หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
(หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2558)

หลักสูตรสหวิทยาการ

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
(หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2558)
หลักสูตรสหวิทยาการ

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำนักวิชา/สาขาวิชา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อหลักสูตร

ชื่อหลักสูตรระดับปริญญาเอก

วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
Doctor of Philosophy Program in Mechatronics Engineering

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อปริญญาระดับปริญญาเอก

ภาษาไทย	(ชื่อเต็ม)	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์)
	(ชื่อย่อ)	วศ.ด. (วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์)
ภาษาอังกฤษ	(ชื่อเต็ม)	Doctor of Philosophy (Mechatronics Engineering)
	(ชื่อย่อ)	Ph.D. (Mechatronics Engineering)

3. วิชาเอก

-

4. จำนวนหน่วยกิต

ระดับปริญญาเอก

แบบ 1 การวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์โดยไม่ต้องศึกษารายวิชา
แบบ 1.1 ผู้ที่เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท
จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิต

แบบ 2 การศึกษารายวิชาและการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์
แบบ 2.1 ผู้ที่เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท
จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิต
แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาตรี (เกียรตินิยม)
จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 90 หน่วยกิต

5. รูปแบบของหลักสูตร

5.1 รูปแบบเป็นหลักสูตรระดับปริญญาโทและปริญญาเอกตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา

5.2 ภาษาที่ใช้ จัดการเรียนการสอนเป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ

5.3 การรับเข้าศึกษา ให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยการศึกษาขั้นบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2550

5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น เป็นหลักสูตรเฉพาะของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่จัดการเรียนการสอนโดยตรง

5.5 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษาให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว

6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

เป็นหลักสูตรใหม่ พ.ศ.2558 โดยปรับปรุงจากหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ เพื่อเปิดสอนในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2558

สภาวิชาการฯ ให้ความเห็นชอบหลักสูตร ในการประชุม ครั้งที่ 5/2558 เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2558

สภามหาวิทยาลัยฯ อนุมัติหลักสูตรในการประชุม ครั้งที่ 3/2558 เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2558

7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรมีความพร้อมเผยแพร่คุณภาพและมาตรฐานตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาเอก หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ในปีการศึกษา 2558

8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

- วิศวกรทางด้านระบบอัตโนมัติ (Automation Engineer)
- วิศวกรควบคุมกระบวนการผลิต (Process Engineer)
- วิศวกรออกแบบกระบวนการผลิต (Process Design Engineer)
- วิศวกรออกแบบเครื่องมือ (Equipment Engineer)
- อาจารย์หรือนักวิจัย (Lecturer or Researcher)

9. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

9.1 หลักสูตร

ระดับปริญญาเอก

แบบ 1 การวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์โดยไม่ต้องศึกษารายวิชา
แบบ 1.1 ผู้ที่เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท
จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิต

แบบ 2 การศึกษารายวิชาและการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์
แบบ 2.1 ผู้ที่เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท
จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิต
แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาตร (เกียรตินิยม)
จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 90 หน่วยกิต

9.2 โครงสร้างหลักสูตร

ระดับปริญญาเอก

แบบ 1 : การวิจัยและทำวิทยานิพนธ์

นักศึกษาที่ศึกษาปริญญาปริญญาดุษฎีบัณฑิตโดยการทำวิจัยและวิทยานิพนธ์ล้วน ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ไม่ต้องลงทะเบียนเรียนในรายวิชาแต่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์สามารถแนะนำนักศึกษาให้เข้าร่วมเรียนในบางรายวิชาที่จำเป็นและมีประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อนักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ประโยชน์กับงานวิจัยของตนโดยเฉพาะซึ่งมีความแตกต่างไม่ซ้ำใครนักศึกษาจะต้องลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรนี้จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 60 หน่วยกิตหลักสูตรการศึกษานี้เปิดให้สำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานดีมากในสาขาที่ต้องการศึกษาและสามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองอย่างอิสระได้

แบบ 2 : เรียนรายวิชาและทำวิทยานิพนธ์

นักศึกษาที่ศึกษาปริญญาดุษฎีบัณฑิตแบบ 2 จะมีการเรียนรายวิชาพร้อมกับการทำวิทยานิพนธ์โดยมีจำนวนหน่วยกิตโดยสรุปดังนี้

แบบ 2.1 สำหรับผู้จบการศึกษาในระดับปริญญาโท

วิชาบังคับ	6	หน่วยกิต
วิชาเลือก	9	หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต	45	หน่วยกิต

แบบ 2.2 สำหรับผู้จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี (เกียรตินิยม)

วิชาบังคับ	21	หน่วยกิต
วิชาเลือก	9	หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต	60	หน่วยกิต

9.3 รายวิชา

ระดับปริญญาเอก

แบบ 1 การวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์โดยไม่ต้องศึกษารายวิชา

แบบ 1.1 : ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท

		หน่วยกิต(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
551900	วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1 (Doctoral Thesis Scheme 1.1)	60 หน่วยกิต

แบบ 2 การศึกษารายวิชาและการวิจัยเพื่อทาวิทยานิพนธ์

แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท

กลุ่มวิชาบังคับ (Compulsory Courses) ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต

551628	การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)	3(3-0-9)
551613	หลักการคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ (Principle of Computer for Mechatronics Engineering)	3(3-0-9)

กลุ่มวิชาเลือก (Technical Elective) ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต

551601	การจำลองระบบ (System Modeling)	3(3-0-9)
551602	ระเบียบวิธีคำนวณเชิงตัวเลขขั้นสูง (Advanced Numerical Method)	3(3-0-9)
551603	การวิเคราะห์การสั่น (Vibration Analysis)	3(3-0-9)
551605	พลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง (Rigid Body Dynamics)	3(3-0-9)
551606	การควบคุมระบบเมคคาทรอนิกส์ (Control of Mechatronic Systems)	3(3-0-9)
551607	การควบคุมแบบป้อนกลับปริภูมิสถานะ (State Feedback Variable Control)	3(3-0-9)
551621	การควบคุมระบบขั้นสูง (Advanced Control Systems)	3(3-0-9)
551622	ความร้อนของไหล (Thermo-Fluid)	3(3-0-9)

551624	การประมวลผลภาพและการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ (Image Processing and Computer Vision)	3(3-0-9)
551625	ระบบสื่อสาร (Communication Systems)	3(3-0-9)
551626	เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (Sensors and Transducers)	3(3-0-9)
551628	การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)	3(3-0-9)
551629	การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณออกแบบและผลิต (CAD/CAM/CAE)	3(3-0-9)
551630	การออกแบบกลไก 1 (Mechanism Design I)	3(3-0-9)
551631	การออกแบบกลไก 2 (Mechanism Design II)	3(3-0-9)
551632	ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method)	3(3-0-9)
551633	การใช้โปรแกรมแลปวิวเพื่อการควบคุมอัตโนมัติ (LabVIEW for Automation Systems)	2(1-3-5)
551634	คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Applied Mathematics)	3(3-0-9)
551635	การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming)	3(3-0-9)
551636	การออกแบบระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics System Design)	3(3-0-9)
551637	เทคโนโลยีการทำความสะอาดในกระบวนการประกอบ HDD (Cleaning Technology in HDD Assembly)	3(3-0-9)
551638	ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)	2(1-3-5)
551639	หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน (Introduction to Synchrotron Radiation Based Science)	3(3-0-9)
551640	เครื่องเร่งและลำอนุภาค (Accelerator and Particle Beams)	3(3-0-9)
551641	วงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนและอุปกรณ์แทรก	3(3-0-9)

	(Storage Ring and Insertion Devices)	
551642	การออกแบบแม่เหล็กสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค	3(3-0-9)
	(Magnet Designs for Accelerators)	
551643	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค	3(3-0-9)
	(Accelerator Power Electronics Engineering)	
551644	ระบบความถี่วิทยุสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค	3(3-0-9)
	(RF-Systems for Accelerators)	
551645	การประมวลผลสัญญาณดิจิตอลของความถี่วิทยุ	3(3-0-9)
	(RF Digital Signal Processing)	
551646	เครื่องเร่งอนุภาคและการควบคุมลำอิเล็กตรอน	3(3-0-9)
	(Accelerator and Beam Control)	
551647	การออกแบบเครื่องเร่งอนุภาค	3(3-0-9)
	(Design of Accelerators)	
551648	การคำนวณและวิเคราะห์เชิงตัวเลข	3(3-0-9)
	(Computational and Numerical Analysis)	
551650	หัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 1	3(3-0-9)
	(Advanced Topics in Mechatronics Engineering I)	
551651	หัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 2	3(3-0-9)
	(Advanced Topics in Mechatronics Engineering II)	

กลุ่มวิชาวิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต

551901	วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	45 หน่วยกิต
	(Doctoral Thesis Scheme 2.1)	

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาตรี (เกียรตินิยม)

กลุ่มวิชาบังคับ (Compulsory Courses) ไม่น้อยกว่า 21 หน่วยกิต

551604	ระบบเมคคาทรอนิกส์	3(3-0-9)
	(Mechatronic Systems)	
551608	การวัดและเครื่องมือวัดขั้นสูง	3(3-0-9)
	(Advanced Measurement and Instruments)	
551627	หุ่นยนต์เบื้องต้น	3(3-0-9)
	(Introduction to Robotics)	
551628	การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด	3(3-0-9)

	(Optimization)	
551611	ระบบควบคุมอัตโนมัติ	3(3-0-9)
	(Automatic Control Systems)	
551612	สัมมนาและการนำเสนอรายงานทางวิศวกรรม	3(3-0-9)
	(Seminar and Engineering Report Presentation)	
551613	หลักการคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์	3(3-0-9)
	(Principle of Computer for Mechatronics Engineering)	

กลุ่มวิชาเลือก (Technical Elective) ให้เลือกเรียนจากรายวิชาต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต

551601	การจำลองระบบ	3(3-0-9)
	(System Modeling)	
551602	ระเบียบวิธีคำนวณเชิงตัวเลขขั้นสูง	3(3-0-9)
	(Advanced Numerical Method)	
551603	การวิเคราะห์การสั่น	3(3-0-9)
	(Vibration Analysis)	
551605	พลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง	3(3-0-9)
	(Rigid Body Dynamics)	
551606	การควบคุมระบบเมคคาทรอนิกส์	3(3-0-9)
	(Control of Mechatronic Systems)	
551607	การควบคุมแบบป้อนกลับปริภูมิสถานะ	3(3-0-9)
	(State Feedback Variable Control)	
551621	การควบคุมระบบขั้นสูง	3(3-0-9)
	(Advanced Control Systems)	
551622	ความร้อนของไหล	3(3-0-9)
	(Thermo-Fluid)	
551624	การประมวลผลภาพและการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์	3(3-0-9)
	(Image Processing and Computer Vision)	
551625	ระบบสื่อสาร	3(3-0-9)
	(Communication Systems)	
551626	เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์	3(3-0-9)
	(Sensors and Transducers)	
551628	การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด	3(3-0-9)
	(Optimization)	

551629	การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณออกแบบและผลิต (CAD/CAM/CAE)	3(3-0-9)
551630	การออกแบบกลไก 1 (Mechanism Design I)	3(3-0-9)
551631	การออกแบบกลไก 2 (Mechanism Design II)	3(3-0-9)
551632	ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method)	3(3-0-9)
551633	การใช้โปรแกรมแลปวิวเพื่อการควบคุมอัตโนมัติ (LabVIEW for Automation Systems)	2(1-3-5)
551634	คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Applied Mathematics)	3(3-0-9)
551635	การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Programming)	3(3-0-9)
551636	การออกแบบระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics System Design)	3(3-0-9)
551637	เทคโนโลยีการทำความสะอาดในกระบวนการประกอบ HDD (Cleaning Technology in HDD Assembly)	3(3-0-9)
551638	ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)	2(1-3-5)
551639	หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน (Introduction to Synchrotron Radiation Based Science)	3(3-0-9)
551640	เครื่องเร่งและลำอนุภาค (Accelerator and Particle Beams)	3(3-0-9)
551641	วงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนและอุปกรณ์แทรก (Storage Ring and Insertion Devices)	3(3-0-9)
551642	การออกแบบแม่เหล็กสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค (Magnet Designs for Accelerators)	3(3-0-9)
551643	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค (Accelerator Power Electronics Engineering)	3(3-0-9)
551644	ระบบความถี่วิทยุสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค (RF-Systems for Accelerators)	3(3-0-9)
551645	การประมวลผลสัญญาณดิจิตอลของความถี่วิทยุ	3(3-0-9)

	(RF Digital Signal Processing)	
551646	เครื่องเร่งอนุภาคและการควบคุมลำอิเล็กตรอน	3(3-0-9)
	(Accelerator and Beam Control)	
551647	การออกแบบเครื่องเร่งอนุภาค	3(3-0-9)
	(Design of Accelerators)	
551648	การคำนวณและวิเคราะห์เชิงตัวเลข	3(3-0-9)
	(Computational and Numerical Analysis)	
551650	หัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 1	3(3-0-9)
	(Advanced Topics in Mechatronics Engineering I)	
551651	หัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 2	3(3-0-9)
	(Advanced Topics in Mechatronics Engineering II)	

กลุ่มวิชาวิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต

551902	วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	60 หน่วยกิต
	(Doctoral Thesis Scheme 2.2)	

ความหมายเลขรหัสวิชา

ตัวเลข 6 หลัก นับจากซ้ายมือ มีความหมายดังนี้

หลักที่ 1 หมายถึง สำนักวิชาที่รับผิดชอบ (เลข 5 หมายถึง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์)

หลักที่ 2 และ 3 หมายถึง สาขาวิชาที่รับผิดชอบ (เลข 51 หมายถึง หลักสูตรวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์)

หลักที่ 4 หมายถึง ระดับหรือลักษณะของรายวิชา

- เลข 6 หมายถึง วิชาบังคับระดับบัณฑิตศึกษา
- เลข 7 หมายถึง วิชาเลือกระดับบัณฑิตศึกษา
- เลข 9 หมายถึง Doctoral Thesis

หลักที่ 5 หมายถึง กลุ่มวิชา

- เลข 0 หมายถึง รายวิชาปรับพื้นฐาน
- เลข 1 หมายถึง รายวิชาบังคับ
- เลข 2 หมายถึง รายวิชาสัมมนา
- เลข 3-9 หมายถึง รายวิชาเลือก

หลักที่ 6 ลำดับของรายวิชาในกลุ่มวิชานั้น ๆ

9.4 แผนการศึกษา

แผนการศึกษาระดับปริญญาเอก

แบบ 1 การวิจัยเพื่อทาวิทยานิพนธ์โดยไม่ต้องศึกษารายวิชา

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท

ชั้นปี	ภาคการศึกษาที่ 1	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 2	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 3	หน่วยกิต
1	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	3	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	3	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	3
	รวม	**3**	**รวม**	**3**	**รวม**	**3**
2	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	8	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	8	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	8
	รวม	**8**	**รวม**	**8**	**รวม**	**8**
3	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	9	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	9	551900วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1	9
	รวม	**9**	**รวม**	**9**	**รวม**	**9**

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 60 หน่วยกิต

แบบ 2 การศึกษารายวิชาและการวิจัยเพื่อทาวิทยานิพนธ์

แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาโท

ชั้นปี	ภาคการศึกษาที่ 1	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 2	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 3	หน่วยกิต
1	551613 หลักการคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 551628 การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด	3 3	วิชาเลือก (1) 551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	3 3	วิชาเลือก (2) 551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	3 3
	รวม	**6**	**รวม**	**6**	**รวม**	**6**
2	วิชาเลือก (3) 551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	3 6	551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	6	551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	6
	รวม	**9**	**รวม**	**6**	**รวม**	**6**
3	551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	6	551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	6	551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1	9
	รวม	**6**	**รวม**	**6**	**รวม**	**9**

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 60 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่จบการศึกษาขั้นปริญญาตรี (เกียรตินิยม)

ชั้นปี	ภาคการศึกษาที่ 1	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 2	หน่วยกิต	ภาคการศึกษาที่ 3	หน่วยกิต
1	551604 ระบบเมคคาทรอนิกส์ 551611 ระบบควบคุมอัตโนมัติ	3 3	551608 การวัดและเครื่องมือวัดขั้นสูง 551627 หุ่นยนต์เบื้องต้น 551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	3 3 3	551612 สัมมนาและการนำเสนอรายงานทางวิศวกรรม 551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	3 3
	รวม	**6**	**รวม**	**9**	**รวม**	**6**
2	551613 หลักการคอมพอวเตอร์สำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 551628 การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด 551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	3 3 3	วิชาเลือกบังคับ (1) 551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	3 6	วิชาเลือกบังคับ (2) 551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	3 6
	รวม	**9**	**รวม**	**9**	**รวม**	**9**
3	วิชาเลือกบังคับ (3) 551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	3 6	551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	6	551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	6
	รวม	**9**	**รวม**	**6**	**รวม**	**6**
4	551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	6	551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	6	551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2	9
	รวม	**6**	**รวม**	**6**	**รวม**	**9**

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 90 หน่วยกิต

9.5 คำอธิบายรายวิชา

แสดงในภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

คำอธิบายรายวิชา

กลุ่มวิชาบังคับ

551604 ระบบเมคคาทรอนิกส์ 3(3-0-9)

(Mechatronic Systems)

วิชาบังคับร่วม : 551501 สมการอนุพันธ์

ระบบเครื่องมือวัดและเซ็นเซอร์ ระบบไมโคโปรเซสเซอร์แบบฝังตัว อุปกรณ์ขับเคลื่อนและอุปกรณ์ต้นกำลังแบบต่าง ๆ การออกแบบระบบเมคคาทรอนิส์เชิงวิศวกรรม

เค้าโครงรายวิชา

1. ระบบการวัด เครื่องมือวัด และเซ็นเซอร์ (9 ชั่วโมง)
2. ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ และเทคโนโลยีของอุปกรณ์ (3 ชั่วโมง)
3. การพัฒนาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (6 ชั่วโมง)
4. อุปกรณ์ขับเคลื่อน อุปกรณ์ต้นกำลัง และอุปกรณ์ควบคุม (3 ชั่วโมง)
5. ระบบการขับเคลื่อนเชิงเส้นและเชิงมุม อุปกรณ์ปรับเปลี่ยนการเคลื่อนที่ (6 ชั่วโมง)
6. การออกแบบระบบเมคคาทรอนิกส์ (3 ชั่วโมง)
7. กรณีศึกษา (6 ชั่วโมง)

551608 การวัดและเครื่องมือวัดขั้นสูง 3(3-0-9)

(Advanced Measurement and Intruments)

วิชาบังคับร่วม : ไม่มี

ทบทวนเรื่องการวัดและเครื่องมือวัด คุณลักษณะของเครื่องมือวัด กระบวนการเปรียบวัดขั้นสูง การใช้สถิติในกระบวนการวัด เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการปรับสภาพสัญญาณและการแสดงข้อมูล เซ็นเซอร์เชิงกลขั้นสูง และวิธีการใหม่ที่ใช้ในการวัดเชิงกล เช่นการวัดระยะ การเคลื่อนที่ ความเร่ง แรง ความดัน การไหลของของไหล และอุณหภูมิ เป็นต้น

เค้าโครงรายวิชา

1. ทบทวนเรื่องการวัดและเครื่องมือวัด (3 ชั่วโมง)
2. คุณลักษณะของเครื่องมือวัด (3 ชั่วโมง)
3. กระบวนการเปรียบวัดขั้นสูง (3 ชั่วโมง)
4. การใช้สถิติในกระบวนการวัด (3 ชั่วโมง)
5. เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการปรับสภาพสัญญาณและการแสดงข้อมูล (6 ชั่วโมง)
6. วิธีการใหม่ในการวัดการขจัดและการเคลื่อนที่ (6 ชั่วโมง)
7. วิธีการใหม่ในการวัดแรงและความดัน (6 ชั่วโมง)
8. วิธีการใหม่ในการวัดการไหลของของไหลและการวัดอุณหภูมิ (6 ชั่วโมง)

551611 ระบบควบคุมอัตโนมัติ 3(3-0-9)
(Automatic Control Systems)

วิชาบังคับร่วม : ไม่มี

หลักการควบคุมอัตโนมัติ การวิเคราะห์และจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบแบบต่างๆ เช่น ระบบทางกล ระบบไฟฟ้า ระบบของไหล-ความร้อน ระบบไฮดรอลิกส์ ระบบนิวแมติกส์ เป็นต้น ส่วนประกอบของระบบควบคุม เสถียรภาพและสมรรถนะของระบบควบคุมแบบป้อนกลับเชิงเส้น การออกแบบและวิเคราะห์ระบบควบคุมบนโดเมนเวลาและโดเมนความถี่ แบบจำลองปริภูมิสเตท ระบบควบคุมแบบปัจจุบันเบื้องต้น

เค้าโครงรายวิชา

1. หลักการควบคุมอัตโนมัติ (6 ชั่วโมง)
2. การลำลองทางคณิตศาสตร์ (6 ชั่วโมง)
3. ส่วนประกอบของระบบควบคุม (6 ชั่วโมง)
4. เสถียรภาพและสมรรถนะของระบบควบคุม (6 ชั่วโมง)
5. การออกแบบและวิเคราะห์ระบบควบคุม (6 ชั่วโมง)
6. แบบจำลองปริภูมิสเตท (6 ชั่วโมง)

551612 สัมมนาและการนำเสนอรายงานทางวิศวกรรม 3(3-0-9)
(Seminar and Engineering Report Presentation)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การนำเสนอและอภิปรายหัวข้อที่น่าสนใจต่าง ๆ ในขณะนี้ การจัดแสดงหัวข้อทางเทคนิคต่าง ๆ การฝึกพูดในที่สัมมนาและการเขียนรายงาน
ทฤษฎีของการนำเสนอผลงานโครงงานหรือข้อเสนอทางวิศวกรรม เทคนิคในการนำเสนอข้อมูลทางวิศวกรรม ฝึกฝนการนำเสนอ

เค้าโครงรายวิชา

1. ทฤษฎีของการนำเสนอผลงานโครงงานหรือข้อเสนอทางวิศวกรรม (4 ชั่วโมง)
2. เทคนิคในการนำเสนอข้อมูลทางวิศวกรรม (4 ชั่วโมง)
3. ฝึกฝนการนำเสนอ (28 ชั่วโมง)

551613 หลักการคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 3(3-0-9)
(Principle of Computer for Mechatronics Engineering)

วิชาบังคับร่วม : ไม่มี

หลักการทำงานร่วมกันระหว่างคอมพิวเตอร์และเครื่องจักร การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรและคอมพิวเตอร์ การพัฒนาความรวดเร็วในการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรและคอมพิวเตอร์ หลักการการใช้ภาษาขั้นสูงเพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องจักร

เค้าโครงรายวิชา

1.การคำนวณทางแมทริกซ์ (3 ชั่วโมง)
2.การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น (6 ชั่วโมง)
3.การประมาณค่าช่วงและการปรับเส้นโค้ง ภาพกราฟฟิกส์ การเขียนโปรแกรม (6 ชั่วโมง)
4.การหาอนุพันธ์และปริพันธ์เชิงตัวเลข (6 ชั่วโมง)
5.การหาผลเฉลยสมการอนุพันธ์สามัญโดยวิธีเชิงตัวเลข (9 ชั่วโมง)
6.กรณีศึกษาทางวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ (6 ชั่วโมง)

551627 หุ่นยนต์เบื้องต้น **3(3-0-9)**

(Introduction to Robotics)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ประวัติและความเป็นมาของหุ่นยนต์ ประเภทของหุ่นยนต์แบบต่าง ๆ รวมถึงหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ การย้ายพิกัดและแกน กลศาสตร์ตรงและกลศาสตร์ย้อนกลับของแขนหุ่นยนต์ การสร้างเส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ การใช้โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ งานวิจัยสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ การทำโครงงาน

เค้าโครงรายวิชา

1. ประวัติและความเป็นมาของหุ่นยนต์ ประเภทของหุ่นยนต์แบบต่าง ๆ รวมถึงหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ (3 ชั่วโมง)
2. การย้ายพิกัดและแกน (6 ชั่วโมง)
3. กลศาสตร์ตรงของแขนหุ่นยนต์ (3 ชั่วโมง)
4. กลศาสตร์ย้อนกลับของแขนหุ่นยนต์ (3 ชั่วโมง)
5. การสร้างเส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ (3 ชั่วโมง)
6. การใช้โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ (9 ชั่วโมง)
7. งานวิจัยสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ (6 ชั่วโมง)
8. การทำโครงงาน (3 ชั่วโมง)

551628 การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด **3(3-0-9)**

(Optimization)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การศึกษาของวิธีทางคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบ ศึกษาวิธีการที่สามารถนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ ซึ่งระบบที่ศึกษาจะเป็นได้ทั้งระบบเชิงเส้น และ ไม่เชิงเส้น การออกแบบเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีพาราเมตริกส์ และ ไดนามิกส์

เค้าโครงรายวิชา

1. กล่าวนำถึงวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (6 ชั่วโมง)
2. Lagrange multiplier (6 ชั่วโมง)
3. การโปรแกรมเชิงเส้น (6 ชั่วโมง)
4. การโปรแกรมไม่เชิงเส้น (6 ชั่วโมง)
5. หาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีพาราเมตริกส์ และ ไดนามิกส์ (6 ชั่วโมง)
6. กรณีศึกษา (6 ชั่วโมง)

กลุ่มวิชาเลือก

551601 การจำลองระบบ 3(3-0-9)

(System Modeling)

วิชาบังคับก่อน : 551501 สมการอนุพันธ์

ศึกษาการจำลองระบบทางกายภาพ ด้วยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยระบบที่จะทำการศึกษาจะเป็นระบบ เช่น ระบบเชิงกล ระบบเชิงไฟฟ้า และระบบเชิงกลไฟฟ้า ศึกษาการตอบสนองของระบบภายใต้การกระตุ้นหลายแบบ ศึกษาสเถียรภาพของระบบ และการกำหนดคุณสมบัติของระบบ กล่าวนำถึงการกำหนดลักษณะและการใช้งานของ

เค้าโครงรายวิชา

1. กล่าวนำถึงแบบจำลองคณิตศาสตร์ (3 ชั่วโมง)
2. การจำลองระบบเชิงกล (6 ชั่วโมง)
3. การจำลองระบบเชิงไฟฟ้า (6 ชั่วโมง)
4. การจำลองระบบเชิงกลไฟฟ้า (6 ชั่วโมง)
5. การตอบสนองของระบบ (3 ชั่วโมง)
6. ศึกษาสเถียรภาพของระบบ และการกำหนดคุณลักษณะสมบัติของระบบ (6 ชั่วโมง)
7. กล่าวนำถึงการกำหนดลักษณะและการใช้งานของ FFT (6 ชั่วโมง)

551602 ระเบียบวิธีคำนวณเชิงตัวเลขขั้นสูง 3(3-0-9)

(Advanced Numerical Method)

วิชาบังคับก่อน : 551501 สมการอนุพันธ์

ระเบียบวิธีผลต่างสืบเนื่อง การหาผลเฉลยเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ การหาผลเฉลยเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย การหาจุดปฏิบัติการที่ดีที่สุด

เค้าโครงรายวิชา

1. ระเบียบวิธีผลต่างสืบเนื่อง (6 ชั่วโมง)
2. ผลเฉลยเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (12 ชั่วโมง)
3. ผลเฉลยเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (12 ชั่วโมง)
4. การหาจุดปฏิบัติการที่ดีที่สุด (6 ชั่วโมง)

551603 การวิเคราะห์การสั่น **3(3-0-9)**

(Vibration Analysis)

วิชาบังคับก่อน : 551501 สมการอนุพันธ์

คุณลักษณะสมบัติ ของระบบที่มีการสั่น การสั่นอิสระและการสั่นแบบบังคับของระบบไม่เป็นเชิงเส้น ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข สำหรับการวิเคราะห์การสั่น การวัดและการควบคุมการสั่น

เค้าโครงรายวิชา

1. พื้นฐานการสั่นเชิงกล (3 ชั่วโมง)
2. พื้นฐานการสั่นแบบไม่เป็นเชิงเส้น (3 ชั่วโมง)
3. ลักษณะการตอบสนองของระบบการสั่นแบบไม่เป็นเชิงเส้น (6 ชั่วโมง)
4. การสั่นอิสระและการสั่นแบบบังคับของระบบไม่เป็นเชิงเส้น (6 ชั่วโมง)
5. การสั่นของระบบที่มีหลายลำดับขั้นความเป็นอิสระ (6 ชั่วโมง)
6. ระเบียบเชิงตัวเลขที่ใช้สำหรับวิเคราะห์การสั่น (6 ชั่วโมง)
7. การวัดและการควบคุมการสั่น (6 ชั่วโมง)

551605 พลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง **3(3-0-9)**

(Rigid Body Dynamics)

วิชาบังคับก่อน : 551501 สมการอนุพันธ์

ทบทวนพลศาสตร์พื้นฐาน ระบบของอนุภาค กลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง การเคลื่อนที่ของวัตถุเกร็งในระนาบ จลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง ไจโรสโคป กลศาสตร์กลไกเบื้องต้น

เค้าโครงรายวิชา

1. ทบทวนพลศาสตร์พื้นฐาน (6 ชั่วโมง)
2. ระบบของอนุภาค (3 ชั่วโมง)
3. กลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง (6 ชั่วโมง)
4. การเคลื่อนที่ของวัตถุเกร็งในระนาบ (6 ชั่วโมง)
5. จลศาสตร์ของวัตถุเกร็ง (6 ชั่วโมง)
6. ไจโรสโคป (6 ชั่วโมง)
7. กลศาสตร์กลไกเบื้องต้น (3 ชั่วโมง)

551606 การควบคุมระบบเมคคาทรอนิกส์ 3(3-0-9)

(Control of Mechatronic Systems)

วิชาบังคับก่อน : 551501 สมการอนุพันธ์

ทบทวนการแปลงลาปลาสและลาปลาสผกผัน ฟังก์ชั่นถ่ายโอน แผนภาพบล็อก การตอบสนองในโดเมนเวลา การรบกวน ความผิดพลาดที่สถานะคงตัว การทดสอบเสถียรภาพ ระบบกับลักษณะการสั่นทางกล ตอบสนองในโดเมนความถี่ แผนภาพโบด การออกแบบตัวชดเชยโดยใช้การตอบสนองเชิงความถี่ การใช้โปรแกรม MATLAB และ SIMULINK การใช้เทคนิคควบคุมแบบคลาสสิคต่ออุปกรณ์แมคคาทรอนิกส์และระบบ

เค้าโครงรายวิชา

1. ทบทวนการแปลงลาปลาสและลาปลาสผกผัน (6 ชั่วโมง)
2. ฟังก์ชั่นถ่ายโอนของระบบทางไฟฟ้า กล และกลไฟฟ้า (4 ชั่วโมง)
3. แผนภาพบล็อก (2 ชั่วโมง)
4. การตอบสนองในโดเมนเวลาของระบบที่มีอินพุท-เอาท์พุทเดียว (3 ชั่วโมง)
5. วิธีกำจัดการรบกวน (2 ชั่วโมง)
6. ฟังก์ชั่นถ่ายโอนแบบเปิด, ชนิดของระบบและความผิดพลาดที่สถานะคงตัว (3 ชั่วโมง)
7. วิธีของเราซ์สำหรับการทดสอบเสถียรภาพ (2 ชั่วโมง)
8. หาการตอบสนองในโดเมนความถี่และการวาดแผนภาพโบด (2 ชั่วโมง)
9. การออกแบบตัวชดเชยโดยใช้การตอบสนองเชิงความถี่ (6 ชั่วโมง)
10. การประยุกต์ใช้ของฮาร์ดดิสไดร์ฟควบคุมแบบเซอร์โวและอุปกรณ์แมคคาทรอนิกส์อื่น ๆ (6 ชั่วโมง)

551607 การควบคุมแบบป้อนกลับปริภูมิสถานะ 3(3-0-9)

(State Feedback Variable Control)

วิชาบังคับก่อน : 551606 การควบคุมระบบเมคคาทรอนิกส์

ทบทวนเมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนซ์ แบบจำลองปริภูมิสเตท เสถียรภาพ วิธีลีปูนอฟ ความสามารถในการควบคุม ความสามารถในการสังเกต ตัวสังเกตแบบเต็มอันดับและการลดอันดับ ปัญหาเซอร์โว การป้อนกลับสเตทด้วยการวางตำแหน่งโพล การใช้โปรแกรม MATLAB และ SIMULINK

เค้าโครงรายวิชา

1. ทบทวนเมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนซ์ (6 ชั่วโมง)
2. จุดสมดุล แนวคิดความเสถียรภาพ กฎข้อที่หนึ่งและสองของลีปูนอฟ (5 ชั่วโมง)
3. ความสามารถในการควบคุมและการสังเกต (5 ชั่วโมง)
4. ตัวสังเกตแบบเต็มอันดับและการลดอันดับ (5 ชั่วโมง)
5. วิธีกำจัดการรบกวน (5 ชั่วโมง)
6. การป้อนกลับสเตทด้วยการวางตำแหน่งโพลสำหรับปัญหาการปรับตัวควบคุม (5 ชั่วโมง)
7. การป้อนกลับสเตทและปัญหาการควบคุมเซอร์โว (5 ชั่วโมง)

551621 การควบคุมระบบขั้นสูง **3(3-0-9)**

(Advanced Control Systems)

วิชาบังคับก่อน : 551607 การควบคุมแบบป้อนกลับปริภูมิสถานะ

การควบคุมแบบดิจิทัล ทฤษฎีการสุ่ม ฟังก์ชั่นถ่ายโอนแบบปิดพัลส์ เสถียรภาพในระนาบ z การออกแบบตัวชดเชย การควบคุมระบบไม่เป็นเชิงเส้น การทำให้เป็นเชิงเส้นแบบขยาย การทำให้เป็นเชิงเส้นแบบป้อนกลับ การควบคุมระบบที่ไม่ต่อเนื่อง การควบคุมแบบปรับตัวได้ ค่าอัตราขยายแบบปรับตัวได้ การประมาณค่าตัวแปร การควบคุมแบบปรับตัวได้ชนิดอ้างอิงแบบจำลอง เสถียรภาพของการควบคุมแบบปรับตัวได้ การควบคุมแบบอัจฉริยะ การควบคุมแบบฟัซซี่ การควบคุมแบบเครือข่ายประสาท ขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมในการออกแบบการควบคุม

เค้าโครงรายวิชา

1. การควบคุมแบบดิจิทัล (9 ชั่วโมง)
2. การควบคุมระบบไม่เป็นเชิงเส้น (9 ชั่วโมง)
3. การควบคุมแบบปรับตัวได้ (9 ชั่วโมง)
4. การควบคุมแบบอัจฉริยะ (9 ชั่วโมง)

551622 ความร้อนของไหล **3(3-0-9)**

(Thermo-Fluid)

วิชาบังคับก่อน : 551501 สมการอนุพันธ์

คุณสมบัติของสารบริสุทธิ หลักของงานและพลังงาน กฎข้อที่ หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับระบบปิดและระบบเปิด คุณสมบัติของของไหล กฎความหนืดของนิวตัน กฎการอนุรักษ์พลังงานของการไหล สมการเบอร์นูลีย์ การสูญเสียพลังงานการไหลในท่อ กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

เค้าโครงรายวิชา

1. คุณสมบัติของสารบริสุทธิ (3 ชั่วโมง)
2. หลักของงานและพลังงาน (3 ชั่วโมง)
3. กฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับระบบปิดและระบบเปิด (9 ชั่วโมง)
4. คุณสมบัติของของไหล กฎความหนืดของนิวตัน (3 ชั่วโมง)
5. กฎการอนุรักษ์พลังงานของการไหล สมการเบอร์นูลีย์ (6 ชั่วโมง)
6. การสูญเสียพลังงานการไหลในท่อ (6 ชั่วโมง)
7. กฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์ (6 ชั่วโมง)

551624 การประมวลผลภาพและการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ 3(3-0-9)

(Image Processing and Computer Vision)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

กล่าวนำถึงการมองเห็นของเครื่องจักร ทบทวนพื้นฐานขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ การแบ่งวัตถุ การจดจำรูปแบบ สี เฉดสี ลวดลาย แบบของกล้องและการเปรียบวัดกล้อง การมองแบบสเตริโอ การมองแบบพลวัตร เส้นโค้งและพื้นผิว content-based retrieval กรณีศึกษา

เค้าโครงรายวิชา

1. กล่าวนำถึงการมองเห็นของเครื่องจักร (3 ชั่วโมง)
2. ทบทวนพื้นฐานขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ (3 ชั่วโมง)
3. การแบ่งวัตถุและการจดจำวัตถุ (3 ชั่วโมง)
4. สี เฉดสี และลวดลาย (6 ชั่วโมง)
5. แบบของกล้องและการเปรียบวัดกล้อง (3 ชั่วโมง)
6. การมองแบบสเตริโอ (3 ชั่วโมง)
7. เส้นโค้งและพื้นผิว (3 ชั่วโมง)
8. การมองแบบสเตริโอ การมองแบบพลวัตร (3 ชั่วโมง)
9. Content-based retrieval (6 ชั่วโมง)
10. กรณีศึกษา (3 ชั่วโมง)

551625 ระบบสื่อสาร 3(3-0-9)

(Communication Systems)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

เทคนิคเชิงแอนะลอก การส่งข่าวสารในรูปแบบกระแสและความถี่ การกรอง เทคนิกส์เชิงดิจิทัล การส่งข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนาน โหมดการสื่อสาร โครงข่ายโทโปโลยี โปโตคอล การเชื่อมต่อแบบอนุกรม ตัวเชื่อมต่อเซ็นโตนิกส์ จีพีไอบี พีซีบัส พอสยูเอสบี บัสแบคแพลน เอฟเอฟทีและการประมวลสัญญาณเชิงดิจิทัล

เค้าโครงรายวิชา

1. เทคนิกส์เชิงแอนะลอก (3 ชั่วโมง)
2. การส่งข่าวสารในรูปแบบกระแสและความถี่ การกรอง (6 ชั่วโมง)
3. เทคนิคเชิงดิจิทัล (3 ชั่วโมง)
4. การส่งข้อมูลแบบอนุกรมและแบบขนาน (3 ชั่วโมง)
5. โหมดการสื่อสาร การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (6 ชั่วโมง)
6. โครงข่ายโทโปโลยี โปโตคอล (6 ชั่วโมง)
7. จีพีไอบี พีซีบัส พอสยูเอสบี (3 ชั่วโมง)
8. เอฟเอฟทีและการประมวลสัญญาณเชิงดิจิตอล การสาธิตต่าง ๆ (6 ชั่วโมง)

551626 เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ 3(3-0-9)

(Sensors and Transducers)

วิชาบังคับก่อน : 551608 การวัดและเครื่องมือวัดขั้นสูง

ศึกษาลักษณะที่เหมือนกันของระบบ ผลกระทบทางฟิสิกส์ที่มีต่อทรานดิวเซอร์ ทรานดิวเซอร์แบบขยายและแบบบริด แบบจำลองเซนเซอร์ การเชื่อมต่อเซนเซอร์ การปรับแต่งสัญญาณ และการประยุกต์ใช้เซนเซอร์

เค้าโครงรายวิชา

1. ศึกษาลักษณะที่เหมือนกันของระบบ (6 ชั่วโมง)
2. ผลกระทบทางฟิสิกส์ที่มีต่อทรานดิวเซอร์ (3 ชั่วโมง)
3. การจัดการ การส่งถ่ายและการบันทึกข้อมูล (9 ชั่วโมง)
4. การส่งถ่ายข้อมูลและการเชื่อมต่อเครื่องมือวัด (6 ชั่วโมง)
5. การแสดงผลแรงดัน และอุปกรณ์บันทึก (6 ชั่วโมง)
6. ระบบปรับแต่งข้อมูลสำหรับคอมพิวเตอร์ (6 ชั่วโมง)

551629 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ ออกแบบ และผลิต 3(3-0-9)

(CAD/CAM/CAE)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์เพื่องานวิศวกรรม ปรัญชญาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในกระบวนการผลิต การใช้โปรแกรมในการออกแบบ การศึกษาการควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ โครงงานทางวิศวกรรม

เค้าโครงรายวิชา

1. การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์เพื่องานวิศวกรรม (6 ชั่วโมง)
2. ปรัญชญาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (6 ชั่วโมง)
3. การใช้โปรแกรมในการออกแบบ (6 ชั่วโมง)
4. การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในกระบวนการ (6 ชั่วโมง)
5. การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ (6 ชั่วโมง)
6. โครงงานทางวิศวกรรม (6 ชั่วโมง)

551630 การออกแบบกลไก 1 **3(3-0-9)**

(Mechanism Design I)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

ศึกษากลไกแบบ 2 มิติและกลไกแบบ 3 มิติ ชนิดของข้อต่อและกลไกชิ้นต่อโยง จลนศาสตร์และพลศาสตร์ของกลไก การสังเคราะห์กลไก การใช้โปรแกรม CAD/CAE เป็นเครื่องมือในการออกแบบและการวิเคราะห์กลไก

เค้าโครงรายวิชา

1. แนะนำให้รู้จักกลไกและเครื่องจักร สามารถบอกถึงความแตกต่างระหว่างกลไกและเครื่องจักรได้ (3 ชั่วโมง)
2. ศึกษากลไกชนิดต่าง ๆ (3 ชั่วโมง)
3. การวิเคราะห์ตำแหน่ง ความเร็วและความเร่งของชุดกลไก (6 ชั่วโมง)
4. การวิเคราะห์แรง (6 ชั่วโมง)
5. ศึกษากลไก 3 มิติ (6 ชั่วโมง)
6. การวิเคราะห์กลไก 3 มิติ (6 ชั่วโมง)
7. การออกแบบและวิเคราะห์กลไกด้วยโปรแกรม CAD/CAE (6 ชั่วโมง)

551631 การออกแบบกลไก 2 **3(3-0-9)**

(Mechanism Design II)

วิชาบังคับก่อน : 551630 การออกแบบกลไก 1

ศึกษากลไก 3 มิติ ชนิดของ actuator สำหรับกลไก 3 มิติ การสังเคราะห์กลไก 3 มิติ การใช้โปรแกรม CAD/CAE เป็นเครื่องมือในการออกแบบและการวิเคราะห์กลไก

เค้าโครงรายวิชา

1. ศึกษาชนิดของกลไก 3 มิติ (3 ชั่วโมง)
2. จลนศาสตร์ของกลไก 3 มิติ (6 ชั่วโมง)
3. การวิเคราะห์แรงของกลไก 3 มิติ (6 ชั่วโมง)
4. การสังเคราะห์กลไก 3 มิติ (6 ชั่วโมง)
5. การศึกษาหุ่นยนต์เบื้องต้น (6 ชั่วโมง)
6. การออกแบบและวิเคราะห์กลไกด้วยโปรแกรม CAD/CAE (9 ชั่วโมง)

551632 ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 3(3-0-9)

(Finite Element Method)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

บทนำเกี่ยวกับการใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบทางวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมไฟฟ้า การประยุกต์ใช้กับงานด้านการถ่ายเทความร้อน การวิเคราะห์การไหล การวิเคราะห์ความเค้น และการวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำเกี่ยวกับการใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (3 ชั่วโมง)
2. ทบทวนพีชคณิตเชิงเส้นและแมทริกซ์ (6 ชั่วโมง)
3. สูตรที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (15 ชั่วโมง)
4. การประยุกต์ใช้กับงานด้านการถ่ายเทความร้อน (3 ชั่วโมง)
5. การวิเคราะห์การไหล (3 ชั่วโมง)
6. การวิเคราะห์ความเค้น (3 ชั่วโมง)
7. การวิเคราะห์สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (3 ชั่วโมง)

551633 การใช้โปรแกรมแลปวิวเพื่อการควบคุมอัตโนมัติ 2(1-3-5)

(LabVIEW for Automation Systems)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

บทนำเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นและทฤษฎีพื้นฐานของการทำงานแบบอัตโนมัติ การควบคุมการทำงานโดยการใช้โปรแกรม LabVIEW พื้นฐานการเขียนโปรแกรม LabVIEW ทฤษฎีการเก็บหรือเรียกข้อมูล การแปลงข้อมูลจากอนาล็อกเป็นดิจิทัลหรือดิจิทัลเป็นอนาล็อก ศึกษาระบบการทำงานของเซนเซอร์ อุปกรณ์ควบคุมและการใช้โปรแกรม LabVIEW ในการควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ

เค้าโครงรายวิชา

1. บทนำเกี่ยวกับระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ (3 ชั่วโมง)
2. พื้นฐานการเขียนโปรแกรม LabVIEW (12 ชั่วโมง)
3. ทฤษฎีการเก็บหรือเรียกข้อมูล และการแปลงข้อมูลจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล หรือดิจิทัลเป็นอนาล็อก (8 ชั่วโมง)
4. การวัดและการควบคุมด้วย LabVIEW (10 ชั่วโมง)
5. การใช้โปรแกรม LabVIEW สำหรับงานในระบบอัตโนมัติ (15 ชั่วโมง)

551634 คณิตศาสตร์ขั้นสูง **3(3-0-9)**

(Applied Mathematics)

วิชาบังคับก่อน : 551501 สมการอนุพันธ์

การแปลงลาปาซ การแปลงฟูริเยร์ และ แซส-ทรานสฟอร์ม พีชคณิตเชิงเส้น เมทริกซ์ ดีเทอมิแนนซ์ กฎของเครเมอร์ การกำจัดด้วยวิธีเกาซ์และเกาซ์-จอร์แดน ปัญหาค่าจำเพาะ เวกเตอร์จำเพาะ เมทริกซ์เชิงซ้อน เวกเตอร์อนุพันธ์ และอินทีกอลแคลคูลัส

เค้าโครงรายวิชา

1. การแปลงลาปาซ การแปลงฟูริเยร์ และ แซส-ทรานสฟอร์ม (12 ชั่วโมง)
2. เมทริกซ์ ดีเทอมิแนนซ์ กฎของเครเมอร์ (12 ชั่วโมง)
3. ปัญหาค่าจำเพาะ เวกเตอร์จำเพาะ เมทริกซ์เชิงซ้อน เวกเตอร์อนุพันธ์ และอินทีกอลแคลคูลัส (12 ชั่วโมง)

551635 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **3(3-0-9)**

(Computer Programming)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

การออกแบบกราฟฟิคเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม โครงงานจากชีวิตจริงเป็นรายบุคคลโดยให้ใช้โปรแกรม MATLAB

เค้าโครงรายวิชา

1. การออกแบบกราฟฟิคเชื่อมต่อ (3 ชั่วโมง)
2. การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ (6 ชั่วโมง)
3. MATLAB’s Simulink (6 ชั่วโมง)
4. การออกแบบซอร์ฟแวร์สำหรับปัญหาทางวิศวกรรม (12 ชั่วโมง)
5. โครงงานจากชีวิตจริงเป็นรายบุคคลโดยให้ใช้โปรแกรม MATLAB (9 ชั่วโมง)

551636 การออกแบบระบบอิเล็กทรอนิกส์ **3(3-0-9)**

(Electronic System Design)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ การวัด ตัวตรวจจับและตัวขับเร้า วงจรขยาย ระบบป้อนกลับ ระบบแอนาลอก ระบบดิจิทัล การออกแบบระบบ

เค้าโครงรายวิชา

1. ระบบอิเล็กทรอนิกส์ การผิดเพี้ยนและสัญญาณรบกวน การออกแบบระบบ (3 ชั่วโมง)
2. การวัด ตัวตรวจจับและตัวขับเร้า ศึกษาการออกแบบ (3 ชั่วโมง)
3. ระบบขยายสัญญาณ การต่อวงจรขยายแบบคาสเคส วงจรขยายผลต่าง ออปแอมป์ ศึกษาการออกแบบ (3 ชั่วโมง)
4. ระบบลูปเปิดและลูปปิด ระบบป้อนกลับ วงจรป้อนกลับ ศึกษาการออกแบบ (6 ชั่วโมง)
5. วงจรกรอง วงจรขยาย การประมวลสัญญาณแอนะลอก ศึกษาการออกแบบ (6 ชั่วโมง)
6. วงจรตรรก ระบบคอมพิวเตอร์ การเสาะหาและการแปลงข้อมูล ระบบดิจิตอล ศึกษาการออกแบบ (6 ชั่วโมง)
7. การออกแบบระบบ (9 ชั่วโมง)

551637 เทคโนโลยีการทำความสะอาดในกระบวนการประกอบ HDD 3(3-0-9)

(Cleaning Technology in HDD Assembly)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

การควบคุมสิ่งแปลกปลอมที่พบในกระบวนการผลิต HDD ในปัจจุบัน การที่ไม่สามารถดำเนินการรักษาความสะอาดให้เป็นไปตามมาตราฐานจะทำให้สูญเสียทั้งด้านเวลาและเศรษฐกิจ การสร้างองค์ความรู้ด้านการทำความสะอาด และการเลือกกระบวนการทำความสะอาดที่เหมาะสม เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ มีความสะอาดตามที่กำหนด

เค้าโครงรายวิชา

1. หลักการการทำความสะอาดในกระบวนการผลิต HDD (3 ชั่วโมง)
2. หลักการของสมดุลสถานะ (3 ชั่วโมง)
3. ของผสมระหว่าของเหลว และของเหลวผสมแก๊ส (6 ชั่วโมง)
4. การสมดุลสถานะในกระบวนการประกอบ HDD (6 ชั่วโมง)
5. สารตัวกลางที่ใช้ในการทำความสะอาด (6 ชั่วโมง)
6. สารตัวกลางที่เป็นน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาด (6 ชั่วโมง)
7. การออกแบบการทำความสะอาดชิ้นส่วน HDD (6 ชั่วโมง)

551638 ระเบียบวิธีวิจัย 2(1-3-5)

(Research Methodology)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ภาพรวมระเบียบวิธีการวิจัย การสืบค้นข้อมูล การกำหนดหัวข้อปัญหาวิจัย การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการดำเนินงานวิจัย การออกแบบการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และวิจารณ์ผล จริยธรรมในการทำวิจัย การเตรียมพร้อมเพื่อการนำเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการ การฝึกฝนในหัวข้อต่าง ๆ

เค้าโครงรายวิชา

1. ภาพรวมของระเบียบวิธีการวิจัย (2 ชั่วโมง)
2. การสืบค้นข้อมูล การกำหนดหัวข้อปัญหาวิจัย การตั้งสมมติฐาน (2 ชั่วโมง)
3. การวางแผนการดำเนินการวิจัย การออกแบบการทดลอง (2 ชั่วโมง)
4. การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และวิจารณ์ผล (2 ชั่วโมง)
5. จริยธรรมในการทำวิจัย (2 ชั่วโมง)
6. การเตรียมพร้อมเพื่อการนำเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการ (2 ชั่วโมง)
7. การฝึกฝนในหัวข้อต่าง ๆ (36 ชั่วโมง)

551639 หลักการเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน 3(3-0-9)

(Introduction to Synchrotron Radiation Based Science)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

แนะนำส่วนประกอบและหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ได้แก่ แม่เหล็กชนิดต่างๆ อุปกรณ์แทรกแบบ อันดูเลเตอร์ (Undulator) แบบวิกเลอร์ (Wiggler) และแบบเลื่อนความยาวคลื่น (Wave Length Shifter หรือ WLS), ศึกษาเกี่ยวกับ power distribution, statistical radiation characteristics, damping and quatum excitation และการใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนในย่านความยาวคลื่นต่างๆ การออกแบบระบบลำเลียงแสง และแนะนำสถานีทดลองซึ่งประกอบด้วยเทคนิคต่างๆ ได้แก่ absorption spectroscopy, crystallography และ X-ray emission การใช้โปรแกรมพื้นฐานทางด้าน X-rays optics และ computer simulation

เค้าโครงรายวิชา

1. ส่วนประกอบและหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน (6 ชั่วโมง)
2. อุปกรณ์แทรก ประเภทต่าง (6 ชั่วโมง)
3. Power distribution และ statistical radiation characteristics (3 ชั่วโมง)
4. การใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนในย่านความยาวคลื่นต่างๆ (3 ชั่วโมง)
5. การออกแบบระบบลำเลียงแสง (9 ชั่วโมง)
6. แนะนำสถานีทดลอง (3 ชั่วโมง)
7. การใช้โปรแกรมพื้นฐาน และ computer simulation (6 ชั่วโมง)

551640 เครื่องเร่งและลำอนุภาค 3(3-0-9)

(Accelerator and Particle Beams)

วิชาบังคับก่อน : Introduction to Synchrotron Radiation Based Science

ศึกษาสมการแมกซ์เวลล์ (Maxwell’s equations) และทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (special relativity) การทำงานของเครื่องเร่งอนุภาคในส่วนต่างๆ เริ่มจากระบบฉีดลำอิเล็กตรอน (Injectors) ซึ่งประกอบด้วย แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน ปืนอิเล็กตรอน (Electron gun) ระบบการบีบอัดลำอิเล็กตรอน (buncher) เครื่องเร่งอนุภาคทางตรง (linear accelerator หรือ LINAC) ระบบลำเลียงอนุภาคพลังงานต่ำ (Low Energy Beam Transport หรือ LBT) เครื่องเร่งอนุภาคแบบวงกลม (Booster synchrotron) ระบบลำเลียงอนุภาคพลังงานสูง (High Energy Beam Transport หรือ HBT) และวงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอน (Storage Ring)

เค้าโครงรายวิชา

1. สมการแมกซ์เวลล์ (3 ชั่วโมง)
2. ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (special relativity) (3 ชั่วโมง)
3. ระบบฉีดลำอิเล็กตรอน (Injectors) (6 ชั่วโมง)
4. ระบบการบีบอัดลำอิเล็กตรอน (prebuncher) (6 ชั่วโมง)
5. เครื่องเร่งอนุภาคทางตรง (6 ชั่วโมง)
6. ระบบลำเลียงอนุภาคพลังงานต่ำ (6 ชั่วโมง)
7. วงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอน (Storage Ring) (6 ชั่วโมง)

551641 วงแหวนกักเก็บอิเล็กตรอนและอุปกรณ์แทรก 3(3-0-9)

(Storage Ring and Insertion Devices)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ศึกษาสมการการเคลื่อนที่ (Equations of motion), คุณลักษณะการส่ายของลำอิเล็กตรอน (beta-functions) การฉีดลำอิเล็กตรอนแบบต่อเนื่อง (top-up injection) และ kicker แนะนำแม่เหล็กชนิดต่างๆ วงโคจรและการวัดวงโคจรของอิเล็กตรอน, tunes, chromaticity และการทำงานของ BPMs (Beam Position Monitoring Systems), การวัด response matrix orbit เพื่อหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการวัดและเก็บข้อมูลทางด้านพลศาสตร์ลำอิเล็กตรอนภายในวงแหวนกักเก็บ หลักการทำงานของอุปกรณ์แทรกชนิดต่างๆ ได้แก่ undulators, wigglers, wavelength shifter, super bends, in-vacuum undulators (IVU), electrical polarization undulators (EPU), การวัดสนามแม่เหล็กในรูปแบบ first and second integrals, focusing, matching, second order fields, กล่าวถึง Permanence Magnet technology, damping, quantum excitation, equilibrium emittance, equilibrium energy spread, คุณสมบัติของลำอิเล็กตรอนที่ผ่านเข้า-ออกในอุปกรณ์แทรก เช่น beam sizes, beam lifetime, loss mechanism, elastic scattering, inelastic scattering (bremsstrahlung), Touschek effect (transverse and longitudinal), quantum lifetime เป็นต้น

เค้าโครงรายวิชา

1. สมการการเคลื่อนที่ (Equations of motion) (6 ชั่วโมง)
2. คุณลักษณะการส่ายของลำอิเล็กตรอน (beta-functions) (6 ชั่วโมง)
3. การฉีดลำอิเล็กตรอนแบบต่อเนื่อง (top-up injection) และ kicker) (6 ชั่วโมง)
4. วงโคจรและการวัดวงโคจรของอิเล็กตรอน (6 ชั่วโมง)
5. การวัดและเก็บข้อมูลทางด้านพลศาสตร์ลำอิเล็กตรอน (6 ชั่วโมง)
6. การวัดสนามแม่เหล็ก (3 ชั่วโมง)
7. คุณสมบัติของลำอิเล็กตรอนที่ผ่านเข้า-ออกในอุปกรณ์แทรก (3 ชั่วโมง)

551642 การออกแบบแม่เหล็กสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค 3(3-0-9)
(Magnet Designs for Accelerators)

วิชาบังคับก่อน : Basic Physics and Calculus

กล่าวถึงทฤษฎี (ได้แก่ Maxwell's equations and integral theorems) สำหรับการออกแบบแม่เหล็กชนิดต่างๆ เพื่อการประยุกต์ใช้กับเครื่องเร่งอนุภาค ได้แก่ bending magnets, quadrupoles, sextupoles, steering magnets, kicker magnets, septum การหาค่าขอบเขต (field region) และคุณภาพ (field quality) ที่ดีที่สุดของสนามแม่เหล็ก เพื่อเลือกขนาดของช่องเปิด (aperture) ที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน การออกแบบระบบหล่อเย็น การวัดค่าและรูปแบบของสนามแม่เหล็ก เพื่อนำไปสู่การสร้าง ประกอบ ติดตั้ง และวางตำแหน่งแม่เหล็กด้วยโปรแกรม POISSON และ RADIA

เค้าโครงรายวิชา

1. สมการแมกซ์เวลล์ และทฤษฎีปริพันธ์ (6 ชั่วโมง)
2. การออกแบบแม่เหล็ก เพื่อการประยุกต์ใช้กับเครื่องเร่งอนุภาค (6 ชั่วโมง)
3. การหาค่าขอบเขตและคุณภาพที่ดีที่สุดของสนามแม่เหล็ก (6 ชั่วโมง)
4. การออกแบบระบบหล่อเย็น (6 ชั่วโมง)
5. การวัดค่าและรูปแบบของสนามแม่เหล็ก (6 ชั่วโมง)
6. การใช้โปรแกรม POISSON และ RADIA (6 ชั่วโมง)

551643 วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค 3(3-0-9)
(Accelerator Power Electronics Engineering)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ศึกษาประเภทของโหลดไฟฟ้า สายส่งไฟฟ้า ฮาร์มอนิก มาตราฐานของ Electromagnetic Compatibility (EMC) และปัญหา Electromagnetic Interference (EMI) ทีเป็นผลให้เกิดความผิดเพี้ยนของแหล่งจ่ายขณะส่งผ่านอุปกรณ์ SCR, กล่าวถึงแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบกระแสตรง แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม สนามแม่เหล็ก ระบบควบคุม ความปลอดภัยส่วนบุคคลและอุปกรณ์ความปลอดภัย และมาตราฐานการกำหนดคุณสมบัติแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เค้าโครงรายวิชา

1. ศึกษาประเภทของโหลดไฟฟ้า (6 ชั่วโมง)
2. สายส่งไฟฟ้า ฮาร์มอนิก มาตราฐานของ EMC (6 ชั่วโมง)
3. แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบกระแสตรง (6 ชั่วโมง)
4. แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม (6 ชั่วโมง)
5. อุปกรณ์ความปลอดภัย (6 ชั่วโมง)
6. ระบบควบคุมความปลอดภัยส่วนบุคคล (3 ชั่วโมง)
7. มาตราฐานการกำหนดคุณสมบัติแหล่งจ่ายไฟฟ้า (3 ชั่วโมง)

551644 ระบบความถี่วิทยุสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค 3(3-0-9)
(RF-Systems for Accelerators)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

กล่าวถึงระบบสายส่ง ท่อนำคลื่น, ตัวสะท้อนความถี่, ตัวแบ่งและรวมสัญญาณวิทยุ รวมไปถึงพารามิเตอร์หลัก เช่น poynting vector และ impedance matching เทคนิคการวัดคลื่นไมโครเวฟ การออกแบบระบบ RF-cavity, pill-box cavity, shunt impedance, higher order modes, tuner, RF-amplifiers, beat-pull measurement, low-level control, phase/amplitude control, impedance of cavity และห้องสุญญากาศ การออกแบบตัวแบ่งและรวมแหล่งจ่ายไฟฟ้า การออกแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบความถี่วิทยุตามความต้องการใช้งานจริง

เค้าโครงรายวิชา

1. ระบบสายส่ง (6 ชั่วโมง)
2. ท่อนำคลื่น (6 ชั่วโมง)
3. ตัวสะท้อนความถี่ (6 ชั่วโมง)
4. ตัวแบ่งและรวมสัญญาณวิทยุ (3 ชั่วโมง)
5. เทคนิคการวัดคลื่นไมโครเวฟ (3 ชั่วโมง)
6. การออกแบบระบบคลื่นวิทยุแบบต่างๆ (6 ชั่วโมง)
7. การออกแบบตัวแบ่งและรวมแหล่งจ่ายไฟฟ้า (6 ชั่วโมง)

551645 การประมวลผลสัญญาณดิจิตอลของความถี่วิทยุ 3(3-0-9)
(RF Digital Signal Processing)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

กล่าวถึงพื้นฐานของระบบความถี่วิทยุ เทคนิคการวัด ทดสอบและประมวลผลสัญญาณดิจิตอลของอุปกรณ์ภายในระบบความถี่วิทยุที่ใช้สำหรับเครื่องเร่งอนุภาค

ภาคปฏิบัติ: สามารถใช้เครื่องมือต่างและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดและวิเคราะห์สัญญาณของระบบความถี่วิทยุ เช่น network analyzer, spectrum analyzer measurements, filter characterization, passive components, ADC, DAC, mixers, amplifiers, IIR filter เป็นต้น

เค้าโครงรายวิชา

1. พื้นฐานของระบบความถี่วิทยุ (3 ชั่วโมง)
2. เทคนิคการวัด (3 ชั่วโมง)
3. ทดสอบและประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (6 ชั่วโมง)
4. ปฏิบัติการด้านการประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (24 ชั่วโมง)

551646 เครื่องเร่งอนุภาคและการควบคุมลำอิเล็กตรอน 3(3-0-9)

(Accelerator and Beam Control)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

กล่าวถึงทฤษฎีการควบคุมกับการนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องเร่งอนุภาค การคำนวณและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องเร่งอนุภาค วิเคราะห์เสถียรภาพของระบบแบบคงที่และแบบพลศาสตร์ ศึกษาถึงเสถียรภาพของลำอิเล็กตรอนและปัจจัยต่างๆ ที่เป็นผลกระทบ เช่น อุณหภูมิ การขยายตัวของท่อสุญญากาศ เป็นต้น การวัดและประมวลผลข้อมูลสำหรับระบบควบคุม เทคโนโลยีระบบควบคุมแบบ EPIC (Experimental Physics and Industrial Control System) ตัวอย่างการออกแบบระบบควบคุมเครื่องเร่งอนุภาคด้วยเทคนิค SVD (Singular Value Decomposition) และ FTC (Fault-Tolerant Control)

เค้าโครงรายวิชา

1. ทฤษฎีการควบคุมกับการนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องเร่งอนุภาค (6 ชั่วโมง)
2. การคำนวณและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องเร่งอนุภาค (6 ชั่วโมง)
3. วิเคราะห์เสถียรภาพของระบบแบบคงที่และแบบพลศาสตร์ (6 ชั่วโมง)
4. ศึกษาถึงเสถียรภาพของลำอิเล็กตรอนและปัจจัยต่างๆ ที่เป็นผลกระทบ (6 ชั่วโมง)
5. การวัดและประมวลผลข้อมูลสำหรับระบบควบคุม (6 ชั่วโมง)
6. เทคโนโลยีระบบควบคุมแบบ EPIC (3 ชั่วโมง)
7. ตัวอย่างการออกแบบระบบควบคุมเครื่องเร่งอนุภาคด้วยเทคนิค SVD (3 ชั่วโมง)

551647 การออกแบบเครื่องเร่งอนุภาค 3(3-0-9)

(Design of Accelerators)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

ศึกษาพื้นฐานและหลักการทำงานของเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานต่ำ เครื่องเร่งอนุภาคแบบกระแสตรง เครื่องเร่งอนุภาคแบบทางตรง เครื่องไซโคลตรอน เครื่องสปอลเลชั่น และเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน และ การปรับแต่งพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับเครื่องเร่งอนุภาค

เค้าโครงรายวิชา

1. ศึกษาพื้นฐานและหลักการทำงานของเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานต่ำ (9 ชั่วโมง)
2. เครื่องเร่งอนุภาคแบบกระแสตรง เครื่องเร่งอนุภาคแบบทางตรง (6 ชั่วโมง)
3. เครื่องไซโคลตรอน (6 ชั่วโมง)
4. เครื่องสปอลเลชั่น (6 ชั่วโมง)
5. การปรับแต่งพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับเครื่องเร่งอนุภาค (9 ชั่วโมง)

551648 การคำนวณและวิเคราะห์เชิงตัวเลข 3(3-0-9)

(Computational and Numerical Analysis)

วิชาบังคับก่อน : มีไม่

ศึกษาหลักการของ Numerical integration and differentiation, curve fitting and function approximation, polynomial representation, Taylor's and Tchebychev's expansions, finite-differences and Runge-Kutta methods ในการแก้ปัญหา ODEs and PDEs และ error estimates, แนะนำวิธีการ Approximate integration methods และการประยุกต์ใช้ Monte Carlo methods สำหรับการศึกษาการกระจายของรังสี โดยเน้นให้ความสำคัญกับการใช้โปรแกรม C และ MATLAB

เค้าโครงรายวิชา

1. Numerical integration and differentiation (9 ชั่วโมง)
2. curve fitting and function approximation (6 ชั่วโมง)
3. Taylor's and Tchebychev's expansions (6 ชั่วโมง)
4. Approximate integration methods (6 ชั่วโมง)
5. การประยุกต์ใช้ Monte Carlo methods (9 ชั่วโมง)

551650 หัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 1 3(3-0-9)

(Advanced Topics in Mechatronics Engineering I)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

เป็นการศึกษาหัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ พิจารณาเป็นกรณีศึกษาโดยการใช้วิธีการขั้นสูงในการแก้ปัญหา หรือการใช้วิธีขั้นสูงในการออกแบบการทดลอง

551651 หัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ 2 3(3-0-9)

(Advanced Topics in Mechatronics Engineering II)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

เป็นการศึกษาหัวข้อชั้นสูงทางวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ พิจารณาเป็นกรณีศึกษาโดยการใช้วิธีการขั้นสูงในการแก้ปัญหา หรือการใช้วิธีขั้นสูงในการออกแบบการทดลอง

กลุ่มวิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต

551900 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 1.1 **60 หน่วยกิต**

(Doctoral Thesis 1.1)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

งานวิจัยต้นฉบับเพื่อจัดเตรียมขึ้นเป็นวิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต

551901 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.1 **45 หน่วยกิต**

(Doctoral Thesis 2.1)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

งานวิจัยต้นฉบับเพื่อจัดเตรียมขึ้นเป็นวิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต ซึ่งเป็นงานทั้งหมดตามความต้องการของหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต รับผู้ลงทะเบียนที่สำเร็จการศึกษามหาบัณฑิตมาแล้วเท่านั้น

551902 วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต แบบ 2.2 **60 หน่วยกิต**

(Doctoral Thesis 2.2)

เงื่อนไข : โดยความเห็นชอบของสาขาวิชา

งานวิจัยต้นฉบับเพื่อจัดเตรียมขึ้นเป็นวิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต ซึ่งเป็นงานทั้งหมดตามความต้องการของหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต รับผู้ลงทะเบียนที่สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีเท่านั้น

Compulsory Courses

551604 Mechatronic Systems **3(3-0-9)**

Co-requisite : 551501 Differential Equations

Sensors and instrumentation systems, embedded microprocessor systems, drives and actuators, engineering design

Course Outline

1. Sensors and transducers, measurement systems (9 hours)
2. Microprocessors systems, device technology (3 hours)
3. Development of microprocessor systems (6 hours)
4. Drives and actuators, control devices (3 hours)
5. Linear systems, rotational drives, motion converters (6 hours)
6. Mechanical systems and design (3 hours)
7. Case studies (6 hours)

551608 Advanced Measurement and Instruments **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Review of measurement and instrumentations, characteristic of instruments, advanced calibration technique, statistic for measurements process, new technology in signal conditioning and display device, Advanced of mechanical sensors, such as displacement, acceleration, force, pressure, fluid flow and velocity, temperature

Course Outline

1. Review of measurement and instrumentations (3 hours)
2. Dynamics characteristic of instruments (3 hours)
3. Advanced Calibration technique (3 hours)
4. Statistic for measurements process (3 hours)
5. New technology for Signal conditioning and display device (6 hours)
6. New technique in displacement and Motion measurement (6 hours)
7. New technique in Force and Pressure measurement (6 hours)
8. New technique in Fluid Flow and Temperature measurement (6 hours)

551611 Automatic Control Systems **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Automatic control principles , mathematical model of mechanical system, electrical system, fluid-thermal system, hydraulic system, pneumatic system, components of control system, stability and performance of linear feedback control system, design and analysis of control system in time domain and frequency domain, state-space model, introduction to modern control system.

Course Outline

1. Automate control principles (6 hours)
2. Mathematics model (6 hours)
3. Components of control system (6 hours)
4. Stability and performance (6 hours)
5. Design and analysis of control system (6 hours)
6. State-space model (6 hours)

551612 Seminar and Engineering Report Presentation **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

Presentation and discussion on the interested topics at the present time Exhibition in technical topics, Presentation practice, Report writing

Engineering project or proposal presentation theory, Engineering presentation techniques, Oral presentation practices

Course Outline

1. Engineering project or proposal presentation theory (4 hours)
2. Engineering presentation techniques (4 hours)
3. Oral presentation practices (28 hours)

551613 Principle of Computer for Mechatronics Engineering 3(3-0-9)

Co-requisite : None

Computer and machine interacting principle, communication between machine and computer, development for communication speed between machine and computer, principal of using high lever computer langue for control machine.

Course Outline

1. Matrix operation	(3 hours)
2. Solution of linear equation	(6 hours)
3. interpolation and curve fitting	(6 hours)
4. numerical solving of differential and integration equation	(6 hours)
5. numerical solution of ordinary differential equation (ODESs)	(9 hours)
6. Case study in Mechatronics Engineering	(6 hours)

Technical Elective

551601 System Modeling 3(3-0-9)

Prerequisite : 551501 Differential Equations

Study of modeling physical systems by mathematical model, the systems studies are such mechanical system, electrical system and electro-mechanical system, also study of response of systems under various type of input, study of stability of system and system characterization, introduction to identification and applications of FFT

Course Outline

1. Introduction to mathematical modeling	(3 hours)
2. Model of mechanical systems	(6 hours)
3. Model of electrical systems	(6 hours)
4. Model of electro-mechanical systems	(6 hours)
5. Response of system	(3 hours)
6. Stability of system and system characterization	(6 hours)
7. Introduction to identification and applications of FFT.	(6 hours)

551602 Advanced Numerical Method **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551501 Differential Equations

Finite difference method, numerical solutions for ordinary differential equations, numerical solutions for partial differential equations, optimization

Course Outline

1. Finite difference method (6 hours)
2. Numerical solutions for ordinary differential equations (12 hours)
3. Numerical solutions for partial differential equations (12 hours)
4. Optimization (6 hours)

551603 Vibration Analysis **3(3-0-9)**

Co-requisite : 551501 Differential Equations

System with vibrating characteristic, free and force nonlinear vibration, numerical method for vibration analysis, measurement and controlled of vibration

Course Outline

1. Fundamental of mechanical vibration (3 hours)
2. Fundamental of nonlinear vibration (3 hours)
3. Response of nonlinear vibration system (6 hours)
4. Free and force nonlinear vibration (6 hours)
5. Vibrations of multidegree of freedom system (6 hours)
6. Numerical method for vibration analysis, (6 hours)
7. Measurement and controlled of vibration. (6 hours)

551605 Rigid Body Dynamics **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551501 Differential Equations

Review of particle dynamics, system of particles, kinematic of rigid body, plane motion of rigid body, Kinetic of rigid body, Gyroscope, introduction to mechanics of mechinery

Course Outline

1. Review of particle dynamic (6 Hours)
2. System of particles (3 Hours)
3. Kinematic of rigid body (6 Hours)
4. Plane motion of rigid body (6 Hours)
5. Kinetic of rigid body (6 Hours)
6. Gyroscope (6 Hours)
7. introduction to mechanics of mechinery (3 Hours)

551606 Control of Mechatronic Systems **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551501 Differential Equations

Review of Laplace and inverse Laplace transformation, transfer functions, block diagrams, time-domain responses, disturbances, steady-state errors, stability tests, frequency-domain responses, bode diagrams, frequency-domain design of phase-lead, -lag and lag-lead compensators, use of MATLAB and SIMULINK, use of classical control techniques to mechatronic devices and systems

Course Outline

1. Review: Laplace and inverse Laplace transformation (6 hours)
2. Transfer functions of electrical, mechanical and electromechanical systems (4 hours)
3. Block diagrams (2 hours)
4. Time-domain responses of SISO systems (3 hours)
5. Disturbance rejection (2 hours)
6. Open-loop transfer functions, types of systems and steady-state errors (3 hours)
7. Routh's method for stability test (2 hours)
8. Frequency-domain responses, plotting bode diagrams (2 hours)
9. Lead/lag/lag-lead compensations (6 hours)
10. Applications of HDD server control, and other mechatronic devices (6 hours)

551607 State Feedback Variable Control **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551606 Control of Mechatronics System

Review of matrix and determinant, state-space models, stability, Lyapunov's methods, controllability, observability, full- and reduced-order observers, state feedback via pole placement, servo problems, use of MATLAB and SIMULINK

Course Outline

1. Review: matrices, determinants, eigenvalues, eigenvectors, characteristic polynomial and Cayley-Hamilton theorem (6 hours)
2. Equilibrium points, stability concepts, stability definitions, first and second method of Lyapunov's (5 hours)
3. Controllability and observability (6 hours)
4. Full-and reduced-order observers (5 hours)
5. Disturbance rejection (2 hours)
6. State-feedback, state-derivative feedback, state-PID feedback via pole placement for regulation problems (6 hours)
7. State-feedback and servo control problems (6 hours)

551621 Advanced Control Systems **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551607 State Feedback Variable Control

Digital control, sampling theorem, closed–loop pulse transfer functions, stability in the z–plane, compensator design, controlling nonlinear systems, extended linearization, feedback linearization, discontinuous control, adaptive control, gain scheduling, parameter, estimation, MRA control, stability of adaptive control algorithms, intelligent control, machine intelligence, FLC, NNC, GA in control design

Course Outline

1. Digital control (9 hours)
2. Controlling nonlinear systems (9 hours)
3. Adaptive control (9 hours)
4. Intelligent control (9 hours)

551622 Thermo-Fluid **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551501 Differential Equations

Properties of pure substance, work and energy principle, the first law of thermodynamics for closed and open systems, properties of fluid, Newton's viscosity law, conservation of energy of fluid flow, the bernoulli equation, energy loss in pipe flow, the second law of thermodynamics

Course Outline

1. Properties of pure substance (3 hours)
2. Work and energy principle (3 hours)
3. The first law of thermodynamics (9 hours)
4. Properties of fluid, Newton's viscosity law (3 hours)
5. The Bernoulli equation (6 hours)
6. Energy loss in pipe flow (6 hours)
7. The second law of thermodynamics (6 hours)

551623 Microprocessors **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Review of number systems, microprocessor architecture, assembly language, addressing modes, timing diagram, logic instructions, jumps and loops, stack pointer, interrupts, interfacing memory, D – to – A and A – to – D converters, interfacing sensors, interfacing step motors, laboratory required

Course Outline

1. Review of number systems	(3 hours)
2. Microprocessor architecture, and assembly language	(3 hours)
3. Addressing modes, logic instructions, jumps and loops	(6 hours)
4. Stack pointer, interrupts	(6 hours)
5. Interfacing memory, A/D and D/A converters	(6 hours)
6. Interfacing sensors	(6 hours)
7. Interfacing step motors	(6 hours)

551624 Image Processing and Computer Vision **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Introduction to machine vision, reviews of image pre-processing primitives, object segmentation, pattern recognition, color, shading, texture, camera models and calibration, stereo vision, dynamic vision, curve and surface, content-based retrieval, case studies of computer and machine vision

Course Outline

1. Introduction to machine vision	(3 hours)
2. Reviews of image pre-processing primitives	(3 hours)
3. Object segmentation and recognition	(6 hours)
4. Color, shading, texture	(3 hours)
5. Camera models and calibration	(3 hours)
6. Stereo vision	(3 hours)
7. Curve and surface	(3 hours)
8. Dynamic vision, motion detection, tracking	(3 hours)
9. Content-based retrieval	(6 hours)
10. Recent topics in machine vision field of study	(3 hours)

551625 Communication Systems **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Analog techniques: sending information in forms of current and frequency, filtering; digital techniques: parallel and serial data transmission, communication modes, networking topologies, protocols, serial communication interfaces, centronics interface, GPIB, PC buses, USB ports, bus backplane; FFT and digital signal processing

Course Outline

1. Analog techniques (3 hours)
2. Sending information in forms of current and frequency, filtering (6 hours)
3. Digital techniques (3 hours)
4. Parallel and serial data transmission (3 hours)
5. Communication modes, serial communication interfaces (6 hours)
6. Networking topologies, protocols (6 hours)
7. GPIB, PC buses, USB ports, (3 hours)
8. FFT and digital signal processing, demonstrations (6 hours)

551626 Sensors and Transducers **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551608 Advance Measurement and Instruments

Study of analogies between systems, physical effects available for use a transducers, transducer bridges and amplifiers, sensor modeling, sensor interfaces, signal processing and sensor applications

Course Outline

1. Analogies between system (6 hours)
2. Physical effect available for use a transducers (3 hours)
3. Manipulation, transmission and recording of data (9 hours)
4. Data transmission and instrument connectivity (6 hours)
5. Voltage–indicating and recording devices (6 hours)
6. Data-acquisition system for PC (6 hours)

551627 Introduction to Robotics **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

History and application of robots, robot configurations including mobile robots, spatial descriptions and transformations, forward and inverse manipulator kinematics, task and trajectory planning, simulation and off-line programming, advanced topics in robotic research, individual project

Course Outline

1. History and applications of robots, robot configurations	(3 hours)
2. Spatial descriptions and transformations of objects in 3-D	(6 hours)
3. Forward kinematics of manipulator	(3 hours)
4. Inverse kinematics of manipulator	(3 hours)
5. Task and trajectory generation	(3 hours)
6. Robot simulation programming	(9 hours)
7. Advanced topics in robotic research	(6 hours)
8. Individual project	(3 hours)

551628 Optimization **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Study of mathematical method for increase effectiveness and efficiency of the system, study of method that can analyzed ways to improve components in the system, the system study can be linear and non-linear system, parametric and dynamics design optimization

Course Outline

1. Introduction to optimization	(6 hours)
2. Lagrange multiplier	(6 hours)
3. Linear programming	(6 hours)
4. Non-linear programming	(6 hours)
5. Parametric and dynamics design optimization	(6 hours)
6. Case study	(6 hours)

551629 CAD/CAM/CAE **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

Study of Computer Aid Engineering (CAE), philosophy of Computer Aid Design (CAD), CAD software, study of Computer Aided Manufacturing (CAM), study of numerical controlled machines, engineering project required

Course Outline

1. Study of Computer Aid Engineering (CAE)	(6 hours)
2. Philosophy of Computer Aid Design (CAD)	(6 hours)
3. CAD software	(6 hours)
4. Computer Aided Manufacturing (CAM)	(6 hours)
5. Numerical controlled machines	(6 hours)
6. Engineering project	(6 hours)

551630 Mechanism Design I **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Study of planner and 3-dimensional mechanism, type of joint and linkage, kinematics & dynamics of mechanism, mechanism synthesis, the design and analysis with use CAD/CAE software for design tool

Course Outline

1. Introduction to machine and mechanism	(3 hours)
2. Type of mechanism	(3 hours)
3. Position, velocity and acceleration analysis	(6 hours)
4. Force analysis	(6 hours)
5. Introduction to 3-D mechanism	(6 hours)
6. Mechanism synthesis.	(6 hours)
7. Design and analysis with CAD/CAE software	(6 hours)

551631 Mechanism Design II **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551630 Mechanism Design I

Study of 3-dimensional mechanism, type of actuator for 3-dimensional mechanism, dynamics of 3-dimensional mechanism, 3-dimensional mechanism synthesis, the design and analysis with use CAD/CAE software for design tool

Course Outline

1. Type of 3-dimensional mechanism (3 hours)
2. Kinematics of 3 dimension mechanism (6 hours)
3. 3-dimension mechanism force analysis (6 hours)
4. 3-dimension mechanism synthesis (6 hours)
5. Introduction to robotic (6 hours)
6. Design and analysis with CAD/CAE software (9 hours)

551632 Finite Element Method **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

Introduction to the use of the finite element method for mechanical and electrical engineering analysis and design. Application to heat transfer, fluid flow analysis, stress analysis and electromagnetic analysis

Course Outline

1. Introduction to the use of FEM (3 hours)
2. Review of linear algebra and matrices (6 hours)
3. Formulation of FEM (15 hours)
4. Heat transfer application (3 hours)
5. Fluid flow analysis (3 hours)
6. Stress analysis (3 hours)
7. Electromagnetic analysis (3 hours)

551633 LabVIEW for Automation Systems **2(1-3-5)**

Condition : Consent of the School

Introduction to automation system, Basic Lab VIEW programming, Data acquisition theory, A/D and D/A, Measurements and control with Lab VIEW, Integrated sensors, actuators and Lab VIEW for automation systems

Course Outline

1. Introduction to Automation system (3 hours)
2. Basic LabVIEW programming (12 hours)
3. Data acquisition theory, A/D and D/A converter (8 hours)
4. Measurement and control with LabVIEW (10 hours)
5. LabVIEW for automation systems (15 hours)

551634 Applied Mathematics **3(3-0-9)**

Prerequisite : 551501 Differential Equations

Transforms: Laplace, Fourier, and Z–transforms; linear algebra; matrices, determinants, Cramer's rule, Gauss and Gauss–Jordan eliminations, eigenvalues, eigenvectors, complex matrices, vector differential and integral calculus

Course Outline

1. Transforms: Laplace, Fourier, and Z–transforms (12 hours)
2. Matrices, determinants, Cramer's rule (12 hours)
3. Eigenvalues, Vector calculus (12 hours)

551635 Computer Programming **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Graphic user interface design, hardware interface, engineering solving-problems, individual real-world project, use MATLAB

Course Outline

1. Graphic user interface design (3 hours)
2. Hardware interface (6 hours)
3. MATLAB's Simulink (6 hours)
4. Software design for engineering applications (12 hours)
5. Individual real-world project (9 hours)

551636 Electronic System Design **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

Electronic system, measurement, sensors and actuators, amplifier, feedback systems, analog systems, digital systems, system design

Course Outline

1. Electronic system, distortion and noise, system design (3 hours)
2. Measurement, sensors and actuators, design study (3 hours)
3. Amplification systems, cascaded amp, differential amp, operational amp, design study (3 hours)
4. Open-loop and closed-loop systems, feedback systems, feedback circuits, design study (6 hours)
5. Filters, amplifiers, analog signal processing, design study (6 hours)
6. Sequential logic, microcomputers, data acquisition and conversion, digital systems, design study (6 hours)
7. System design (9 hours)

551637 Cleaning Technology in HDD Assembly **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

Introduction to principle of HDD part cleaning technology; Chemical reaction in part cleaning processes; Principles of phase equilibrium; Liquid-Liquid and Vapor-Liquid equilibriums (LLE and VLE); Applications of LLE and VLE in designing HDD part cleaning processes; Cleaning medias; Aqueous solution cleaning's medias and key parameters; Design of HDD part cleaning processes

Course Outline

1. Introduction to principle of HDD part cleaning technology (3 Hours)
2. Chemical reaction in part cleaning processes (3 Hours)
3. Principles of phase equilibrium (6 Hours)
4. Liquid-Liquid and Vapor-Liquid equilibriums (LLE and VLE) (6 Hours)
5. Applications of LLE and VLE in designing cleaning processes (6 Hours)
   Cleaning medias (6 Hours)
6. Aqueous solution cleaning's medias and key parameters (6 Hours)
7. Design of HDD part cleaning processes (6 Hours)

551638 Research Methodology **2(1-3-5)**

Condition : Consent of the School

Overview of research methodology; Information searching, research topic specification, Research assumption; Research planning, Design of experiment; Data collecting, Analyzing and discussion; Research ethics; Preparation for presentation in conference; Practicing

Course Outline

1. Overview of research methodology (2 hours)
2. Information searching, research topic specification, Research assumption (2 hours)
3. Research planning, Design of experiment (2 hours)
4. Data collecting, Analyzing and discussion (2 hours)
5. Research ethics (2 hours)
6. Preparation for presentation in conference (2 hours)
7. Practicing (36 hours)

551639 Introduction to Synchrotron Radiation Based Science **3(3-0-9)**

Prerequisite : Consent of School

Principal construction and function of synchrotron radiation sources, Synchrotron radiation generation; Bending magnet, Insertion devices (Undulator, Wiggler and Wave length Shifter), power distribution, statistical radiation characteristics, damping and quatum excitation, introduction to the use of synchrotron radiation with different wavelengths, design of beam lines and an introduction to different experiments at a synchrotron radiation facility, experimental techniques (absorption spectroscopy, crystallography and X-ray emission), basic x-rays optics, computer simulation program

Course Outline

1. Principal construction and function of synchrotron radiation sources (6 hours)
2. Insertion devices (6 hours)
3. Power distribution, statistical radiation characteristics (3 hours)
4. Introduction to the use of synchrotron radiation with different wavelengths (3 hours)
5. Design of beam lines (9 hours)
6. Synchrotron radiation facility (3 hours)
7. computer simulation program (6 hours)

551640 Accelerator and Particle Beams **3(3-0-9)**

Prerequisite : Introduction to Synchrotron Radiation Based Science

Review of Maxwell's equations and special relativity, types and functions of accelerators, Injectors (cathode, prebuncher, chopper, linac or initially accelerating), beam transport system, booster synchrotron, electron acceleration, injection and beam accumulation in storage ring.

Course Outline

1. Maxwell's equation (3 hours)
2. Special relativity (3 hours)
3. Injectors (6 hours)
4. Prebuncher (6 hours)
5. Beam transport system (6 hours)
6. Electron acceleration (6 hours)
7. Beam accumulation in storage ring (6 hours)

551641 Storage Ring and Insertion Devices **3(3-0-9)**

Prerequisite : Consent of School

Equations of motion, beta-functions, top-up injection, kicker and other magnets, orbit, tunes, chromaticity, orbit measurement, functioning of BPMs, measurement of response matrix orbit and other beam dynamic corrections; insertion devices: undulators, wigglers, wavelength shifter, super bends, in-vacuum undulators (IVU), electrical polarization undulators (EPU), field measurement, first and second integrals, focusing, matching, second order fields, PM technology, damping, quantum excitation, equilibrium emittance, equilibrium energy spread, beam sizes, beam lifetime, loss mechanism, elastic scattering, inelastic scattering (bremsstrahlung), Touschek effect (transverse and longitudinal), quantum lifetime.

Course Outline

1. Equations of motion (6 hours)
2. Beta-functions (6 hours)
3. Top-up injection (6 hours)
4. Beam Orbit and its measurement (6 hours)
5. Measurement of response matrix orbit and beam dynamic corrections (6 hours)
6. Field measurement (3 hours)
7. Beam Characteristic in Insertion Devices (3 hours)

551642 Magnet Designs for Accelerators 3(3-0-9)

Prerequisite : Basic Physics and Calculus

Magnet types and accelerator applications, magnet design requirements, Maxwell's equations and integral theorems, magnet designs, bending magnets, quadrupoles, sextupoles, steering magnets, kicker magnets, septum, good field region, field quality and aperture choice, cooling systems, magnet measurements and mapping, fabrication and assembly, installation and alignment, POISSON and RADIA codes.

Course Outline

1. Maxwell's equations and integral theorems (6 hours)
2. Magnet design for accelerator applications (6 hours)
3. Good field region and field quality (6 hours)
4. Cooling systems design (6 hours)
5. Magnet measurements and mapping (6 hours)
6. POISSON and RADIA codes (6 hours)

551643 Accelerator Power Electronics Engineering 3(3-0-9)

Prerequisite : Consent of School

Load types, power lines, harmonics, EMC/EMI, distortion caused by SCR commutation, DC power supplies, pulsed power supplies, magnetic, controls, personnel and equipment safety, power supply specifications.

Course Outline

1. Load types (6 hours)
2. Power lines, harmonics, EMC (6 hours)
3. DC power supplies, (6 hours)
4. pulsed power supplies (6 hours)
5. equipment safety (6 hours)
6. personnel safety system (3 hours)
7. power supply specifications (3 hours)

551644 RF-Systems for Accelerators **3(3-0-9)**

Prerequisite : Consent of School

Reviews: transmission lines, waveguides, resonators, power dividers, couplers, s-parameters, pointing vector and impedance matching; microwave measurement techniques, cavity design, pill-box cavity, shunt impedance, higher order modes, tuner, RF-amplifiers, beat-pull measurement, low-level control, phase/amplitude control, impedance of cavity and vacuum chamber, design of power dividers and couplers, design of RF power sources, practicals required.

Course Outline

1. Transmission lines, (6 hours)
2. Waveguides (6 hours)
3. Resonators (6 hours)
4. Power dividers, couplers (3 hours)
5. Microwave measurement techniques (3 hours)
6. Design of RF system (6 hours)
7. Design of power dividers and couplers (6 hours)

551645 RF and Digital Signal Processing **3(3-0-9)**

Prerequisite : Consent of School

Signal processing and accelerator applications, RF basics, test and measurement, passive RF components and systems, introduction to digital signal processing techniques, amplifiers and mixers.

Practicals: network analyzer measurements, spectrum analyzer measurements, filter characterization, passive components, ADC, DAC, mixers, amplifiers, IIR filter.

Course Outline

1. Signal processing and accelerator applications, RF basics (3 hours)
2. Test and measurement (3 hours)
3. Passive RF components and systems (6 hours)
4. Experiment on RF and Digital Signal Processing (24 hours)

551646 Accelerator and Beam Control **3(3-0-9)**

Prerequisite : Consent of School

Review of classical control theory with accelerator applications, accelerator dynamics, control models, accelerator parameter identifications; modulation stability, static vs dynamic stability, beam stabilization: sources and spectral of vibrations (kHz to micro-Hz), temperature effects, expansion of vacuum chamber, mechanical isolation of BPMs, vibrations from cooling water, low- and high-level control, data acquisition, EPIC technology, architecture of existing system, accelerator toolbox (AT), SVD method with accelerator control applications, fault-tolerant-control.

Course Outline

1. Review of classical control theory with accelerator applications (6 hours)
2. Accelerator dynamics and accelerator parameter identifications (6 hours)
3. Modulation stability, Static and dynamic stability (6 hours)
4. Beam stabilization (6 hours)
5. Data acquisition (6 hours)
6. EPIC technology (3 hours)
7. SVD method with accelerator control applications SVD (3 hours)

551647 Design of Accelerators **3(3-0-9)**

Prerequisite : Consent of School

Principles and operation of low-energy accelerators, DC accelerators, linear accelerators, cyclotrons, spallation and synchrotron radiation sources, decommissioning of accelerators.

Course Outline

1. Principles and operation of low-energy accelerators (9 hours)
2. DC accelerators, linear accelerators, (6 hours)
3. Cyclotrons (6 hours)
4. Spallation (6 hours)
5. Decommissioning of accelerators (9 hours)

551648 Computational and Numerical Analysis **3(3-0-9)**

Prerequisite : None

Numerical integration and differentiation, curve fitting and function approximation, polynomial representation, Taylor's and Tchebychev's expansions, finite-differences and Runge-Kutta methods in solving ODEs and PDEs, error estimates, approximate integration methods and error estimates, Monte Carlo methods, applications in radiation transport, emphasis given to programming in C or MATLAB.

Course Outline

1. Numerical integration and differentiation (9 hours)
2. Curve fitting and function approximation (6 hours)
3. Taylor's and Tchebychev's expansions (6 hours)
4. Approximate integration methods and error estimates (6 hours)
5. Monte Carlo methods (9 hours)

551650 Advanced Topics in Mechatronics Engineering I **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

Study of advanced topics in mechatronics engineering : case studies by using advanced approaches to solve the problems or experiments

551651 Advanced Topics in Mechatronics Engineering II **3(3-0-9)**

Condition : Consent of the School

Study of advanced topics in mechatronics engineering : case studies by using advanced approaches to solve the problems or experiments

Doctoral Thesis

515900 Doctoral Thesis 1.1 **60 credits**

Condition : Consent of the School

Original research work leading to the preparation of a doctoral thesis in the partial fulfillment of the requirement for the doctoral degree.

515901 Doctoral Thesis 2.1 **45 credits**

Condition : Consent of the School

Original research work leading to the preparation of a doctoral thesis in the fulfillment of the requirement for the doctoral degree.

515902 Doctoral Thesis 2.2 **60 credits**

Condition : Consent of the School

Original research work leading to the preparation of a doctoral thesis in the fulfillmentof the requirement for the doctoral degree