



มหาวิทยาลัยรังสิต

รายละเอียดของรายวิชา

วิทยาลัย วิศวกรรมชีวการแพทย์

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

## หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

|                     |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BME 225             | อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ 2<br>(Medical Electronics II)                                                                                                                         | 3 (2-3-6)                                                                                                                                                |
| วิชาบังคับก่อน      | BME 106 (Physiological Signals of the Human Body)<br>BME 123 (Medical Electronics I)                                                                                            |                                                                                                                                                          |
| ภาคการศึกษา         | 1/2568                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                          |
| กลุ่ม               | บรรยาย 01, 02, 021 ปฏิบัติ 11,12,121                                                                                                                                            |                                                                                                                                                          |
| ประเภทของวิชา       | <input type="checkbox"/> วิชาปรับพื้นฐาน<br><input type="checkbox"/> วิชาศึกษาทั่วไป<br><input checked="" type="checkbox"/> วิชาเฉพาะ<br><input type="checkbox"/> วิชาเลือกเสรี |                                                                                                                                                          |
| อาจารย์ผู้รับผิดชอบ | ผศ.ดร.จรรยารัตน์ ปริญาคุปต์                                                                                                                                                     | <input checked="" type="checkbox"/> อาจารย์ประจำ                                                                                                         |
| อาจารย์ผู้สอน       | ผศ. ธวัช แก้วกันท์<br>ผศ.ดร.จรรยารัตน์ ปริญาคุปต์<br>ผศ.ดร.ยุทธนา ปิติธีรภาพ                                                                                                    | <input checked="" type="checkbox"/> อาจารย์ประจำ<br><input checked="" type="checkbox"/> อาจารย์ประจำ<br><input checked="" type="checkbox"/> อาจารย์ประจำ |
| สถานที่สอน          |                                                                                                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> ในที่ตั้ง <input type="checkbox"/> นอกที่ตั้ง                                                                        |
| วันที่จัดทำ         | 14 สิงหาคม 2568                                                                                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                      |

## หมวดที่ 2 วัตถุประสงค์ของรายวิชาและส่วนประกอบของรายวิชา

### 1. วัตถุประสงค์ของรายวิชา

- 1.1) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการในการตรวจวัด การปรับปรุงสัญญาณ ด้วยอุปกรณ์และวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์
- 1.2) เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แบบต่างๆ ได้
- 1.3) เพื่อให้ นักศึกษามีงานชิ้นงานด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย มีความตระหนักถึง คุณธรรมของงานและมีจริยธรรมในการสรุปผล รายงานผล และการนำเสนอ
- 1.4) เพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำความรู้และทักษะการปฏิบัติที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และสร้างเครื่องมือวัดปริมาณไฟฟ้าและเป็นพื้นฐานสำหรับเรียนวิชาอื่นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

### 2. คำอธิบายรายวิชา

การออกแบบวงจรพื้นฐานที่ใช้ในทางการแพทย์ การใช้งานวงจรสำเร็จรูป การวิเคราะห์ความถูกต้องของวงจรที่ออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วงจรขยายคลาสดต่างๆ คุณสมบัติพื้นฐานของออปแอมป์และการประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรมชีวการแพทย์ วงจรขยายผลต่าง การคำนวณค่าอัตราส่วนการปฏิเสธ โหมดร่วม วงจรกรองสัญญาณสำหรับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ สัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อตา คลื่นสมอง และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ วงจรกำเนิดสัญญาณ วงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า วงจรเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดันไฟฟ้า วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสไฟฟ้า การกล้ำและการแยกสัญญาณ วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นความถี่ วงจรแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้า วงจรแยกส่วนทางไฟฟ้า วงจรแปลงจากสัญญาณแอนะล็อก/สัญญาณดิจิทัลและสัญญาณดิจิทัล/สัญญาณแอนะล็อก การประยุกต์งาน วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะต่างๆ ในทางวิศวกรรมชีวการแพทย์

Biomedical circuits design; circuit module; computer software for electronic circuit design and analysis; amplifier classes; characteristics of operational Amplifiers (Op-Amps) and their applications in biomedical engineering; differential amplifier; common mode rejection ratio (CMRR) calculation; filter circuits for: electromyogram (EMG), electrooculogram (EOG), electroencephalogram (EEG) and electrocardiogram (ECG); oscillator circuits; voltage comparator; current-to-voltage converter; voltage-to-current converter; modulation and demodulation; voltage-to- frequency converter; frequency-to-voltage converter; electrical isolation; analog to digital converter (A/D) and digital to analog converter (D/A); applications of electronic circuits in biomedical engineering.

### 3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษา

มี .....3..... ชั่วโมง/สัปดาห์

☒ e-mail : [Thanakorn.y@rsu.ac.th](mailto:Thanakorn.y@rsu.ac.th)

☐ Facebook : .....

☒ Line: BME225 (Thai), BME225 (Eng.)

☒ อื่น ระบุ MS team: BME225

### 4. ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs):

- 4.1) ผู้เรียนมีความรู้ ความความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการในการตรวจวัด การปรับปรุงกระบวนการด้านสัญญาณไฟฟ้าด้วยวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์
- 4.2) ผู้เรียนมีความรู้ ความความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าบนร่างกายมนุษย์ได้
- 4.3) ผู้เรียนมีจินตนิสัยในการทำงานด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย มีความตระหนักถึงคุณธรรมของงานและมีจริยธรรมในการสรุปผล รายงานผล และการนำเสนอ
- 4.4) ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะการปฏิบัติที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และสร้างเครื่องมือวัดปริมาณไฟฟ้าและเป็นพื้นฐานสำหรับเรียนวิชาอื่นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

### หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

การพัฒนาผลการเรียนรู้ในมาตรฐานผลการเรียนรู้แต่ละด้านที่มุ่งหวังมีดังต่อไปนี้

#### 1. คุณธรรม จริยธรรม

| ●   | ผลการเรียนรู้                                      | วิธีการสอน                                                                               | วิธีการประเมินผล                                                                                                                           |
|-----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.2 | มีวินัย ตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม | 1) ให้ความเข้มงวดเกี่ยวกับเรื่องของระเบียบวินัย การตรงต่อเวลา หรือด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้อง | 1) การเข้าชั้นเรียน ความตั้งใจและสนใจในการเรียน<br>2) การทำงานที่ได้รับมอบหมาย<br>3) ความรับผิดชอบและ ความมีส่วนร่วมในการอภิปรายภายในกลุ่ม |

## 2. ความรู้

| ●        | ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                      | วิธีการสอน                                                                                                                                                    | วิธีการประเมินผล                                          |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2.1,2. 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญในเนื้อหาที่ศึกษา</li> <li>- สามารถวิเคราะห์ปัญหา เข้าใจและอธิบายความต้องการทางวิศวกรรมชีว การแพทย์รวมทั้งประยุกต์ความรู้ทักษะและการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา</li> </ul> | 1) บรรยายเนื้อหา เชิงวิชาการ และเทคโนโลยีในหัวข้อที่เกี่ยวข้อง<br>2) บรรยายโดยใช้งานวิจัยและบทความเป็นพื้นฐาน<br>3) เน้นการเรียนการสอนที่เป็น Active learning | 1) ใช้ข้อสอบและแบบฝึกหัดให้นักศึกษาฝึกแก้ปัญหาเชิงวิชาการ |

## 3. ทักษะทางปัญญา

| ●       | ผลการเรียนรู้                                                                                                                                                                                          | วิธีการสอน                                                                                                                                                    | วิธีการประเมินผล                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 3.1,3.4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างมีวิจารณญาณและอย่างเป็นระบบ</li> <li>- สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะกับการแก้ไขปัญหา และการทำงานจริง ทางวิศวกรรมชีวการแพทย์ได้อย่างเหมาะสม</li> </ul> | 1) ออกแบบและสร้างวงจรไฟฟ้าเพื่อตรวจวัดสัญญาณบนร่างกายมนุษย์<br>2) ใช้เครื่องมือตรวจวัดค่าของสัญญาณไฟฟ้าจากวงจรที่ออกแบบ<br>3) เก็บผลการตรวจวัดสัญญาณและสรุปผล | 1) ความถูกต้อง ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของชิ้นงาน<br>2) การนำเสนอผลงาน |

## 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

| ●   | ผลการเรียนรู้                                                                                                                | วิธีการสอน                                                               | วิธีการประเมินผล                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 4.1 | -สามารถให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่การแก้ปัญหาสถานการณ์ ต่างในกลุ่ม ทั้งในบทบาทของผู้นำหรือในบทบาทของผู้ร่วมทีมทำงาน | 1) สอนให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน | 1) การอภิปรายในชั้นเรียนเป็นกลุ่ม |

## 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

| ●   | ผลการเรียนรู้                                                                                  | วิธีการสอน                                                                              | วิธีการประเมินผล                         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 5.1 | - มีทักษะในการใช้เครื่องมือที่จำเป็นมีอยู่ในปัจจุบันต่อการทำงานที่เกี่ยวกับวิศวกรรมชีวการแพทย์ | 1) ใช้เครื่องมือตรวจวัดสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าบนร่างกายมนุษย์และนำมาแปลผล | 1) ผลงานที่นักศึกษาจัดทำขึ้นภายในรายวิชา |

## หมวดที่ 4 แผนการสอนและการประเมินผล

### 1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | หัวข้อ/รายละเอียด                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | กิจกรรมการเรียนรู้<br>การสอนและสื่อที่ใช้                                                                                                                                                                                                                                           | จำนวน<br>ชั่วโมง | ผู้สอน                                                                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - 6    | <p><b>Project 1:</b> การออกแบบและสร้างเครื่องมือแบบ Analog</p> <p>เรื่อง.. Photo plethysmograph (PPG)...</p> <p><b>Lecture:</b> (ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inverting Amplifier</li> <li>- Non-Inver Amplifier</li> <li>- First-order passive filters:</li> <li>1) Low-pass filter      2) High-pass filter</li> <li>3) Band-pass filter      4) Band stop (Notch) filter</li> </ul> <p><b>Laboratory:</b> (ออกแบบและสร้างเครื่อง PPG)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Block diagram แสดงหลักการทำงานของเครื่อง</li> <li>- ออกแบบวงจรไฟฟ้าสำหรับตรวจวัด PPG</li> <li>- ต่อวงจรไฟฟ้าลงบนเบรคบอร์ด (Bread board) ทดสอบการทำงานของวงจร และบันทึกผลการทดสอบ</li> <li>- ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB (print circuit board) ทดสอบการทำงานของวงจร และบันทึกผลการทดสอบ และสรุปผล</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>ชี้แจงรายละเอียด</li> <li>บรรยายและยกตัวอย่างงานวิจัยประกอบ</li> <li>LCD Projector, Computer, Power point และอื่นๆ</li> <li>อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์</li> <li>อุปกรณ์ไฟฟ้า</li> <li>เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า</li> <li>ห้องแลปปฏิบัติการ</li> </ol> | 30               | <p>ผศ. ธวัช แก้วกันท์(0)</p> <p>ผศ.ดร.จรรุญรัตน์ ปริญญาคุปต์(01,02)</p> <p>ผศ.ดร.ยุทธนา ปิติธีรภาพ (01,02)</p> |
| 7-11     | <p><b>Project 2:</b> การออกแบบและสร้างเครื่องมือแบบ Analog</p> <p>เรื่อง..Blood Pressure Measurement</p> <p>เรื่อง..Respiratory rate (RR) ...</p> <p><b>Lecture:</b> (ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Differential Amplifier</li> <li>- Comparator</li> <li>- Second –order active filters:</li> <li>1) Active low-pass filter</li> <li>2) Active high-pass filter</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li>ชี้แจงรายละเอียด</li> <li>บรรยายและยกตัวอย่างงานวิจัยประกอบ</li> <li>LCD Projector, Computer, Power point และอื่นๆ</li> <li>อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์</li> <li>อุปกรณ์ไฟฟ้า</li> <li>เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า</li> <li>ห้องแลปปฏิบัติการ</li> </ol> | 25               | <p>ผศ. ธวัช แก้วกันท์(0)</p> <p>ผศ.ดร.จรรุญรัตน์ ปริญญาคุปต์(01,02)</p> <p>ผศ.ดร.ยุทธนา ปิติธีรภาพ (01,02)</p> |

| ครั้งที่   | หัวข้อ/รายละเอียด                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | กิจกรรมการเรียนรู้<br>การสอนและสื่อที่ใช้                                                                                                                                                                                                                                                                | จำนวน<br>ชั่วโมง | ผู้สอน                                                                                                                                       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>3) Active band-pass filter</p> <p><b>Laboratory:</b> (ออกแบบและสร้างเครื่อง RR)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Block diagram แสดงหลักการทำงานของเครื่อง</li> <li>- ออกแบบวงจรไฟฟ้าสำหรับตรวจวัด RR</li> <li>- ต่อวงจรไฟฟ้าลงบนเบรคบอร์ด (Bread board) ทดสอบการทำงานของวงจร บันทึกผลการทดสอบและสรุปผล</li> <li>- ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB (print circuit board) ทดสอบการทำงานของวงจรและบันทึกผลการทดสอบและสรุปผล</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |                                                                                                                                              |
| 12 - 15    | <p><b>Project 3:</b> การออกแบบและสร้างเครื่องมือแบบ Analog</p> <p><b>เรื่อง.. Electrocardiograph (ECG) ...</b></p> <p><b>Lecture:</b> (ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumentation Amplifier</li> <li>- Second order band pass filter</li> <li>- Notch filter</li> <li>- Electrical separation of circuits</li> <li>- Isolation power supply</li> </ul> <p><b>Laboratory:</b> (ออกแบบและสร้างเครื่อง ECG)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Block diagram แสดงหลักการทำงานของเครื่อง</li> <li>- ออกแบบวงจรไฟฟ้าสำหรับตรวจวัด ECG</li> <li>- ต่อวงจรไฟฟ้าลงบนเบรคบอร์ด (Bread board) ทดสอบการทำงานของวงจร บันทึกผลการทดสอบและสรุปผล</li> <li>- ประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB (print circuit board) ทดสอบการทำงานของวงจรและบันทึกผลการทดสอบและสรุปผล</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ชี้แจงรายละเอียด</li> <li>2) บรรยายและยกตัวอย่างงานวิจัยประกอบ</li> <li>3) LCD Projector, Computer, Power point และอื่นๆ</li> <li>4) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์</li> <li>5) อุปกรณ์ไฟฟ้า</li> <li>6) เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า</li> <li>7) ห้องแลปปฏิบัติการ</li> </ol> |                  | <p>ผศ. ธวัช แก้วกันท์(01)</p> <p><b>ผศ.ดร.จรรยารัตน์ ปริญญา</b></p> <p><b>คุปต์(01,02)</b></p> <p>ผศ.ดร.ยุทธนา ปิติธีรภาพ</p> <p>(01,02)</p> |
| <b>รวม</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Lec 30</p> <p>Lab 45</p>                                                                                                                                                                                                                                                                              | 75               |                                                                                                                                              |

## 2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| วิธีการประเมิน                                                                          | สัปดาห์ที่ | ผลการเรียนรู้ ( %) |     |     |     |     |     |     | สัดส่วน<br>รวมของ<br>การ<br>ประเมินผล |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|
|                                                                                         |            | 1.2                | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.4 | 4.1 | 5.1 |                                       |
| การเข้าชั้นเรียน ความสนใจระหว่างเรียน ทักษะ<br>ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | 1-15       | 10                 |     |     |     |     |     |     | 10%                                   |
| สอบวัดผล การออกแบบและสร้างวงจรไฟฟ้า                                                     | 6, 11, 15  |                    | 15  | 15  |     |     |     |     | 30%                                   |
| การต่อวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดทดลองและรายงานผล<br>ปฏิบัติการ                                    | 1-15       |                    |     |     | 10  | 10  |     |     | 20%                                   |
| ความสมบูรณ์ของวงจรไฟฟ้าตรวจวัดสัญญาณบน<br>แผ่น PCB ทำการทดสอบและเก็บผลปฏิบัติการ        | 6, 11, 15  |                    |     |     |     |     | 30  |     | 30%                                   |
| การนำเสนอผลงานรวมทั้งตอบคำถาม                                                           | 6, 11, 15  |                    |     |     |     |     |     | 10  | 10                                    |
| คะแนนรวมผลการเรียนรู้                                                                   |            | 10                 | 15  | 15  | 10  | 10  | 30  | 10  | 100%                                  |
| สัดส่วนผลการเรียนรู้                                                                    |            | 10                 | 30  |     | 20  |     | 30  | 10  | 100                                   |

## หมวดที่ 5 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### 1. ตำราและเอกสารหลัก

- 1.1 Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer. Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5th Edition, John Wiley & Sons 2009.
- 1.2 Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock. MICROELECTRONIC Circuit Design, 4th McGraw-Hill 2011.
- 1.3 Neaman, ELECTRONIC CIRCUITS Analysis and Design, McGraw-Hill. 2005
- 1.4 Randall L. Geiger, Phillip E. Allen, Noel R. Strader. VLSI :Design Techniques for Analog and Digital Circuits. McGraw-Hill 1990.
- 1.5 Sidney Soclof. Design and Applications of Analog Integrated Circuits. Prentice-Hall, Inc. 1991.
- 1.6 Norbert R. Malik . ELECTRONIC CIRCUITS, Prentice-Hall, Inc. 1995.2.

### 2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

-

### 3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

1. Ramakant A. Gayakwad, “Op-Amps and Linear Integrated Circuit” Prentice-Hall International Editions, 1993
2. John V. Wait, Lawrence P. Huelsman, Granino A. Korn, “Introduction to Operational Amplifier Theory and Applications” McGraw-Hill International Editions
3. Robert Boylestad, Louis Nashelsky. Electronic Devices and Circuit Theory. Fifth ed. Prentice – Hall International, 1992

## หมวดที่ 6 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### 1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

ประเมินโดยใช้แบบประเมินมาตรฐานโดยระบบออนไลน์ในระบบ Intranet ของมหาวิทยาลัยรังสิต

### 2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- 1) การประชุมร่วมของอาจารย์ในภาควิชาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและขอคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่มีความรู้ในการใช้กลยุทธ์การสอน
- 2) อาจารย์รับผิดชอบ/อาจารย์ผู้สอนรายวิชา ขอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากอาจารย์ท่านอื่น หลังการวางแผนกลยุทธ์การสอนสำหรับรายวิชา
- 3) การสอบถามจากนักศึกษา ถึงประสิทธิผลของการเรียนรู้จากวิธีการที่ใช้ โดยใช้แบบสอบถามหรือการสนทนากับกลุ่มนักศึกษา ระหว่างภาคการศึกษา โดยอาจารย์ผู้สอน
- 4) ประเมินจากการเรียนรู้ของนักศึกษา จากพฤติกรรมการแสดงออก การทำกิจกรรม และผลการสอบ

### 3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการจัดกิจกรรมในการระดมสมอง และหาข้อมูลเพิ่มเติมในการปรับปรุงการสอน ดังนี้

- 3.1 สัมมนาการจัดการเรียนการสอน
- 3.2 สืบค้นงาน และเข้าร่วมประชุมวิชาการที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการสอนให้ทันสมัยและสอดคล้องกับโลกแห่งความเป็นจริงมากขึ้น
- 3.3 เน้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาจากปฏิบัติไปหาทฤษฎีให้มากขึ้นรวมทั้งเพิ่มความรู้และเทคนิคที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงให้มากขึ้น

### 4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

- ☐ สัมภาษณ์นักศึกษา .....
- ☐ การสังเกตพฤติกรรมนักศึกษา.....
- ☒ การตรวจสอบการให้คะแนนและประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา.....
- ☐ การประเมินความรู้รอบยอดโดยการทดสอบ.....
- ☐ รายงานผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในแต่ละด้าน.....



☐ แบบสำรวจ/แบบสอบถาม.....

☒ อื่นๆ ระบุทำการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาโดยคณะกรรมการกำกับมาตรฐาน

วิชาการ(ภายนอก)สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ ในการพิจารณาการจัดทำ RQF3 การประเมินผล  
การเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาเปรียบเทียบกับ Curriculum Mapping รายวิชาในมคอ.2

#### 5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการ  
ปรับปรุงการสอนและรายละเอียดรายวิชา เพื่อให้เกิดคุณภาพมากขึ้น โดยปรับปรุงการสอนรายวิชา  
ในทุกภาคการศึกษา หรือตามข้อเสนอแนะและผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ 4