

การออกแบบและจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยใช้ Proteus ร่วมกับ PSpice Design and Simulation of Power Electronic Circuits using Proteus and PSpice

ศิวดล นวลนภตล¹ ศุภาวรุช ชุมขวัญ¹ สุวิชา บัวอิน¹ และ ศักดิ์ชัย นวลนัม^{1*}

¹สาขาไฟฟ้า วิทยาลัยรัตนภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Sivadol.n@rmutsv.ac.th Katawoot.ch@rmutsv.ac.th Suwicha.eng@gmail.com Sakchai.n@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยใช้โปรแกรม Proteus 8.9 ร่วมกับ PSpice 9.1 Student ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครหาดใหญ่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์ ออกแบบ และ ประเมินคุณภาพ ผลของการวิจัยพบว่า วงจรที่ได้ออกแบบและจำลองขึ้น มีความสามารถในการวิเคราะห์และแสดงผลการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ถูกต้องตามทฤษฎี และจากการประเมินความพึงพอใจ โดยผู้เรียน 32 คน พบว่ามีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.37$)

คำสำคัญ: โปรติอุส, ฟัลส์โปส, โปรแกรมจำลอง

Abstract

This research aims to design and simulate power electronic circuits using Proteus 8.9 program with PSpice 9.1 Student In the subject of Power Electronics, Diploma in Electrical Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya. Methods of research are comprises of 3 steps, the analysis, design and find quality assessment. The analysis results of the designed and simulated circuit has the ability to analyze and design power electronic circuits. The average opinion of the thirty-two user on the satisfied of the analysis program was in highly ($\bar{x} = 4.37$)

Keywords: Proteus, PSpice, Simulation Program

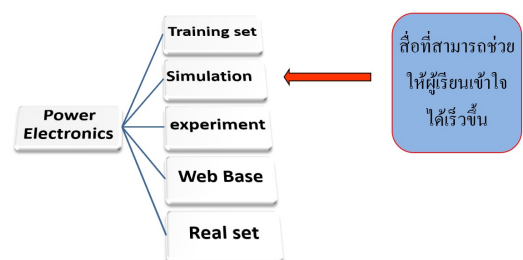
1. บทนำ

การจัดการศึกษาตามกรอบคุณวุฒิวิชาชีพแห่งชาติ พ.ศ. 2567 มุ่งเน้นให้มีสมรรถนะที่ได้จากมาตรฐานอาชีพ หรือมาตรฐานสมรรถนะในสาขาอาชีพ ตรงตามความต้องการของสาขาอาชีพ สถานประกอบการและ

ชุมชน มีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา วางแผน จัดการ ตรวจสอบ ให้คำแนะนำ สอนงาน และบูรณาการความรู้อย่างเป็นระบบ ระดับผู้ควบคุมงาน รวมทั้งเป็นผู้มีคุณธรรมจริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยที่เหมาะสมในการทำงาน สามารถประกอบอาชีพอิสระ และพัฒนาตนเองให้มีความก้าวหน้าในวิชาการและวิชาชีพ

การจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ได้บรรจุรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เข้ามาในหลักสูตร โดยที่ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาได้เข้าใจทฤษฎีและฝึกปฏิบัติ ปัญหาการเรียนการสอนที่พบส่วนมาก คือการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับปฏิบัติเข้าด้วยกัน ทำให้นักศึกษาไม่สามารถบรรลุผลในการเรียนการสอนได้เต็มประสิทธิภาพ

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการเรียนการสอนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นสำคัญของการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม และคอมพิวเตอร์โดยการออกแบบและจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุด โดยมีการวิเคราะห์สื่อที่นำมาใช้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวิเคราะห์สื่อรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนแสดงดังต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์เนื้อหาและหัวข้อการทดลอง

จากการวิเคราะห์เนื้อหาทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง [7] พบว่าเนื้อหาที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมจำลองสำหรับใช้ในการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เพื่อเชื่อมโยง

ไปสู่นี้อีกในส่วนของการปฏิบัติ ได้แก่เรื่องวงจร Rectifier , Filter, SCR , Inverter, Converter , PWM นำมาวิเคราะห์และออกแบบจำลองวงจร จะทำการวิเคราะห์เนื้อหาการทดลอง และจำลองผ่าน โปรแกรม Proteus 8.9 ร่วมกับ PSpice 9.1 Student โดยวิเคราะห์ลักษณะของวงจร และการแสดงผลการทำงาน การตั้งค่าใช้งาน โดยโปรแกรม Proteus8.9 มีความเหมาะสมในการทดลองด้านวงจร Rectifier วงจร Regulate และคุณสมบัติของ SCR เบื้องต้น สามารถจำลองผ่านออสซิลโลสโคป แสดงผลได้ง่าย และเมื่อมาวิเคราะห์วงจรที่มีลักษณะการทำงานแบบ Transient การแสดงผลในโปรแกรม Proteus8.9 ค่อนข้างใช้งานยาก จึงได้นำโปรแกรม PSpice 9.1 มาจำลอง เพื่อให้เห็นคุณลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ โดยสามารถตั้งค่าการใช้งานในหลายรูปแบบ และเลือกฟังก์ชันการแสดงผลได้ละเอียดกว่า โปรแกรม Proteus8.9 ทำให้ต้องเลือกใช้ทั้ง 2 โปรแกรม จำลองการทำงานของวงจร ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ดังตารางที่ 1 รายละเอียดหัวข้อการทดลอง

ตารางที่ 1 รายละเอียดหัวข้อการทดลอง

รายละเอียดวงจร	Proteus 8.9	PSpice 9.1
1. Half Wave Rectifier	✓	
2. Full Wave Rectifier	✓	
3. Full Wave Bridge	✓	
4. Full Wave Bridge C_Filter	✓	
5. Recgulate	✓	
6. SCR Basic	✓	
7. SCR Grap	✓	
8. SCR Bridge	✓	
9. SCR Character		✓
10. SCR Transient		✓
11. 3 Phase Rectifier		✓
12. Rectifier High Voltage		✓
13. Inverter Half wave		✓
14. Full Bridge inverter		✓
15. PWM		✓
16. Buck Converter		✓
17. Buck with MOSFET		✓
18. Boost Converter		✓
19. DC-DC CUK Converter		✓
20. DC-DC Boost (Flyback)		✓

จากตารางที่ 1 วงจรที่ใช้ในการจำลองผ่าน โปรแกรม Proteus 8.9 ประกอบด้วย วงจร Rectifier, Regulate, SCR ส่วนวงจรที่ใช้ในการจำลองผ่าน โปรแกรม PSpice 9.1 ประกอบด้วย วงจร SCR Transient, Pulse Width Modulation(PWM) ,Inverter และ Converter

2.2 ออกแบบและจำลองวงจร

การวิเคราะห์และออกแบบจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยการต่อวงจรผ่านโปรแกรมจำลอง การตั้งค่าอุปกรณ์ การตั้งค่าการแสดงผล

พร้อมคู่มือในการจำลอง เพื่อให้การแสดงผลมีความถูกต้อง ผลของกราฟต่างๆไม่ผิดเพี้ยน หลังจากนั้นทำการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งเป็นแบบสอบถาม ที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ

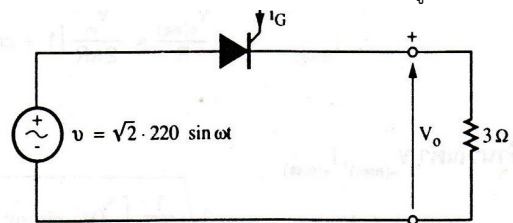
2.3 ประเมินคุณภาพ

นำวงจรที่ใช้ในการจำลอง ทดลองการทำงานและทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับทฤษฎี หลังจากนั้นทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษา ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาลัยรัถภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 32 คน ผลการประเมินความพึงพอใจใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการเลือกอุปกรณ์ใช้งาน ด้านการตั้งค่าใช้งาน ด้านการแสดงผลการจำลอง ด้านส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ผลการประเมินปรากฏแสดงตารางที่ 2

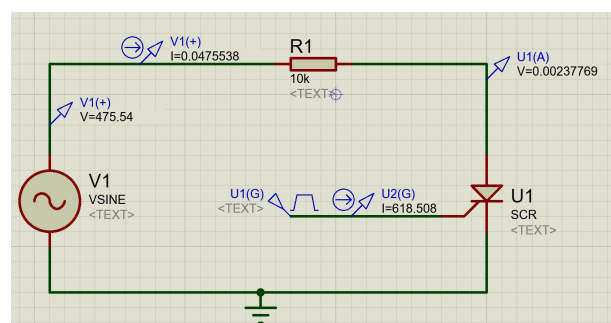
3. ผลของการวิจัย

3.1 ผลการออกแบบและจำลองวงจร

วงจรที่ใช้ในการจำลอง Rectifier, Regulate, Filter, SCR , Transient ,Pulse Width Modulation(PWM), Inverter, Converter ผ่านโปรแกรม Proteus 8.9 ตัวอย่างวงจรเรียงกระแส 1 เฟส ครึ่งคลื่นที่ควบคุมได้ (1 Phase Half Wave Control Rectifier Circuits) กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน แสดงวงจรตามทฤษฎีในรูปที่ 2 เมื่อนำมาต่อวงจรผ่านโปรแกรมจำลอง และตั้งค่าอุปกรณ์ แสดงในรูปที่ 3 และผลการจำลองวงจรเรียงกระแส 1 เฟส กรณีโหลดตัวต้านทาน แสดงในรูปที่ 4

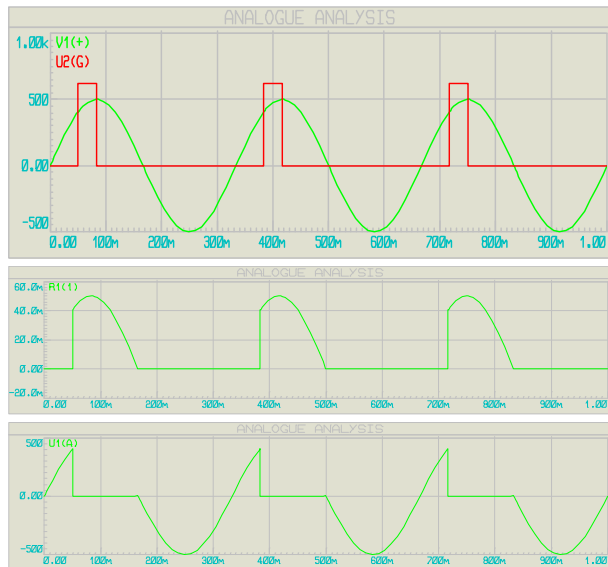


รูปที่ 2 วงจรเรียงกระแส 1 เฟส ครึ่งคลื่นที่ควบคุมได้
กรณีโหลดตัวต้านทาน



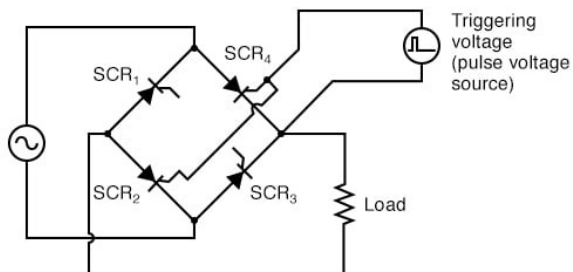
รูปที่ 3 จำลองวงจรเรียงกระแส 1 เฟส ครึ่งคลื่นที่ควบคุมได้
กรณีโหลดตัวต้านทาน โปรแกรม Proteus 8.9

การวิเคราะห์และออกแบบจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วงจรเรียงกระแส 1 เฟส กรณีโหลดตัวต้านทาน โดยใช้โปรแกรม Proteus 8.9 สามารถจำลองการทำงานของวงจรเรียงกระแส 1 เฟส กรณีโหลดตัวต้านทานดัง รูปที่ 4

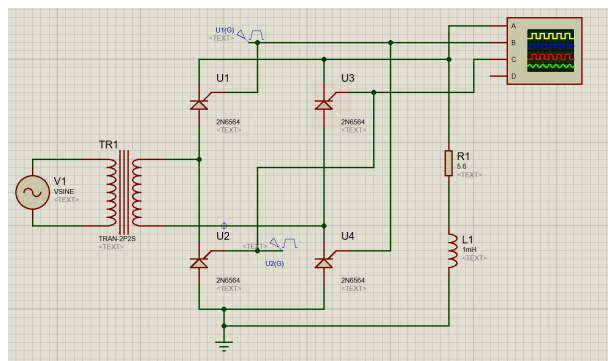


รูปที่ 4 ผลการจำลองวงจรเรียงกระแส 1 เฟส กรณีโหลดตัวต้านทาน

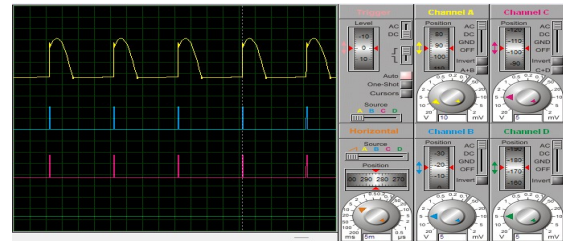
วงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นแบบบริดจ์ (1 Phase Full wave Control Rectifier Bridge) โดยใช้ SCR ซึ่งมีตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำเป็นโหลด แสดงวงจรตามทฤษฎีในรูปที่ 5



รูปที่ 5 วงจรเรียงกระแส 1 เฟส เต็มคลื่นแบบบริดจ์

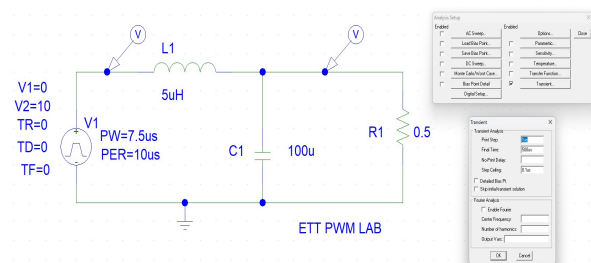


รูปที่ 6 จำลองวงจรเรียงกระแส 1 เฟส โดยใช้ SCR ซึ่งมีตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำเป็นโหลด ผ่านโปรแกรม Proteus 8.9

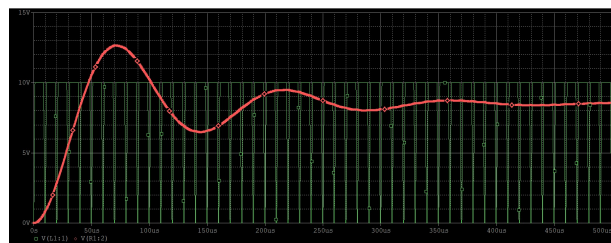


รูปที่ 7 ลักษณะของรูปคลื่นกระแสและแรงดันของ SCR

โปรแกรม PSpice เป็นโปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยได้นำมาใช้ในการจำลองวงจรด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยใช้ PSpice 9.1 Student Version ในรูปที่ 8 เป็นวงจรจำลอง Pulse Width Modulation(PWM) และการตั้งค่าในการแสดงผล ในรูปแบบ Transient

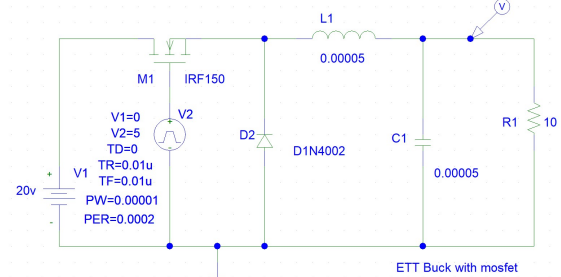


รูปที่ 8 วงจร Pulse Width Modulation (PWM)

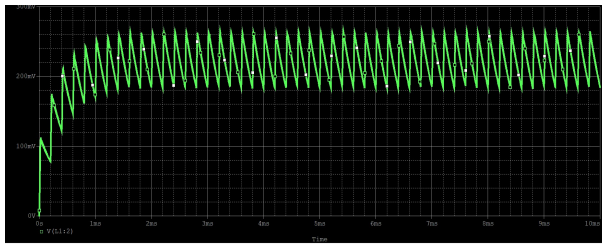


รูปที่ 9 ลักษณะของรูปคลื่นกระแสและแรงดันแบบ Transient

วงจร Buck Converter หรือวงจร Step Down Converter เป็นวงจรที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลงเพื่อเหมาะสมต่อการใช้งาน โครงสร้างของวงจรจะประกอบด้วยสวิตช์ที่สามารถสั่งให้ "ON" หรือ "OFF" ได้ทุกขณะตามความต้องการ ในทางปฏิบัติสวิตช์ที่ใช้ในวงจรจริงคืออุปกรณ์สวิตช์ซึ่ง เช่น MOSFET แสดงดังรูปที่ 10

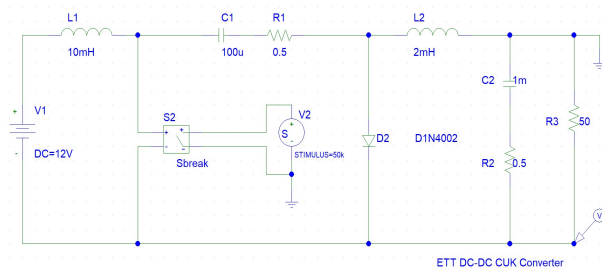


รูปที่ 10 จำลองวงจร Buck Converter โดยใช้ MOSFET

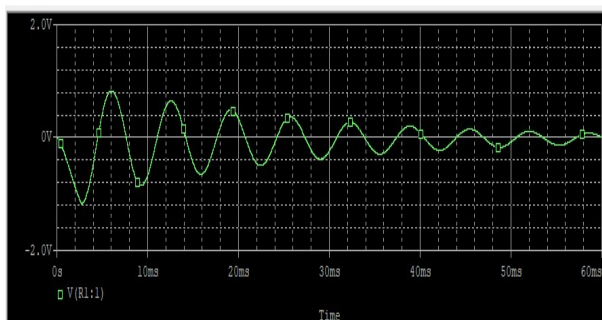


รูปที่ 11 ผลของการจำลองวงจร Buck Converter โดยใช้ MOSFET

DC-DC CUK Converter เป็นตัวแปลงไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์แบบ DC-DC ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่พบในตัวแปลงแบบ Buck-Boost Converter ดังวงจรจำลองในรูปที่ 12



รูปที่ 12 DC-DC CUK Converter



รูปที่ 13 ผลของการจำลองวงจร DC-DC CUK Converter

ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียน จำนวน 32 คน โดยใช้แบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการเลือกอุปกรณ์ใช้งาน ด้านการตั้งค่าใช้งาน ด้านการแสดงผลการจำลอง และด้านส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย ผลการประเมินปรากฏว่า การออกแบบและจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยใช้โปรแกรม Proteus 8.9 ร่วมกับ PSpice Student 9.1 ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ความพึงพอใจของผู้เรียน เมื่อใช้วงจรจำลองการทำงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 32 คน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
1.ด้านการเลือกอุปกรณ์ใช้งาน	4.30	0.86	มาก
2.ด้านการตั้งค่าใช้งาน	4.27	0.67	มาก
3.ด้านการแสดงผลการจำลอง	4.59	0.85	มากที่สุด
4.ด้านส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย	4.33	0.72	มาก
5.ค่าเฉลี่ย	4.37		มาก

4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบและจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยใช้โปรแกรม Proteus 8.9 ร่วมกับ PSpice 9.1 Student Version รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา และประเมินความพึงพอใจ ผลของการวิจัยพบว่า วงจรที่ได้ออกแบบและจำลองขึ้น มีความสามารถในการวิเคราะห์และแสดงผลการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

4.1 แบบจำลองวงจรที่ได้พัฒนาขึ้น สำหรับการศึกษาทฤษฎีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง มีผลการจำลองที่ถูกต้องตามทฤษฎี

4.2 ความพึงพอใจของผู้เรียน เมื่อใช้วงจรจำลองการทำงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 32 คน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมอยู่ในระดับมาก

จากผลของการวิจัยพบว่า แบบวงจรจำลองทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยใช้โปรแกรม PROTEUS 8.9 ร่วมกับ OrCAD Student 9.1 สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาทางด้านทฤษฎีซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปสู่การปฏิบัติได้ง่ายขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบทเรียนที่ซับซ้อนขึ้นในลำดับถัดไป

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Chengcheng Fan, Xiang Liu, Ronghua Ling, and Boyu Si. "Application of proteus in Experimental Teaching and Research of Medical Electronic Circuit" 3rd International Conference on Modern Management, Education Technology, and Social Science (MMETSS 2018).
- [2] Charles K. Alexander and Matthew N.O. Sadiku. "Fundamentals of Electric Circuit, Second Edition". McGraw-Hill, 2004
- [3] Katya Asparuhova, Daniela Shehova and Slavi Lyubom "Using Proteus to Support Engineering Student Learning: Microcontroller-Driven Sensors Case Study" International Scientific Conference Electronics - ET2018, September 13 - 15, 2018, Sozopol, Bulgaria

- [4] Muhibil H, Bhuyan and Mafujul Hasan“ Design and Simulation of Heartbeat Measurement System Using Arduino Microcontroller in Proteus” World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biomedical and Biological EngineeringVol:14, No:10, 2020
- [5] Paynter, Robert T... Introductory Electronic Devices and Circuits: Conventional Flow Version 6th. ed. : Prentice-Hall. , Inc.2003
- [6] S.Sheik Mohammed and D.Devaraj“ Design, Simulation and Analysis of Microcontroller based DC-DC Boost Converter using Proteus DesignSuite” Proc. of Int. Conf. on Advances in Electrical & Electronics, AETAEE
- [7] วิทยาลัยรัษฎามิ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2568) สาขาวิชาช่างไฟฟ้า.สงขลา



นายศิวดล นวลนภดล สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มจร. และ ป.โท จาก มจพ. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบัน อาจารย์สาขาวิชาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัษฎามิ งานวิจัยที่สนใจด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และวิศวกรรมโทรคมนาคม



นายคฑารุช ชุมขวัญ สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มจร. และ ป.โท จาก มจพ. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบัน อาจารย์สาขาวิชาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัษฎามิ งานวิจัยที่สนใจด้านพลังงานทางเลือกและการอนุรักษ์พลังงาน



นายศักดิ์ชัย นวลนั้ม สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มทร.ศรีวิชัย กำลังศึกษาระดับ ป.โท สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย ปัจจุบัน อาจารย์ สาขาวิชาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัษฎามิ งานวิจัยที่สนใจด้านเครื่องจักรกลไฟฟ้าและพลังงานทางเลือก



นายสุวิชา บัวอิน สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มจพ. และ ป.โท จาก ม.ธรรมศาสตร์ สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบัน อาจารย์สาขาวิชาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัษฎามิ งานวิจัยที่สนใจ ด้านคุณภาพไฟฟ้าระบบ IOT และการจัดการพลังงาน