

การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัล  
(The Development of WEB-BASED Instructional On Digital Circuit Design)

ธนัญชัย ศรีรัฐจิ , อาชัน ทรนหลี่ และ ศิวคณ นवलนภคค

วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

414 ม.14 ต.ท่าชะมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180 โทรศัพท์ 074-584241-4 โทรสาร 074-584240

e-mail: sivadol techno@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัล วิธีดำเนินการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา และประเมินความพึงพอใจ ผลของการดำเนินการพบว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนของเนื้อหารายวิชา ใบงานการทดลองเรื่องวงจรดิจิทัล คลังข้อสอบ การเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน จากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.41$ ) และการประเมินความพึงพอใจจากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาดิจิทัลและการออกแบบวงจรลอจิก ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 12 คน พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.43$ )

คำสำคัญ : บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต , การออกแบบวงจรดิจิทัล

### Abstract

The objective of thesis was development of Web-Base Instruction for Digital Circuit Design are comprises of 4 step, the analysis, design develop and find quality assessment. The analysis results of the Web-Based Instruction consist of content, experiment sheet, test treasury, user register. The average opinion of the three experts on the quality of the analysis program was highly ( $\bar{x} = 4.41$ ). The averse opinion of twelve students registering on in first semester in academic year 2017 was highly ( $\bar{x} = 4.43$ )

Keywords : Web Base Instruction , Digital Circuit Design

## 1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีความเจริญก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลกระทบต่อในชีวิตประจำวันของมนุษย์ จึงทำให้รูปแบบการดำเนินชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนไปไม่เว้นแม้แต่วระบบการศึกษาของไทยก็จำเป็นต้องนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เพราะระบบการเรียนการสอนในปัจจุบันไม่จำเป็นต้องเรียนแต่เพียงในห้องเรียนเหมือนในอดีต ผู้เรียนสามารถเรียนที่ใดเวลาใดก็ได้ตามต้องการ เช่น ระบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างมากเพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ทุกที่และตลอดเวลาตามต้องการ ทั้งยังช่วยลดปัญหา การขาดแคลนครูผู้สอนและเป็นการเพิ่มโอกาสทางการศึกษาด้วย นักศึกษา ต้องการให้อาจารย์มีการปรับปรุงด้านสื่อการสอนให้มีความน่าสนใจมากขึ้น ที่มาของโครงการวิจัยนี้ที่ต้องการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในบทเรียนนี้ ให้นักศึกษาสามารถ เข้าใจและเห็นภาพจากสื่อต่างๆ ที่พัฒนาขึ้น เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลต่อไป นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถตอบสนองความแตกต่างด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถใช้เวลาว่างในการศึกษา ค้นคว้าได้และเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจทั่วไปอีกด้วย

การจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ ได้บรรจุรายวิชา คณิตศาสตร์และการออกแบบวงจรลอจิก เข้ามาให้หลักสูตร โดยที่ลักษณะรายวิชามุ่งเห็นให้ผู้เรียนได้เข้าใจ ทฤษฎี และฝึกปฏิบัติ ซึ่งสภาพการเอื้ออำนวยของพื้นที่ทดลอง และระยะเวลาในการเรียนรู้ มีความจำเป็นต้องใช้สื่อที่สามารถตอบสนองในการเรียนรู้ที่ครอบคลุมเนื้อหา มีแบบทดสอบที่หลากหลาย มีความทันสมัย และน่าสนใจและสามารถศึกษาเรียนรู้ด้วยตัวเองนอกห้องเรียน จึงเป็นที่มาในการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนำไปประยุกต์ควบคู่กับการนำทฤษฎี และปฏิบัติในห้องเรียนได้

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการเรียนการสอนทางด้านคณิตศาสตร์และการออกแบบวงจรลอจิก ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานของ

การศึกษาทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุด

## 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัล

1.1.2 เพื่อประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้น

1.1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 2.1 สมมติฐานการวิจัย

2.1.1 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัล เมื่อประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

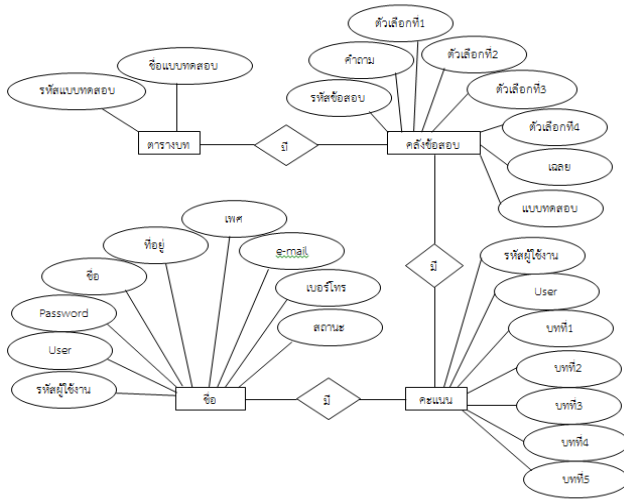
2.1.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคำอธิบายรายวิชา รายวิชา คณิตศาสตร์ และการออกแบบวงจรลอจิก เพื่อนำมาเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจาก หลักสูตรอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์บัณฑิต เพื่อให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา นำไปสู่การวิเคราะห์สื่อ

2.2 การวิเคราะห์สื่อ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์สื่อ จากเดิมการเรียนการสอนประกอบด้วยใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจนอกเหนือเวลาเรียน จากการ วิเคราะห์สื่อการสอนที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้นอกเวลาเรียน และไม่จำกัดสถานที่ ซึ่งสื่อที่จะช่วยแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว ได้แก่บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.3 การออกแบบและสร้างบทเรียน เรื่องการออกแบบวงจร โดยเริ่มต้นออกแบบบทเรียน วงจรดิจิทัลพื้นฐาน การสร้างเมนูการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การสร้างผังของระบบ (ER Diagram) แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ผังของระบบ (ER Diagram)

2.4 ดำเนินการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏ สงขลา จำนวน 1 ท่าน และจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 2 ท่าน ที่ได้สอนในรายวิชาดิจิทัลและการออกแบบวงจรลอจิก และรายวิชาที่เกี่ยวข้อง เพื่อประเมินคุณภาพ และความเหมาะสมของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้น

2.5 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยรัตนภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิทัลและการออกแบบวงจรลอจิก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 12 คน โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง

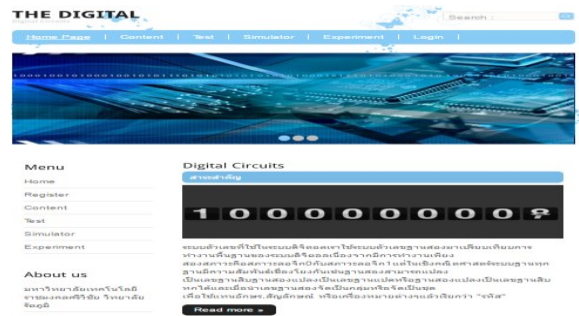
2.6 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน เมื่อเรียนจบบทเรียน ประเมินความพึงพอใจ โดยใช้แบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาที่มีความเหมาะสม ด้านความสะดวกในการใช้งาน ด้านใบงานการทดลอง ด้านสีและแบบตัวอักษร ด้านแบบทดสอบ

จากภาพที่ 2 แสดงหน้าจอเมนู Login เข้าสู่บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัล ประกอบด้วย เนื้อหาบทเรียน ใบงานการทดลอง คลังข้อสอบ เอกสารดาวโหลด คู่มือการติดตั้งและการใช้งานโปรแกรม

Ptoteus 7.5 และภาพที่ 3 แสดงหน้าจอหลักบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 2: หน้าเมนู Login เข้าสู่บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 3 : หน้าเมนูหลักบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีเนื้อหาประกอบด้วย 1.พื้นฐานการออกแบบวงจรดิจิทัล (Basic Logic Design) 2.ระบบคอมบิเนชัน (Combinational Systems) 3.แผนผังคาร์โน (The Karnaugh Map) 4.การลดทอนฟังก์ชัน (Function Minimization Algorithms Designing) 5.การวิเคราะห์ระบบคอมบิเนชัน (Combinational Systems Analysis) 6.การออกแบบวงจรซีควเอนเชียล (The Design of Sequential)

Digital 1



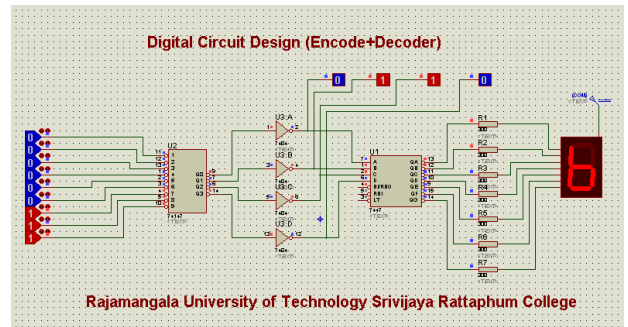
ภาพที่ 4 : รายละเอียดหัวข้อเนื้อหา

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีใบงานการทดลองทั้งหมด 13 ใบงาน ซึ่งใช้โปรแกรม proteus7.5 ในการจำลองวงจร เพื่อให้ผู้เรียนสามารถต่อวงจรตามใบงานได้อย่างถูกต้อง

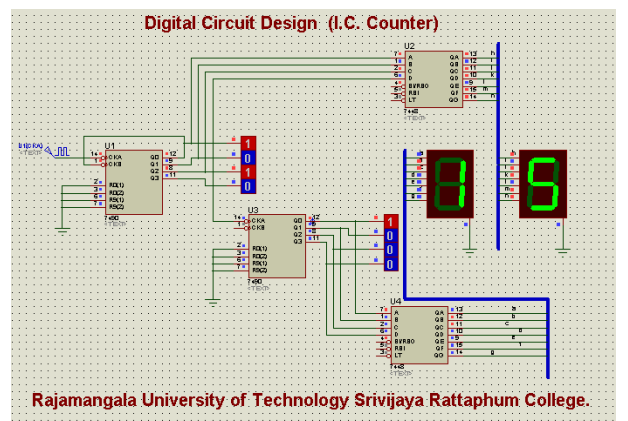


ภาพที่ 5 : หน้าใบงานการทดลอง

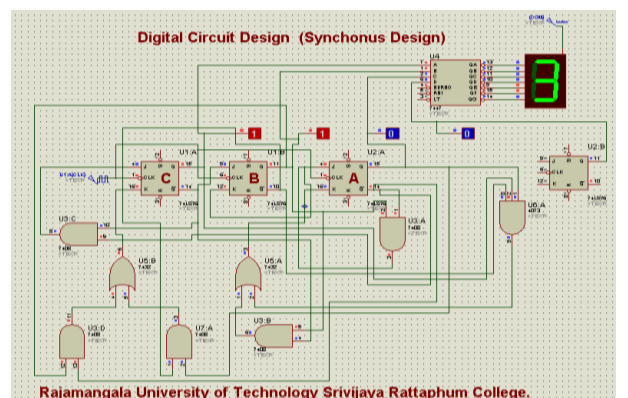
ใบงานการทดลอง สามารถค้นหารายชื่อของ รายการอุปกรณ์ได้ง่ายซึ่งมีเบอร์ของอุปกรณ์กำกับไว้ ดังภาพที่ 6 ตัวอย่างวงจรคอมบินเนชั่น (Combination Encoder+Decoder) ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างวงจรนับ 2 ตำแหน่งโดยใช้ไอซีวงจรรนับ (IC-Counter) และภาพที่ 8 แสดงการออกแบบวงจร Sequential Logic circuit (Synchronous Design)



ภาพที่ 6 : วงจร Encoder+Decoder



ภาพที่ 7 : วงจร IC-Counter



ภาพที่ 8 : วงจร Sequential Logic circuit

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีส่วนของคลังข้อสอบซึ่งสามารถเลือกจำนวนข้อสอบของแต่ละบทเรียน และเพิ่มจำนวนข้อสอบ โดยเก็บผลข้อมูลของคะแนน ของผู้ใช้ไว้ในระบบ ดังภาพที่ 9

ข้อใด	ข้อ	ข้อใด	ข้อ
<input type="checkbox"/>	1	ข้อใดคืองานออกแบบเครื่องจักร	0.00
<input type="checkbox"/>	2	ข้อใดคืองานออกแบบ 4A C ผลิตสารโพลิเอทิลีน	0.00
<input type="checkbox"/>	3	ข้อใดคืองานออกแบบ	0.00
<input type="checkbox"/>	4	สายพานลำเลียง 4 สายพาน จะสามารถลำเลียงได้กี่ตัน	0.00
<input type="checkbox"/>	5	ข้อใดคืองานออกแบบ	0.00
<input type="checkbox"/>	6	ข้อใดคืองานออกแบบ	0.00
<input type="checkbox"/>	7	งานแปล 10110 จาก 2 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	8	งานแปล 150 จาก 10 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	9	งานแปล 67 จาก 10 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	10	งานแปล 100 จาก 10 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	11	งานแปล A3D จาก 16 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	12	งานแปล 235 จาก 10 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	13	งานแปล 167 จาก 10 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	14	งานแปล AC10 เป็นเลขฐานสิบ	0.00
<input type="checkbox"/>	15	ข้อใดคือภาพที่ถ่ายจากกล้องถ่ายภาพ 03 วันที่ 04	0.00
<input type="checkbox"/>	16	ข้อใดคือภาพที่ถ่ายจากกล้องถ่ายภาพ 10 วันที่ 7	0.00
<input type="checkbox"/>	17	01303 คือหมายเลขรถจักรยานยนต์	0.00
<input type="checkbox"/>	18	โรงเรียนพระยาธรรมกายวิทยาใช้สีอะไรเป็นสีประจำโรงเรียน	0.00
<input type="checkbox"/>	19	สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศที่งานเขียนแบบใช้คอมพิวเตอร์	0.00
<input type="checkbox"/>	20	ข้อใดคือสีมาตรฐานสีของรถจักรยานยนต์	0.00

ภาพที่ 9: คลังข้อสอบ

ผู้ใช้งานต้องสมัครสมาชิกเพื่อทำการเก็บข้อมูลประวัติ และข้อมูลการทำแบบทดสอบดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 : การสมัครสมาชิก

<p>ข้อใดคือเลขฐานสิบหก</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>25 ฐาน 8</li> <li>011 ฐาน 16</li> <li>10 ฐาน 12</li> <li>80</li> </ul> <p>จงแปล 67 ฐาน 10 เป็นเลขฐานสิบ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>15</li> <li>151</li> <li>550</li> <li>55</li> </ul> <p>จงแปล 235 ฐาน 10 เป็นเลขฐานสิบหก</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CA</li> <li>D9</li> <li>EB</li> <li>9D</li> </ul> <p>จงแปล 167 ฐาน 10 เป็นเลขฐานสิบ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>C5</li> <li>D2</li> </ul>	<p>ข้อ : 1 คน 25 ฐาน 8</p> <p>ข้อ : 2 คน 151</p> <p>ข้อ : 3 คน D9</p> <p>ข้อ : 4 คน 119</p> <p>ข้อ : 5 คน 22</p> <p>ข้อ : 6 คน 272</p> <p>ข้อ : 7 คน 10010110</p> <p>ข้อ : 8 คน 2621</p> <p>คนบนที่ koeman ทำได้ : 5 คนบน</p> <p><b>ผ่าน</b></p> <p>สถานะ : เห็นข้อมูลโรงเรียนก่อนประเมินความเข้าใจ</p> <p>กลับสู่หน้าหลัก</p> <p>แบบทดสอบ</p> <p>กลับแบบสอน</p>
--	--

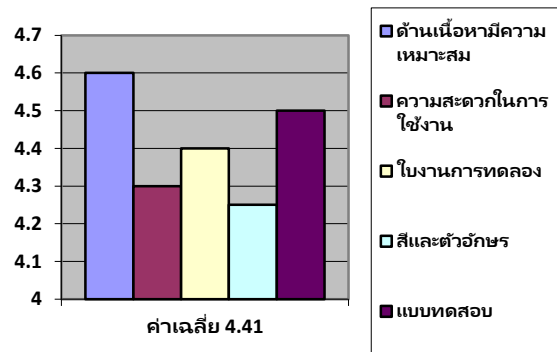
ภาพที่ 11 : แบบทดสอบแบบสุ่มข้อสอบ (Random) และผลคะแนนการทำแบบทดสอบ

### 3. ผลการวิจัย

3.1 จากการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัล ประกอบด้วยส่วนของเนื้อหา รายวิชา เรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัล ใบงานการทดลอง คลังข้อสอบ การเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน ซึ่งนักศึกษาในมหาวิทยาลัย หรือนักศึกษานอกสามารถเข้ามาทำการศึกษาในบทเรียน และทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความรู้และปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนด้วยตัวเองได้

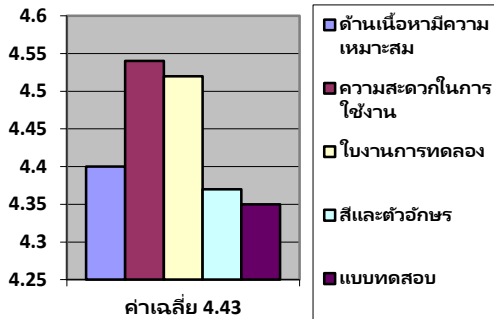
3.2 ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาที่มีความเหมาะสม ด้านความสะดวกในการใช้งาน ด้านใบงานการทดลอง ด้านสีและแบบตัวอักษร ด้านแบบทดสอบ ผลการประเมินปรากฏว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัล พบว่ามีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.41$ ) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ



3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียน จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยรัตนภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 12 คน โดยใช้แบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ผลการประเมินปรากฏว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับการออกแบบวงจรดิจิทัล พบว่ามีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.43$ ) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน



#### 4. สรุปผลของการวิจัย

สรุปผลจากการพัฒนาบทเรียนที่สร้างขึ้น มีวิธีดำเนินการประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา และประเมินคุณภาพ ผลของการดำเนินการแสดงส่วนประกอบบทเรียนที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนของเนื้อหา รายวิชา เรื่อง การออกแบบวงจรดิจิทัล ใบบงานการทดลอง คลังข้อสอบ การเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน และผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.41$ ) และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.43$ ) ซึ่งสามารถนำบทเรียนที่สร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอน สำหรับผู้สนใจในเรื่องการออกแบบวงจรดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5. ข้อเสนอแนะของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินอยู่ในระดับปริญญาตรี หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยรัตนภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีเพียงจำนวน 12 คน ดังนั้นจึงควรนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปใช้กับนักศึกษาในกลุ่มอื่น ในสถาบันอื่นๆ ในหลักสูตรเดียวกันหรือใกล้เคียง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนในภาพรวมให้ชัดเจนขึ้น

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] จิระวัฒน์ ใจอ่อนนุ่ม และนภัทร วัจนเททินทร์. วงจรดิจิทัล พิมพ์ครั้งที่ (ภาคปฏิบัติ)9 สาขาบุ๊คส์ :2551
- [2] ชีรวัฒน์ ประกอบผล (2552). ดิจิตอลลอจิก. สำนักพิมพ์เพื่อปวงกต, กรุงเทพมหานคร
- [3] มงคล ทองสงครามทฤษฎีดิจิทัล พิมพ์ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี .. เจ.พรินติง, กรุงเทพฯ : 2543.
- [4] สมชาย ชื่นวัฒนาประณีติ. การทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์บนโปรแกรมโปรเตอุส (Proteus). : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี : 2550.
- [5] สุเจตน์ จันทรัมย์ การออกแบบระบบดิจิทัล. สำนักพิมพ์แมกกรอ-อิล. :2544.
- [6] Marcovitz, Alan B. Introduction to logic design / Alan B. Marcovitz. — 3rd ed. McGraw-Hill - Inc.2010.
- [7] Rajaraman, V. and Radhakrishnan, T. Digital Logic and Computer Organization. Prentice-Hall of India.