**รายละเอียดของกระบวนวิชา**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** 219766 **ชื่อกระบวนวิชา**  ทฤษฎีควบคุมเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Control Theory) |
| **4. หน่วยกิต 3(3-0-6)** |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา** **1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ** 🗹 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ 🞏หลายหลักสูตร**1.2 ประเภทของกระบวนวิชา** 🞏 วิชาบังคับ 🞏 ในสาขาวิชา 🞏 นอกสาขา 🗹 วิชาเลือก 🗹 ในสาขาวิชา 🞏 นอกสาขา * วิชาตามเงื่อนไขของสาขาวิชา
* วิทยานิพนธ์/การค้นคว้าแบบอิสระ
 |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน**  **2.1 ชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบ** รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยะพงศ์ เนียมทรัพย์ **2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)**  รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยะพงศ์ เนียมทรัพย์ |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน** ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1 หรือ ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 2 |
| **4. สถานที่เรียน**  🗹 ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 🞏 นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. ....................... |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษา** **เป็นรายบุคคล**ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คป.766 (219766) ทฤษฎีควบคุมเชิงคณิตศาสตร์ 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา**  🗹 **บรรยาย**  🞏  **ปฏิบัติการ**

 🞏 **ฝึกปฏิบัติ** 🞏  **วิทยานิพนธ์/การค้นคว้าแบบอิสระ**

**การวัดและประเมินผล**  🗹 **A-F**  🞏 **S/U**  🞏  **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic** 🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

 🞏 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน : ตามความเห็นชอบของภาควิชา**

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

 ระบบพลวัติ การวิเคราะห์ผลเฉลยของระบบเชิงเส้น สภาพเข้าถึงได้และสภาพควบคุมได้ การทำให้เสถียรภาพ สภาพที่สังเกตได้ และผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่ม (ระบบที่ควบคุมและสังเกตได้)

**วัตถุประสงค์กระบวนวิชา**  : นักศึกษาสามารถ

 1. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

2. อธิบายและวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบเชิงเส้นได้

 3. อธิบายและวิเคราะห์คุณสมบัติของระบบควบคุมเชิงเส้นได้ เช่น สภาพควบคุมได้ สภาพที่สังเกตได้

4. ออกแบบตัวป้อนกลับที่ทำให้ระบบได้ผลสัมฤทธิ์ตรงความต้องการได้

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. ระบบพลวัติ 4.5

 1.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยสมการเชิงอนุพันธ์

 1.2 การจำลองของระบบพลวัต

2. การวิเคราะห์ผลเฉลยของระบบเชิงเส้น 9

 2.1 ผลเฉลยคำตอบของระบบเชิงเส้นอัตตาณัติ

 2.1.1 การทำให้เป็นแบบทแยงมุม

 2.1.2 รูปแบบบัญญัติของจอร์แดน

 2.1.3 คำตอบที่เป็นเมทริกซ์ของระบบสมการเชิงเส้น

 2.2 การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบพลวัตเชิงเส้นอัตตาณัติ

 2.2.1 เร้า-เฮอร์วิธเมทริกซ์

 2.2.2 ฟังก์ชันไลปูนอฟ

 2.2.3 ทฤษฎีบทเสถียรภาพของเลียปูนอฟ

 2.2.4 หลักการความไม่แปรเปลี่ยนของลาแซล

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

3. สภาพเข้าถึงได้และสภาพควบคุมได้ 9

 3.1 สัญลักษณ์พื้นฐานของระบบปริภูมิสถานะ

 3.2 สภาพเข้าถึงได้

 3.2.1 บทนิยามของสภาพเข้าถึงได้

 3.2.2 กฎเกณฑ์ของคาล์มันน์

 3.3 ระบบควบคุมไม่ได้

 3.3.1 รูปแบบปกติ

 3.3.2 รูปแบบของระบบควบคุมไม่ได้

 3.3.3 การทดสอบของฮอตัส

4. การทำให้เสถียรภาพ 9

 4.1 ระบบแบบเปิดและระบบแบบปิด

 4.2 การทดสอบของฮอตัสสำหรับการทำให้เสถียรภาพ

 4.3 การป้อนกลับสถานะ

 4.4 การแทนที่ของขั้ว

5. สภาพที่สังเกตได้ 9

 5.1 ตัวสังเกต

 5.2 สภาพสังเกตได้

 5.3 สถานะที่สังเกตไม่ได้

6. ผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่ม (ระบบที่ควบคุมได้และสังเกตได้) 4.5

 6.1 เมทริกซ์ถ่ายโอน

 6.2 ผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่มต่ำสุด

 **รวม 45**

**หลักการ/เหตุผล/ความจำเป็นในการปรับปรุงกระบวนวิชา**

 เพื่อปรับปรุงเนื้อหาให้เหมาะสมและมีความทันสมัย

 การปรับปรุงกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้นได้ผ่านความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะวิทยาศาสตร์ ในคราวประชุมครั้งที่ 2/2561 เมื่อวันที่ 15 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561 กำหนดให้มีผลบังคับใช้ ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เป็นต้นไป

 

 (ศาสตราจารย์ ดร. ธรณินทร์ ไชยเรืองศรี) คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ 20 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ 2561

**Department of Mathematics Faculty of Science**

**AMTH 766 (219766) Mathematical Control Theory 3(3-0-6)**

**Course Type**  🗹 **Lecture**  🞏 **Lab**

 🞏 **Practicum** 🞏 **Thesis/I.S.**

**Measurement and Evaluate** 🗹 **A-F**  🞏 **S/U** 🞏  **P**

**Selected Topic (if any)** 🞏 **Count the accumulated credits for graduation all times**

🞏 **Count the accumulated credits for graduation only once**

**Prerequisite** : Consent of the department

**Course Description:**

Dynamical systems, analysis of solution of linear systems, reachability and controllability, stabilization, observability and realization (Controllable and observable systems)

**Course Objectives:** Students will be able to

1. develop the mathematical model which can be applied to real-life problem,
2. explain and analyze the stability of linear system,
3. explain and analyze the properties of linear control systems such as controllability, observability,
4. design of feedback controllers to reach desired system performance specifications,

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. Dynamical systems 4.5

 1.1 Modelling by differential equations

 1.2 Simulation of dynamical systems

2. Analysis of solution of linear systems 9

 2.1 Solutions of autonomous linear systems

 2.1.1 Diagonalization

 2.1.2 Jordan form

 2.1.3 Matrix solution of autonomous linear systems

 2.2 Stability and Lyapunov functions

 2.2.1 Routh-Hurwitz matrices

 2.2.2 Lyapunov functions

 2.2.3 Lyapunov stability theorems

 2.2.4 Lasalle’s invariance principle

**Course Contents No. of Lecture Hours**

3. Reachability and controllability 9

 3.1 Basic notions for state space systems

 3.2 Controllability

 3.2.1 Definition of controllability

 3.2.2 Kalmann criterion

 3.3 Uncontrollable systems

 3.3.1 Normal forms

 3.3.2 Uncontrollable modes

 3.3.3 Hautus tests

4. Stabilization 9

 4.1 Open loop and closed loop control system

 4.2 Hautus test for stabilization

 4.3 State feedback control

 4.4 Pole placement

5. Observability 9

 5.1 State observers

 5.2 Observability

 5.3 Unobservable modes

6. Realization (Controllable and observable systems) 4.5

 6.1 Transfer matrix

 6.2 Minimal realization

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |
| --- |
| **1. คุณธรรม จริยธรรม**  |
| **คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา** | **กิจกรรมการเรียนการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 🞏 1.1 ตระหนักในคุณค่า และคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ)  | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) ประเมินจากพฤติกรรมการเข้าเรียน การเข้าสอบ |
| 🗹 1.2 มีวินัย ตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🗹 อื่นๆ (ระบุ) การเข้าเรียน | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🞏 1.3 มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นทีมและสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งและลำดับความสำคัญ | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) การเข้าเรียน | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🞏 1.4 เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) ..................... | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| **2. ความรู้** |
| **ความรู้ที่จะได้รับ** | **กิจกรรมการเรียนการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 🗹 2.1 มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญในเนื้อหาที่ศึกษา | 🗹 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) ..................... | 🗹 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🗹 2.2 สามารถวิเคราะห์ปัญหา รวมทั้งประยุกต์ความรู้ทักษะ และการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา | 🗹 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) ..................... | 🗹 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🞏 2.3 สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการ และมีความรู้ในแนวกว้างของสาขาวิชาที่ศึกษาเพื่อให้เล็งเห็นการเปลี่ยนแปลง และเข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีใหม่ๆ | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) ..................... | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ความรู้ที่จะได้รับ** | **กิจกรรมการเรียนการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 🞏 2.4 สามารถบูรณาการความรู้ในที่ศึกษาในศาสตรของตนกับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| **3. ทักษะทางปัญญา** |
| **ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา** | **กิจกรรมการเรียนการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 🗹 3.1 คิดอย่างมีวิจารณญาณและอย่างเป็นระบบ | 🗹 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) | 🗹 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🞏 3.2 สามารถสืบค้น รวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหา เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🗹 3.3 สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะกับการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม | 🗹 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🗹 อื่นๆ (ระบุ) การบ้าน | 🗹 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| **4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ** |
| **ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา** | **กิจกรรมการเรียนการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 🗹 4.1 มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนหลากหลายทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้อย่างมีประสิทธิภาพ | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🗹 อื่นๆ (ระบุ) มอบหมายงาน  | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🞏 4.2 สามารถใช้ความรู้ในศาสตร์มาชี้นำสังคมในประเด็นที่เหมาะสม และเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นในการแก้ไขสถานการณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนอย่างพอเหมาะทั้งของตนเองและของกลุ่ม | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ)  | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🞏 4.3 มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ)  | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |

|  |
| --- |
| **5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ** |
| **ทักษะการวิเคราะห์ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา** | **กิจกรรมการเรียนการสอน** | **วิธีการประเมินผล** |
| 🞏 5.1 มีทักษะในการใช้เครื่องมือที่จำเป็นที่มีอยู่ในปัจจุบันต่อการทำงานที่เกี่ยวกับการใช้สารสนเทศและเทคโนโลยีสื่อสารอย่างเหมาะสม | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🞏 5.2 สามารถแก้ไขปัญหาโดยใช้สารสนเทศทางคณิตศาสตร์ หรือนำสถิติมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องอย่างสร้างสรรค์ | 🞏 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) ทำรายงาน | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |
| 🗹 5.3 สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งปากเปล่าและการเขียน เลือกใช้รูปแบบของสื่อการนำเสนออย่างเหมาะสม | 🗹 บรรยาย 🞏 ปฏิบัติการ 🞏 ฝึกปฏิบัติ🞏 อื่นๆ (ระบุ) การบ้าน | 🞏 สอบ 🞏 รายงาน 🞏 แฟ้มสะสมงาน 🞏 อื่นๆ (ระบุ) |