

รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม กลุ่มวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

หมวดที่ 1 ลักษณะและข้อมูลโดยทั่วไปของรายวิชา

1. รหัสและชื่อรายวิชา

5693614 การออกแบบดิจิทัลคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์
Digital Computer Hardware Design

2. จำนวนหน่วยกิต

3 หน่วยกิต (2 – 2 – 5)

3. หลักสูตรและประเภทรายวิชา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ รายวิชาซีพ (เลือก)

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรินทร์ วาทัญญเลิศสกุล อาจารย์ผู้สอน

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน

ภาคการศึกษาที่ 2 / 2564 ชั้นปีที่ 3 กลุ่มที่ 1

6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี)

ไม่มี

7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี)

ไม่มี

8. สถานที่เรียน

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด

6 พฤศจิกายน 2564

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทั่วไปในการออกแบบวงจรดิจิทัล ด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการออกแบบ
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถออกแบบวงจรโดยการวาดวงจรได้
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถออกแบบวงจรด้วยการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาบรรยายพฤติกรรม เช่น VHDL และ Verilog ได้

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้นักศึกษานำความรู้พื้นฐานทางด้านวงจรดิจิทัล มาประยุกต์ใช้งาน เตรียมความพร้อมด้านทักษะในการออกแบบวงจรดิจิทัลคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ การแก้ปัญหาความต้องการของผู้ใช้งาน มีการนำอุปกรณ์เครื่องมือมาช่วยในการออกแบบวงจรดิจิทัลคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างอ้างอิงในการนำมาฝึกปฏิบัติ เพื่อรองรับกับแนวโน้มด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีความก้าวหน้าในอนาคต

หมวดที่ 3 ส่วนประกอบของรายวิชา

1. คำอธิบายรายวิชา

การออกแบบวงจรดิจิทัล วงจรคอมบินชัน วงจรซีควเอนเชียล การออกแบบวงจรดิจิทัลโดยใช้อุปกรณ์ตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ การใช้ภาษาเอชดีแอลสำหรับช่วยในการออกแบบวงจรดิจิทัล การอธิบายพฤติกรรมของฮาร์ดแวร์ในวงจรดิจิทัล

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

จำนวนชั่วโมงบรรยายต่อสัปดาห์	30	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงฝึกปฏิบัติการต่อสัปดาห์	30	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงการศึกษาด้วยตนเอง	75	ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงที่สอนเสริมในรายวิชา	สอนเสริมตามความต้องการของนักศึกษาเป็นกลุ่มและเฉพาะราย	

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือ รายกลุ่มตามความต้องการอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (เฉพาะรายที่ต้องการ) โดยการประกาศเวลาให้คำปรึกษาผ่านเว็บไซต์ของทางกลุ่มวิชา ฯ หรือตามตารางเวลาเข้าพบที่กำหนด

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้ และเนื้อหาหรือทักษะรายวิชา	วิธีการสอนที่จะใช้พัฒนาการ เรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล
<p>1. คุณธรรม จริยธรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตระหนักในคุณค่าและคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต - มีวินัย ตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม - มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นทีม และสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งและลำดับความสำคัญ - เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ - เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม - สามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากการใช้คอมพิวเตอร์ต่อบุคคลองค์กรและสังคม - มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ 	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยายพร้อมยกตัวอย่างกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวงจรดิจิทัล การใช้งานโปรแกรม ตัวอย่างในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ รวมถึงการนำไปพัฒนาเป็นวงจรต้นแบบ - อภิปรายกลุ่ม - กำหนดให้นักศึกษาจัดทำโครงงานย่อยพร้อมจัดทำรายงานประกอบ - ตั้งปัญหาและแก้ไขด้วยการออกแบบวงจร 	<ul style="list-style-type: none"> - พฤติกรรมการเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้และตรงเวลา - มีการอ้างอิงเอกสารที่ได้นำมาทำรายงาน อย่างถูกต้องและเหมาะสม - การออกแบบวงจรและผลที่ได้ - ประเมินผลการวิเคราะห์โครงงานย่อย - ประเมินผลการนำเสนอรายงานในการจัดทำโครงการย่อยที่มอบหมาย - ปฏิบัติการทดลองตามใบงานที่กำหนดพร้อมทั้งผลการทดลองที่ได้

มาตรฐานการเรียนรู้ และเนื้อหาหรือทักษะรายวิชา	วิธีการสอนที่จะใช้พัฒนาการ เรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล
<p>2. ความรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญในเนื้อหาที่ศึกษา - สามารถวิเคราะห์ปัญหา เข้าใจและอธิบายความต้องการในการออกแบบวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์ด้วยคอมพิวเตอร์ รวมทั้งประยุกต์ความรู้ ทักษะ และการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการแก้ไขปัญห - สามารถวิเคราะห์ ออกแบบ วงจรดิจิทัลทางด้านคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ให้ตรงตามข้อกำหนด สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการและวิวัฒนาการคอมพิวเตอร์ - รู้ เข้าใจและสนใจพัฒนาความรู้ ความชำนาญในการออกแบบวงจรดิจิทัล ฮาร์ดแวร์อย่างต่อเนื่อง 	<ul style="list-style-type: none"> - บรรยาย ผี ก ฎ ี บ ั ต ี ในห้องปฏิบัติการ แก้ปัญหาโจทย์ เพื่อรองรับการออกแบบวงจรดิจิทัล - การทำงานกลุ่ม การนำเสนอผลการออกแบบวงจร การวิเคราะห์กรณีศึกษา - มอบหมายให้ค้นคว้าหาบทความ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยนำมาสรุป และนำเสนอ การศึกษาโดยใช้ปัญหา และโครงงานย่อย 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบย่อย สอบกลางภาค สอบปลายภาค ด้วยข้อสอบ ข้อเขียน และสอบปฏิบัติ - นำเสนอสรุปการอ่านจากการ์ ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - วิเคราะห์ และออกแบบวงจรดิจิทัลคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ 1 โครงงาน
<p>3. ทักษะทางปัญญา</p> <ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างมีวิจารณญาณและอย่างเป็นระบบ - สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ - สามารถออกแบบวงจรตามความต้องการจากปัญหาที่วิเคราะห์ได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์จากกรณีศึกษาหรือจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริง 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบย่อย - สอบกลางภาคและปลายภาค โดยเน้น ข้อสอบที่มีการวิเคราะห์โจทย์ในด้านการออกแบบพื้นฐานจนถึงระดับที่สูง - ทดสอบในเชิงปฏิบัติในการออกแบบวงจรดิจิทัล คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์

มาตรฐานการเรียนรู้ และเนื้อหาหรือทักษะรายวิชา	วิธีการสอนที่จะใช้พัฒนาการ เรียนรู้	วิธีการวัดและประเมินผล
<p>4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - สามารถให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่การแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆในกลุ่มทั้งในบทบาทของผู้นำหรือในบทบาทของผู้ร่วมทีมทำงาน - มีความรับผิดชอบในการกระทำของตนเองและรับผิดชอบงานในกลุ่ม - มีความรับผิดชอบต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดกิจกรรมกลุ่มในการวิเคราะห์โจทย์กรณีศึกษา และการนำเสนอวิธีแก้ปัญหา - การปฏิบัติใบงานในห้องปฏิบัติการ - มอบหมายงานรายกลุ่ม และรายบุคคล - การนำเสนอโครงงานย่อย 	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินตนเอง และเพื่อน ด้วยแบบฟอร์มที่กำหนด - รายงานที่นำเสนอ พฤติกรรมการทำงานเป็นทีม - รายงานการศึกษาโครงงานย่อย
<p>5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณและอย่างเป็นระบบ - มีความสามารถในการสืบค้นตีความ และประเมินสารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ - สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ - สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะกับการแก้ไขปัญหาทางคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - มอบหมายงานให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จากเว็บไซต์ สื่อการสอน e-Learning และทำรายงาน โดยเน้นแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ - นำเสนอโดยใช้รูปแบบและเทคโนโลยีที่เหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - การจัดทำรายงาน และนำเสนอด้วยสื่อเทคโนโลยี - การมีส่วนร่วมในการอภิปรายและวิธีการอภิปราย

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	ระบบดิจิทัลเบื้องต้น - ระบบดิจิทัลและแอนะล็อก - ระบบจำนวนตัวเลข - การแปลงเลขฐาน	4	กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง ประกอบ สื่อการเรียนรู้ - PowerPoint ประกอบการ บรรยาย การวัดและประเมินผล - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
2	ทฤษฎีเบื้องต้นของระบบดิจิทัล - รหัสไบนารี - ตรรกะไบนารี - สัญลักษณ์สำหรับวงจรดิจิทัล	4	กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง ประกอบ ฝึกปฏิบัติ กิจกรรมกลุ่ม สื่อการเรียนรู้ - PowerPoint ประกอบการ บรรยาย การวัดและประเมินผล - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
3	พื้นฐานเกตและลอจิก - เกตนี้้อต - เกตบัฟเฟอร์ - เกตแอนด์ - เกตออร์	4	กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง ประกอบ ฝึกปฏิบัติ กิจกรรมกลุ่ม สื่อการเรียนรู้ - PowerPoint ประกอบการ บรรยาย การวัดและประเมินผล - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
4	หลักการใช้งานโปรแกรมในการ ออกแบบ - การนำเกตไปใช้งาน - การใช้เกตทดแทน - การเขียนวงจรลอจิกเบื้องต้น	4	กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยาย และปฏิบัติการทดลอง ตามใบงาน สื่อการเรียนรู้ - PowerPoint - โปรแกรมสำเร็จรูป การวัดและประเมินผล แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
5 - 6	การออกแบบวงจรดิจิทัลเบื้องต้น - การลดความซับซ้อนของลอจิก	8	กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยาย และปฏิบัติการทดลอง	ผศ.เอกรินทร์

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
	- ไอซีดีจีทล์ - การใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการออกแบบ		ตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> - PowerPoint - โปรแกรมสำเร็จรูป <u>การวัดและประเมินผล</u> - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	
7	วงจรถอมบิเนชัน - วงจรถอมบิเนชัน - การวิเคราะห์วงจรถลอจิก	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> บรรยาย และปฏิบัติการทดลอง ตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> - PowerPoint - โปรแกรมสำเร็จรูป <u>การวัดและประเมินผล</u> - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
8	สอบกลางภาคเรียน	2 ชม.		
9	วงจรถอมบิเนชัน - การวิเคราะห์วงจรถลอจิก - การออกแบบวงจรถอมบิเนชันตามเงื่อนไขของโจทย์	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> บรรยาย และปฏิบัติการทดลอง ตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> - PowerPoint - โปรแกรมสำเร็จรูป <u>การวัดและประเมินผล</u> - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
10	วงจรถซีเควนเซียล - วงจรถซีเควนเซียล - ประเภทของวงจรถซีเควนเซียล - แลตซ์ - ฟลิปฟล็อป	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> บรรยาย และปฏิบัติการทดลอง ตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> - PowerPoint <u>การวัดและประเมินผล</u> - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
11	การออกแบบวงจรถซีเควนเซียล - การวิเคราะห์วงจรถซีเควนเซียล - ตารางสถานะ - แผนผังสถานะ - กรณีศึกษาวงจรถควบคุมระดับน้ำ	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> บรรยาย และปฏิบัติการทดลอง ตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> - PowerPoint - โปรแกรมสำเร็จรูป	ผศ.เอกรินทร์

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
	<ul style="list-style-type: none"> - การใช้งานโปรแกรมในการออกแบบวงจรนับแบบไม่เข้าจังหวะ - วิเคราะห์และสังเคราะห์วงจรนับแบบไม่เข้าจังหวะ 		<u>การวัดและประเมินผล</u> <ul style="list-style-type: none"> - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต 	
12	<ul style="list-style-type: none"> อุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้ - หน่วยความจำ - อุปกรณ์ตรรกะแบบโปรแกรมได้ - พีแอลเอ - พีเอแอล - จีเอแอล - ซีพีแอลดี - เอฟพีจีเอ 	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> บรรยาย และปฏิบัติการทดลองตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> <ul style="list-style-type: none"> - PowerPoint - โปรแกรมสำเร็จรูป <u>การวัดและประเมินผล</u> <ul style="list-style-type: none"> - แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต 	ผศ.เอกรินทร์
13	ภาษาวีเอชดีแอล <ul style="list-style-type: none"> - ความหมายของภาษาวีเอชดีแอล - โครงสร้างพื้นฐานของภาษาวีเอชดีแอล - สถาปัตยกรรมของภาษาวีเอชดีแอล 	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> บรรยาย และปฏิบัติการทดลองตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> <ul style="list-style-type: none"> - PowerPoint <u>การวัดและประเมินผล</u> แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
14	ภาษาวีเอชดีแอลและการอธิบายพฤติกรรมของฮาร์ดแวร์ <ul style="list-style-type: none"> - ตัวดำเนินการ - ชุดคำสั่งในภาษาวีเอชดีแอล - การอธิบายพฤติกรรมของฮาร์ดแวร์ในวงจรดิจิทัล 	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> บรรยาย และปฏิบัติการทดลองตามใบงาน <u>สื่อการเรียนรู้</u> <ul style="list-style-type: none"> - PowerPoint - โปรแกรม Quartus II Web-Edition ชุดทดลอง CPLD and FPGA <u>การวัดและประเมินผล</u> แบบฝึกหัด/ใบกิจกรรม/สังเกต	ผศ.เอกรินทร์
15	การออกแบบวงจรลอจิกด้วยภาษาวีเอชดีแอล <ul style="list-style-type: none"> - โปรแกรมควอร์ตัส - การสร้างโปรเจกต์ใหม่ - การนำเข้าการออกแบบด้วยภาษา 	4	<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u> กิจกรรมกลุ่ม นำเสนอ <u>สื่อการเรียนรู้</u> <ul style="list-style-type: none"> - ผลงานนักศึกษา - Quartus II Web-Edition ชุดทดลอง CPLD and FPGA 	ผศ.เอกรินทร์

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
	วีเอชดีแอล - การสังเคราะห์และจำลองฟังก์ชัน - การนำเสนอโครงงานย่อย		<u>การวัดและประเมินผล</u> - ผลงาน/สังเกต	
16	สอบปลายภาค	2 ชม.		

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ (Learning Outcome)	วิธีการประเมิน	กำหนดเวลาการ ประเมิน (สัปดาห์ ที่)	สัดส่วนของการประเมินผล
1.1, 1.3, 1.5, 1.7, 2.1-2.5, 2.7-2.8, 3.1-3.4, 5.1	สอบกลางภาค	8	20%
	นำเสนอโครงงานย่อย	15	20%
	สอบปลายภาค	16	30%
1.1, 1.3, 1.5, 1.7, 2.1-2.5, 2.7-2.8, 3.1-3.4, 4.1,4.6, 5.1-5.4	การส่งงานตามที่มอบหมาย รายบุคคลและรายกลุ่ม	ตลอดภาค การศึกษา	30%

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

เอกรินทร์ วทัญญูเลิศสกุล. (2562). การออกแบบดิจิทัลคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

ชำนาญ ปัญญาใส และวัชรกร หนูทอง. (2547). ภาษา VHDL สำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัล. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Brown, Stephen D. and Zvonko G. Vranesic. (2000). **Fundamentals of Digital Logic with VHDL Design.** New Yoke : McGraw-Hill.

Dueck, Robert K. (2001). **Digital Design with CPLD Applications and VHDL.** New Yoke: Thomson Learning.

Sudhahar Yalamanchili. (1998). **VHDL Starter's Guide.** New Jersey : Prentice-Hall.

William Kleitz. (2004). **Digital Electronics with VHDL.** New Jersey : Prentice-Hall.

Mark Zwolinski. (2004). **Digital System Design with VHDL.** 2nd New Jersey : Prentice-Hall.

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- นภัทร วัชรเทพินทร์. (2545). วงจรดิจิทัลและการออกแบบลอจิก. กรุงเทพฯ ฯ : สกายบุ๊กส์.
- ขรรค์ชัย ตูละสกุล. (2546). การใช้งานโปรแกรมออกแบบวงจรรวมดิจิทัล. กรุงเทพฯ ฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- Zoran Salcic and Asim Smailagic. (2000). **Digital Systems Design and Prototyping : Using Field Programmable Logic and Hardware Description Languages.** 2nd Massachusetts : Kluwer Academic Publishers.
- Steve Waterman. (2000). **Digital Logic Simulation and CPLD Programming.** New Jersey: Prentice-Hall.
- Steve Waterman. (2003). **Digital Logic Simulation and CPLD Programming with VHDL.** New Jersey: Prentice-Hall.
- Nigel P. Cook. (2001). **Digital Electronics with PLD Integration.** New Jersey : Prentice Hall.

หมวดที่ 7 การประเมินรายวิชาและกระบวนการปรับปรุง

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

การประเมินประสิทธิผลในรายวิชานี้ ที่จัดทำโดยนักศึกษา ได้จัดกิจกรรมในการนำแนวคิดและความเห็นจากนักศึกษาได้ดังนี้

- การสนทนากลุ่มระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
- การสังเกตการณ์จากพฤติกรรมของผู้เรียน
- แบบประเมินผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา
- ข้อเสนอแนะผ่านเว็บบอร์ด ที่อาจารย์ผู้สอนได้จัดทำเป็นช่องทางการสื่อสารกับนักศึกษา

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- การสังเกตการณ์สอนของผู้ร่วมทีมการสอน
- ผลการสอบ
- การทวนสอบผลประเมินการเรียนรู้
- ผลที่ได้จากการทำโครงการน้อย

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการจัดกิจกรรมในการระดมสมอง และหาข้อมูลเพิ่มเติมในการปรับปรุงการสอน ดังนี้

- สัมมนาการจัดการเรียนการสอน
- การวิจัยในและนอกชั้นเรียน

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์รายวิชาของนักศึกษา

ในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ในรายหัวข้อ รวมถึงพิจารณาจากผลที่ได้จากการทำโครงการน้อย และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์โดยรวมในวิชา ดังนี้

- การทวนสอบการให้คะแนนจากการสุ่มตรวจผลงานของนักศึกษาโดยอาจารย์อื่น หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ไม่ใช่อาจารย์ประจำหลักสูตร
- มีการตั้งคณะกรรมการในกลุ่มวิชา ตรวจสอบผลการประเมินการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยตรวจสอบข้อสอบ รายงาน วิธีการให้คะแนนสอบ และการให้คะแนนพฤติกรรม

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอน และรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดคุณภาพมากขึ้น ดังนี้

- ปรับปรุงรายวิชาทุก 3 ปี หรือ ตามข้อเสนอแนะและผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ 4
- เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้นี้กับปัญหาที่มาจากงานวิจัยของอาจารย์หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับในรายวิชา