

การพัฒนาการเรียนรู้ตามผลลัพธ์และการคิดเชิงวิเคราะห์ในวิชา อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน สำหรับหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

Development of Outcome-based Learning and Analytical Thinking on Basic Electronics Course for Computer Engineering

พงศ์ศักดิ์ พร้อมวงศ์ สุชาดา ลิทธิ์จงสถาพร พัลลภ พันธุ์ปรีชารัตน์ วศิน บุญโสภาคย์ และ กฤษณพงศ์ นันทศรี

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร (MII) คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 140 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ เขตหนองจอก กรุงเทพฯ

E-mail: ponsack@mut.ac.th, ssuchada@mut.ac.th, panlop@mut.ac.th
vasin@mut.ac.th and nandhasri.k@mut.ac.th

Manuscript received June 11, 2022

Revised June 22, 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการคิดเชิงวิเคราะห์และการเรียนรู้ตามผลลัพธ์ (outcome-based learning: OBL) ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยการศึกษาที่เน้นนักศึกษาเป็นศูนย์กลางจะใช้เวลาทำความเข้าใจการคิดเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะทางสังคมที่ใช้ในการปฏิบัติงานของนักเรียนในการจัดการความรู้ ตามโลกดิจิทัล อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางในหลาย ๆ แอปพลิเคชัน ในขณะที่วิชาที่เกี่ยวข้องกับการสอนอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานมีน้อยลง บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแนะนำวิชาอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานในหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์เป็นหลักตามแนวทาง OBL เพื่อให้มีประสิทธิภาพการสอนและผลลัพธ์ของนักศึกษาจะนำมาประเมินโดยผลการประเมินพบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นได้ แม้จะเป็นการยากที่จะปรับปรุงการคิดเชิงวิเคราะห์ภายใน นอกจากนี้ การพัฒนานี้เป็นความรู้พื้นฐานสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างนวัตกรรมในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าในอนาคตได้

คำสำคัญ: การเรียนรู้ตามผลลัพธ์ การคิดเชิงวิเคราะห์ พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์

ABSTRACT

This paper presents an analytical thinking and an outcome-based learning (OBL) for computer engineering students. A student-centered education is used with the efforts for understanding the analytical thinking on basic electronics to develop the soft-skills and knowledge management. Nowadays, the electronic devices are the main devices on many applications. The objective of this paper is to introduce mainly the basic concept of electronics on computer engineering course. Based on OBL approach, the teaching effectiveness and student outcomes are evaluated by the results of assessment. Results show that students can achieve the basic knowledge on electronics, even it is hard to improve the analytical thinking within a course of basic electronics. Moreover, this development is a fundamental knowledge for the computer engineering students to create an innovation in the electrical engineering field for the future.

Keywords: Outcome-based learning, Analytical thinking, Basic electronics.

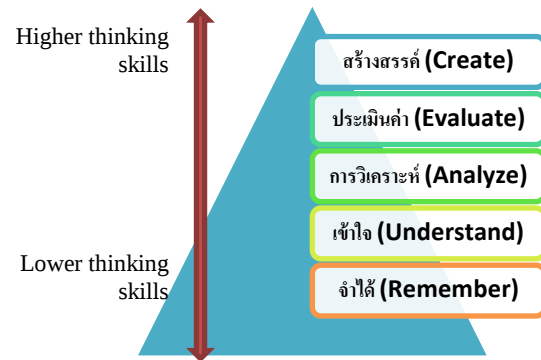
1. บทนำ

ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยทั่วโลกให้ความสำคัญกับการปรับปรุงการเรียนรู้เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม โดยคุณภาพการศึกษาเชิงวิชาการนั้น จะขึ้นอยู่กับประสิทธิผลของกิจกรรมการสอน การเรียนรู้ที่เน้นผลลัพธ์ (Outcome based learning: OBL) ต้องคำนึงถึงการปรับปรุงผู้สำเร็จการศึกษา ดังแสดงใน [1] - [7] จากผลการเรียนรู้ที่เน้นผลลัพธ์ (OBL) ที่เน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในสาขาเทคโนโลยีซอฟต์แวร์ พบว่า ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากขึ้น โดยสามารถสังเกตได้อย่างมีนัยสำคัญผ่านความสามารถในการแก้ปัญหาในการออกแบบซอฟต์แวร์และการใช้งาน [1]

สำหรับวิศวกรรมอุตสาหการ การเรียนรู้แบบอิงตามการออกแบบ (Design-based learning) และการเรียนรู้ OBL ในบทความ [3] ได้มีการนำไปใช้ในกระบวนการดำเนินการ (Implementation process) จากผลการศึกษาพบว่า การศึกษานี้สามารถจูงใจนักเรียนได้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนรู้แบบเดิม ในด้านความสามารถทางปฏิบัติ ทักษะการแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีม

สำหรับสาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์ ในบทความ [4] มีการนำการสร้างหุ่นยนต์มาใช้เป็นผลลัพธ์ในการเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจการแก้ปัญหาในการใช้งานจริง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีในการสร้างหุ่นยนต์ [5] เพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับนักศึกษาเข้าใจถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะนำมาเป็นแรงบันดาลใจในการสร้างผลงานต่อไปในอนาคต

บทความ [6] ได้มีการนำเสนอการเรียนรู้ตามผลลัพธ์ในหลักสูตรมูลค่าเพิ่มในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาโดยการรับรองในอุตสาหกรรมในการออกแบบหลักสูตร และในบทความ [7] มีการใช้ OBL ในหลักสูตรภาคบังคับเพื่อวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ผลที่ได้พบว่า นักศึกษามีความเข้าใจมากขึ้นและสนุกจากงานที่ได้ทดลอง และจากการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้น การคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytic thinking) เป็นประสิทธิผลของการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูงในอนุกรมวิธานของ Bloom (Bloom's taxonomy) [9] ซึ่งสนับสนุนการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ส่วนในบทความ [10] มีการนำการคิดเชิงวิเคราะห์ไปใช้กับการแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิเคราะห์ในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับวัฏระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ผลการศึกษพบว่า คะแนนเฉลี่ย



รูปที่ 1 ทักษะการคิดขั้นสูงในอนุกรมวิธานของ Bloom [11]

ของกระบวนการคิดเชิงวิเคราะห์ของชั้นเรียนทดลองสูงกว่าระดับกลุ่มควบคุม

สำหรับบทความนี้ ผู้เขียนนำเสนอวิธีการเรียนรู้แบบ OBL สามารถนำไปใช้และการคิดเชิงวิเคราะห์ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐานสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะให้นักศึกษาได้มีความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสร้างชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ได้อย่างถูกต้อง

2. การคิดเชิงวิเคราะห์และการเรียนรู้ที่เน้นผลลัพธ์

ทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ (Analytic thinking) เป็นส่วนหนึ่งของทักษะการคิดขั้นสูงตามอนุกรมวิธานของ Bloom ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะในศตวรรษที่ 21 ในบทความ [9] ได้กล่าวถึงระดับความรู้ความเข้าใจ 6 ระดับของคำอธิบายอนุกรมวิธานของ Bloom ดังแสดงในรูปที่ 1 ตั้งแต่ทักษะการคิดระดับล่างไปจนถึงทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การจดจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้าง ในส่วนของการจำ นักเรียนสามารถจดจำและจดจำสิ่งที่ได้เรียนรู้ ในส่วนความเข้าใจ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ของตนเองกับความรู้ใหม่เพื่อให้เข้าใจสิ่งที่ศึกษา

ในบทความนี้ ส่วนที่วิเคราะห์คือทักษะการคิดขั้นสูงที่เกี่ยวข้องซึ่งนักเรียนสามารถวิเคราะห์แนวคิดเป็นส่วนๆ ของตนเองได้ และให้เหตุผลว่าจะแยกแยะอย่างไร

การศึกษาแบบเน้นผลลัพธ์ (Outcome based learning: OBL) เป็นแนวทางที่มุ่งเน้นเป้าหมายด้วยการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้สอนสามารถวางแผนและวิธีสร้างผลการเรียนรู้ของการสอนในหลักสูตรและแผนการสอนของหลักสูตรได้ อาจารย์ผู้สอน

และวิทยากรจัดเตรียมและจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการคิดเชิงวิเคราะห์เพื่อให้ได้ความรู้ (outcome) เมื่อเรียนจบหลักสูตร ในทำนองเดียวกัน อาจารย์ประจำหลักสูตรวางแผนที่จะสร้างวิธีการสอนที่เป็นนวัตกรรมใหม่โดยใช้วิดีโอและการนำเสนอแบบสไลด์เพื่อรับรองว่า จะได้ผลการเรียนรู้ตามที่ตั้งใจไว้

3. แนวทางการเรียนรู้ที่เน้นผลลัพธ์และการเรียนรู้เชิงวิเคราะห์ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานสำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

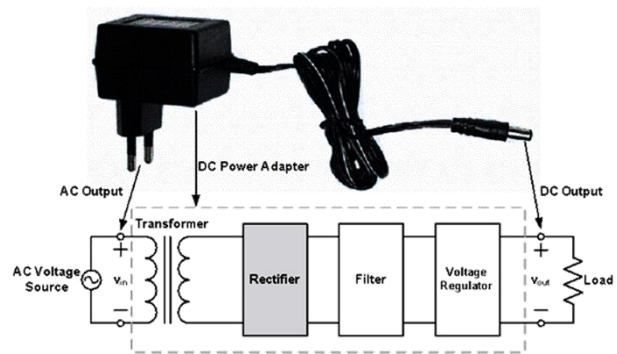
ในหัวข้อนี้จะนำเสนอแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นผลลัพธ์ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิเคราะห์ในวิชาอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จะมีความสนใจทางด้านพื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์น้อยมาก ในปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการใช้งานอย่างมาก เช่น อุปกรณ์เกี่ยวกับ IoT อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานพื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะมีผลเมื่อนักศึกษาต้องมีการออกแบบใช้งานอุปกรณ์ ทำให้อาจเกิดความผิดพลาดหรืออุปกรณ์ทำงานไม่ได้ตามต้องการในขณะใช้งาน

รายละเอียดของผลลัพธ์ที่นำมาประยุกต์ใช้ในแนวทางการเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน มี 4 ชนิด ได้แก่

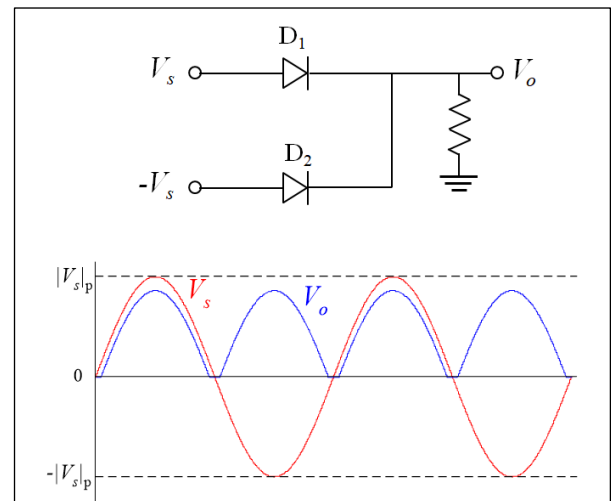
- 1) ใช้ความรู้พื้นฐานของการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เช่น กฎของโอห์ม กฎแรงดันเคอร์ชอฟ (Kirchoff voltage law) และกฎกระแสเคอร์ชอฟ (Kirchoff current law)
- 2) ใช้ความรู้พื้นฐานด้านอิเล็กทรอนิกส์และภาพรวมของส่วนประกอบที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน
- 3) ตรวจสอบข้อกำหนดที่เหมาะสมกับแอปพลิเคชันและอุปกรณ์ IoT
- 4) วิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ตามพื้นฐานของการวิเคราะห์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

การนำแนวทาง OBL ไปปฏิบัติและคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับเนื้อหา และกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์มีรายละเอียดดังนี้

- ในชั่วโมงเรียน อาจารย์จะให้ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีล่าสุดเพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
- ในชั่วโมงทดลอง ทีมวิทยากร/ผู้สอนและวิทยากรจะอภิปราย และให้คำอธิบายเพื่อสนับสนุนการคิดเชิงวิเคราะห์



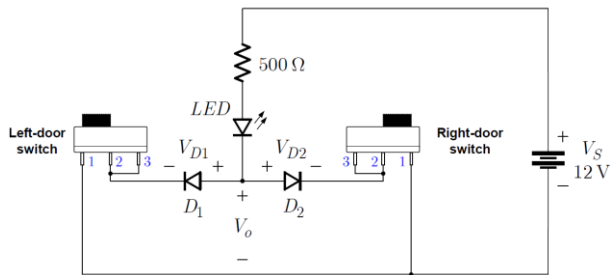
รูปที่ 2 วงจรที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ที่ใช้แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

- เพื่อคัดเลือกบางหัวข้อของการมอบหมายงานกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับแนวโน้มในอนาคตของไลฟ์สไตล์ดิจิทัล Internet-of-Thing (IoT)

การจัดการเรียนการสอน จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงได้แก่ ในช่วงแรกของชั่วโมงการสอน จะทำการแนะนำวงจรเพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ต่อมาจึงจะอธิบายพร้อมยกตัวอย่างการนำไปใช้งาน เพื่อให้นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาการต่อวงจรให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ และในห้องเรียนจะมีการเสริมการบรรยาย โดยการแบ่งกลุ่มค้นคว้าหัวข้อที่น่าสนใจทางด้านวิศวกรรม การทำโจทย์ การสอบย่อย และการใช้เครื่องมือวัด พร้อมกับการต่อวงจรไฟฟ้าให้นักศึกษาได้เห็นผลลัพธ์เทียบกับทฤษฎีที่เรียนในขณะบรรยายหัวข้อนั้น



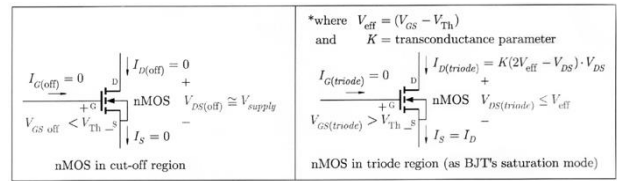
รูปที่ 4 ตัวอย่างวงจรสวิตช์ไดโอดที่ใช้แสดงสถานะของการปิดเปิด ประตูรถ แบบสองประตู

ตำแหน่งของสวิตช์ประตู		วัด V_o	สถานะ	วัด V_{D1}	วัด V_{D2}	สถานะ	สถานะ
Left-door SW	Right-door SW	[V]	LED	[V]	[V]	D_1	D_2
เปิดไว้ (ขา 1)	เปิดไว้ (ขา 1)						
เปิดไว้ (ขา 1)	ปิดแล้ว (ขา 2-3)						
ปิดแล้ว (ขา 2-3)	เปิดไว้ (ขา 1)						
ปิดแล้ว (ขา 2-3)	ปิดแล้ว (ขา 2-3)						

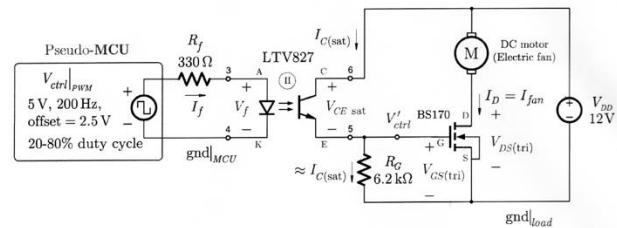
รูปที่ 5 ตารางบันทึกผลสำหรับวัดค่าแรงดัน จากวงจรในรูปที่ 4

ตัวอย่างของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นที่นำไปใช้ในการสร้างอุปกรณ์ และไปใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2 แสดงวงจรพื้นฐานที่ใช้ในการสร้าง อุปกรณ์ที่ใช้แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง (DC power adapter) เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เข้าใจถึงการออกแบบการใช้งาน รวมทั้งวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier) ในรูปที่ 3 ซึ่งจะเป็นพื้นฐานเพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานจริง สำหรับในชั่วโมงปฏิบัตินั้น จะทำการแนะนำ วงจรอย่างง่ายที่นักศึกษารู้จัก เพื่อนำมาอธิบายถึงทฤษฎีการทำงาน ที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 4 เป็นตัวอย่างวงจรสวิตช์ไดโอดที่ใช้แสดงสถานะของการ ปิดเปิดประตูรถ แบบสองประตู เพื่อแสดงการประยุกต์ใช้งานวงจร สวิตช์ไดโอดเป็นวงจรแสดงสถานะการเปิดหรือปิดของประตูรถ โดย ยกตัวอย่างสองประตูหรือสองอินพุตซึ่งใช้ไดโอดเป็นสวิตช์สองตัว โดยให้นักศึกษาเข้าใจถึงสถานะการทำงานของอุปกรณ์และวัด แรงดันที่ใช้ในการควบคุมสถานะการทำงานของไดโอด แล้วบันทึก ผลลงในรูปที่ 5



รูปที่ 6 เปรียบเทียบย่านการทำงานในโหมดคัตออฟและโหมดอิ่มตัวของทรานซิสเตอร์มอสเฟต

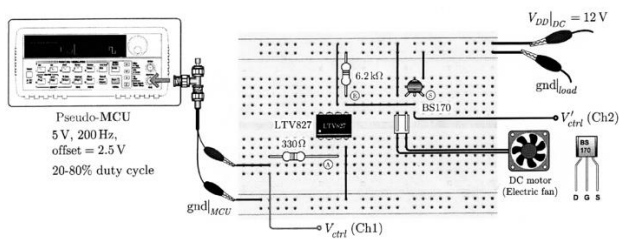


รูปที่ 7 วงจรขับโหลดมอเตอร์กระแสตรงจากพัลสมาฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ด้วยสัญญาณ pulse width modulation (PWM)

หลังจากเข้าใจทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องแล้ว จะนำวงจรที่มีการ ต่อวงจรซับซ้อนมากขึ้น และวงจรจะเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่นักศึกษา รู้จัก เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 6 จะ กล่าวถึงอุปกรณ์ที่เป็นทรานซิสเตอร์มอสเฟต โดยเปรียบเทียบ่าน การทำงานในโหมดคัตออฟและโหมดอิ่มตัวของทรานซิสเตอร์มอส เฟต เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจก่อนการนำไปใช้งาน

จากตัวอย่างข้างต้น พบว่า นักศึกษาจะสามารถเข้าใจทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องได้จากการปฏิบัติจริงในชั่วโมงปฏิบัติ ซึ่งเป็นการใช้ กระบวนการเรียนรู้โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (Active learning) รวมถึงได้มีการฝึกทักษะทางสังคมเพื่อใช้ในการปฏิสัมพันธ์ต่อผู้อื่น (Soft skills) ในการทำงานกลุ่มร่วมกัน เพื่อที่จะพัฒนาทักษะในการ แก้ปัญหาได้ ดังแสดงตัวอย่างวงจรในรูปที่ 7 เป็นวงจรขับโหลด มอเตอร์กระแสตรงจากพัลสมาฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ด้วยสัญญาณ Pulse width modulation (PWM)

ซึ่งนักศึกษาต้องเข้าใจความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของชุดรับแสง สำหรับขับเคลื่อน (gate driver) ด้วยกระแสที่มีค่าสูง



รูปที่ 8 ตัวอย่างการต่อวงจรขับโหลดพัดลมไฟฟ้า ขนาด 12 โวลต์ ด้วยสัญญาณ PWM บนบอร์ดทดลอง

ต่อมาจากวงจรในรูปที่ 8 นักศึกษาได้ทำการทดลองโดยการต่อวงจรด้วยอุปกรณ์จริง ดังแสดงในรูปที่ 8 เป็นการต่อวงจรจริงขับโหลดพัดลมไฟฟ้าบนบอร์ดทดลองเปรียบเทียบกับวงจรในรูปที่ 7 เพื่อให้นักศึกษาได้เห็นการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งตัวอย่างการทดลองนี้จะได้แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาต้องมีความรู้พื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามต้องการ และจะได้มีการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาในกรณีที่วงจรไม่ทำงาน

4. ผลการทดลองและการประเมินผล

ตามกรอบคุณวุฒิของประเทศไทย (Thailand qualification framework: TQF) [11] นักเรียนในชั้นเรียน จะต้องทำการประเมินตนเองผ่านแบบสอบถาม TQF เกี่ยวกับการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์รวมถึงมีการประเมินการใช้งานห้องปฏิบัติการ โดยมีตัวบ่งชี้ของ TQF ทั้งหมด 4 ตัวบ่งชี้ เพื่อใช้ในการประเมิน ดังนี้

- 1) ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 2) ความรู้
- 3) ทักษะความรู้ความเข้าใจ
- 4) ทักษะและความรับผิดชอบระหว่างบุคคล

สำหรับการประเมินความต้องการด้านการศึกษิตตาม TQF แสดงไว้ในตารางที่ 1 แสดงการประเมินโดยสรุปความต้องการด้านการศึกษา TQF สำหรับรหัสวิชา CPE1204 อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานสำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในปี พ.ศ. 2563 โดยมีค่าเฉลี่ยของ



รูปที่ 9 กิจกรรมการต่อวงจรในห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

ตารางที่ 1 การประเมินโดยสรุปความต้องการด้านการศึกษิตของ TQF สำหรับวิชา CPE1204 อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน สำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ในปี พ.ศ. 2563

คำอธิบายการประเมิน	คะแนน	SD
เนื้อหาวิชา	4.47	0.52
ผู้สอน	4.44	0.62
ห้องปฏิบัติการ	4.44	0.62
เฉลี่ย	4.45	0.57

ผลลัพธ์จากแบบสอบถามคือ 4.45 จาก 5.00 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) เป็น 0.57 สรุปได้ว่า นักศึกษามีความพึงพอใจการจัดการเรียนการสอนแนวทางนี้

ผลการประเมินการคิดเชิงวิเคราะห์และการพัฒนาการเรียนรู้ตามผลลัพธ์สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์โดยใช้นักเรียนทั้งหมด 21 คน แสดงไว้ในตารางที่ 2 หลักสูตรนี้มี 2 ชั้นเรียนคือ Sec A สำหรับหลักสูตรวันธรรมดาและ Sec B สำหรับหลักสูตรที่เรียนวันเสาร์และอาทิตย์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของ Sec A และ Sec B คือ 68.82 และ 90.25 ของ 100 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคลาส (Class average) ของ Sec B ก่อนข้างสูงกว่า Sec A

ตารางที่ 2 ผลการประเมินตามกิจกรรมในห้องเรียนวิชา CPE1204 วิชาอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานสำหรับหลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ปี พ.ศ. 2563

กลุ่ม	จำนวน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	Class average	SD
Sec A	17	100	68.82	2.74	12.46
Sec B	4	100	90.25	3.75	4.35
		เฉลี่ย	79.53	3.24	8.40

5. สรุปผล

การเรียนรู้เชิงวิเคราะห์และการเรียนรู้ที่เน้นผลลัพธ์เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในวิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ สามารถรองรับในกระบวนการเรียนรู้เชิงวิเคราะห์ได้แม้กระทั่งนักศึกษาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่มีพื้นฐานและสนใจด้านอิเล็กทรอนิกส์น้อย คะแนนเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยของชั้นเรียนใช้เพื่อกำหนดผลการปฏิบัติงานเฉลี่ยของนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 79.53 จาก 100 คะแนน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 8.40 บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดของการเรียนรู้การคิดเชิงวิเคราะห์และการเรียนรู้ตามปัญหาพบว่าจะได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากการมอบหมายงานและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ตามผลลัพธ์ได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] H. Dai, W. Wei, H. Wang, and T. Wong, "Impact of Outcome-Based Education on Software Engineering Teaching: a Case Study", in *Proc. IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering*, Hong Kong, pp. 261-264, Dec. 2017.
- [2] ประสูตร เดชสุวรรณ, "การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์โดยใช้การวัดผลลัพธ์แบบ KAPIS สำหรับรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร", *Engineering Transaction*, vol. 21, no. 1(44), Jan-Jun, 2018.
- [3] X. Zhang, Y. Ma, Z. Jiang, S. Chandrasekaran, Y. Wang, R. F. Fofou, "Application of Design-Based Learning and Outcome-Based Education in Basic Industrial Engineering Teaching: A New Teaching Method", *Sustainability*, vol. 13, pp.26-32, 2021.
- [4] S. Prongnuch and S. Sitjongsatoporn, "Voice Controlled Comparator Improvement Based on Resource Utilization in SoC Ecosystem for Parking Assist System," *Journal of Mobile Multimedia (JMM)*, Vol.18, No.4, 2022.
- [5] S. Prongnuch and S. Sitjongsatoporn, "Differential Drive Analysis of Spherical Magnetic Robot Using Multi-Single Board Computer," *International Journal of Intelligent Engineering and Systems (IJIES)*, Vol.14, No.4, 2021.
- [6] B. R. A. Kumar, "Value-Added Courses with industry endorsement for Bridging Curriculum Gap in the Outcome-Based Learning: An Effective Strategy to Post-graduate Studies", *Journal of Education*, 2021.
- [7] S. Sitjongsatoporn, W. Sukjit, P. Promwong, P. Taninsurat, P. Dechsuwan, "Study of Implementing Outcome-based Learning in Electric Circuit Analysis for Undergraduate Students", in *Proc. IEEE International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*, Bangkok, Thailand, pp. T360-T363, 2018.
- [8] C. M. M. Isa, W. Tahir, H. M. Saman, J. Jani, and M. Mukri, "Understanding of Outcome-Based Education (OBE) Implementation by Civil Engineering Students in Malaysia", in *Proc. IEEE International Conference on Engineering Education*, Kanazawa, Japan, pp. 96-100, Nov. 2017.
- [9] P. P. K. Sundari, S. Widoretno, and A. Shadi, "Effectiveness of analytical thinking-based module to improve students' learning outcomes using concept map", *Journal of Physics: Conference Series*, 1511, 012110, 2020.
- [10] A. Karenina, S. Widoretno, and B. A. Prayitno, "Effectiveness of problem solving-based module to improve analytical thinking", *Journal of Physics: Conference Series*, 1511, 012093, 2020. "Bloom's Taxonomy", University of Florida, [Online]. Available at <https://citt.ufl.edu/resources/the-learning-process/designingthelearning-experience/blooms-taxonomy/>. [Accessed: 30-May-2021].
- [11] "Creatrix Campus reveals new outcome-based teaching models for tech savvy educators", Aug. 30, 2016. Retrieved from <https://www.prlog.org/12583318-creatix-campus-reveals-new-outcomebased-teaching-models-for-tech-savvy-educators.html>.
- [12] Office of Higher Education Commission, "National Qualifications Framework for Higher Education in Thailand", Implementation Handbook, November 2006. Available source at <http://www.mua.go.th/users/tqfhed/news/FilesNews/FilesNews8 / NQFHED.pdf>. [Accessed on May 30, 2022].