตร์คลุมเครือ และระบบโครงข่ายประสาทเทียมในระบบควบคุมและระบบควบคุมทางเลือก

Adaptive control. Model reference adaptive control. Lyapunov and MIT adaptive rule. Gain scheduling technique. Genetic algorithm. Iterative learning control. Fuzzy set and fuzzy logic theory. Artificial neuron networks. Applications of fuzzy logic and artificial neuron networks in control system and alternative control system.

**01205566 การควบคุมทนทาน (Robust Control) 3(3-0-6)**

การควบคุมทนทานเบื้องต้น พีชคณิตเชิงเส้นสำหรับการควบคุมทนทาน ค่าประจำของสัญญาณ ค่าประจำของระบบ ปริภูมิเอชสอง และปริภูมิเอชอนันต์ โครงสร้างป้อนกลับและเสถียรภาพภายใน ข้อกำหนดสมรรถนะและข้อจำกัด การลดอันดับแบบจำลองแบบได้ดูล ความไม่แน่นอนของแบบจำลองและความทนทาน การแปลงเศษส่วนเชิงเส้น ค่าเอกฐานแบบโครงสร้างและการสังเคราะห์มิว การออกแบบตัวควบคุมทนทาน การออกแบบโครงสร้างตัวควบคุม การลดอันดับตัวควบคุม อสมการเมทริกซ์เชิงเส้น กรณีศึกษา

Introduction to robust control. Linear algebra for robust control. Signal norm, systems norm, H<sub>2</sub> space, and H<sub>∞</sub> space. Feedback structure and internal stability. Performance specifications and limitations. Balanced model reduction. Model uncertainty and robustness. Linear fractional transformation. Structured singular value and  $\mu$  synthesis. Robust controller design. Controller structure design. Controller reduction. Linear Matrix Inequalities. Case studies.

**01205567 ระบบปฏิสัมพันธ์มนุษย์กับหุ่นยนต์ (Human-Robot Interaction System) 3(3-0-6)**

การออกแบบตัวควบคุม การเข้าใจภาษาธรรมชาติ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ เมคคาทรอนิกส์ การวิเคราะห์จลศาสตร์การเคลื่อนที่และจลศาสตร์ฝกผัน การสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบหุ่นยนต์ การควบคุมหุ่นยนต์เพื่อตอบสนองกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่รู้จักหรือกับผู้ปฏิบัติงาน การควบคุมหุ่นยนต์ผ่านทางไกลโดยระบบควบคุมสองทิศทาง หรือระบบควบคุมหลายทิศทาง

Controller design. Natural language understandings. Human-robot interaction. Mechatronics. Analysis of forward kinematics and inverse kinematics. Dynamic modeling of robot system. Control of robot to interact with an unknown environments or human operators. Tele-operated robot through bilateral or multilateral control.

**01205568 ทฤษฎีและการออกแบบหุ่นยนต์ 3(3-0-6)**  
**(Robotic Theory and Design)**

จลนพลศาสตร์ การวิเคราะห์ตำแหน่ง การเคลื่อนไหวและความเร็วเชิงอนุพันธ์ การวิเคราะห์พลวัต และแรง ตัวรับรู้และการกำหนดเอกลักษณ์โดยใช้ภาพ ทัศนหุ่นยนต์ การวางแผนเส้นทางเดินและการควบคุม Kinematics. Position analysis. Differential motions and velocities. Dynamic analysis and forces. Sensors and image identification. Robot vision. Trajectory planning and control.

**01205571 พลวัตของเครื่องจักรกลไฟฟ้า 3(3-0-6)**  
**(Dynamics of Electrical Machines)**

หลักการของเครื่องจักรกลไฟฟ้า ทฤษฎีแกนอ้างอิง การจำลองทางคณิตศาสตร์ และการวิเคราะห์การทำงานในสภาวะพลวัตของเครื่องจักรกระแสตรง เครื่องจักรแบบเหนี่ยวนำและเครื่องจักรแบบซิงโครนัส การวิเคราะห์การทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ในสภาวะชั่วครู่ Principles of electrical machines. Reference frame theory. Mathematical modeling and analysis of dynamic performances of dc machines. Induction machines and synchronous machines. Computer simulation for operations during transient conditions.

**01205572 เครื่องแปลงผันกำลังสามเฟส 3(3-0-6)**  
**(Three-Phase Power Converters)**

หลักการการทำงานของเครื่องแปลงผันสามเฟสอาศัยการมอดูเลตความกว้างพัลส์ การออกแบบการควบคุมสำหรับเครื่องแปลงผัน การจำลองสัญญาณขนาดเล็กโดยใช้แกนพิกัดที่หมุนเคลื่อนที่การออกแบบควบคุมแบบวงรอบปิด การใช้เวกเตอร์สถานะการสวิตช์และระบบการมอดูเลต อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำกำลัง Power conversion principles in three-phase pulse width modulation converters. Controller design for the converters. The small signal modeling in rotating coordinates. Closed-loop control design. Use of switching-state vectors and different modulation schemes. Power Semiconductor Devices.



**01205576    วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงขั้นสูง    3(3-0-6)**  
**(Advanced High Voltage Engineering)**

ระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าแรงสูง แหล่งกำเนิดแรงดันเกิน การป้องกันแรงดันเสิร์จ พฤติกรรมของหม้อแปลง และเสาไฟแรงสูงภายใต้แรงดันกระชอกฟ้าผ่า ผลกระทบของโคโรนา พฤติกรรมของฉนวนก๊าซ ฉนวนเหลว ฉนวนแข็ง บนสนามไฟฟ้าแรงสูง สมบัติของโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูง การออกแบบและการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงและฉนวน เทคนิคการทดสอบไฟฟ้าแรงสูง ผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากไฟฟ้าแรงสูงต่อสุขภาพของประชาชน

High voltage power transmission system. Sources of overvoltage. Protection from high voltage surges. Transformer and towers behavior under lightning surge. Corona effects. Behavior of gaseous. Liquid, solid dielectrics in high voltage electric fields. Structures and operating characteristics of high voltage equipment. Design and manufacturer of high voltage equipment and insulation. High voltage testing techniques. Effects of high voltage electromagnetic fields on public health.

**01205577    การผลิตกำลังไฟฟ้าแบบกระจายและการสะสมพลังงาน    3(3-0-6)**  
**(Distributed Generation and Energy Storage)**

แหล่งพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล แหล่งพลังงานทดแทนที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากำลัง หลักการทำงานของการผลิตกำลังไฟฟ้าแบบกระจาย ระบบจัดเก็บพลังงาน อุปกรณ์สำหรับการจัดเก็บพลังงาน ประเด็นคุณภาพไฟฟ้าและการป้องกันสำหรับการผลิตกำลังไฟฟ้าแบบกระจาย มาตรฐานการเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายเข้ากับระบบไฟฟ้ากำลัง

Fossil fuel based energy sources. Utility-integrated renewable energy sources. Operation principle of distributed generation. Energy storage system. Energy storage devices. Power quality and protection issues of distributed generation. Standards of Interconnecting distributed generators with electric power systems.

**01205578    ความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายกำลัง    3(3-0-6)**  
**(Power Distribution System Reliability)**

ระบบจำหน่ายกำลัง ตัววัดและดัชนีความเชื่อถือได้ สาเหตุของการขัดข้อง พารามิเตอร์ความเชื่อถือได้ของส่วนประกอบ การสร้างแบบจำลองความเชื่อถือได้ของส่วนประกอบ การสร้างแบบจำลองความเชื่อถือได้ของระบบ การประเมินความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่าย การจำลองแบบมอนติคาร์โล การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของระบบ กรณีศึกษา

Power distribution systems. Reliability metrics and indices. Interruption causes. Component reliability parameters. Component reliability modeling. System reliability modeling. Reliability assessment of power distribution systems. Monte Carlo simulation. System reliability analysis. Case studies.

**01205579 องค์ประกอบของโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและวิธีการควบคุมขั้นสูง 3(3-0-6)**  
**(Smart Grid Components and Advanced Control Method)**

องค์ประกอบของโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ สมาร์ทมิเตอร์และหน่วยรวบรวมข้อมูล หน่วยวัดเฟเซอร์ สายส่งตัวนำยิ่งยวด สวิตช์และตัวนำขั้นสูง หม้อแปลงสถานะของแข็งและตัวจำกัดกระแสผิดพลาด อุปกรณ์ในระบบ สายส่งกระแสสลับยืดหยุ่นได้ยุคใหม่ และอุปกรณ์แก้ไขปัญหาคคุณภาพไฟฟ้า แนวคิดไมโครกริด วิธีการควบคุมขั้นสูง การรับรู้และการวัด การเฝ้าสังเกตเวลาจริง การสื่อสารรวมสำหรับองค์ประกอบขั้นสูง เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลจากโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ การทำให้เป็นอัตโนมัติของระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง แบบแผนการป้องกันระบบขั้นสูง

Smart grid components: smart meter and data concentration unit, phasor measurement unit, superconducting transmission cables, advanced switches and conductors, solid-state transformers and fault current limiters. Modern flexible AC transmission system and power quality mitigation devices. Microgrid concept. Advanced control method: sensing and measurements. Real-time monitoring. Integrated communications for advanced components. Smart grid data analysis techniques. Transmission/distribution automation. Advanced system protection schemes.

**01205581 สถาปัตยกรรมระบบคอมพิวเตอร์ 3(3-0-6)**  
**(Computer System Architecture)**

สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น วิวัฒนาการและสมรรถนะของระบบ ฟังก์ชันการทำงาน และการเชื่อมต่อของระบบ หน่วยความจำแบบแคช หน่วยความจำหลักและหน่วยความจำสำรอง อินพุต-เอาต์พุต การสนับสนุนของระบบปฏิบัติการ การคำนวณทางคณิตศาสตร์และดิจิทัลลอจิก คุณลักษณะ ฟังก์ชันการทำงาน การอ้างอิงข้อมูลของชุดคำสั่ง โครงสร้างของหน่วยประมวลผล การประมวลผลแบบขนาน ระบบคอมพิวเตอร์แบบหลายแกน







**01205587 การออกแบบและหลักการเครื่องมือวัดทางชีวการแพทย์** **3(3-0-6)**  
**(Biomedical Instrumentation and Design)**

การวัดและวิเคราะห์ศักย์ชีวภาพ ลักษณะของทรานสดิวเซอร์ทางชีวการแพทย์ ความปลอดภัยทางไฟฟ้า การประยุกต์ใช้วงจรรวม วงจรขยายเชิงดำเนินการ การเชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์สัญญาณและการประมวลสัญญาณ การแสดงผล

Measurement and analysis of bio-potentials. Biomedical transducer characteristics. Electrical safety. Applications of integrated circuits, operational amplifiers, computer interfacing. Signal analysis and signal processing. Display.

**01205588 การออกแบบระบบไบโอเมตริก** **3(3-0-6)**  
**(Biometric System Design)**

ระบบไบโอเมตริกเบื้องต้น การรู้จำลายนิ้วมือ ใบหน้า ม่านตา ดีเอ็นเอ และอื่นๆ ไบโอเมตริกหลายแบบจำลอง การออกแบบระบบระบุตัวบุคคลสเกลใหญ่ การทดสอบและการประเมินค่าสมรรถนะ การออกแบบฐานข้อมูลไบโอเมตริกและการบูรณาการระบบ การบริหารอัตลักษณ์ ความมั่นคงระบบไบโอเมตริก มาตรฐานไบโอเมตริก ประเด็นภาวะส่วนตัว เทคโนโลยีไบโอเมตริกขั้นสูงในปัจจุบัน

Introduction to biometric systems. Recognitions of fingerprint, face, iris, DNA, and others. Multimodel biometrics. Large-scale Identification system design. Performance testing and evaluation. Biometric databases and system integration design. Identity management. Biometric system security. Biometric standards. Privacy issues. Current advances in biometric technology.

**01205589 การบูรณาการและการจัดการโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ** **3(3-0-6)**  
**(Smart Grid Integration and Management)**

มาตรฐานและข้อกำหนดของโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ระบบจัดการจำหน่ายแบบฉลาด การจัดการข้อมูลมิเตอร์ การจัดการไฟฟ้าดับ การตอบสนองตามความต้องการ การประมาณสถานะของระบบจำหน่าย การจัดการประสิทธิภาพการใช้พลังงานแบบฉลาด การจัดการภายใต้เงื่อนไข ระบบการจัดการงาน การจัดการเครื่องมือและสินทรัพย์ รูปแบบธุรกิจแบบใหม่

Smart grid standard and regulations. Smart distribution management system. Meter data management. Outage management. Demand response. Distribution state estimation. Smart energy efficiency management. Condition based management. Workforce management system. Facility and asset management. New utility business models.

- 01205591    ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า I** **1(1-0-2)**  
**(Research Methodology in Electrical Engineering I)**  
 การคิดเชิงระบบ การตั้งปัญหาวิจัยและผลงานวิจัยที่คาดหวัง แนวทางการทบทวนบทความวิจัยที่มีมาก่อน การออกแบบและการจัดการทดลองเบื้องต้น การเขียนรายงานวิจัย การนำเสนอแบบปากเปล่า  
 Systematic thinking. Research problem formulation and expected research contribution. Guideline to literature review. Fundamentals of designing and conducting experiments. Technical report writing. Oral presentation.
- 01205592    ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า II** **1(1-0-2)**  
**(Research Methodology in Electrical Engineering II)**  
**วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01205591**  
 จรรยาบรรณและความสุจริต กระบวนการการเรียนรู้ด้วยตนเอง การคิดเชิงวิเคราะห์ การแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติ การทำงานเป็นทีม การวิเคราะห์ความเสี่ยงของปัญหาวิจัย การทบทวนวรรณกรรม การเขียนบทสรุป การศึกษางานวิจัยที่มีมาก่อน การตั้งสมมติฐาน การทำวิจัยเบื้องต้น การเขียนข้อเสนอโครงการวิทยานิพนธ์ การนำเสนอข้อเสนอโครงการวิทยานิพนธ์แบบปากเปล่า  
 Ethics and integrity. Self-learning process. Analytical thinking. Practical problem solving. Team work. Risk assessment of research problems. Literature review. Writing the literature review. Formulation of hypothesis. Preliminary research. Writing of thesis proposal. Oral presentation of thesis proposal.
- 01205593    ระเบียบวิธีวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า III** **1(1-0-2)**  
**(Research Methodology in Electrical Engineering III)**  
**วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01205592**  
 จรรยาบรรณในการตีพิมพ์งานทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์และจัดการปัญหาทางจริยธรรม การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติ การทำงานเป็นทีม การพัฒนาความก้าวหน้าในการวิจัย การประเมินบทความ การประชุมวิชาการ การโต้แย้งผลการประเมิน การเขียนบทความวิจัยสำหรับการประชุมวิชาการ การนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการแบบปากเปล่า  
 Ethics in scientific publishing. Analysis and handling of ethical problems. Critical thinking. Practical problem solving. Team work. Moving research forward. Review of conference papers. Rebuttal. Writing research articles for technical conferences. Oral presentation in technical conference.

- |          |  |          |
|----------|--|----------|
| 01205596 | <p><b>เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมไฟฟ้า</b></p> <p><b>(Selected Topics in Electrical Engineering)</b></p> <p>เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมไฟฟ้า ในระดับปริญญาโท หัวข้อเรื่องเปลี่ยนแปลงไป ในแต่ละภาคการศึกษา</p> <p>Selected topics in electrical engineering at the master's degree level. Topics are subject to change each semester.</p> | 3(3-0-6) |
| 01205597 | <p><b>สัมมนา</b></p> <p><b>(Seminar)</b></p> <p>การนำเสนอและอภิปรายหัวข้อที่น่าสนใจทางวิศวกรรมไฟฟ้าในระดับปริญญาโท</p> <p>Presentation and discussion on interesting topics in electrical engineering at the master's degree level.</p>  | 2        |
| 01205598 | <p><b>ปัญหาพิเศษ</b></p> <p><b>(Special Problems)</b></p> <p>การศึกษาและวิจัยทางวิศวกรรมไฟฟ้าในระดับปริญญาโท และเรียบเรียงเขียนเป็นรายงาน</p> <p>Study and research in electrical engineering at the master's degree level and compile into a written report.</p>  | 3-1      |
| 01205599 | <p><b>วิทยานิพนธ์</b></p> <p><b>(Thesis)</b></p> <p>วิจัยในระดับปริญญาโท และเรียบเรียงเขียนเป็นวิทยานิพนธ์</p> <p>Research at the master's degree level and compile into a thesis.</p>   | 1-12     |