



การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริม
ความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรออสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555
สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ
แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

THE LEARNING MANAGEMENT 5ES MODEL OF THE DEVELOPMENT
OF ANALYTICAL THINKING ABILITY ON THE ASTABLE MULTIVIBRATOR
IN IC555 FOR THE 3th YEAR STUDENTS OF ELECTRONICS
MILITARY TECHNICAL SCHOOL

ร.ต. ณรงค์ฤทธิ์ แต่งอ่ำ

แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กองการฝึกและศึกษา
โรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถ
คิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555
สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ
แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร
The Learning Management 5ES Model of The Development of Analytical Thinking
Ability on The Astable Multivibrator in IC555
for The 3th year students of Electronics Military Technical School

ร.ต. ณรงค์ฤทธิ์ แต่งอ่ำ

วิจัยเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของ วิชาวงจรพัลส์และสวิตชิง
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564
แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กองการฝึกและศึกษา
โรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 คำถามการวิจัย	3
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.4 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถคิดวิเคราะห์	8
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียน เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555	30
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)	33
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	53
3.1 ประชากร กลุ่มตัวอย่างและผู้ที่เกี่ยวข้อง	53
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูล	55
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	56
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	59

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดย ใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร	64
ส่วนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร	65
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	69
5.1 สรุปผลการวิจัย	69
5.2 อภิปรายผล	70
5.3 ข้อเสนอแนะ	72
เอกสารอ้างอิง	73
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	80
ภาคผนวก ข รูปภาพประกอบ	90
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย	93

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 3.1 ระดับความสามารถคิดวิเคราะห์	57
ตารางที่ 3.2 ตารางเกณฑ์คะแนนผลการประเมินทักษะความสามารถในการคิดวิเคราะห์	58
ตารางที่ 3.3 กรอบการดำเนินการวิจัย เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร	61
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร รายบุคคลตามระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ ทั้งคะแนนรายด้าน และ ภาพรวม	65
ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวน และร้อยละ ของนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร รายบุคคลตามระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ ทั้งคะแนนรายด้าน และ ภาพรวม	66

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ หัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่คอยให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือ เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยความเมตตา กรุณาเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานที่คอยให้ความช่วยเหลืองานวิจัยและที่สำคัญขอขอบคุณนักเรียน ช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองเป็นอย่างดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิจัยในครั้งนี้ย่อมเป็นผลมาจาก ความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

หัวข้อโครงการวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

ผู้เขียน ร.ต. ณรงฤทธิ์ แต่งอ่ำ
แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กองการฝึกและศึกษา
โรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร และ 2) เพื่อศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ของนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 กิจกรรมฝึกความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 และสื่อ Power Point ที่ใช้ในการสอนเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ และ 2) แบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 (2 ด้านได้แก่ การให้เหตุผล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์) สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า 1) วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ประยุกต์แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้าง

ถึงใน ชุดศิลป์ อัดชู) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจ ขั้นตอนที่ 2 ชั้นอธิบาย ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสำรวจค้นหา ขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ชั้นประเมิน 2) นักศึกษามีความสามารถคิดวิเคราะห์ภาพรวม ผ่านเกณฑ์ ระดับพอใช้ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 100.00 ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐาน กล่าวว่ “หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องการเขียนโปรแกรมแบบมีการทำซ้ำอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป” เมื่อพิจารณาแต่ละทักษะพบว่าทักษะการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์ (ทักษะระดับพอใช้และดี) คิดเป็นร้อยละ 100.00 และทักษะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผ่านเกณฑ์ (ทักษะระดับพอใช้และดี) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

คำสำคัญ : ความสามารถคิดวิเคราะห์, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es), วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555, นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

Abstract

The objectives of this research of the learning management 5Es model of the development of analytical thinking ability on the Astable Multivibrator in IC555 for the 3th year students of Electronics Military Technical Students were to 1) to develop the learning management 5Es model of the development of analytical thinking ability on the Astable Multivibrator in IC555 for the 3th year students of Electronics Military Technical Students and 2) to study analytical thinking ability on the Astable Multivibrator in IC555 for The 3th year students of Electronics Military Technical Students. The sample used in this research was the 3th year students of Electronics Military Technical Students. The research tools were 1) 5Es model learning management methods of the development of analytical thinking ability on the Astable Multivibrator in IC555 for The 3th year students of Electronics Military Technical Students consisting of learning management plans, analytical thinking ability exercises about the Astable Multivibrator in IC555, and PowerPoint used in teaching the Astable Multivibrator in IC555, and 2) the analytical thinking ability test for the Astable Multivibrator in IC555 (2 aspects: reasoning and association analysis). The statistics for data analysis were mean, standard deviation, and percentage.

The results of the research were as follows: 1). the 5Es model learning management methods of the development of analytical thinking ability the Astable Multivibrator in IC555 for the 3th year students of Electronics Military Technical Students applied with 5Es model learning management concept based on the concept of Biology IPST (2003 referred in Chusil Atchu) consisted of following five steps: Step 1: create attention, Step 2: explanation, Step 3: survey and exploration, Step 4 and Step 5: assessment. 2) Student's overall analytical thinking ability passed the criteria at a fair level or above, accounted for 100.00 percent, considered consistent with the hypothesis, saying that "after studying with 5Es model learning activities of the development of analytical thinking ability the Astable Multivibrator in IC555 for the 3th year students of Electronics Military Technical Students at greater than 70 percent level, they had the analytical thinking ability about loop statement programming at a fair level or above." Each skill was found to be reasoning pass the criteria (fair- and good-level skill), accounted for 100.00 percent, and association analysis passed the criteria (fair- and good-

level skill), accounted for 100.00 percent, considered consistent with the hypothesis established.

Keyword : Analytical Thinking Ability, The Learning Management 5ES Model, The Astable Multivibrator in IC555, The 3th year students of Electronics Military Technical Students.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ในยุทธศาสตร์ชาติ ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษาปี 2561-2580 ได้ระบุไว้ในด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ (หน้า 32) ว่า ช่วงวัยเรียน/วัยรุ่น ปลูกฝังความเป็นคนดี มีวินัย พัฒนาทักษะความสามารถการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ โดยเฉพาะทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน มีภูมิคุ้มกันต่อปัญหาหรืออาชญากรรมต่าง ๆ มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความยืดหยุ่นทางความคิด รวมถึงทักษะด้านภาษา ศิลปะ และความสามารถในการใช้ เทคโนโลยี และได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดและความสนใจ รวมถึงการวางพื้นฐานการเรียนรู้เพื่อการวางแผนชีวิต และ วางแผนทางการเงินที่เหมาะสมในแต่ละช่วงวัยและนำไป ปฏิบัติได้ ตลอดจนการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่เชื่อมต่อกับโลกการทำงาน รวมถึงทักษะอาชีพที่สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ มีทักษะชีวิต สามารถอยู่ร่วมและทำงานกับผู้อื่นได้ภายใต้สังคมที่เป็นพหุวัฒนธรรม (สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, 2561) เป้าหมายในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ในนโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ 2564 จุดเน้นข้อที่ 1 การพัฒนาและเสริมสร้างทรัพยากรมนุษย์ ข้อ 1.1การจัดการศึกษาเพื่อคุณวุฒิ กล่าวว่า ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) จากประสบการณ์จริง หรือจากสถานการณ์จำลอง ผ่านการลงมือปฏิบัติ ตลอดจนจัดการเรียนการสอนในเชิงแสดงความคิดเห็นเพื่อเปิดโลกทัศน์มุมมองร่วมกันของผู้เรียนและครูให้มากขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ คือ สามารถระบุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ จัดระบบข้อมูล/เรื่อง/สิ่งที่วิเคราะห์ กำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ สามารถแยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์ และระบอบุคประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งที่วิเคราะห์ นำเสนอผลการคิดวิเคราะห์ สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ (ทีศนา แชมณี, 2554) ตัวบ่งชี้ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา การหาทางเลือกแก้ปัญหา (สุกิจ โพธิ์ศิริกุล, 2554) ความสามารถคิดวิเคราะห์ควรมีลักษณะที่รู้จักคิดและตัดสินใจ โดยวิเคราะห์ว่าอะไรคือปัญหา หาข้อมูลพร้อมสาเหตุของปัญหาจากการคิด การถาม การอ่าน หรือพิจารณาจากข้อเท็จจริง ต่อมากำหนดทางเลือกเพื่อหาสาเหตุของปัญหานั้นได้แล้วจะต้องหาทางเลือกที่จะแก้ปัญหา โดยพิจารณาความเป็นไปได้และข้อจำกัด ทางเลือกแก้ปัญหา เลือกที่เหมาะสมที่สุด เป็นทางเลือกที่จะแก้ปัญหาโดยมีเกณฑ์การตัดสินใจที่สำคัญ คือผลได้ ผลเสีย ที่

จะเกิดขึ้นจากทางเลือก และการตัดสินใจ เมื่อพิจารณาทางเลือกอย่างรอบคอบ แล้วตัดสินใจเลือก ทางเลือกที่ดีที่สุด (ดิลก ดิลกานนท์, 2534) และหากบุคคลมีความสามารถคิดวิเคราะห์จะมีประโยชน์ที่ หลากหลาย เช่น 1. ช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของ เหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง ได้ข้อเท็จจริงเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้อง 2. ช่วยสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏ ไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึก หรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง 3. ช่วยในการสรุปสิ่งต่างๆ ตามความเป็นจริง ช่วยไม่ให้หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียว 4. ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่นๆ ที่ ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจในครั้งแรก ทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมต่างๆ ที่มีอยู่ 5. ช่วย พัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏ พิจารณาตามความสมเหตุสมผล ของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะสรุปสิ่งใดลงไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น คุณลักษณะสำคัญที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนควบคู่กับผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ (ชูศักดิ์ โสชะรา, 2552) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นคุณลักษณะสำคัญที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้น กับผู้เรียนควบคู่กับผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ

จากงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะเพื่อ พัฒนาศักยภาพการเป็นคนดีคนเก่งของนักเรียนไทย” (ดวงจันทร์ วรคามินและคณะ, 2559) พบว่า ใน การวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ผ่านวิชาการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษา ชี้ว่า หากใช้เกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 เป็นเกณฑ์ผ่าน มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ผ่านเกณฑ์ โดย ร้อยละ 1.07 ของเด็ก ป.6 เท่านั้นที่สอบผ่าน ส่วนเด็ก ม.4 ก็มีเพียงร้อยละ 4.16 ที่สอบผ่าน และ สำหรับเด็กอาชีวะมีแค่ร้อยละ 0.29 ที่สอบผ่าน สอดคล้องกับผลคะแนน PISA ของนักเรียนไทย ที่วัด ความสามารถคิดวิเคราะห์และพบว่านักเรียนไทยมีความสามารถการคิดวิเคราะห์ที่ต่ำจริง ดังนั้นจึงควร ส่งเสริมและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการสอนที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาทักษะการคิด วิเคราะห์ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่ นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่วสามารถสร้างและทดสอบสมมติฐาน ด้วยการทดลอง และตีความจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู จากการศึกษา แนวทางการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถคิดวิเคราะห์ พบว่า มีวิธีที่น่าสนใจ คือ วิธีการจัดการ จัดการเรียนรู้แบบแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมี ระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน เป็นวิธีการที่ช่วยให้ นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (ดวงเดือน เทศวานิช, 2535 อ้างถึงใน ประภัสรา โคตะขุน, 2553) โดยประยุกต์แนวคิดกิจกรรมการสอนของสาขาชีววิทยา สสวท. (2546, อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัทชู) 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย ขั้น

สรุปบทเรียนและขั้นประเมิน ซึ่งจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) สามารถสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร และบุษยา แสงทอง (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และ ฐิติกร ประครองญาติ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับเว็บสนับสนุน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) น่าจะเป็นวิธีที่สามารถส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ได้อีกด้วย

จากความสำคัญของความสามารถคิดวิเคราะห์ และวิธีการแก้ปัญหาแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ข้างต้นจึงทำให้ผู้วิจัย สนใจทำการวิจัย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางด้านการคิดวิเคราะห์ ในเรื่องของกรวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการให้เหตุผล ที่จะสามารถนำไปต่อยอดในรายวิชาอื่น ๆ ได้

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่สร้างขึ้นมีการอ้างอิงแนวคิด ด้วยทฤษฎีใด และมีลักษณะเช่นใด

1.2.2 นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ร้อยละเท่าใด ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ผ่านเกณฑ์

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

1.3.2 เพื่อศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ของนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ประยุกต์แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นอธิบาย 3. ขั้นการสำรวจค้นหา 4. ขั้นสรุปบทเรียน 5. ขั้นประเมิน

1.4.2 หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา วงจรพัลส์และสวิตชิง ที่ศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 190 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

1.5.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นต้นไป ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและมีประสบการณ์เกี่ยวกับการทำงานในด้านวิศวกรรมไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ข้างต้น

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร
2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ โดยใช้ IC555 (2 ด้านได้แก่ การให้เหตุผล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

1.5.4 เนื้อหาที่ศึกษา

รายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซิง เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

1.5.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 กิจกรรมฝึกความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 และสื่อ Power Point ที่ใช้ในการสอนเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555
2. แบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 (2 ด้านได้แก่ การให้เหตุผล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

1.5.6 เวลาและสถานที่ในการศึกษา

ระยะเวลาในการทำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 (มิถุนายน - ตุลาคม พ.ศ.2564) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 เวลา 4 ชั่วโมง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ผู้สอนนำความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมหรือการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ไปต่อยอดในการจัดกิจกรรมในรายวิชาอื่น ๆ ได้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) สามารถใช้ประกอบการพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.2 ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดวิเคราะห์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในรูปแบบอื่นได้ เช่น โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 เป็นต้น

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหา โดยครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุ เป้าหมายโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูผู้สอนใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและหาวิธีเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ตามแนวคิดสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ
2. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา
3. ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นสรุปบทเรียน เป็นการวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

1.7.2 ความสามารถคิดวิเคราะห์ หมายถึง การพิจารณาจำแนกข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ สามารถระบุเหตุผล เปรียบเทียบข้อมูลเรื่องราวเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างชำนาญ โดยการหาหลักฐานที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงหรือข้อมูลที่นำเชื่อถือมาสนับสนุนหรือยืนยันเพื่อพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ ซึ่งวัดผลหลังเรียนด้วยการให้ผู้เรียนออกแบบวงจรจากโจทย์ แล้วให้ผู้สอนทำการประเมินคำตอบของผู้เรียนลงในแบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการให้เหตุผล และด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การให้เหตุผล หมายถึง หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือกระบวนการทำงานของค่าต่าง ๆ ที่ทำให้วงจรทำงาน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรในส่วนต่าง ๆ ของวงจร ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร อาศัยหลักการใด เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือ ทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถคิดวิเคราะห์

2.1.1 ความหมายความสามารถคิดวิเคราะห์

2.1.2 ตัวบ่งชี้หรือลักษณะพฤติกรรมที่วัดได้ของผู้ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์

2.1.3 ประโยชน์ของความสามารถคิดวิเคราะห์

2.1.4 ประเภทเครื่องมือประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์

2.1.5 วิธีการสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์

2.1.6 วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดวิเคราะห์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียน เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

2.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

2.2.2 เนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

2.3.1 ความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

2.3.2 แนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

2.3.3 ขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

2.3.4 ประโยชน์วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

2.3.5 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถคิดวิเคราะห์

2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถคิดวิเคราะห์

2.1.1 ความหมายความสามารถคิดวิเคราะห์

มีผู้ระบุความหมายความสามารถคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนก แยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อค้นหาว่าทำมาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร การคิดเชิงวิเคราะห์ คือ ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

ทิตินา แชนมณี (2554) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การจำแนกแยกแยะสิ่ง/เรื่อง/ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาส่วนประกอบ/องค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเรื่องนั้น, หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลมาอธิบายเรื่องนั้น, ประเมิน และตัดสินใจเลือกคำตอบที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

พัชรี นาคผง (2562) ได้สืบค้นความหมายคิดวิเคราะห์ และสรุปเป็นนิยามของการคิดวิเคราะห์ ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดพิจารณาจำแนกแยกแยะข้อมูลหรือองค์ประกอบออกเป็น ส่วนย่อย ๆ และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรและเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์การตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์เนื้อหา 12 เป็นการวิเคราะห์ว่า สิ่งที่อยู่นั้นอะไรสำคัญหรือมีบทบาทมากที่สุด ชาติสิ่งนั้นเกิดผลอย่างไร สิ่งใดเป็นเหตุ สิ่งใดเป็นผล เหตุใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงของข้อมูลในส่วนต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร อาศัยหลักการใด เหตุใดถึงเป็นเช่นนั้น และ 3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ ความรู้หลักการและทฤษฎีและส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่า สัมพันธ์กันโดยอาศัยหลักการใด

กลุ่มตรวจสอบภายในสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้กล่าวว่า การคิดเชิงวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่างๆของสิ่งใด สิ่งหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการระบุเรื่องหรือปัญหา จำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ระบุเหตุผลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการตัดสินใจ/แก้ปัญหา/คิดสร้างสรรค์

จากข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถคิดวิเคราะห์ หมายถึง การพิจารณาข้อมูลโดยผ่านกระบวนการจำแนกแจกแจงออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้นและสามารถตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอในการประเมิน การแก้ปัญหา และการตัดสินใจเลือกคำตอบที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ รวมถึงสามารถหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลหรือการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ความสามารถคิดวิเคราะห์ หมายถึง การพิจารณาจำแนกข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ สามารถระบุเหตุผล เปรียบเทียบข้อมูลเรื่องราวเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างชำนาญ โดยการหาหลักฐานที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงหรือข้อมูลที่นำเชื่อถือมาสนับสนุนหรือยืนยันเพื่อพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ ซึ่งวัตถุประสงค์หลังเรียนด้วยการให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรมแบบมีการทำซ้ำจากโจทย์ แล้วให้ผู้สอนทำการประเมินคำตอบของผู้เรียนลงในแบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการให้เหตุผล และด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

2.1.2 ตัวบ่งชี้ หรือ ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์

ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้อธิบายถึงลักษณะของผู้ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทิตินา แชมณี (2554) ได้กล่าวว่า ตัวบ่งชี้ทักษะการคิดวิเคราะห์มีดังนี้

1. สามารถระบุวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์
2. สามารถจัดระบบข้อมูล/เรื่อง/สิ่งที่วิเคราะห์
3. สามารถกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์
4. สามารถแยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์ และระบุองค์ประกอบของสิ่งที่วิเคราะห์
5. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งที่วิเคราะห์
6. สามารถนำเสนอผลการคิดวิเคราะห์
7. สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตอบคำถามตามวัตถุประสงค์

สุกิจ โพธิ์ศิริกุล (2554) ได้กล่าวว่า ตัวบ่งชี้ทักษะการคิดวิเคราะห์มีดังนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา
3. การหาทางเลือกแก้ปัญหา

ดิลก ดิลกานนท์ (2534) ได้กล่าวว่า การฝึกให้คนมีพฤติกรรมการบ่งชี้ทักษะการคิดวิเคราะห์ควรมีลักษณะที่รู้จักคิดและตัดสินใจได้อย่างมีระบบ แนวทางการฝึกทำได้โดยให้พิจารณาจากเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ทั้งที่เป็นเรื่องจริงและสมมติให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดวิเคราะห์ตามลำดับขั้นตอน

1. วิเคราะห์ว่าอะไรคือปัญหา ขั้นนี้ผู้เรียนต้องรวบรวมปัญหา หาข้อมูลพร้อมสาเหตุของปัญหาจากการคิด การถาม การอ่าน หรือพิจารณาจากข้อเท็จจริงนั้น ๆ

2. กำหนดทางเลือก เพื่อหาสาเหตุของปัญหานั้นได้แล้ว ผู้เรียนจะต้องหาทางเลือกที่จะแก้ปัญหา โดยพิจารณาความเป็นไปได้และข้อจำกัดต่างๆ ทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้นไม่จำเป็นต้องมีทางเลือกทางเดียว อาจมีหลายๆ ทางเลือก

3. ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เป็นทางเลือกที่จะแก้ปัญหานั้น โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจที่สำคัญคือผลได้ ผลเสีย ที่จะเกิดขึ้นจากทางเลือกนั้นซึ่งจะเกิดขึ้นในด้านส่วนตัว สังคมและส่วนรวม

4. ตัดสินใจ เมื่อพิจารณาทางเลือกอย่างรอบคอบในขั้นที่ 3 แล้วตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด หลังจากที่ผู้เรียนได้รับการฝึกคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจ เลือกที่จะแก้ปัญหานั้นในสถานการณ์ นั้น ๆ แล้ว ผู้เรียนได้มีโอกาสเสนอความคิดและมีการอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นซึ่ง บางครั้งจะมีความขัดแย้งขึ้นผู้ที่ประสานความเข้าใจในกลุ่มช่วงแรก ๆ ครูต้องแนะนำ และสังเกตการณ์อยู่ห่างๆ จะพบว่าผู้เรียนจะมีพฤติกรรมที่มีการทำงานอย่างมีระบบและเป็นผู้ที่มีความรอบคอบ มีเหตุผล แก้ปัญหา ตัดสินใจกับปัญหาต่างๆได้อย่างมั่นใจ

สรุปตัวบ่งชี้ความสามารถคิดวิเคราะห์จากแนวคิด ทฤษฎี มีดังนี้

1. ระบุวัตถุประสงค์
2. จัดระบบข้อมูล / เรื่อง / สิ่งทีวิเคราะห์
3. กำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์
4. แยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ
6. นำเสนอผลการวิเคราะห์ได้
7. นำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตอบคำถามตามวัตถุประสงค์
8. การวิเคราะห์ข้อมูล
9. การวิเคราะห์ปัญหา
10. การหาทางเลือกแก้ปัญหา

ตัวบ่งชี้จากงานวิจัย

ภัทรลาลดา ศรีสด (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยเพื่อพัฒนา ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบสังเกตทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยแบ่งทักษะการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ด้าน คือ

1. การจำแนก
2. การเปรียบเทียบ
3. การเห็นความสัมพันธ์
4. การให้เหตุผล
5. การสรุปความ

ปิยวรรณ บุณนาค (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย เรื่อง เล่าเรื่องเมืองชุมพร รายวิชา ประวัติศาสตร์ไทย กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสะอาดแถมิมวิทยาโดยใช้แบบทดสอบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. ทักษะการจำแนก
2. ทักษะการจัดหมวดหมู่
3. ทักษะการเชื่อมโยง
4. ทักษะการสรุปความ
5. ทักษะการประยุกต์

พัชรี นาคผง (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค STAD โดยใช้แบบทดสอบประเมินวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์
3. วิเคราะห์หลักการ

ลัดดา เหลืองรัตนมาศ (2561) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี โดยใช้แบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. ทักษะการจำแนก
2. ทักษะการจัดหมวดหมู่
3. ทักษะการเชื่อมโยง
4. ทักษะการสรุปความ
5. ทักษะการประยุกต์

ฐิติกร ประครองญาติ (2559) ได้ทำการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ คือ

1. การจำแนกแจกแจง
2. การจัดหมวดหมู่
3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด
4. การสรุปความทั่วไป

5. การสรุปความเฉพาะ

สรุปตัวบ่งชี้ความสามารถคิดวิเคราะห์ที่ใช้ปฏิบัติจริงจากงานวิจัย มีดังนี้

1. การจำแนก
2. การเปรียบเทียบ
3. การเห็นความสัมพันธ์
4. การให้เหตุผล
5. การสรุปความ
6. วิเคราะห์เนื้อหา
7. วิเคราะห์ความสัมพันธ์
8. วิเคราะห์หลักการ
9. การจัดหมวดหมู่
10. การเชื่อมโยง
11. การประยุกต์
12. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด
13. การสรุปความเฉพาะ

สรุปตัวบ่งชี้ความสามารถคิดวิเคราะห์ทั้งจาก ทฤษฎีบท และ ใช้ปฏิบัติงานจริงจากงานวิจัย มีดังนี้

1. ระบุวัตถุประสงค์
2. จัดระบบข้อมูล / เรื่อง / สิ่งทีวิเคราะห์
3. กำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์
4. แยกแยะข้อมูลได้ตามเกณฑ์
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ
6. นำเสนอผลการวิเคราะห์ได้
7. นำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการตอบคำถามตามวัตถุประสงค์
8. การวิเคราะห์ข้อมูล
9. การวิเคราะห์ปัญหา
10. การหาทางเลือกแก้ปัญหา
11. การจำแนก
12. การเปรียบเทียบ
13. การเห็นความสัมพันธ์
14. การให้เหตุผล

15. การสรุปความ
16. วิเคราะห์เนื้อหา
17. วิเคราะห์ความสัมพันธ์
18. วิเคราะห์หลักการ
19. การจัดหมวดหมู่
20. การเชื่อมโยง
21. การประยุกต์
22. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด
23. การสรุปความเฉพาะ

ตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1. การให้เหตุผล 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ภัทรลาดา ศรีสด (2259) ได้สรุปความหมายของการให้เหตุผลไว้ดังนี้ ด้านการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิด หรือกระบวนการ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

Durkin (1994, อ้างถึงใน ศศลักษณ์ ทองขาว, 2549) ได้ให้ความหมายของ การให้เหตุผล คือ กระบวนการที่เกี่ยวกับความรู้ ความจริงและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป โดยคล้ายคลึงกับมนุษย์ที่พยายามแก้ไข้ปัญหา เราจะต้องเก็บข้อมูลความจริงและรวบรวมไว้ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น การทำเช่นนี้ทำให้ได้ข้อสรุปซึ่งบางครั้งอาจช่วยแก้ปัญหาได้มนุษย์จะทำขั้นตอนนี้หลาย ๆ ครั้งในแต่ละวันโดยไม่รู้ตัวจากวิธีการอันนี้เองทำให้เกิดความคิดว่าเราต่างให้เหตุผลกันอย่างไร และนำไปสู่การทำงานในระบบที่เฉลียวฉลาดและระบบผู้เชี่ยวชาญอย่างไร

วิชัย เสวกงาม (2557) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ที่เป็นอิสระจากความรู้เดิมที่ได้มา การให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาองค์ความรู้ ใน ขณะที่ความสามารถในการให้เหตุผลนี้จะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่ช่วยเสริมต่อให้เด็กเกิดความสามารถในด้าน อื่น ๆ ความสามารถในการให้เหตุผลในวัยเด็กสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน มหาวิทยาลัยและ ผลการปฏิบัติงานในการประกอบอาชีพได้

จากความหมายของการให้เหตุผลข้างต้นสามารถนำมาสรุปได้ว่า การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เป็นอิสระจากความรู้เดิมที่ได้มา การทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น การให้เหตุผลจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาองค์ความรู้เป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับความรู้ ความจริง และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ การให้เหตุผล หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่แนวทางในการแก้ไขปัญหา และอธิบายให้เหตุผลการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ประกอบสถานการณ์คำสั่งใหม่ ๆ จากความรู้เดิม ทำการตรวจสอบเงื่อนไขการเขียนโปรแกรมแบบมีการทำซ้ำได้อย่างถูกต้องและมีความเหมาะสม

สุวิทย์ มูลคำ (2548) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง

เอนก พ.อนุกุลบุตร (2554) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการคิดค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยในระบบนั้น ว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร เกี่ยวข้องกับสิ่งสำเร็จรูปทั้งหมดอย่างไร องค์ประกอบใดมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อย

พัชรี นาคผง (2562) ได้สรุปความหมายของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ไว้ดังนี้ ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์. หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงของข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร อาศัยหลักการใด เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

จากข้างต้นสรุปได้ว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงของข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร อาศัยหลักการใด เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น โดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง เป็นการคิดค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยในระบบนั้น ว่ามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร เกี่ยวข้องกับสิ่งสำเร็จรูปทั้งหมดอย่างไร องค์ประกอบใดมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อย

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร อาศัยหลักการใด เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2.1.3 ประโยชน์ของความสามารถคิดวิเคราะห์

สุวิทย์ มูลคำ (2547 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ โสชะระ, 2552) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่างๆ ว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง ได้ข้อเท็จจริงเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

2. ช่วยสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏ ไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึก หรืออคติ แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลที่เป็นจริง

3. ช่วยในการสรุปสิ่งต่างๆ ตามความเป็นจริง ช่วยไม่ให้หลงเชื่อข้ออ้างที่เกิดจากตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียว

4. ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่นๆ ที่ถูกบิดเบือนไปจากความประทับใจในครั้งแรก ทำให้เรามองอย่างครบถ้วนในแง่มุมต่างๆ ที่มีอยู่

5. ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏ พิจารณาตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะสรุปสิ่งใดลงไป

6. ช่วยหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่ง ที่เกิดขึ้นจริง โดยไม่ฟังเพียงอคติที่ก่อตัวอยู่ในความทรงจำ ทำให้เราสามารถประเมินสิ่งต่างๆ ได้อย่างสมจริงสมจัง

7. ช่วยประมาณการความน่าจะเป็นโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานที่วิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ของสถานการณ์ ณ เวลานั้น

จุฬามาต เจริญธรรม (2549 อ้างถึงใน ชูศักดิ์ โสชะรา, 2552) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง ช่วยให้ไม่ด่วนสรุปสิ่งใดง่ายๆ ช่วยในการพิจารณาสาระสำคัญอื่นๆ ช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต ช่วยหาเหตุผลที่สมเหตุสมผล และช่วยประมาณการความน่าจะเป็น

กลุ่มตรวจสอบภายในสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้กล่าวว่า ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ช่วยให้เรา รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ เป็นฐานความรู้ในการนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา ช่วยให้เราหาเหตุผลที่สมเหตุสมผลให้กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ช่วยประมาณความน่าจะเป็น

จากข้างต้นสรุปได้ว่า ประโยชน์ของความสามารถคิดวิเคราะห์สามารถช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น เข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่างๆ ว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง ได้ข้อเท็จจริงเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รวมถึงช่วยสำรวจความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่ปรากฏไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์ ความรู้สึก แต่สืบค้นตามหลักเหตุผลและข้อมูลตามความเป็นจริง และช่วยพัฒนาความเป็นคนช่างสังเกต การหาความแตกต่างของสิ่งที่ปรากฏ พิจารณาตามความสมเหตุสมผลของสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนที่จะสรุปสิ่งใดลงไป

สำหรับประโยชน์ของความสามารถคิดวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ สามารถช่วยให้รู้ข้อเท็จจริง รู้เหตุผลเบื้องหลังของสิ่งที่เกิดขึ้น รู้เหตุผลของข้อมูลที่ปรากฏไม่ด่วนสรุปตามอารมณ์และเข้าใจความเป็นมาเป็นไปของเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

2.1.4 ประเภทเครื่องมือประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์

ประเภทเครื่องมือประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จากงานวิจัยมีดังนี้

ภัทรลาดา ศรีสวด (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จากการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ฉบับ จำนวน 23 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 20 ข้อ และข้อสอบแบบอัตนัย 3 ข้อ แล้วครูเป็นผู้ประเมินหลังจากเสร็จกิจกรรม และให้คะแนนลงในแบบสังเกตทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยแบ่งทักษะการคิดวิเคราะห์ออกเป็น 5 ด้าน คือ 1) การจำแนก 2) การเปรียบเทียบ 3) การเห็นความสัมพันธ์ 4) การให้เหตุผล 5) การสรุปความ

ตัวอย่างเครื่องมือวัด/ประเมินแต่ละตัวบ่งชี้

แบบสังเกตการคิดวิเคราะห์

กิจกรรม.....ปีการศึกษา.....

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสันป่าตองวิทยาคม จ.เชียงใหม่

ผู้ถูกสังเกต.....ชั้น.....

ผู้สังเกต.....ว/ด/ป/.....เวลา.....

คำชี้แจง ให้ผู้สังเกตพิจารณาคุณภาพพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนและเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน

ช่องระดับคะแนนเกณฑ์การให้คะแนน

- 1 คะแนน เมื่อประเมินแล้วอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง
- 2 คะแนน เมื่อประเมินแล้วอยู่ในระดับ พอใช้
- 3 คะแนน เมื่อประเมินแล้วอยู่ในระดับ ดี
- 4 คะแนน เมื่อประเมินแล้วอยู่ในระดับ ดีมาก

รายการสังเกต	ระดับคุณภาพ			
	1	2	3	4
1. การจำแนก				
1.1 นักเรียนสามารถจำแนกแยกแยะ สิ่งของ ข้อมูล เหตุการณ์ ของเนื้อหาได้				
2. การเปรียบเทียบ				
2.1 นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความเหมือน ความต่างของเนื้อหาและแนวคิดที่เหมือนหรือแตกต่างได้				
3. การเห็นความสัมพันธ์				
3.1 นักเรียนสามารถเห็นเนื้อหาและความสัมพันธ์ของเนื้อหาและเชื่อมโยงนำไปใช้ในการแก้ปัญหา				

รายการสังเกต	ระดับคุณภาพ			
	1	2	3	4
4. การให้เหตุผล				
4.1 นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบแนวคิดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม				
5. การสรุปความ				
5.1 นักเรียนสามารถสรุปความคิด หรือกระบวนการให้เป็นเกณฑ์ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือสูตรได้				

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบปรนัย

1. ถ้าคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนิสิตตรงกับตำแหน่ง Q_2 ข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง (ทักษะการจำแนก)

1. คะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนิสิตเท่ากับ 50%, 2. 50 % ของคนที่สอบวิชาภาษาอังกฤษเหมือนนิสิตได้คะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับคะแนนที่นิสิตได้, 3. 75 % ของคนที่สอบวิชาภาษาอังกฤษเหมือนนิสิตได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนที่นิสิตได้, 4. 25 % ของคนที่สอบวิชาภาษาอังกฤษเหมือนนิสิตได้คะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับคะแนนที่นิสิตได้

2. ถ้าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 40 ของคะแนนสอบวิชาภาษาไทย คือ 65 คะแนน และมีนักเรียน 23 คน ได้คะแนนเท่ากับหรือ น้อยกว่า 65 คะแนน มีนักเรียนที่ได้คะแนนเท่ากับหรือมากกว่า 65 คะแนนเท่ากับข้อใด (ทักษะการเห็นความสัมพันธ์)

1. 22 คน 2. 33 คน 3. 44 คน 4. 55 คน

3. ข้อมูลชุดหนึ่ง ถ้าเรียงจากน้อยไปมากแล้ว ได้เป็นลำดับเลขคณิตต่อไปนี้ 2,5,8, ...,92 ค่าของ P_{75} ของข้อมูลชุดนี้มีค่าเท่าไร (ทักษะการให้เหตุผล)

1. 24 2. 71 3. 25 4. 74

แบบอัตนัย

1. ตารางแจกแจงความถี่คะแนนสอบของนักเรียน 40 คน มีความกว้างของอันตรภาคชั้นเท่ากันทุกชั้น โดยมีอันตรภาคชั้น 40-49 อยู่ในตารางแจกแจงความถี่ มะลิสอบได้คะแนน คะแนน 54.5 คะแนนและจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ได้คะแนนน้อยกว่า 50 คะแนนมี 21 คน ถ้าคะแนนของมะลิตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 65 แล้ว นักเรียนที่ทำคะแนนอยู่ในอันตรภาคชั้นเดียวกันมะลิรวมทั้งมะลิด้วยมีกี่คน (ทักษะการจำแนก, ทักษะการเห็นความสัมพันธ์, ทักษะการให้เหตุผล, ทักษะการสรุปความ)

คำพูดของผู้ฟังตามข้อใดต่อไปนี้จะแสดงว่าคำพูดของคุณสุชาติบรรลู่วัตถุประสงค์

- ก. ดิฉันจะลองทำดูก่อน เพื่อจะได้ผลบ้าง ทั้ง ๆ ที่ก็ยังกลัวอยู่นะคะ
 - ข. คุณคะ คุณมีคาถากันผีบ้างไหม ดิฉันอยากได้คาถาที่ฝึกแล้ว
 - ค. ที่คุณพูดก็อาจจะจริง แต่ดิฉันก็ยังไม่กล้าเสี่ยงอยู่ดี
 - ง. คุณไม่เคยเจอผีคุณก็พูดได้ซิคะ เวลาเจอแล้วจะตั้งสติได้อย่างไรละคะ
4. ทักษะการสรุปความ

ผู้เขียนมีเจตนาอย่างไร

- ก. ให้ความรู้
 - ข. ให้ข้อคิด
 - ค. วิพากษ์วิจารณ์
 - ง. นำเสนอข้อเท็จจริง
5. ทักษะการประยุกต์

ถ้าปฏิบัติตามบทร้อยกรองนี้ จะเกิดผลอย่างไร

- ก. ได้สินค้า
- ข. ได้เดินทาง
- ค. ได้ทรัพย์สิน
- ง. ได้รับความสำเร็จ

พัชรี นาคผง (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค STAD โดยประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จากการให้ผู้เรียนทำการแบบทดสอบเรื่อง พลังงานความร้อน ในภาคเรียนที่ 2 ใช้เวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมจำนวน 16 ชั่วโมง แล้วครูเป็นผู้ประเมินในระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และให้คะแนนลงในแบบทดสอบประเมินวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ วิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

ตัวอย่างเครื่องมือวัด/ประเมินแต่ละตัวบ่งชี้

แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ข้อที่ 1

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านข่าวต่อไปแล้วตอบคำถาม

นักวิทยาศาสตร์ ภาวะโลกร้อน ทำน้ำแข็งที่กรีนแลนด์ บริเวณขั้วโลกเหนือ กำลังละลายเร็วกว่าเดิมถึง 4 เท่า เมื่อเทียบกับปี 2546 หวันเมืองใหญ่ริมชายฝั่งทะเลในสหรัฐฯ และทั่วโลกอาจจมน้ำ เมื่อ 22 ม.ค.62 สำนักข่าวต่างประเทศและสกายนิวส์ รายงาน ผลการศึกษาใหม่พบน้ำแข็งในกรีนแลนด์ ดินแดนทางเหนือสุดของโลก ตั้งอยู่ในมหาสมุทรอาร์กติก กำลังละลายอย่างรวดเร็ว เกินกว่าที่นักวิทยาศาสตร์คาดการณ์ไว้ โดยละลายเร็วกว่าเดิมถึง 4 เท่า เมื่อเทียบกับปี 2546 จนหวั่นเกรงว่าระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น อาจทำให้เมืองใหญ่ตามชายฝั่งในสหรัฐฯ อย่างนิวยอร์กและเมืองริมฝั่งทะเล ตลอดจนที่ลุ่มต่ำทั่วโลกอาจจมน้ำ ศ.ไมเคิล เบวิส ศาสตราจารย์ด้านธรณีพลศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัยรัฐโอไฮโอ และเป็นผู้เขียนรายงานที่ตีพิมพ์ลงในวารสารสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติในสหรัฐฯ ระบุ จากการศึกษากการ

ละลายของน้ำแข็งทางตะวันตกเฉียงใต้ของกรีนแลนด์ ในช่วงต้นปี 2546-2556 พบว่าอัตราการสูญเสียน้ำแข็งเร็วกว่าที่คิดไว้ อีกทั้งแทนที่ธารน้ำแข็งจะผลึกภูเขาน้ำแข็งลงสู่ทะเล แต่สิ่งที่เกิดขึ้นในขณะนี้กลับเป็นน้ำแข็งบนแผ่นดินกำลังละลาย และไหลลงสู่ทะเล



ที่มา : <http://wsrenpeace.org/>

1. การละลายของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเหนือ เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไรบ้าง (วิเคราะห์เนื้อหา)

ตอบ.....

2. สาเหตุของการละลายของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเหนือเกิดจากอะไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ตอบ.....

3. นักเรียนมีวิธีการลดอัตราการละลายของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเหนือให้น้อยลงได้อย่างไร (วิเคราะห์หลักการ)

ตอบ.....

ลัดดา เหลืองรัตนมาศ(2561) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี โดยประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จากการให้ผู้เรียนแบบสอบถามความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 22 ข้อ ในเวลา 5 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวม 15 ชั่วโมง นักศึกษาเป็นผู้ประเมินตนเองหลังเสร็จกิจกรรม และให้คะแนนลงในแบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ ทักษะการจำแนก การจัดหมวดหมู่ การเชื่อมโยง การสรุปความ และการประยุกต์

ตัวอย่างเครื่องมือวัด/ประเมินแต่ละตัวบ่งชี้

1. ทักษะการจำแนก

ความสามารถด้านการวิเคราะห์	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เมื่อท่านอ่านเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่างๆ ท่านสามารถแยกเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้					

2. ท่านสามารถแยกแยะประเด็นสำคัญ ข้อเท็จจริงและความ คิดเห็นจากเรื่องที่ท่านอ่านได้					
4. ท่านสามารถแยกแยะหรือ ค้นหาเจตนา ความคิดที่ซ่อนแฝงอยู่ ใน					

2. ทักษะจัดหมวดหมู่

ความสามารถด้านการวิเคราะห์	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
6. ท่านมักจัดระบบ จัดหมวดหมู่ ของข้อมูล/เหตุการณ์/ สถานการณ์ต่างๆ ไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการทำความเข้าใจ					
8. ท่านสามารถจัดกลุ่มของข้อมูลหรือเหตุการณ์ตามกฎเกณฑ์ที่ กำหนดได้					

3. ทักษะการเชื่อมการเชื่อมโยง

ความสามารถด้านการวิเคราะห์	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
5. ท่านเป็นคนช่างสังเกต มองเห็นรายละเอียดของสิ่งต่างๆ ที่คน อื่นมองไม่เห็น					
7. เมื่อท่านอ่านข้อความหรือเรื่องต่างๆ ท่านจะนำข้อมูลหรือสิ่ง ต่างๆ มาจัดให้เป็นระเบียบในลักษณะใดลักษณะหนึ่งเพื่อให้ง่าย กับ ความเข้าใจ					
9. เมื่อท่านอ่านเหตุการณ์/สถานการณ์ ท่านสามารถบอกได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุและอะไรเป็นผลที่เกิดขึ้น					
10. ท่านสามารถวิเคราะห์เรื่องราวและสิ่งต่าง ๆ ว่ามีสิ่งใดเป็นตัว เชื่อมโยงสิ่งย่อย ๆ เหล่านั้น					
11. ท่านชอบซักถามหรือตั้งคำถามที่เป็นเหตุเป็นผล เช่น หากทำ อย่างนี้แล้วจะเกิดอะไรขึ้น					
14. ท่านสามารถจัดลำดับเหตุการณ์ของเรื่องที่ท่านอ่านได้					

ความสามารถด้านการวิเคราะห์	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
21. ท่านสามารถคาดเดาคำตอบของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใดๆ ที่เกิดขึ้นภายใต้ข้อมูลที่ปรากฏในเหตุการณ์นั้น โดยเชื่อมโยงกับความรู้อตามหลักวิชาการ					

4. ทักษะการสรุปความ

ความสามารถด้านการวิเคราะห์	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
3. ท่านมีความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมายหรือความสำคัญของเรื่องราว ในแง่มุมต่างๆ จากเรื่องที่ท่านอ่าน					
15. ท่านสามารถสรุปสาระสำคัญของเรื่องที่ท่านอ่านเพื่อถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้					
16. ท่านมักจะสรุปหรือตัดสินใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งภายใต้เหตุและผล					
18. ท่านจะหาข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนข้อสรุปหรือคำตอบของท่าน					

5. ทักษะการประยุกต์

ความสามารถด้านการวิเคราะห์	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
12. ท่านมีความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเรื่องราวต่างๆ ด้วยความเป็นเหตุเป็นผล					
13. ท่านสามารถชี้ประเด็นความเกี่ยวข้องกันของเหตุการณ์ต่างๆ ได้					
17. ท่านให้ความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยการเชื่อมโยง และอ้างอิงจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมหรือจากข้อมูลอื่นๆ					
19. ท่านสามารถวิเคราะห์ วิจารณ์ ความสมเหตุสมผล ความน่าเชื่อถือลำดับความและความเป็นไปได้ของเรื่องที่ท่านอ่าน					
22. ท่านตัดสินใจเลือกคำตอบภายใต้ข้อมูลและหลักฐานที่เชื่อถือได้					

ฐิติกร ประครองญาติ (2559) ได้ทำการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุนโดยประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์จากการให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรมภาษาซีชาร์ปเบื้องต้น ร่วมกับบทเรียนบนเว็บสนับสนุน ในเวลา 12 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็นศึกษาในห้องเรียน จำนวน 6 ชั่วโมง และศึกษาด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนบนเว็บ จำนวน 6 ชั่วโมง ครูเป็นผู้ประเมินในระหว่างทำกิจกรรม และให้คะแนนลงในแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ดังนี้ การจำแนกแจกแจง การจัดหมวดหมู่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด การสรุปความทั่วไป และการสรุปความเฉพาะ

ตัวอย่างเครื่องมือวัด/ประเมินแต่ละตัวบ่งชี้

1. การจำแนกแจกแจง

ข้อที่ 1-3 จงตอบคำถามจากข้อมูลต่อไปนี้

ให้ ตัวแปร $A=5, B=10, C=A \times B$
และ $A++=A+1$

1. จากข้อมูล $A++$ มีค่าเท่ากับเท่าใด

- | | |
|------|-------|
| ก. 6 | ข. 10 |
| ค. 5 | ง. 12 |

2. การจัดหมวดหมู่

แนนเป็นเด็กที่ชอบอ่านหนังสือ คืนหนึ่งขณะที่แนนกำลังอ่านหนังสือหลอดไฟขนาด 20 วัตต์ ที่ใช้อ่านหนังสือก็ดับลง แนนจึงไปซื้อหลอดไฟขนาด 10 วัตต์จากใกล้ ๆ บ้าน มาเปลี่ยน เมื่ออ่านหนังสือต่อไปได้ครึ่งชั่วโมง แนนก็เริ่มมีอาการปวดศีรษะทั้ง ๆ ที่ไม่เคยมีอาการมาก่อนเลย จากบทความข้างต้น
ตอบคำถามข้อที่ 11- 14

11. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| ก. แนนชอบอ่านหนังสือตอนกลางคืน | ข. ไฟที่แนนใช้อ่านหนังสือ |
| ค. แนนมีอาการปวดศีรษะ | ง. แนนเปลี่ยนหลอดไฟ |

3. การวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

13. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- ก. เปลี่ยนหลอดไฟให้สว่างขึ้น
- ข. ใส่แว่นสายตาเวลาอ่านหนังสือ
- ค. ไม่ควรอ่านหนังสือตึกเกินไป

ง. พักสายตาบ้างขณะอ่านหนังสือ

4. การสรุปความทั่วไป

ข้อ 21-25 จงตอบคำถามจากข้อมูลต่อไปนี้

21. $a < c \parallel b > c$ เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

22. $a > b \parallel b > c$ เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

23. $a < b \parallel c > b$ เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

24. $a < b \parallel b < c \parallel c > a$ เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

24. $a < b < c$ เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

5. การสรุปความเฉพาะ

ข้อ 26-30 จากนิพจน์ $10 + 2 * 8 / 4 * 3 - 5 = 17$

จงเรียงลำดับการประมวลผลให้ถูกต้อง

จากข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบสอบถาม โดยประเมินจากการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบและแบบสอบถามหลังจากเสร็จกิจกรรม

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้เลือกแบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นเครื่องมือประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์หลังเรียน เพราะ สามารถให้ผู้เรียนแสดงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ ซึ่งมีทั้งหมด 2 ฉบับ คือ แบบฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ระหว่างเรียน) และแบบประเมินวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (หลังเรียน)

2.1.5 วิธีการสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์

จากที่กล่าวในหัวข้อที่ 1.4 งานนี้เลือกใช้แบบทดสอบอัตนัยเป็นเครื่องมือประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ จึงได้ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอัตนัย ดังนี้

อิทธิพงศ์ วงษาเสน (2558) ได้กล่าว ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยคำถามที่มีจำนวนข้อไม่มากนัก ไม่มีคำตอบให้เลือกตอบ ผู้ตอบจะต้องคิดหาคำตอบเองโดยบูรณาการความรู้และความคิดแล้วแสดงออกเป็นภาษาเขียนอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลตามหลักวิชาของศาสตร์นั้นๆ

หลักในการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย การสร้างข้อสอบแบบอัตนัยมีหลักการดังนี้

1. ขั้นเตรียมหรือขั้นวางแผนการสร้างข้อสอบ ต้องกระทำสิ่งต่อไปนี้

1.1 ตั้งวัตถุประสงค์ของการสร้างข้อสอบอัตนัยว่ามุ่งวัดพฤติกรรมด้านใด

1.2 จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อกำหนดว่าข้อสอบต้องวัดเนื้อหาและพฤติกรรมด้านใด

2. ชั้นสร้าง เป็นชั้นของการสร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาวิชา โดยอาจมีจำนวนข้อสอบมากกว่าที่กำหนด ซึ่งจะดำเนินการคัดทิ้งภายหลัง สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการสร้างข้อสอบอัตนัยมีดังนี้

2.1 ควรเป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมระดับสูงที่ไม่สามารถวัดด้วยข้อสอบชนิดอื่น ๆ

2.2 ควรมีกรอบโครงสร้างของข้อคำถามที่แจ่มชัดไม่กำกวม พร้อมทั้งระบุถึงระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ

2.3 ข้อสอบควรเน้นคำตอบสั้น ๆ เน้นคำตอบที่มีขอบเขตจำกัด

2.4 ไม่ควรสร้างข้อสอบอัตนัยแบบให้เลือกทำเป็นบางข้อ เพราะอาจเกิดความไม่เป็นธรรมสำหรับผู้ตอบที่เก่งซึ่งมีแนวโน้มว่าจะเลือกทำข้อที่ยากหรือมีลักษณะท้าทาย และผู้ตอบอาจเกิดความลังเลในการเลือก ทำให้เสียเวลาซึ่งส่งผลต่อคะแนนการสอบ

2.5 ควรสร้างข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถและวุฒิภาวะของผู้ตอบ

2.6 ควรสร้างข้อสอบให้มีรูปแบบใหม่ สถานการณ์ใหม่ ซึ่งมีลักษณะท้าทาย กระตุ้นพัฒนาการของผู้ตอบในด้านความสามารถของสมองในระดับสูง

3. ชั้นสร้างคู่มือเฉลยคำตอบและการให้คะแนน เป็นชั้นของการเฉลยคำตอบที่มีโอกาสเป็นไปได้ พร้อมทั้งกำหนดกฎเกณฑ์การให้คะแนน

4. ชั้นทบทวนและคัดเลือกข้อสอบ ดังนี้

4.1 ตรวจสอบว่าข้อสอบแต่ละข้อที่สร้างวัดตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งหรือตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาหรือไม่

4.2 คาดคะเนว่าข้อสอบแต่ละข้อมีระดับความยากระดับใด พร้อมทั้งพิจารณาว่ามีโอกาสที่จะมีผู้ตอบถูกหรือไม่ ถ้าคาดว่าจะไม่มีก็ควรตัดทิ้ง หรือปรับปรุงให้ง่ายขึ้น

4.3 คัดเลือกข้อสอบตามจำนวนข้อที่ต้องการ พร้อมทั้งพิจารณาว่าจำนวนข้อที่คัดเลือกให้เหมาะสมกับระยะเวลาในการสอบหรือไม่

เพชรราตรี จงประดับเกียรติ (2554) ได้กล่าวถึงว่า การวางแผนสร้างแบบทดสอบ เป็นการเตรียมการ กำหนดแนวทางในการสร้างแบบทดสอบอย่างเป็นระบบก่อนลงมือเขียนข้อสอบ เพื่อให้ครุมีความชัดเจนเกี่ยวกับเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่า ต้องการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลอะไร จะนำไปวัดผลใคร และจะวัดผลไปทำไม

2. กำหนดเนื้อหาที่จะสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสร้างแบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะออกข้อสอบทั้งหมด ก็เรื่อง เรื่องอะไรบ้าง โดยครูต้องกำหนดให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่ได้ทำการสอน

3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเนื้อหา เป็นการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้ครอบคลุมทุกเนื้อหาที่จะสร้างแบบทดสอบ โดยนำจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละเนื้อหาที่ปรากฏอยู่ในแผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้มาเขียนนั่นเอง

4. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดลักษณะของแบบทดสอบ การวิเคราะห์หลักสูตรเป็นการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รวมทั้งพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา กับพฤติกรรมในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการออกข้อสอบ

- ช่วยให้ครูทราบว่าในการจัดการเรียนรู้รายวิชานั้น ๆ มีเนื้อหาอะไรบ้าง และแต่ละเนื้อหามุ่งให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมอะไร อย่างละเท่าไร
- ช่วยให้การจัดการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลสอดคล้องกัน
- ช่วยให้ครูวัดผลได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมตามที่หลักสูตรกำหนด

ยีนยง ราชวงศ์ (2557) ได้กล่าวถึง การสร้างข้อสอบอัตนัยที่มีคุณภาพ มีหลักการสร้างข้อสอบแบบอัตนัย ดังนี้

1. กำหนดให้ชัดเจนว่าต้องการวัดพฤติกรรมด้านใด (มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้) ของนักเรียน โดยจัดทำเป็นพิมพ์เขียว (Test blueprint)

2. เขียนข้อคำถาม

2.1 เขียนให้ชัดเจน จำเพาะเจาะจงว่าต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร เช่น อธิบาย วิเคราะห์แสดงความคิดเห็น ฯลฯ รวมทั้งการเขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน

2.2 เขียนคำถามวัดพฤติกรรมระดับสูงๆ ตั้งแต่ความเข้าใจขึ้นไป คำถามแต่ละข้อมีความยากง่าย ไม่เท่ากัน

2.3 เขียนคำถามโดยใช้สถานการณ์ใหม่ๆ ไม่ควรถามตามตารางหรือหนังสือเรียนหรือ

ถามในสิ่งที่เรียนมาแล้ว

2.4 ต้องเลือกคำถามเฉพาะจุดที่สำคัญ เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องมาเป็นข้อคำถาม

3. กำหนดความซับซ้อนและความยากให้เหมาะสมกับวัยของผู้ตอบ

4. ควรเฉลยคำตอบไปพร้อม ๆ กับการเขียนข้อสอบ

5. กำหนดเวลาการตอบนานพอสมควร

6. เมื่อได้ข้อสอบเพื่อจัดทำเป็นฉบับแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาข้อสอบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ได้ทำการตรวจสอบว่ามีความสอดคล้อง เหมาะสมและมีความเป็นปรนัยหรือไม่ อย่างไร

7. เมื่อผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ก็นำไปแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาที่ใช้เขียนข้อสอบมาแล้ว เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพเป็นรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับต่อไป

จากข้างต้นสรุปได้ว่าวิธีการสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ มีดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์ของการสร้างข้อสอบอัตรันยามุ่งวัดพฤติกรรมด้านใด

2. จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อกำหนดว่า ข้อสอบต้องวัดเนื้อหาและพฤติกรรมด้านใด

3. เขียนข้อคำถาม ควรมีกรอบโครงสร้างของข้อคำถามที่แจ่มชัดไม่กำกวม เขียนให้ชัดเจน จำเพาะเจาะจงว่าต้องการให้ผู้ตอบทำอะไร เช่น อธิบาย วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ฯลฯ รวมทั้งการเขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน พร้อมทั้งระบุถึงระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ ควรสร้างข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถและวุฒิภาวะของผู้ตอบ

4. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาข้อสอบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ได้ทำการตรวจสอบว่ามีความสอดคล้อง เหมาะสมและมีความเป็นปรนัยหรือไม่ อย่างไร

5. เมื่อผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ก็นำไปแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาที่ใช้เขียนข้อสอบมาแล้ว เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพเป็นรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับต่อไป

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้ประยุกต์วิธีการสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์ของการสร้างข้อสอบอัตรันยามุ่งวัดพฤติกรรมด้านใด

2. เขียนข้อคำถาม

3. นำข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
4. ปรับข้อคำถามตามผู้เชี่ยวชาญแนะนำ
5. นำข้อคำถามไปใช้

2.1.6 วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดวิเคราะห์

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล (2558) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์จัดเป็นการคิดขั้นสูงของผู้เรียน เป็นพื้นฐาน ที่สำคัญของการคิดสร้างสรรค์ที่ต้องได้รับการพัฒนาผ่านการจัดการ เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ มุ่งให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เข้มแข็งและสามารถคิดในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนทุกคน การจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจำแนก หมายถึง การพิจารณาข้อมูลทั้งหมด แล้วจำแนกแยกแยะข้อมูลเหล่านั้น ตามหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายหลักเกณฑ์ (ผู้เรียนที่มีความสามารถสูง จะสร้างหลักเกณฑ์ ในการจำแนกแยกแยะได้ด้วยตนเอง)
2. การจัดหมวดหมู่ หมายถึง การจัดกลุ่มข้อมูลเป็น หมวดหมู่ ภายใต้หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก การจัดหมวดหมู่ข้อมูล ในขั้นนี้จะนำไปสู่การสร้างข้อสรุปในขั้นตอนต่อไป
3. การสรุปอย่างสมเหตุสมผล หมายถึง การสร้าง ข้อสรุปของข้อมูลอย่างมีเหตุผลหรือมีหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุน โดยสรุปเป็นหลักการ หรือ Concept ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในสถานการณ์อื่นๆ
4. การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หมายถึง การนำ ข้อสรุป หรือ Concept ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยยึดมั่นในหลักการ แต่มีความยืดหยุ่นในวิธีการ 4
5. การคาดการณ์บนพื้นฐานข้อมูล หมายถึง การนำ ข้อสรุปเชิงหลักการ หรือ Concept ที่ผ่านการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างได้ผลแล้ว มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลชุดใหม่ แล้วคาดการณ์เหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถปรับให้สอดคล้องกับระดับผู้เรียน และบริบทอื่นๆ ของการจัดการเรียนรู้ แต่ยังคงขั้นตอนไว้ ทั้ง 5 ขั้นตอน จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เข้มแข็ง

อเนก พ.อนุกุลบุตร (2547) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์ มุ่งหมายให้นักเรียนคิดอย่างแยกแยะได้ และคิดได้อย่างคล่องแคล่ว หรือมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ได้ขั้นแรก ครูผู้สอนต้องรู้จักความคิดแบบวิเคราะห์นี้เสียก่อน ขั้นต่อไปจึงผสมผสานการคิดแบบนี้เข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนไม่ว่าจะใช้ระเบียบวิธีสอน เทคนิคการสอนแบบใด โดยแบ่งแนวทางการคิดในรูปกิจกรรมหรือคำถามให้พัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์ขึ้นในตัวนักเรียน การสอนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การสอนการคิดวิเคราะห์แยกองค์ประกอบ (Analysis of elements) มุ่งให้นักเรียนคิดแบบแยกแยะ
2. การสอนการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) มุ่งให้นักเรียนคิดแบบแยกแยะว่า มีองค์ประกอบใดสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันแบบใด สัมพันธ์ตามกันหรือกลับกัน สัมพันธ์กันสูงต่ำเพียงไร
3. การสอนคิดวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) มุ่งให้นักเรียนคิดอย่างแยกแยะจนจับหลักการได้ว่า สิ่งสำเร็จรูปคุ่มองค์ประกอบต่างๆ อยู่ในระบบใด คือหลักการอะไร ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักการต้องอาศัยการวิเคราะห์ขั้นต้น คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เสียก่อน กล่าวคือ ต้องแยกแยะสิ่งสมบูรณ์หรือระบบให้เห็นว่าองค์ประกอบสำคัญมีหน้าที่ยังไร และองค์ประกอบเหล่านั้นเกี่ยวข้องพาดพิง อาศัยสัมพันธ์กันอย่างไร พิจารณาจนรู้ความสัมพันธ์ตลอดจนสามารถสรุป จับหัวใจ หรือหลักการได้ว่าการที่ทุกส่วนเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกัน เกาะกลุ่มกันคุ่มกันจนเป็นระบบอยู่ได้ เพราะหลักการใด

จากข้างต้นสรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยนำเอาขั้นตอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาความสามารถคิดวิเคราะห์ ได้แก่ การจำแนก การจัดหมวดหมู่ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ การคาดการณ์บนพื้นฐานข้อมูล การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดวิเคราะห์ ผู้สอนจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยสิ่งสำคัญคือครูผู้สอนต้องรู้จักความคิดแบบวิเคราะห์เป็นอย่างดี จึงจะสามารถผสานการคิดวิเคราะห์เข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนได้ จะนำกระบวนการหรือเทคนิคการสอนแบบใดไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการหรือเทคนิคการสอนที่กล่าวถึง ได้แก่ กระบวนการคิดวิเคราะห์ 5 ขั้น และเทคนิคการสอนพัฒนาการคิดวิเคราะห์ กระบวนการคิดวิเคราะห์ 5 ขั้น ประกอบด้วย การจำแนก การจัดหมวดหมู่ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ การคาดการณ์บนพื้นฐานข้อมูล ส่วนเทคนิคการสอนพัฒนาการคิดวิเคราะห์ การสอนการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ คือการมุ่งให้นักเรียนคิดแบบแยกแยะว่ามีองค์ประกอบใดสัมพันธ์กัน ซึ่งขั้นการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการสอนการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์นั้น มีความสอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ในขั้นการสำรวจและค้นหา กล่าวได้ว่า เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นหนึ่งส่วนที่มีความสำคัญที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียน เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

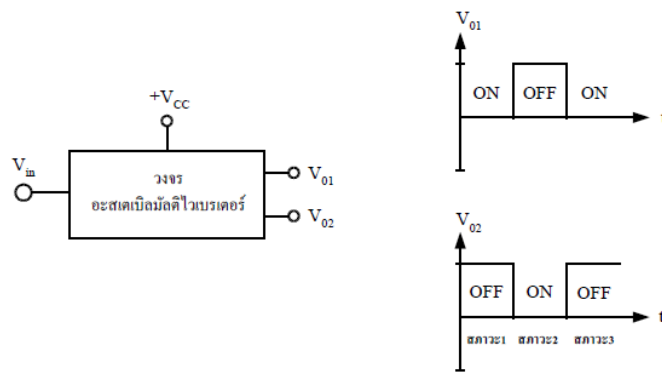
2.2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

1. สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้
2. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ในวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้อย่างถูกต้อง

2.2.2 เนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

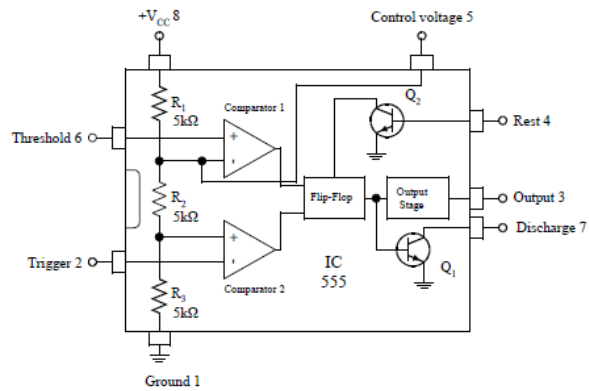
1. วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Astable Multivibrator) เป็นวงจรที่ไม่มีสถานะคงที่วงจร จะเปลี่ยนสลับไปมาจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง และกลับสู่สถานะเดิมอย่างนี้ตลอดเวลา โดยระยะเวลาของแต่ละสถานะสามารถกำหนดได้จากค่าของตัว R และค่าของตัว C

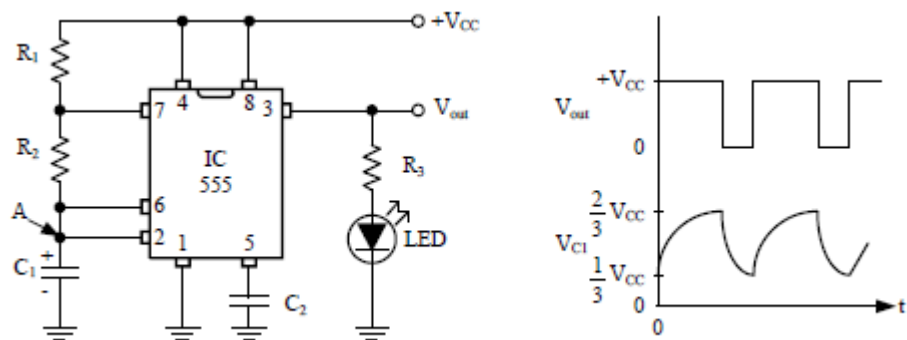


2. วงจรออสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

ไอซีเบอร์ 555 มาสร้างเป็นวงจรออสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า วงจรกำเนิดความถี่ เพราะการออกแบบสามารถทำได้ง่าย โดยโครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ 555 แสดงดังรูป



หลักการการทำงานของวงจรของวงจรออสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

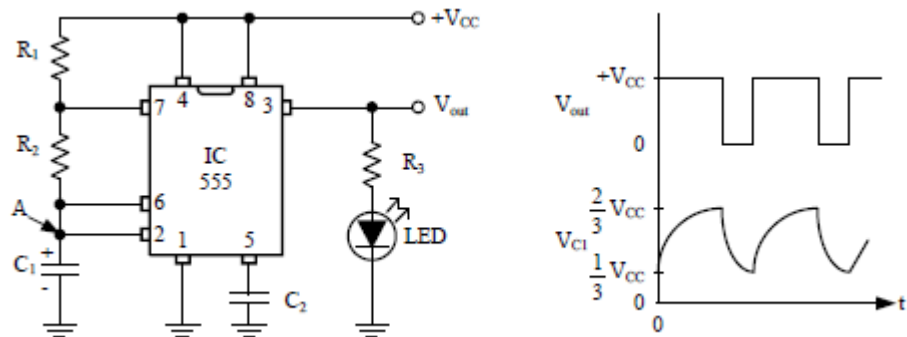


เมื่อจ่ายแรงดัน V_{CC} ให้กับวงจร แรงดันจะไหลผ่านตัว R_1 และตัว R_2 ตัว C_1 จะทำการเก็บประจุแรงดัน จนกระทั่งแรงดันที่จุด A เพิ่มขึ้นเท่ากับ $\frac{2}{3}$ ของ V_{CC} ซึ่งเป็นจุดทำงานของ comparator 1 มีสัญญาณ Output ไปกระตุ้นฟลิปฟลอปในตัวไอซีเบอร์ 555 บ้อนไฟบวกเข้าขา B ของตัว Q_1 จึงทำให้ Q_1 ทำงาน มีแรงดัน V_{OUT} ออกที่ขา 3 (ขา Output) ทำให้ LED สว่าง

จากนั้นตัว C_1 จะทำการคายประจุผ่านตัว R_2 ไปที่ขา 7 (ขา Discharge) ตัว C_1 จะทำการคายประจุไปจนกระทั่งแรงดันที่จุด A ลดลงถึงค่า $1/3$ ของ V_{CC} ซึ่งเป็นจุดทำงานของ comparator 2 มีสัญญาณเอาต์พุตไปกระตุ้นฟลิปฟลอปในตัวไอซีเบอร์ 555 บ้อนไฟลบเข้าขา B ของตัว Q_1 จึงทำให้ Q_1 หยุดทำงาน มีแรงดัน V_{OUT} ออกที่ขา 3 (ขา Output) มีค่าลดลงจนเป็น 0 ทำให้ LED ไม่สว่าง

เมื่อตัว C_1 ทำการคายประจุ ทำให้แรงดันที่ขา 2 (ขา Trigger) จะมีแรงดันลดลง จึงทำให้ตัว C_1 กลับมาเก็บประจุแรงดันอีกครั้ง มีการทำงานสลับไปมาเช่นนี้ตลอดเวลา ทำให้สภาวะการทำงานของ LED ติดและดับสลับกันไป เรียกว่า วงจรไฟกระพริบ

หลักการคำนวณหาช่วงเวลา charge และ Discharge ของคาปาซิเตอร์ และความถี่ของ



คลื่นสัญญาณ

$$T_{ON} = 0.69 \times (R_1 + R_2) \times C$$

$$T_{OFF} = 0.69 \times (R_2) \times C$$

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) \times C}$$

ตัวอย่างที่ 1 ให้ออกแบบวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ ทำงานแบบวงจรอะสเตเบิล โดยให้ช่วง ON เป็นระยะเวลา 0.13 s และช่วง OFF เป็นระยะเวลา 0.06 s พร้อมคำนวณความถี่ของคลื่นสัญญาณและวาดวงจรประกอบค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ

วิธีทำ

1. โดยกำหนดค่า C ก่อน เนื่องจากมีค่ามาตรฐานให้เลือกใช้จำนวนน้อยกว่า ค่า R โดยจะกำหนดค่า C เท่ากับ $10 \mu\text{F}$
2. หาช่วง $T_{OFF} = 0.06\text{s}$

$$T_{OFF} = 0.69 \times (R_2) \times C$$

$$0.06 = 0.69 \times (R_2) \times 10\mu\text{F}$$

$$R_2 = \frac{0.06}{0.69 \times 10\mu\text{F}} = 8.69 \text{ k}\Omega$$

จึงใช้ค่าความต้านทานจริง $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

3. หาช่วง $T_{ON} = 0.13 \text{ s}$

$$T_{ON} = 0.69 \times (R_1 + R_2) \times C$$

$$0.13 = 0.69 \times (R_1 + 10\text{k}) \times 10\mu\text{F}$$

$$\frac{0.13}{0.69 \times 10\mu} = (R_1 + 10\text{k})$$

$$18.84 \times 10^3 = (R_1 + 10\text{k})$$

$$R_1 = 10\text{k} - 18.84 \times 10^3 = 8.84\text{k}\Omega$$

จึงใช้ค่าความต้านทานจริง $R_1 = 10\text{k}\Omega$

4. หาความถี่ของคลื่นสัญญาณ

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) \times C}$$

$$f = \frac{1.44}{(10\text{k} + (2 \times 10\text{k})) \times 10\mu\text{F}} = 4.8 \text{ Hz}$$

ตอบ จากการคำนวณ ค่า $C = 10 \mu\text{F}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ และ $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

2.3.1 ความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

สาขาชีววิทยา สสวท. (2550 อ้างถึงใน ธารรัตน์ เย็นใจราษฎร์, 2555) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งกล่าวไว้ว่าเป็น กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบเสาะตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2549 อ้างถึงใน ดาวรุ่ง อยู่ยั้งยืน, 2556) ได้กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือ 5Es ชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า Inquiry Cycle หรือ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้นั้น เป็นรูปแบบที่สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนำมาเสนอแนะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ สอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้น อำนวยความสะดวก ซักถาม และจัดสถานการณ์ ให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและเชื่อมโยงความรู้ของตนเองจน

เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาว น่าจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดของเด็กได้

Dachakup (2001 อ้างถึงใน วิรัตน์ ชันเขต, 2562) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหา ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูผู้สอนใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและหาวิธีเพื่อให้ ได้มาซึ่งคำตอบ

จากข้างต้นสามารถนำมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้า สืบค้น และสำรวจตรวจสอบ ด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูผู้สอนใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและเชื่อมโยงความรู้ จนเกิดความเข้าใจเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหา โดยครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุ เป้าหมายโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และครูผู้สอนใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและหาวิธีเพื่อให้ ได้มาซึ่งคำตอบ

2.3.2 แนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

BSCS. (1997 อ้างถึงใน พิเชษฐ์ โพนสิม, 2554) ได้กล่าวว่า นักการศึกษาจากกลุ่ม Biology Science Curriculum Society ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมเป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกอุปกรณ์การสอนนี้ว่า Inquiry Cycle หรือ 5 Es

อนันต์ จันทร์กวี (2523 อ้างถึงใน ประภัสรา โคตะขุน, 2564) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ดวงเดือน เทศวานิช (2535 อ้างถึงใน ประภัสรา โคตะขุน, 2564) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่วสามารถสร้างและทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ แนวคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) คือ ตามแนวคิดของนักการศึกษาจากกลุ่ม Biology Science Curriculum Society (1997 อ้างถึงใน วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ โดยเน้นทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ มีหลักฐานสนับสนุนและมีการพิจารณาเหตุผลเพื่อให้นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู

2.3.3 ขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

สาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู, 2550) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการ จัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ที่นำเสนอโดยนักศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปราย ในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็น ขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครู กำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็น ประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนด ขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ มีความชัดเจนยิ่งขึ้น สถานการณ์หรือปัญหาที่ สร้างขึ้น สรุปผลการศึกษาค้นคว้า ค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และบันทึกผล

2. ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะ ศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนด ทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการ ตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อช่วย สร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แผลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ใน รูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การ ค้นพบในขั้นนี้อาจ

เป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับ ประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียน มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่อง อื่น ๆ ภาพประกอบ 3 แสดงกิจกรรม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (ชูศิลป์ อัทชู 2550, 56-57) ขึ้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นประเมิน ขั้นขยายความรู้ 31 จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง ดังนั้นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หรือรูปแบบการสอนนี้เป็นทั้งรูปแบบการ เรียนรู้ของนักเรียนและเป็นรูปแบบ การสอนของครู ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจและค้นหาขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

Budnitz (2003 อ้างถึงใน ธรรัตน์ เย็นใจราษฎร์, 2555) ได้กล่าวว่าขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **การสร้างความสนใจ (Engagement)** ขั้นนี้เป็นของการนำเข้าสู่บทเรียนหรือนำเข้าสู่เรื่องที่ อยู่ในความสนใจที่เกิดจากข้อสงสัย โดยครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหาใหม่ๆ ซึ่งความสนใจใคร่รู้นั้น อาจมาจากความสนใจของนักเรียนเอง การอภิปรายกลุ่ม หรือจากการนำเสนอของครูผู้สอนก็ได้ แต่จะต้องเป็นเรื่องที่นักเรียนยอมรับโดยไม่มี การบังคับ หลังจากนั้น เมื่อได้ข้อคำถามที่น่าสนใจแล้ว ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกัน กำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้การรับรู้จาก ประสบการณ์เดิม รวมกับการศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจใน ประเด็นที่จะศึกษา และมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบมากยิ่งขึ้น

2. **การสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษา อย่างถ่องแท้แล้ว ครูผู้สอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้า โดยการรวบรวมข้อมูลด้วย วิธีการต่าง ๆ เช่น การสำรวจ การสืบค้นจากเอกสารต่าง ๆ การทดลอง และการจำลองสถานการณ์ เป็นต้น เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการอธิบายและสรุป

3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้ว ครูผู้สอนจะต้องให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อธิบายและแปลผล เพื่อสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายสรุป การสร้างแบบจำลอง การวาดภาพ หรือ การสรุปเป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งผลสรุปที่ได้นั้นจะต้องสามารถอ้างอิงความรู้ มีความสมเหตุสมผล และมีหลักฐานที่เชื่อถือได้

4. การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นของการนำความรู้ที่ได้จากขั้นก่อนหน้า มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือใช้อธิบายถึงสถานการณ์หรือเหตุการณ์เกี่ยวข้อง โดยครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมและให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้น ๆ เช่น ตั้งคำถามจากการศึกษาเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้มากขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นของการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การทำข้อสอบ การทำรายงานสรุป หรือการให้นักเรียนประเมินตัวเอง เป็นต้น เพื่อตรวจสอบนักเรียนว่ามีความรู้ที่ถูกต้องอย่างน้อยเพียงไรจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์ วิจัยและคิดพิจารณาความรู้ที่ได้ให้รอบคอบ โดยมีครูผู้สอนช่วยตรวจสอบและปรับปรุงความรู้ที่นักเรียนได้รับนั้นให้ถูกต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับความรู้เดิมของนักเรียนมากยิ่งขึ้น และนำนักเรียนไปสู่คำถามที่ต้องการการตรวจสอบต่อไปอย่างต่อเนื่อง

Biology Science Curriculum Society (1997, อ้างถึงใน ฐิติกร ประครองญาติ, 2559) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engage) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียนจุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะและการเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิด รวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิด รวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกลู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

3. ขั้นการอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นคว้า ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ช่วงเวลาสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. ขั้นการขยายความ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางของลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในการคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งเป้าหมายที่สำคัญของขั้นตอนนี้คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มมากขึ้น

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้เป็นรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

สรุปขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน คือ 1.การสร้างความสนใจเป็นการเกริ่นนำก่อนเข้าสู่บทเรียนโดยจะมีกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่ศึกษา 2.การสำรวจและค้นหาเป็นศึกษาค้นคว้าโดยการรวบรวมข้อมูลจากวิธีการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน รวมถึงให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ 3.การอธิบายและลงข้อสรุปเป็นนำข้อมูลมาจากหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสรุปอย่างสมเหตุสมผล 4.การขยายความเป็นการนำข้อมูลเดิมเชื่อมโยงกับข้อมูลใหม่ที่ทำการศึกษา ทำเกิดการเข้าใจในข้อมูลยิ่งขึ้น 5.การประเมินผลเป็นการตรวจสอบหลังจากผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูล เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ที่ถูกต้องมากน้อยเพียงใดจากการเรียนรู้แบบสืบค้นความรู้และข้อมูลต่าง ๆ

ในงานวิจัยครั้งนี้ประยุกต์แนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู, 2550) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ

2. ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา
4. ขั้นสรุปทบทเรียน เป็นการวิเคราะห์ แผลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียน มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

2.3.4 ประโยชน์วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ภพ เลหาไพบูลย์ (2534 อ้างถึงใน ภัทริยา เจ๊ะหะ, 2564) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้โมโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สินธพานนท์ (2558 อ้างถึงใน อับดุลเลาะ อุมาร์ม, 2559) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษา สำรวจ ค้นหา รวบรวมข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วย ตนเอง
2. ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล
3. ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ ความรู้และทักษะ
4. ผู้เรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้น

อัญชรีกร นนทโคตร (2549 อ้างถึงใน ศิริพิมล หงส์เหม, 2555) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือ ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์และนักจัดระเบียบ
2. เป็นการค้นพบด้วยตนเอง เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนหาวิธีค้นหาความรู้แก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายทอดความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน ทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนาอัตรากำลังคนแก่ผู้เรียน
7. พัฒนาให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
9. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์
10. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากข้างต้นสรุปได้ว่า ประโยชน์วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) คือนักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ค้นพบด้วยตนเอง เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ มีโอกาสได้ศึกษา สืบค้น รวบรวมข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น สามารถเรียนรู้โมเดลและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น รู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ ความรู้และทักษะ เกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค

ในงานวิจัยครั้งนี้ประยุกต์แนวคิดของประโยชน์ที่ได้รับ คือ ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษา สืบค้น รวบรวมข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่นรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล รวมถึงผู้เรียนสามารถคิดเรื่องอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนส่งผลต่อผู้เรียนในการพัฒนาตัวเอง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ อย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ความรู้และทักษะ

2.3.5 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพนวัตกรรมจัดการการเรียนรู้

ผู้ที่กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ (2544) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างและพัฒนานวัตกรรมจัดการเรียนรู้ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดสิ่งที่จะพัฒนา
2. กำหนดนวัตกรรม
3. สร้างและพัฒนา
4. ทดลองใช้
5. ใช้ในสถานการณ์จริง
6. ประเมินผลการใช้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2559) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้
2. การศึกษาและเลือกนวัตกรมเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้
3. การออกแบบนวัตกรม
4. การสร้างนวัตกรม
5. การตรวจคุณภาพของนวัตกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
6. การตรวจสอบประสิทธิภาพของนวัตกรมโดยการทดลองใช้
7. การรายงานผลการพัฒนานวัตกรม

พัชรพรรณ พิงนิล ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างและพัฒนานวัตกรม 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสารแนวคิดหลักการ เป็นขั้นตอนของการสำรวจว่าในทางวิชาการมีพัฒนาเรื่องนี้ไว้อย่างไร มีใครที่เคยประสบปัญหาการพัฒนาการเรียนรู้หรือการบริหารสถานศึกษา เช่นเดียวกันนี้มาก่อน และคนที่หาปัญหาเช่นเดียวกันนี้มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาในในห้องเรียนของตนเองอย่างไร เพื่อให้ได้แนวคิดและแนวทางที่จะนำมาแก้ปัญหาของตนเองต่อไป

- 1.1 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการแสวงหาแนวคิดและหลักการ
- 1.2 การศึกษาเอกสารงานวิจัยและประสบการณ์ของผู้เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การเลือกและการวางแผนสร้างนวัตกรม โดยพิจารณาเลือกจากลักษณะของนวัตกรมการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

1. เป็นนวัตกรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความต้องการและความจำเป็น
2. มีความน่าเชื่อถือและเป็นไปได้สูงที่จะสามารถแก้ปัญหา และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. เป็นนวัตกรมที่มีแนวคิดหรือหลักการทางวิชาการรองรับน่าเชื่อถือ
4. สามารถนำไปใช้ในห้องเรียนได้จริง ใช้ได้ง่าย สะดวกต่อการใช้และการพัฒนานวัตกรม
5. มีผลการพิสูจน์เชิงประจักษ์ว่าได้ใช้ในสถานการณ์จริงแล้วสามารถแก้ปัญหาหรือพัฒนา

คุณภาพการจัดการเรียนรู้ได้อย่างน่าพึงพอใจ

ขั้นตอนที่ 3 สร้างและพัฒนานวัตกรม จากแผนการสร้างนวัตกรม ครูต้องศึกษาถึงรายละเอียดของนวัตกรมที่จะสร้างและดำเนินการตามขั้นตอน เช่น การสร้างนวัตกรมที่เป็นชุดการเรียนรู้ ครูอาจดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้ เช่น

- วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้
- กำหนดและออกแบบชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- ออกแบบสื่อเสริม
- ลงมือทำ
- ตรวจสอบคุณภาพครั้งแรกโดยผู้เชี่ยวชาญ

- ทดลองใช้ระยะสั้นเพื่อปรับปรุงเนื้อหาสาระ
- นำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือการพัฒนาการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม เป็นขั้นตอนที่พิสูจน์ว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นนั้น เมื่อนำไปใช้จะได้ผลตามที่ต้องการหรือไม่ สามารถแก้ปัญหาในชั้นเรียนหรือพัฒนาผู้เรียนได้จริงหรือไม่ การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีหลายวิธี เช่น

1. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. การบรรยายคุณภาพ
3. การคำนวณค่าร้อยละของผู้เรียน
4. การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม
5. การประเมินสื่อมัลติมีเดีย

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงนวัตกรรม ที่หาประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น ไม่ว่าจะโดยวิธีการใดก็ตามควรนำความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเหล่านั้นมาปรับปรุงนวัตกรรมให้มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในห้องเรียนได้มากขึ้น โดยเฉพาะค่าหาประสิทธิภาพโดยการให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจและการบรรยายคุณภาพก่อนการทดลองใช้และหลังการทดลองใช้กับผู้เรียนกลุ่มเล็กจะทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและเป็นรายละเอียดที่จะปรับปรุงนวัตกรรมได้ง่ายขึ้น

จากข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้
2. การศึกษาเอกสารแนวคิดหลักการและเลือกนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหการเรียนรู้
3. การวางแผนและออกแบบสร้างนวัตกรรม
4. การสร้างนวัตกรรม
5. การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม
6. การตรวจคุณภาพของนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
7. ปรับปรุงนวัตกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
8. ทดลองใช้
9. นำนวัตกรรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง
10. การรายงานผลการพัฒนานวัตกรรม

สำหรับการศึกษาคั้งนี้ ประยุกต์ใช้ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้
2. การศึกษาเอกสารแนวคิดหลักการและเลือกนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหการเรียนรู้
3. การวางแผนสร้างนวัตกรรม
4. การออกแบบนวัตกรรม

5. การสร้างนวัตกรรม
6. การตรวจคุณภาพของนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
7. ปรับปรุงนวัตกรรม
8. นำนวัตกรรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง
9. การรายงานผลการพัฒนานวัตกรรม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es

จิราภัส พรหมบังเกิด(2562) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) กับเกณฑ์ร้อยละ 60 และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) กับเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปราโมชวิทยารามอินทรา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 91 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องอสมการ ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) (ตามแนวคิดของ Bybee ในปี 2549 จำนวน 5 ขั้น ได้แก่ 1. สร้างความสนใจ 2. สำรวจและค้นหา 3. อธิบายและลงข้อสรุป 4. ขยายความรู้ และ 5. ประเมินผล) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อสมการ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า t-test ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อสมการ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในปี 2546 จำนวน 5 ชั้น ได้แก่ 1. สร้างความสนใจ 2. สำรวจและค้นหา 3. อธิบายและลงข้อสรุป 4. ขยายความรู้ และ 5. ประเมินผล) ใบกิจกรรมแบบจำลองทางความคิด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ดำเนินการทดลองแบบศึกษากลุ่มตัวอย่างเดียวมีการวัดหลาย ครั้งแบบอนุกรมเวลา (One Group Time-Series Research Design) ผลการวิจัย พบว่า แบบจำลอง ทางความคิดเรื่องสมดุลเคมีครั้งที่ 1 ถึง 5 ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ และพบว่า คะแนนเฉลี่ย แบบจำลองทางความคิดในแต่ละครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นครั้งที่ 3 กับ 5 และครั้งที่ 4 กับ 5 ส่วนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีและแบบวัดความพึงพอใจของ นักเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) อยู่ในระดับมากที่สุด

เอกชัย มงคล (2562) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้เรื่องดาราศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ดาราศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ดาราศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ดาราศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวังโป่งดำรงวิทย ภาควิทยาที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ดาราศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) (ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (อ้างถึงใน ภพ เลหาทไพบูลย์, 2540) จำนวน 5 ชั้น ได้แก่ 1. สร้างความสนใจ 2. สำรวจและค้นหา 3. อธิบาย 4. ขยายความรู้ และ 5. ประเมินผล) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่อง ดาราศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เรื่อง ดาราศาสตร์ โดยวิธีการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าแผนจัดการเรียนรู้เรื่อง ดาราศาสตร์โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้(5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง โดยมี ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นสร้างความสนใจ ชั้นสำรวจและค้นหา ชั้นอธิบาย และลงข้อสรุป ชั้นขยายความรู้

และขั้นประเมินผล ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ใน ระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.70 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า 80.72/81.16 ผล การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมี คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก

สุมิตรา ประชัน (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์ และเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากการใช้เกมคอมพิวเตอร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านแก่งวิทยา จังหวัดสุโขทัย จำนวน 72 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es (ตามแนวคิดของนักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (อ้างอิงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) จำนวน 5 ชั้น ได้แก่ 1. สร้างความสนใจ 2. สำรวจและค้นหา 3. อธิบาย 4. ขยายความรู้ และ 5. ประเมินผล) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) เกมคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 75.97/73.11 2) สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากการใช้เกมคอมพิวเตอร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es ตามแนวคิดของ Bybee ในปี 2549 จำนวน 5 ชั้น, ชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (อ้างอิงใน พิมพ์ันต์ เดชะคุปต์, 2553) จำนวน 5 ชั้น, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในปี 2546 จำนวน 5 ชั้น, สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (อ้างอิงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) จำนวน 5 ชั้น และนักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (อ้างอิงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2548) จำนวน 5 ชั้น ได้แก่ 1. สร้างความสนใจ 2. สำรวจและค้นหา 3. อธิบายและลงข้อสรุป 4. ขยายความรู้ และ 5. ประเมินผล จัดให้ผู้เรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5, ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้จัดการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ บรรลุตามเป้าหมายแล้ว ยังช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีทักษะทางด้านอื่นอีก เช่น ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es ตามแนวคิดสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2.ขั้นอธิบาย (Explanation) 3.ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration) 4.ขั้นสรุปทเรียน 5.ขั้นประเมิน (Evaluation) เพื่อให้ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง มีความรู้ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 และส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถคิดวิเคราะห์

ภัทรลาลดา ศรีสด (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 49 คน โรงเรียนสันป่าตองวิทยาคม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการสอนแบบอุปนัย เรื่อง สถิติ หน่วยการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 10 แผน 14 คาบ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 ฉบับ 23 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 20 ข้อ และข้อสอบแบบอัตนัย 3 ข้อ 3) แบบสังเกตทักษะการคิดวิเคราะห์ 4) แบบบันทึกสำหรับครู และ 5) แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในด้านการจำแนก อยู่ในระดับดีมาก ส่วนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในด้านการเปรียบเทียบ การเห็นความสัมพันธ์ การให้เหตุผล และการสรุปความ อยู่ในระดับดี นอกจากนี้พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยนอกจากช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนแล้วนำความรู้มาชีวิเคราะห์และแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

ปิยวรรณ บุณนาค (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย เรื่อง เล่าเรื่องเมืองชุมพร รายวิชา ประวัติศาสตร์ไทย กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสะอาดเผด็จมวิทยุ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย เรื่อง เล่าเรื่องเมืองชุมพร รายวิชา ประวัติศาสตร์ไทยกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา 2) ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เกิดจากการใช้ชุดกิจกรรม ทดลองสอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา 3) ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เกิดจากการใช้ชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และผ่านการตรวจคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ทดลองสอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน จากประชากร 9 ห้องเรียน จำนวน 250 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย เรื่อง เล่าเรื่องเมืองชุมพร รายวิชา ประวัติศาสตร์ไทยกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 2) แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เล่าเรื่องเมืองชุมพร ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย เรื่อง เล่าเรื่องเมืองชุมพร รายวิชาประวัติศาสตร์ไทย กลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม มัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 75.8/77.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (31.03 ± 3.939) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (10.07 ± 2.900) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (32.2 ± 6.317) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (16.4 ± 6.119) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กมลลักษณ์ พรหมมา (2561) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการอ่านคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบ SQ4R 2) พัฒนาทักษะการอ่านคิดวิเคราะห์ 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 11 คน โรงเรียนโคกสูงหนองหงษ์ หนองไฮ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ดเขต 3 การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยวงจรเชิงปฏิบัติการ 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ดังนี้ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบประเมินผลงานนักเรียน แบบทดสอบพัฒนาทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนด้วยแผนการสอนแบบ SQ4R แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน แบบบันทึกผลหลังจากใช้แผนการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ SQ4R จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคุณภาพของแผน มีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของทั้ง 6 แผน เท่ากับ 4.48 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ 2) ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ จากการประเมินทำแบบทดสอบของนักเรียน พบว่ามีค่าเฉลี่ยในภาพรวมทั้ง 3 วงจรเท่ากับ

24.45 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.63 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการประเมินทำแบบทดสอบของนักเรียน พบว่า มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมทั้ง 3 วงจรเท่ากับ 24.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.86 4) ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R ในภาพรวมทั้ง 3 วงจรอยู่ในระดับมากที่สุด

ลัดดา เหลืองรัตนมาศ (2561) ทำวิจัยเรื่อง พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและความต้องการด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา 2) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ 3) ศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบโดยศึกษาการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นกับนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างงานวิจัยเป็นนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่2 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี จำนวน 118 คน เครื่องมือวิจัย 1) แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ แบบทดสอบเพื่อใช้ทดสอบหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ 3)แบบสอบถามความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เป็นแบบสอบถามชุดเดียวกับที่ให้กลุ่มตัวอย่างตอบก่อนเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ 4)แนวคำถามในการสนทนากลุ่มหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ วิจัยพบว่า 1) การศึกษาสภาพปัจจุบันและความคาดหวัง การพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพบว่าวิทยาลัยมีการจัดการเรียนการสอนแบบคิดวิเคราะห์ค่อนข้างน้อยนักศึกษายังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ไม่ค่อยเน้นกระบวนการคิดนักศึกษาจำได้แต่เนื้อหา แต่นำความรู้ที่ได้จากเนื้อหาไปใช้ได้น้อย 2) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ พบว่าถ้ามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันมีการอภิปรายให้ข้อเสนอแนะโดยใช้กระบวนการกลุ่มจะช่วยให้การคิดวิเคราะห์กว้างขึ้น 3)การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์พบว่านักศึกษามีคะแนนพฤติกรรมอยู่ในระดับดีร้อยละ 93.22 ผลการทดสอบความรู้ที่วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ภายหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการพบว่านักศึกษามีคะแนนสอบผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 88.98 สอบไม่ผ่านร้อยละ 10.02 ผลการประเมินความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาโดยใช้แบบประเมินความสามารถด้านการวิเคราะห์มีค่าเฉลี่ยความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ในภาพรวมอยู่ในระดับสูง(ค่าเฉลี่ย=3.64,S.D.=0.43)ส่วนค่าเฉลี่ยความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนอยู่ในระดับต่ำ (ค่าเฉลี่ย=2.31,S.D. = 0.51) หลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ นักศึกษามีค่าเฉลี่ยความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์เพิ่มขึ้นทุกด้าน ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย= 3.90, SD = 0.40) นักศึกษามีความพึงพอใจด้านผู้สอนมากที่สุด

(ค่าเฉลี่ย = 4.07, SD = 0.41) ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุดแต่อยู่ในระดับมาก คือ ด้านการสนับสนุนแหล่งเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = 3.65, SD = 0.60)

ฉัตรทิพย์ ประครองญาติ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลหลังการเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนเมื่อเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ 5) แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ 6) แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ 7) แบบสัมภาษณ์นักเรียนสถิติที่ใช้คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน สรุปได้ว่าคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน สรุปได้ว่าคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ดัชนีประสิทธิผลหลังเรียนด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es มีค่าเท่ากับ 0.70 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.23, ส่วนเบี่ยงเบน = 0.68)

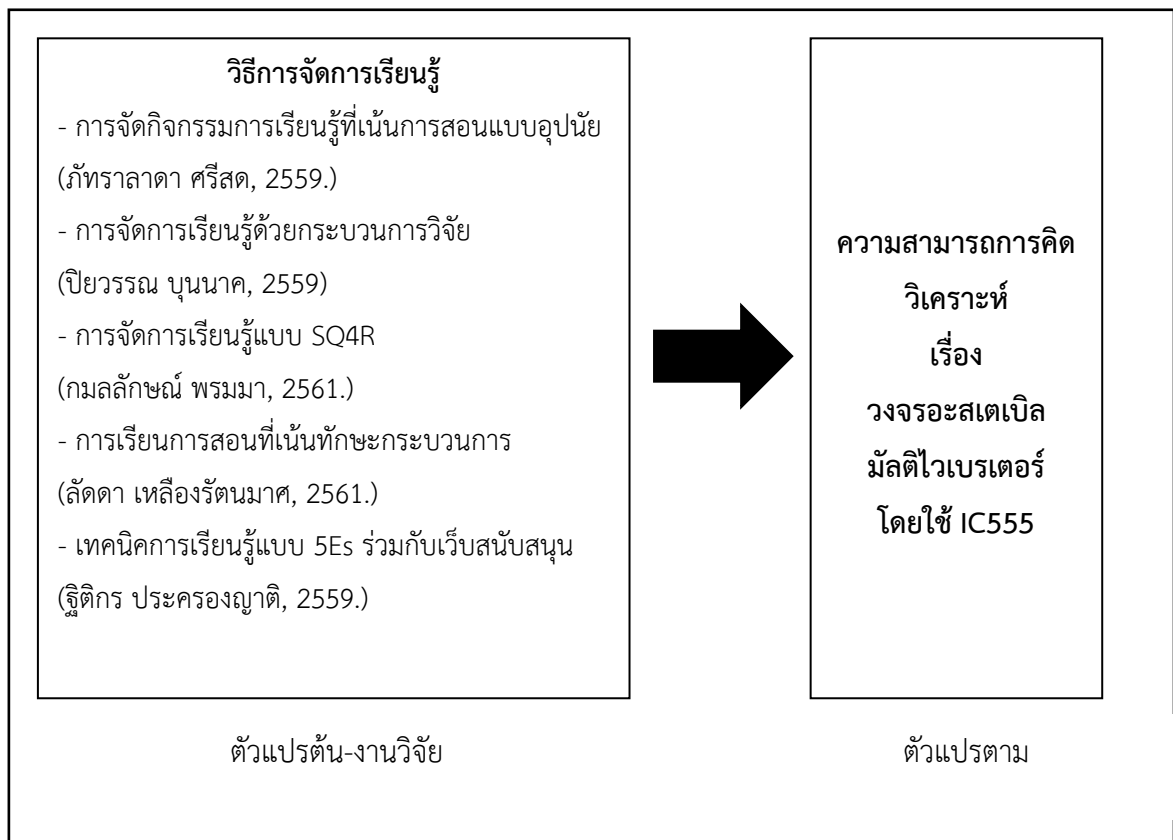
จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์สามารถดำเนินการด้วยวิธีการเรียนรู้หลายรูปแบบ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัย การจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาการอ่านการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ซึ่งมีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสันป่าตองวิทยาคม มัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสะอาดเผดิมวิทยา มัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนโคกสูง นักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี และมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน ตามลำดับ และแบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์เป็นการคิดวิเคราะห์แยกแยะสิ่งต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจได้อย่างรอบคอบเน้นการคิดอย่างมีระบบที่มีต่อ

ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน มีการกำหนดจุดมุ่งหมาย รวมถึงสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่าในความสามารถการคิดวิเคราะห์ยังพัฒนาความสามารถด้านอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วย เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา

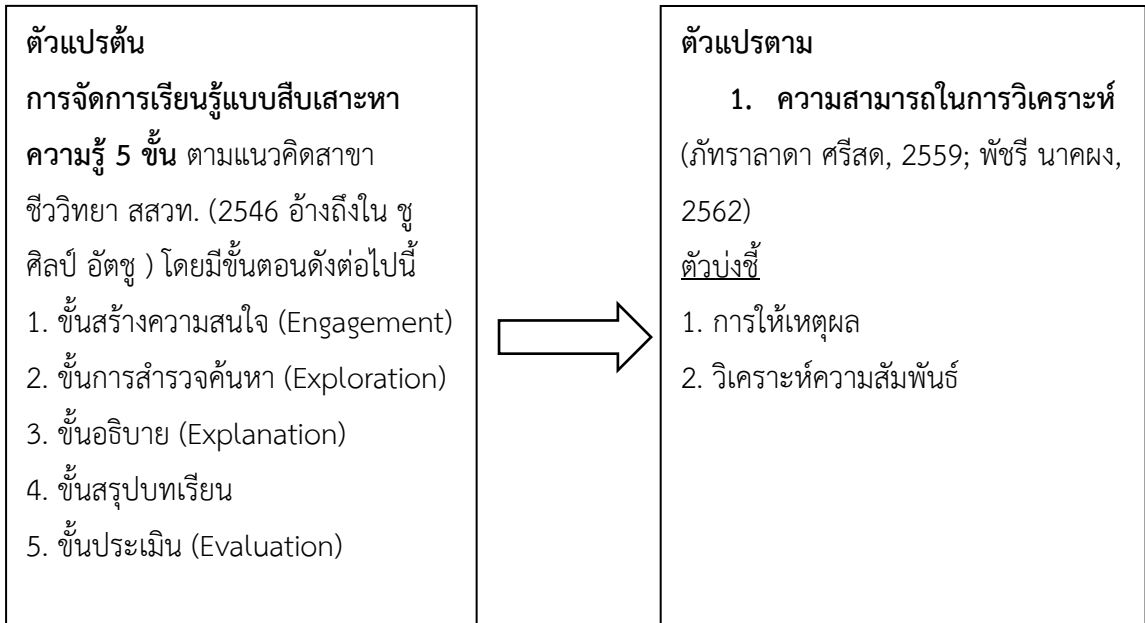
ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อให้ นักเรียน ช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบเจาะจง ให้มีความสามารถคิดวิเคราะห์ ในการเรียน เรื่องวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

กรอบทฤษฎีของงานวิจัย

สรุปสาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถคิดวิเคราะห์ ได้กรอบ ทฤษฎี ที่สามารถพัฒนาตัวแปรตามหลายแนวคิด ดังนี้



2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร เป็นลักษณะการวิจัยเชิงทดลอง มีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มทดลองเดี่ยววัดผลหลังการทดลอง ตามแนวของ Campbell & Stanley (1973 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557) วิธีการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากร กลุ่มตัวอย่างและผู้ที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีดำเนินการทดลอง/เก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดแต่ละหัวข้อมีดังนี้

3.1 ประชากร กลุ่มตัวอย่างและผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา วงจรพัลส์และสวิตซิง ที่ศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 190 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

3.1.3 ผู้ที่เกี่ยวข้อง

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหา แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นผู้ที่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นต้นไป ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและมีประสบการณ์เกี่ยวกับ การทำงานในด้านวิศวกรรมไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน โดยการเลือกแบบเจาะจงตามเกณฑ์ข้างต้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

3.2.1.1 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 กิจกรรมฝึกความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 และสื่อ Power Point ที่ใช้ในการสอนเรื่อง เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555

3.2.1.2 แบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 (2 ด้าน ได้แก่ การให้เหตุผล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ แต่ละรายการ มีดังนี้

3.2.2.1 นวัตกรรมการเรียนรู้ หรือ วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติตามวัตถุประสงค์ที่ คาดว่าจะได้รับ

2. การศึกษาเอกสารแนวคิดหลักการและเลือกนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้ พัฒนานวัตกรรมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจที่จะนำมาแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสม

3. การวางแผนสร้างนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นตอนการสร้าง ความสนใจ (2) ขั้นตอนอธิบาย (3) ขั้นตอนสำรวจและค้นหา (4) ขั้นสรุปทบทวน และ (5) ขั้นตอนประเมินผล

4. การออกแบบนวัตกรรมเป็นการคำนึงถึงความสอดคล้องกับปัญหาการเรียนรู้

5. การสร้างนวัตกรรมเป็นการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อ Power Point นำเสนอ

6. นำนวัตกรรมไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) สามารถนำไปใช้จริงและได้ผลอย่างไร โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน

9. การรายงานผลการพัฒนานวัตกรรม เป็นการนำเสนอในรูปแบบของรายงานผลการวิจัย

3.2.2.2 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์

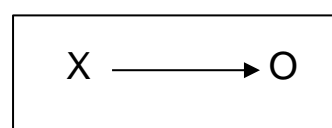
แบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ มีดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์ของการสร้างข้อสอบอัตรานี้ว่ามุ่งวัดพฤติกรรมด้านใด โดยศึกษาจากหลักสูตรรายวิชา สารการเรียนรู้รายวิชา วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และกำหนดหัวข้อประเด็นและตัวบ่งชี้ที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจากแนวคิดหลักการเลือกพัฒนาตัวบ่งชี้ผู้เรียน 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการให้เหตุผล และ (2) ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์
2. เขียนข้อคำถาม โดยเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากตัวบ่งชี้ที่กำหนดไว้แต่ละด้าน ดังนี้ (1) ด้านการให้เหตุผล จำนวน 1 ข้อคำถาม และ (2) ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จำนวน 1 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้นจำนวน 2 ข้อคำถาม
3. นำข้อคำถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงของเนื้อหา (หาค่าดัชนีความสอดคล้อง หรือ IOC) เพื่อศึกษาความสอดคล้องระหว่างประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไม่ต่ำกว่า 3 คน ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าข้อสอบข้อนั้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องเหมาะสม
4. ปรับข้อคำถามตามที่คุณเชี่ยวชาญแนะนำ
5. นำข้อคำถามไปใช้ พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง ด้วยรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียดชัดเจน ผู้อ่านเข้าใจง่าย

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (ระบุขั้นตอนในการนำนวัตกรรมไปปฏิบัติ รวมทั้งขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลศึกษาให้ชัดเจน)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ผู้ศึกษาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่าง โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยใช้แบบแผนงานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น แบบกลุ่มทดลองเดี่ยววัดผลหลังการทดลอง ตามแนวของ Campbell & Stanley (1973 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557) ดังนี้

ผังการทดลอง E-Group



รูปภาพที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง

ในการเขียนผังการทดลอง ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อสื่อความหมายดังต่อไปนี้

E-group = กลุ่มทดลอง (Experimental Group) จำนวน 39 คน

X = การจัดการกระทำตามวิธีทดลอง หรือโปรแกรมทดลอง (Treatment) ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

O = การวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ หลังการทดลอง (Posttest Observation)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. กล่าวทักทายผู้เรียนและนำเข้าสู่บทเรียน
2. ผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน
3. ผู้สอนเรียนรู้ตามกิจกรรมในแผน สรุปได้ดังนี้
 - 3.1 กิจกรรมฝึกความสามารถคิดวิเคราะห์
 - 3.2 สรุปบทเรียน

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 วิธีการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

วิเคราะห์ค่าความตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการคำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruence : IOC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อคำถามแต่ละข้อนั้นได้สร้างถูกต้องและเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือเนื้อหา หรือนิยามศัพท์

โดยผู้วิจัยจะนำเครื่องมือวิจัยที่ร่างไว้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ต้องการวัดจำนวน 3 ถึง 5 คน พิจารณาว่าข้อคำถามมีความ สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ และให้คะแนนตามวิธีการคำนวณค่าความตรง ในการตรวจสอบโดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม (อุไรวรรณ ชัยชนะวิโรจน์ อ่างถึงใน บุญใจ ศรีสถิตยนรากร, 2555) ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC จากสูตรคำนวณแสดงถึงผลรวมของความคิดเห็นในข้อนั้น ๆ หากด้วยจำนวนผู้เชี่ยวชาญ ค่าที่ได้ แสดงถึงความสอดคล้องของข้อคำถามนั้นๆ กับวัตถุประสงค์ของการวัด และค่าที่ยอมรับได้ คือ 0.50 ขึ้นไป หากค่าที่ได้ต่ำกว่า 0.50 ควร

ปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ข้อคำถามมีความชัดเจนและสอดคล้องมากขึ้น

เกณฑ์

- ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้
- ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

3.4.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ และทดสอบสมมติฐาน มีวิธีดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถคิดวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานการวิจัยที่กล่าวว่า “หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ในระดับพอใช้ขึ้นไป” ซึ่งนำคะแนน (ด้านละ 5 คะแนน รวม 5 ด้านเต็ม 10 คะแนน) นำมาแบ่งช่วงตั้งแต่ระดับ ปรับปรุง จนถึง ระดับดีมาก ถือว่าเป็นคะแนนในมาตรการวัดแบบอันดับ (เพราะช่วงห่างของคะแนนแต่ละช่วงไม่เท่ากัน) แล้วเลือกใช้สถิติร้อยละ เพื่อตรวจสอบจำนวนผู้ที่ได้คะแนนในแต่ละระดับ โดยมีการแบ่งช่วงคะแนนระดับทักษะ มีดังนี้ (อุไร จักร์ตรีมงคล, 2557)

ตารางที่ 3.1 ระดับความสามารถคิดวิเคราะห์

ผลลัพธ์การเรียนรู้	ความสามารถคิดวิเคราะห์		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ต้องพัฒนา)
1.การให้เหตุผล: : ความสามารถในการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในวงจรอะอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้	ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ค่า R_1 และ R_2 ได้ถูกต้อง 2 ข้อ	ผู้เรียนสามารถเลือกใช้ค่า R_1 และ R_2 ได้ถูกต้อง 1 ข้อ	ผู้เรียนไม่สามารถเลือกใช้ค่า R_1 และ R_2 ได้
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ : ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร ในวงจรอะอสเตเบิลมัลติ	ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรภายในวงจรที่มีจำนวน 2 ตัวแปรได้ถูกต้อง 2 ข้อ	ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรภายในวงจรที่มีจำนวน 2 ตัวแปรได้ถูกต้อง 1 ข้อ	ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรภายในวงจรที่มีจำนวน 2 ตัวแปรได้

ผลลัพธ์การเรียนรู้	ความสามารถคิดวิเคราะห์		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ต้องพัฒนา)
ไวยากรณ์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้อย่างถูกต้อง			

สูตรการคำนวณความกว้างของชั้น (อันตรภาคชั้น) คือ (ประภัสสร วงษ์ดี, 2563)

$$\text{สูตร : การหาความกว้างแต่ละระดับ} = (\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}) / \text{จำนวนระดับ}$$

(ช่วงคะแนนรวม = $(10-0) / 3$ ระดับ = $10/3 = 3.33$; ตัวหน้าของชั้นแรก หรือ ขีดจำกัดล่างของชั้นแรก คือ 0.00 ตัวท้ายของชั้นแรก หรือ ขีดจำกัดบนของชั้นแรก คือ $0.00 + 3.33 = 3.33$, ช่วงคะแนนช่วงแรกคือ 0.00 - 3.33)

(ช่วงคะแนนด้านการให้เหตุผล = $(5-0) / 3$ ระดับ = $5/3 = 1.67$; ตัวหน้าของชั้นแรก หรือ ขีดจำกัดล่างของชั้นแรก คือ 0.00 ตัวท้ายของชั้นแรก หรือ ขีดจำกัดบนของชั้นแรก คือ $0.00 + 1.67 = 1.67$, ช่วงคะแนนช่วงแรก คือ 0.00 - 1.67)

(ช่วงคะแนนด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ = $(5-0) / 3$ ระดับ = $5/3 = 1.67$; ตัวหน้าของชั้นแรก หรือ ขีดจำกัดล่างของชั้นแรก คือ 0.00 ตัวท้ายของชั้นแรก หรือ ขีดจำกัดบนของชั้นแรกคือ $0.00 + 1.67 = 1.67$, ช่วงคะแนนช่วงแรก คือ 0.00 - 1.67)

ตารางที่ 3.2 ตารางเกณฑ์คะแนนผลการประเมินทักษะความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ระดับทักษะ	ผลการประเมิน	ด้านที่ 1 การให้เหตุผล (5 คะแนน)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (5 คะแนน)	ช่องรวมคะแนน (10 คะแนน)
3 ดี	ผ่าน	3.36 - 5.00	3.36 - 5.00	6.67 - 10.00
2 พอใช้	ผ่าน	1.68 - 3.35	1.68 - 3.35	3.34 - 6.66
1 ต้องพัฒนา	ไม่ผ่าน	0.00 - 1.67	0.00 - 1.67	0.00 - 3.33

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (ให้ระบุสูตรสถิติ และ แหล่งอ้างอิงสูตรสถิติ)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ มีดังนี้

(1) การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หรือ Index of Item-Objective Congruence (IOC)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ $\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 n = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

(1) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนคุณภาพ ดังนี้
 สูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) (ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2551 อ้างถึงใน มนียา สุราษ, 2560)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum X$ เป็นผลรวมของข้อมูลทุกตัว
 n เป็นจำนวนของข้อมูล

สูตรความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรือ S.D.) (ไพรัตน์ วงษ์นาม, 2551 อ้างถึงใน มนียา สุราษ, 2560)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum f(X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{หรือ} \quad S.D. = \sqrt{\frac{n\sum fX^2 - (\sum fX)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างและประชากร
 \bar{X} เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างและประชากร
 X เป็นข้อมูลแต่ละตัว
 f เป็นความถี่ของข้อมูล
 n เป็นจำนวนข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างและประชากรตามลำดับ

(2) สถิติที่วิเคราะห์ค่าร้อยละ โดยใช้สูตรในการคำนวณของ Elifson (Elifson, 1990:39) อ้างถึงใน สุจิตตรา แก้วตะรันต์ (2548) ดังนี้

$$\text{Percentage (\%)} = \left(\frac{f}{N} \right) \times 100$$

เมื่อ

P	แทนค่าร้อยละ
f	แทนความถี่ของรายการนั้นทั้งหมด
N	แทนความถี่ทั้งหมด

วิธีการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปเป็นกรอบการดำเนินงานวิจัย ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 กรอบการดำเนินการวิจัย เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

คำถามวิจัย	วัตถุประสงค์	สมมติฐานการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	สมมติฐานทางสถิติ	ประชากร /กลุ่มตัวอย่าง /กลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ข้อมูล	เครื่องมือวิจัย	สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
1. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่สร้างขึ้นมีการอ้างอิง	เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร และอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร	วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ประยุกต์แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท.	ตัวแปรต้น : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร	-	แนวคิดและงานวิจัย	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555	-

คำถามวิจัย	วัตถุประสงค์	สมมติฐานการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	สมมติฐานทางสถิติ	ประชากร /กลุ่มตัวอย่าง /กลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ข้อมูล	เครื่องมือวิจัย	สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
แนวคิด ด้วยทฤษฎีใด และมีลักษณะเช่นใด		(2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัทชู) ประกอบด้วย ขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นอธิบาย 3. ขั้นการสำรวจค้นหา 4. ขั้นสรุปบทเรียน 5.ขั้นประเมิน	ชั้นปีที่ 3 ภาค ปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร				
2. นักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ร้อยละเท่าใด ที่มี ความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ของนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	เพื่อศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ของนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	หลังจากการเรียนรู้ กิจกรรม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและ	ตัวแปรตาม : ความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 (2 ด้าน ได้แก่ การให้เหตุผล และ	-	นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่ม	แบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 (2 ด้านได้แก่	ร้อยละ (ของจำนวนผู้ที่มีความสามารถในแต่ละระดับ)

คำถามวิจัย	วัตถุประสงค์	สมมติฐานการวิจัย	ตัวแปรในการวิจัย	สมมติฐานทางสถิติ	ประชากร /กลุ่มตัวอย่าง / กลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ข้อมูล	เครื่องมือวิจัย	สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
เบรเตอร์โดยใช้ IC555 ผ่านเกนซ์	โรงเรียนช่างฝีมือทหาร	อิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป	วิเคราะห์ (ความสัมพันธ์)		กลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง	การให้เหตุผล และวิเคราะห์ (ความสัมพันธ์)	

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ขอนำเสนอเป็น 2 ส่วนที่สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ ได้แก่

ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

รายละเอียดผลการศึกษาแต่ละส่วนมีดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหารประยุกต์แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจ ผู้สอนกล่าวทักทายผู้เรียนและนำเข้าสู่บทเรียน เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 โดยเกริ่นก่อนว่า วงจรอะสเตเบิลทำจากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไอซีออปแอมป์ และไอซี 555 และความหมาย

ขั้นตอนที่ 2 อธิบาย ผู้สอนทำการอธิบายว่าวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ เป็นวงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดหนึ่ง มีสถานะการทำงาน 2 สถานะ คือ สถานะนำกระแส “ON” กับสถานะหยุดนำกระแส “OFF” ซึ่งสถานะทั้งสองสถานะนี้ จะทำงานสลับไปสลับมาตลอดเวลา โดยที่ไม่ต้องมีสัญญาณมากระตุ้นให้กับวงจร ระยะเวลาในการเกิดสถานะแต่ละสถานะจะขึ้นอยู่กับค่าของ ตัว R และตัว C วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์สร้างได้ จากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไอซีออปแอมป์ และ

ไอซี 555 ซึ่งเป็นวงจรถูกกำหนดเวลาครั้งที่ในการเปลี่ยนสภาวะการทำงาน สามารถให้กำเนิดความถี่ สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมขึ้นมาได้ ในหน่วยนี้จะกล่าวถึงวงจระอสเตเบิลที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสำรวจค้นหา ผู้สอนให้ผู้เรียนทำการศึกษาวงจระอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ จากอินเตอร์เน็ตเพิ่มเติม เพื่อทำกิจกรรมหลังเรียน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปบทเรียน ผู้สอนถามคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียน โดยการถาม ผู้เรียนโดยรวมไม่ได้สุ่มเฉพาะเจาะจง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล ผู้สอนวัดผลและประเมินความสามารถผู้เรียนว่ามีความสามารถคิด วิเคราะห์ระดับใด โดยใช้ประเมินวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจระอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 จำนวน 1 แบบฝึกหัด 2 ข้อย่อย (การให้เหตุผล และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์) เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจระอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

ผลการศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจระอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหารทั้งคะแนนรายด้าน และ ภาพรวม นำเสนอดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจระอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร รายบุคคลตามระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ ทั้งคะแนนรายด้าน และ ภาพรวม

นักเรียนกลุ่มที่	คะแนนการให้เหตุผล (เต็ม 5 คะแนน)	ระดับทักษะ	ผลการประเมิน		คะแนนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (เต็ม 5 คะแนน)	ระดับทักษะ	ผลการประเมิน		คะแนนรวม (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับทักษะ	ผลการประเมิน	
			ผ่าน (พอใช้)	ไม่ผ่าน			ผ่าน (พอใช้)	ไม่ผ่าน			ผ่าน (พอใช้)	ไม่ผ่าน
1	5	๑๒	✓		4	๑๒	✓		9	๑๒	✓	

นักเรียนกลุ่มที่	คะแนนการให้เหตุผล (เต็ม 5 คะแนน)	ระดับทักษะ	ผลการประเมิน		คะแนนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (เต็ม 5 คะแนน)	ระดับทักษะ	ผลการประเมิน		คะแนนรวม (เต็ม 10 คะแนน)	ระดับทักษะ	ผลการประเมิน	
			ผ่าน (พอใช้)	ไม่ผ่าน			ผ่าน (พอใช้)	ไม่ผ่าน			ผ่าน (พอใช้)	ไม่ผ่าน
2	5	ดี	✓		4	ดี	✓		9	ดี	✓	
3	4	ดี	✓		3	พอใช้	✓		7	ดี	✓	
4	4	ดี	✓		3	พอใช้	✓		7	ดี	✓	
5	3	พอใช้	✓		3	พอใช้	✓		6	พอใช้	✓	
6	4	ดี	✓		3	พอใช้	✓		7	ดี	✓	
7	4	ดี	✓		3	พอใช้	✓		7	ดี	✓	
8	5	ดี	✓		3	พอใช้	✓		8	ดี	✓	
	จำนวน		8	-	จำนวน		8	-	จำนวน		8	-
	ร้อยละ		100.00	-	ร้อยละ		100.00	-	ร้อยละ		100.00	-

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวน และร้อยละ ของนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร รายบุคคลตามระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ ทั้งคะแนนรายด้าน และ ภาพรวม

ระดับทักษะ	ผลการประเมิน	ด้านที่ 1 การให้เหตุผล			ด้านที่ 2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์			ภาพรวม		
		ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ	ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ	ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ
3 ดี	ผ่าน	3.36 - 5.00	7	87.50	3.36 - 5.00	2	25.00	6.67- 10.00	7	87.50
2 พอใช้	ผ่าน	1.68 - 3.35	1	12.50	1.68 - 3.35	6	75.00	3.34 - 6.66	1	12.50
1 ต้องพัฒนา	ไม่ผ่าน	0.00 - 1.67	-	-	0.00 - 1.67	-	-	0.00 - 3.33	-	-
รวมจำนวนทั้งหมด			8	100.00		8	100.00		8	100.00
รวมผู้ผ่านเกณฑ์			8	100.00		8	100.00		8	100.00

ตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 เป็นการนำเสนอความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ดังนี้

นักศึกษา มีความสามารถคิดวิเคราะห์ภาพรวม ผ่านเกณฑ์ (ทักษะระดับพอใช้และดี) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละระดับทักษะ พบว่ามีทักษะอยู่ในระดับพอใช้ ถึงดี ซึ่งมีทักษะระดับดี จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87.50

นักศึกษา มีทักษะการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์ (ทักษะระดับพอใช้และดี) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละระดับทักษะ พบว่ามีทักษะอยู่ในระดับพอใช้ ถึงดี ซึ่งมีทักษะระดับดี จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87.50

นักศึกษา มีทักษะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผ่านเกณฑ์ (ทักษะระดับพอใช้และดี) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละระดับทักษะ พบว่ามีทักษะอยู่ในระดับพอใช้ ถึงดี ซึ่งมีทักษะระดับพอใช้ จำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 75.00

ซึ่งสมมติฐาน กล่าวว่า “หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องการเขียนโปรแกรมแบบมีการทำซ้ำ อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป”

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร และ 2) เพื่อศึกษาความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ของนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้แก่นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักเรียนที่ใช้หาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ นักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ห้อง 2 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 5 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 39 คน สุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหารชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหารประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 กิจกรรมฝึกความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ และสื่อ Power Point ที่ใช้ในการสอนเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ 2) แบบวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ในเรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 (2 ด้านได้แก่ การให้เหตุผล และวิเคราะห์ความสัมพันธ์) สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ประยุกต์แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจ ผู้สอนกล่าวทักทายผู้เรียนและนำเข้าสู่บทเรียน เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 โดยเกริ่นก่อนว่า วงจรอะสเตเบิลทำจากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไอซีออปแอมป์ และไอซี 555 และความหมาย

ขั้นตอนที่ 2 อธิบาย ผู้สอนทำการอธิบายว่าวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ เป็นวงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดหนึ่ง มีสภาวะการทำงาน 2 สภาวะ คือ สภาวะนำกระแส “ON” กับสภาวะหยุดนำกระแส “OFF” ซึ่งสภาวะทั้งสองสภาวะนี้ จะทำงานสลับไปสลับมาตลอดเวลา โดยที่ไม่ต้องมีสัญญาณมากระตุ้นให้กับวงจร ระยะเวลาในการเกิดสภาวะแต่ละสภาวะจะขึ้นอยู่กับค่าของ ตัว R และตัว C วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์สร้างได้ จากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไอซีออปแอมป์ และ ไอซี 555 ซึ่งเป็นวงจรกำหนดเวลาคงที่ในการเปลี่ยนสภาวะการทำงาน สามารถให้กำเนิดความถี่สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมขึ้นมาได้ ในหน่วยนี้จะกล่าวถึงวงจรอะสเตเบิลที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสำรวจค้นหา ผู้สอนให้ผู้เรียนทำการศึกษาวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ จากอินเตอร์เน็ตเพิ่มเติม เพื่อทำกิจกรรมหลังเรียน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปบทเรียน ผู้สอนถามคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียน โดยการถามผู้เรียนโดยรวมไม่ได้สุ่มเฉพาะเจาะจง

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล ผู้สอนวัดผลและประเมินความสามารถผู้เรียนว่ามีความสามารถคิดวิเคราะห์ระดับใด โดยใช้ประเมินวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 จำนวน 1 แบบฝึกหัด 2 ข้อย่อย (การให้เหตุผล และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์) เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง

2. นักศึกษามีความสามารถคิดวิเคราะห์ภาพรวม ผ่านเกณฑ์ ระดับพอใช้ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 100.00 ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐาน กล่าวว่า “หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องการเขียนโปรแกรมแบบมีการทำซ้ำอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป” เมื่อพิจารณาแต่ละทักษะพบว่าทักษะการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์ (ทักษะระดับพอใช้และดี) คิดเป็นร้อยละ 100.00 และทักษะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผ่านเกณฑ์ (ทักษะระดับพอใช้และดี) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้

5.2 อภิปรายผล

นำเสนอการอภิปรายตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 ที่ออกแบบขึ้นโดยประยุกต์แนวทางการ

จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ตามแนวคิดของสาขาชีววิทยา สสวท. (2546 อ้างถึงใน ชูศิลป์ อัดชู) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน เพราะมีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสำรวจ ค้นหา ในแผนการสอนผู้สอนให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมแบบฝึกหัด 1 กิจกรรม ให้ผู้เรียนฝึกการให้เหตุผลและให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรในวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ที่กำหนดให้ เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับ เอกชัย มงคล (2562) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้คำตอบของคำถามที่ผู้สอนสร้างขึ้น โดยการปฏิบัติจริง เป็นการฝึกทักษะการคิด เพื่อค้นหาคำตอบหรือข้อเท็จจริงของเรื่องนั้น

5.2.2 นักศึกษามีทักษะการให้เหตุผล และ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผ่านเกณฑ์ (ระดับความสามารถพอใช้) คิดเป็นร้อยละ 100.00 ทั้งสองด้าน ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ คือ “หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป” นั้นเป็นเพราะในขั้นตอนการสำรวจและค้นหา ผู้สอนได้มีการสรุปถึงการนำไปใช้ของอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นการย้าให้ผู้เรียนเห็นถึงความแตกต่างในการใช้ค่าต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ตรงนี้ไปทำแบบฝึกหัดได้ เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล จึงส่งผลให้คะแนนด้านการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์ทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับทิวชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา (2558) ได้กล่าวว่า ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ 5 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนที่ 3 คือ การสรุปอย่างสมเหตุสมผล หมายถึง การสร้าง ข้อสรุปของข้อมูลอย่างมีเหตุผลหรือมีหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุน โดยสรุปเป็นหลักการ หรือ Concept ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในสถานการณ์อื่นๆ

และเป็นเพราะผู้วิจัยได้ใช้วิธีการถ่ายทอดความรู้ในขั้นตอนการสำรวจและค้นหา (Explore) โดยให้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรในวงจร เพื่อส่งเสริมทักษะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จึงส่งผลให้คะแนนด้านวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผ่านเกณฑ์ทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับที่ภัทรลดา ศรีสด (2559) กล่าวว่า ในการเรียนการสอน นักเรียนคิดแบบแยกแยะว่า มีองค์ประกอบใดสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันแบบใด สัมพันธ์ตามกันหรือกลับกัน สัมพันธ์กันสูงต่ำเพียงไร นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และนำมาเชื่อมโยงในการแก้ไขปัญหาโจทย์ได้ ซึ่งในการทำแบบนี้จะเน้นให้ผู้เรียนได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ เรื่องวงจรอะสเตเบิลลิตีไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 สำหรับนักเรียนช่างฝีมือทหาร ชั้นปีที่ 3 ภาคปกติ แผนกช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนช่างฝีมือทหาร ผู้วิจัยสรุปแนวคิดเป็นข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้และสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ครูผู้สอนควรจัดทำและเตรียมสื่อที่สร้างความเข้าใจและทำให้เห็นภาพพจน์เกี่ยวกับเรื่องวงจรอะสเตเบิลลิตีไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555
2. ครูผู้สอนควรเพิ่มเวลาให้กับผู้เรียนในการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน
3. การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ควรปฏิบัติได้จริง ภายใต้เงื่อนไขของเรื่องเวลาให้เหมาะสม ไม่เร่งรีบเกินไป และ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้อย่างครบถ้วน
4. ควรเน้นการมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้โดยเพิ่มขั้นตอนการแบ่งกลุ่มย่อย เพื่อถาม-ตอบระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียนให้ทั่วถึงกับผู้เรียนทุกคน ก่อนทำแบบฝึก

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษากิจกรรมการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ ในการจัดกิจกรรมด้านอื่น ๆ เช่น การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การจัดการเรียนการสอนแบบเน้นอุปนิสัย, การจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R และการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย
2. ควรทำการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เพื่อส่งเสริมความสามารถคิดวิเคราะห์ ที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการกับครูผู้สอน ในรายวิชาที่มีการคิดวิเคราะห์ เช่น คณิตศาสตร์ หรือ วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกความสามารถคิดวิเคราะห์
3. ควรทำการศึกษาทักษะย่อย ที่เป็นตัวบ่งชี้อื่น ๆ ของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เช่น ด้านการเปรียบเทียบ ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านวิเคราะห์หลักการ เป็นต้น
4. ควรมีการติดตามผลความสามารถคิดวิเคราะห์ เพื่อประเมินเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับความสามารถคิดวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเลื่อนชั้นไปเรียนในระดับสูงขึ้น
5. ในช่วงสถานการณ์โควิด 19 แพร่ระบาด ควรทำการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งเนื้อหา ในรายวิชาวงจรพัลส์และสวิตซิง อาจเหมาะกับการทำบทเรียนออนไลน์ ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตลอดเวลา และทำให้เกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กมลลักษณ์ พรหมมา, 2561, การพัฒนาทักษะการอ่านคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ SQ4R กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, หน้า 1-343.

กระทรวงศึกษาธิการ, 2564, นโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ 2564 [Online], Available : [http://www.bkkedu.in.th/wp-content/uploads/2020/04\[18](http://www.bkkedu.in.th/wp-content/uploads/2020/04[18) กุมภาพันธ์ 2564].

กลุ่มตรวจสอบภายในสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, การคิดวิเคราะห์กับการปฏิบัติงาน [Online], Available : <http://gg.gg/o6w9f> [18 กุมภาพันธ์ 2564].

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2553, การคิดเชิงวิเคราะห์, พิมพ์ครั้งที่ 6, ชัดเชส มิเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 2, 23.

จิราภัส พรหมบังเกิด, 2562, ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 168 หน้า.

ชูศักดิ์ โสชะระ, 2552, การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์[Online], Available:<http://sochara.blogspot.com/2009/07/blog-post.html> [18 กุมภาพันธ์ 2564].

ชูศิลป์ อัดชู, 2550, การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5 Es)[Online], Available : shorturl.at/luxAP [20 กุมภาพันธ์ 2564].

ฐิติกร ประครองญาติ, 2559, การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเว็บสนับสนุน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, หน้า 1-127.

ดวงจันทร์ วรคามินและคณะ, 2559,

การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะเพื่อ

พัฒนาศักยภาพการเป็นคนดีคนเก่งของนักเรียนไทย[Online], Available :

<http://www.knowledgefarm.in.th/from-pisa-to-thai-education-crisis/> [20 กุมภาพันธ์ 2564].

ดาวรุ่ง อยู่ยั้งยืน, 2556, “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5”, **วารสารศึกษาศาสตร์.**, ปีที่ 7, ฉบับที่ 1, หน้า 37.

ดิลก ดิลกานนท์, 2534, **การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์**, สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ.

ทศนา แคมมณี, 2554, “ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ : การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้”, **วารสารราชบัณฑิตยสถาน.**, ปีที่36, ฉบับที่ 2, หน้า 5,192.

ธรรรัตน์ เย็นใจราษฎร์,2555, **การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5 Es)**[Online], Available : <https://sites.google.com/site/bankkyystert/baeb-sub-seaa-khwam-ru> [17 กุมภาพันธ์ 2564].

บุษยา แสงทอง, 2561, **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจโนมตีทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es**, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, หน้า 1-229.

ประภัสรา โคตะขุน, **เว็บไซต์การเรียนรู้ประภัสรา โคตะขุน**[Online], Available : <https://sites.google.com/site/prapasara/f5> [20 กุมภาพันธ์ 2564]

ประภัสสร วงษ์ดี, 2563, **เอกสารประกอบการสอน วิชา สถิติเพื่อการวิจัยเบื้องต้น**, ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 5-3.

ปราณี หล้าเบ็ญสะ, 2559, **การหาคุณภาพของเครื่องมือนวด และประเมิณผล**, สาขาการวัดและประเมิณผล คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, หน้า2-3.

ปิยวรรณ บุณนาค, 2559, **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย เรื่อง เล่าเรื่องเมืองชุมพรรายวิชา ประวัติศาสตร์ไทย กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสะอาดเผด็จมวิทยา, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, หน้า 1-222.**

พัชรพรรณ พึ่งนิล, **กระบวนการสร้างและพัฒนานวัตกรรม 5 ขั้นตอน**[online], Available : <https://sites.google.com/site/nuleknwatkrmmkarsuksa/krabwnkar-srang-laea-phathna-nwatkrmm-5-khan-txn> [23 มีนาคม 2564].

พัชรี นาคผง, 2562, **การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค STAD**, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ปริญญาโท มหาวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, หน้า 17,10-11,109.

พิชิต ฤทธิจรรยา, 2559, **เทคนิคการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้**, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิเชษฐ์ โพนสิม, 2554, “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1”, **วารสารศึกษาศาสตร์.**, ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, หน้า 53.

เพชราราดิ จงประดับเกียรติ, 2554, **กระบวนการสร้างแบบทดสอบ**[Online], Available : <http://petcharawadee6.blogspot.com/p/3.html> [23 มีนาคม 2564].

ภัทรลาดา ศรีสด, 2559, **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบอุปนัยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, หน้า 1-134.

ภัทรียา เจ๊ะหะ , **ภัทรียา-การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้**[Online], Available : http://da-inquiry-cycles.blogspot.com/p/blog-page_18.html [18 กุมภาพันธ์ 2564].

มนิยา สุราช, 2560, **การวัดและประเมินผลการศึกษา**, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, หน้า 173,189.

ยีนยง ราชวงศ์, 2557, **การสร้างข้อสอบอัตนัยที่มีคุณภาพ**[Online], Available : <http://www.srb1.go.th/km2/?name=research&file=readresearch&id=23> [23 มีนาคม 2564].

ลัดดา เหลืองรัตนมาศ, 2561,**พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี, วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี สถาบันพระบรมราชชนก กระทรวงสาธารณสุข**, หน้า 1-199.

วัฒนา สุทธิชัย, **เกณฑ์การตัดสินใจชนิด 5 ระดับ**[Online], Available:

https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/july_sep_08/pdf/Executive%20Journal_99-103.pdf [31 มีนาคม 2564].

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล, 2558, **ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้** [Online], Available: shorturl.at/dDY16 [29 เมษายน 2563].

วิชัย เสวกงาม, 2557, “ความสามารถในการให้เหตุผล”, **วารสารครุศาสตร์**, ปีที่ 42, ฉบับที่ 2, หน้า 2.

วิรัตน์ ชันเขต, 2562, “การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหา ทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”, **วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร.**, ปีที่ 21, ฉบับที่ 4, หน้า 288.

ศศลักษณ์ ทองขาว, 2549, **ปัญญาประดิษฐ์**[Online], Available:

http://oservice.skru.ac.th/ebook/lesson.asp?title_code=290&type=0&no=58[16 กุมภาพันธ์ 2564].

ศิริพิมล หงษ์เหม, 2555, **การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร**, หน้า 49.

สมจิต จันทรฉาย, 2557, **การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม**, หน้า 198-202.

สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, 2561, **ยุทธศาสตร์ชาติ**[Online],

https://www.nesdc.go.th/download/document/SAC/NS_PlanOct2018.pdf[18 กุมภาพันธ์ 2564].

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจ, 2544, **คู่มือการฝึกอบรมการวิจัยในชั้นเรียน**, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์เสมาธรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2549, **การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์**[Online], Available : <https://academic.obec.go.th/index.php> [18 กุมภาพันธ์ 2564].

สุกิจ โปธิ์ศิริกุล และคณะ, 2554, “การพัฒนาตัวบ่งชี้ ทักษะในการดำเนินชีวิตของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน”, **วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.**, ปีที่6, ฉบับที่ 1, หน้า 37.

สุจิตตรา แก้วตะวันต์, 2548, **ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการสื่อสารของครูกับพฤติกรรมความมีระเบียบวินัยในห้องเรียนของนักเรียนประถมศึกษา**, วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 77.

สุมิตรา ประชัน, 2559, **การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร**, วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, หน้า 1-89.

สุวิทย์ มูลคำ, 2548, **ครบเครื่องเรื่องความคิด**, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, หน้า 23-24.

อนนก พ.อนุกุลบุตร, 2547, “การสอนให้คิดเป็น”, **วารสารวงการครู**, ปีที่ 2, ฉบับที่ 8, หน้า 62-63.

อับดุลเลาะ อุมาร์, 2559, **ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมมูลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล จังหวัดปัตตานี**, หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 1-177.

อิทธิพงศ์ วงษาเสน, 2558, **การสร้างข้อสอบแบบอัตนัย**[Online], Available :<https://sites.google.com/site/aittipong321/kar-srang-khxsxb-baeb-xatnay> [23 มีนาคม 2564].

อุไร จักษ์ตรีมงคล, 2557, “การกำหนดค่าให้คะแนน (Scoring Rubric)”, **วารสารการวัดผลการศึกษา**, ปีที่ 31, ฉบับที่ 89, หน้า 19-26.

อุไรวรรณ ชัยชนะวิโรจน์และคณะ, 2560, **การทดสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวิจัย** [Online], Available: <http://www.nurse.nu.ac.th/Journal/data/Vol.11%20No.2S/012.pdf> [31 มีนาคม 2564].

เอกชัย มงคล, 2562, ผลการจัดการเรียนรู้เรื่องดาราศาสตร์ โดยวิธีการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับสื่อประสมการ์ตูนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3, วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, หน้า 1-181

เอนก พ.อนุกุลบุตร, 2554, สอนให้คิดเป็น Teach to Think, บริษัท อีดีเบส จำกัด, กรุงเทพมหานคร, หน้า 34.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการสอนสัปดาห์ที่ 16

รหัสวิชา 2107-2006

วิชา วงจรพัลส์และสวิตชิง

หน่วยที่ - ชั่วโมงที่ 61 – 64

ชื่อหน่วย วงจรมัลติไวเบรเตอร์

หน่วยการเรียนรู้

1. วงจรมัลติไวเบรเตอร์

แนวคิด

วงจรรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ เป็นวงจรมัลติไวเบรเตอร์ชนิดหนึ่ง มีสภาวะการทำงาน 2 สภาวะ คือ สภาวะนำกระแส “ON” กับสภาวะหยุดนำกระแส “OFF” ซึ่งสภาวะทั้งสองสภาวะนี้ จะทำงานสลับไปสลับมาตลอดเวลา โดยที่ไม่ต้องมีสัญญาณมากระตุ้นให้กับวงจร ระยะเวลาในการเกิดสภาวะแต่ละสภาวะจะขึ้นอยู่กับค่าของ ตัว R และตัว C วงจรรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์สร้างได้ จากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไอซีออปแอมป์ และไอซี 555 ซึ่งเป็นวงจรถูกกำหนดเวลาคงที่ในการเปลี่ยนสภาวะการทำงาน สามารถให้กำเนิดความถี่สัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมขึ้นมาได้ ในหน่วยนี้จะกล่าวถึงวงจรรอสเตเบิลที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

สาระการเรียนรู้

1. วงจรรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์
2. วงจรรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3. สามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในวงจรรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้
4. สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ในวงจรรอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบออนไลน์

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูเช็คชื่อนักเรียน
3. ครูชวนนักเรียนคุยเกี่ยวกับเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์
4. ทบทวนความรู้ในเรื่อง วงจรมัลติไวเบรเตอร์

ชั้นสอน

ภาคทฤษฎี

1. ครูอธิบายถึงความสำคัญและความจำเป็นของ วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ในวงจรพัลส์และสวิตชิง
2. ผู้เรียนเรียนฟัง จดบันทึก และตอบคำถาม
3. ครูสรุปองค์ความรู้เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ และให้นักเรียนบันทึกลงสมุด ตามความเข้าใจของตนเอง และครูผู้สอนทำการตรวจสอบสมุดรายบุคคล พร้อมทั้งถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนจดลงในสมุดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

ภาคปฏิบัติ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การปฏิบัติงานเรื่อง วงจรมัลติไวเบรเตอร์และอธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ครูอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน และให้ผู้เรียนสอบถามขั้นตอนที่ไม่เข้าใจ
3. ให้ผู้เรียนจับฉลากแบ่งกลุ่ม 4-5 คน เพื่อทำการปฏิบัติงานเรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์
4. ให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่กันให้ชัดเจน โดยครูผู้สอนคอยควบคุมตลอดการปฏิบัติงาน และให้นักเรียนส่งให้ตรงเวลา
5. ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการปฏิบัติงานให้เพื่อนและครูผู้สอนฟัง

ขั้นสรุปและการประยุกต์

1. นักเรียนทำแบบประเมินผลการเรียนรู้
2. ครูเฉลยแบบประเมินผลการเรียนรู้ และชี้แจงสิ่งที่บกพร่องหรือผิดพลาด
3. ครูแจ้งปัญหาที่พบ ระหว่างการปฏิบัติงานและสรุปผลการปฏิบัติงาน

สื่อการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนวิชา วงจรพัลส์และสวิตชิง
2. ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน เรื่อง วงจรมัลติไวเบรเตอร์
3. โปรแกรม Circuit Wizard
4. โปรแกรม Microsoft Teams ในการสอนออนไลน์

5. โปรแกรมนำเสนอ เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

การวัดผลและการประเมินผล

เครื่องมือวัดผล

- ใบกิจกรรม/ชิ้นงาน เรื่อง วงจรมัลติไวเบรเตอร์
- ใบประเมินผลการเรียนรู้ เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์(ทฤษฎี)
- แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

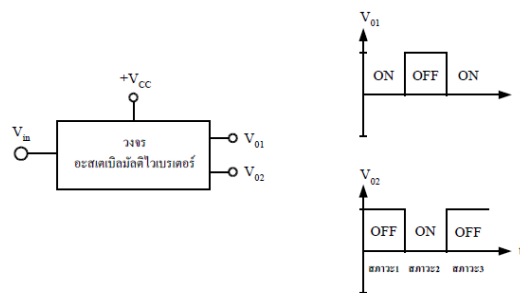
วิธีวัดผล

- ทำใบกิจกรรมเรื่อง วงจรมัลติไวเบรเตอร์ โดยให้แบ่งกลุ่มสี่คนทำการปฏิบัติงานเรื่อง วงจรพัลส์และสวิตชิง
- ประเมินผลการเรียนรู้ เรื่องวงจรมัลติไวเบรเตอร์(ทฤษฎี)
- สังเกตและประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์

ใบการเรียนรู้ (ทฤษฎี)
วิชา วงจรพัลส์และสวิตซิง
เรื่อง วงจรมัลติไวเบรเตอร์

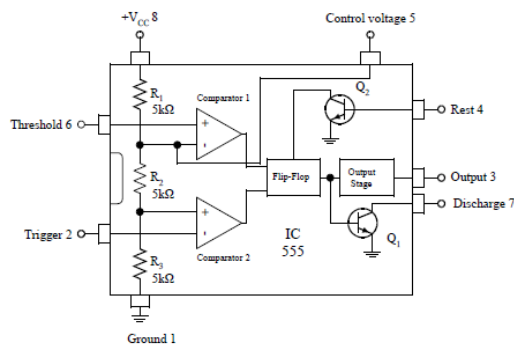
1. วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (Astable Multivibrator) เป็นวงจรที่ไม่มีสภาวะคงที่วงจร จะเปลี่ยนสลับไปมาจากสภาวะหนึ่งไปยังอีกสภาวะหนึ่ง และกลับสู่สภาวะเดิมอย่างนี้ตลอดเวลา โดยระยะเวลาของแต่ละสภาวะสามารถกำหนดได้จากค่าของตัว R และค่าของตัว C

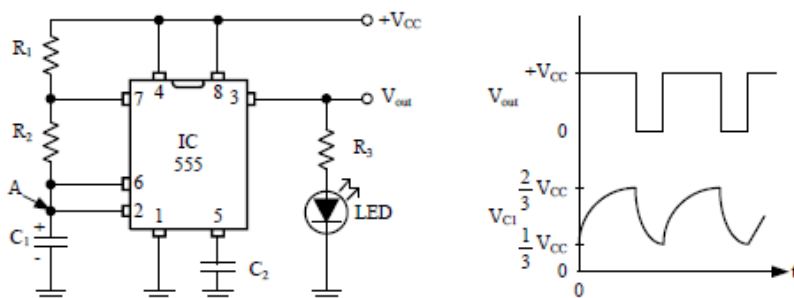


2. วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

ไอซีเบอร์ 555 มาสร้างเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า วงจรกำเนิดความถี่ เพราะการออกแบบสามารถทำได้ง่าย โดยโครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ 555 แสดงดังรูป



หลักการการทำงานของวงจรของวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555

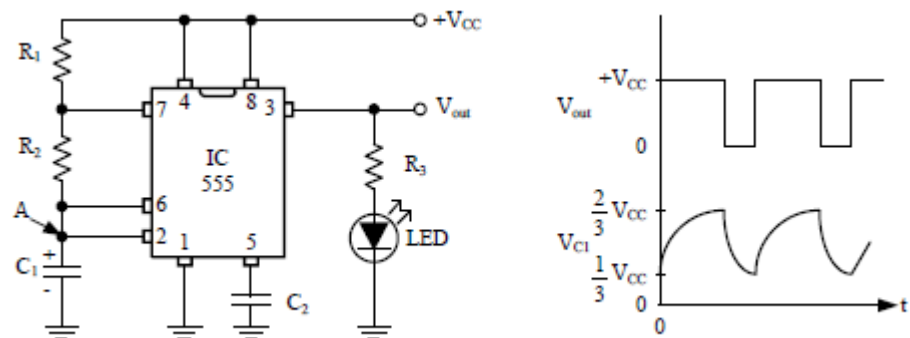


เมื่อจ่ายแรงดัน V_{CC} ให้กับวงจร แรงดันจะไหลผ่านตัว R_1 และตัว R_2 ตัว C_1 จะทำการเก็บประจุแรงดัน จนกระทั่งแรงดันที่จุด A เพิ่มขึ้นเท่ากับ $2/3$ ของ V_{CC} ซึ่งเป็นจุดทำงานของ comparator 1 มีสัญญาณ Output ไปกระตุ้นฟลิปฟล็อปในตัวไอซีเบอร์ 555 ป้อนไฟบวกเข้าขา B ของตัว Q_1 จึงทำให้ Q_1 ทำงาน มีแรงดัน V_{OUT} ออกที่ขา 3 (ขา Output) ทำให้ LED สว่าง

จากนั้นตัว C_1 จะทำการคายประจุผ่านตัว R_2 ไปที่ขา 7 (ขา Discharge) ตัว C_1 จะทำการคายประจุไปจนกระทั่งแรงดันที่จุด A ลดลงถึงค่า $1/3$ ของ V_{CC} ซึ่งเป็นจุดทำงานของ comparator 2 มีสัญญาณเอาต์พุตไปกระตุ้นฟลิปฟล็อปในตัวไอซีเบอร์ 555 ป้อนไฟลบเข้าขา B ของตัว Q_1 จึงทำให้ Q_1 หยุดทำงาน มีแรงดัน V_{OUT} ออกที่ขา 3 (ขา Output) มีค่าลดลงจนเป็น 0 ทำให้ LED ไม่สว่าง

เมื่อตัว C_1 ทำการคายประจุ ทำให้แรงดันที่ขา 2 (ขา Trigger) จะมีแรงดันลดลง จึงทำให้ตัว C_1 กลับมาเก็บประจุแรงดันอีกครั้ง มีการทำงานสลับไปมาเช่นนี้ตลอดเวลา ทำให้สภาวะการทำงานของ LED ติดและดับสลับกันไป เรียกว่า วงจรไฟกระพริบ

หลักการคำนวณหาช่วงเวลา charge และ Discharge ของคาปาซิเตอร์ และความถี่ของ



คลื่นสัญญาณ

$$T_{ON} = 0.69 \times (R_1 + R_2) \times C$$

$$T_{OFF} = 0.69 \times (R_2) \times C$$

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) \times C}$$

ตัวอย่างที่ 1 ให้ออกแบบวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ ทำงานแบบวงจระอสเตเบิล โดยให้ช่วง ON เป็นระยะเวลา 0.13 s และช่วง OFF เป็นระยะเวลา 0.06 s พร้อมคำนวณความถี่ของคลื่นสัญญาณและวาดวงจรประกอบค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ

วิธีทำ

5. โดยกำหนดค่า C ก่อน เนื่องจากมีค่ามาตรฐานให้เลือกใช้จำนวนน้อยกว่า ค่า R โดยจะกำหนดค่า C เท่ากับ $10 \mu\text{F}$

6. หาช่วง $T_{\text{OFF}} = 0.06\text{s}$

$$T_{\text{OFF}} = 0.69 \times (R_2) \times C$$

$$0.06 = 0.69 \times (R_2) \times 10\mu\text{F}$$

$$R_2 = \frac{0.06}{0.69 \times 10\mu\text{F}} = 8.69 \text{ k}\Omega$$

จึงใช้ค่าความต้านทานจริง $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

7. หาช่วง $T_{\text{ON}} = 0.13\text{s}$

$$T_{\text{ON}} = 0.69 \times (R_1 + R_2) \times C$$

$$0.13 = 0.69 \times (R_1 + 10\text{k}) \times 10\mu\text{F}$$

$$\frac{0.13}{0.69 \times 10\mu} = (R_1 + 10\text{k})$$

$$18.84 \times 10^3 = (R_1 + 10\text{k})$$

$$R_1 = 10\text{k} - 18.84 \times 10^3 = 8.84\text{k}\Omega$$

จึงใช้ค่าความต้านทานจริง $R_1 = 10\text{k}\Omega$

8. หาความถี่ของคลื่นสัญญาณ

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) \times C}$$

$$f = \frac{1.44}{(10\text{k} + (2 \times 10\text{k})) \times 10\mu\text{F}} = 4.8 \text{ Hz}$$

ตอบ จากการคำนวณ ค่า $C = 10 \mu\text{F}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ และ $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

1.2 แบบวัดต่างๆ ที่ปรับตามผู้เชี่ยวชาญ และ ใช้สอนทุกรายการ

แบบประเมินความสามารถคิดวิเคราะห์ (หลังเรียน)

เรื่อง วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์โดยใช้ IC555 (สำหรับผู้เรียน)

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม (กลุ่มละ 4 - 5 ท่าน)

- 1.ชื่อ-นามสกุล..... เลขประจำตัว.....
- 2.ชื่อ-นามสกุล..... เลขประจำตัว.....
- 3.ชื่อ-นามสกุล..... เลขประจำตัว.....
- 4.ชื่อ-นามสกุล..... เลขประจำตัว.....
- 5.ชื่อ-นามสกุล..... เลขประจำตัว.....

คำชี้แจง : แบบฝึกหัดทั้งหมด 1 ตอน จำนวน 1 หน้า เวลาในการทำ 2 ชั่วโมง

ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ 1 : ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้อุปกรณ์ภายในวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้ (การให้เหตุผล)

โจทย์ : แบบฝึกที่ 1 ให้กลุ่มนักศึกษาออกแบบวงจรไฟกระพริบที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 (เป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์) (5 คะแนน)

1) โดยให้กำหนดค่าตัวเก็บประจุเท่ากับ $10\ \mu\text{F}$ และค่า R_1 และ R_2 ที่จะควบคุมการทำงานของหลอดไฟ LED ให้เลือกเลขประจำตัว 2 ตัวท้ายของสมาชิกในกลุ่ม 2 ท่าน ตัวอย่างเช่น

$$R_1 = 13405 = 5\ \text{k}\Omega$$

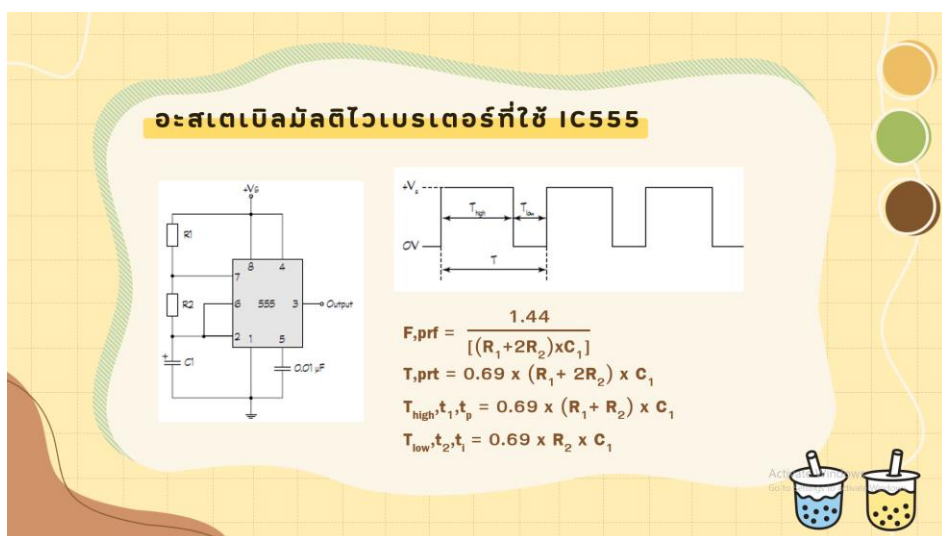
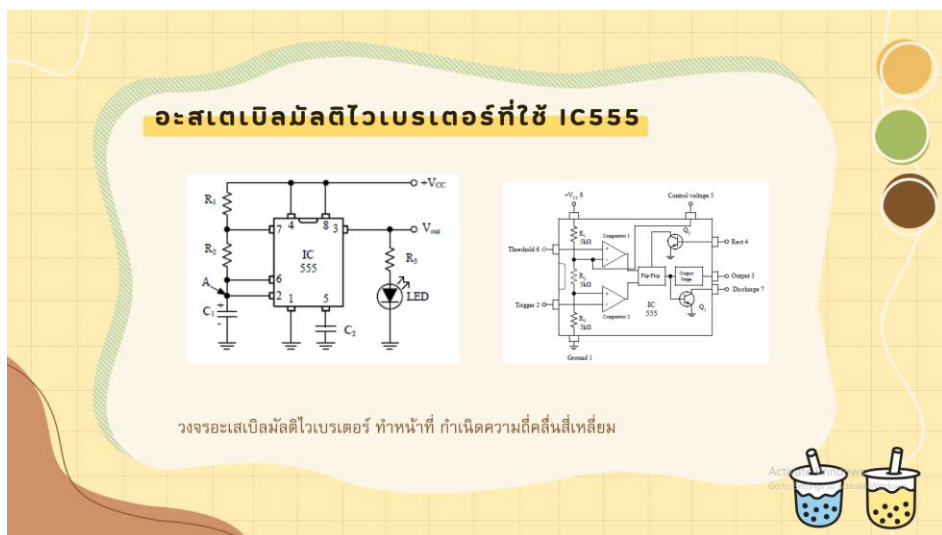
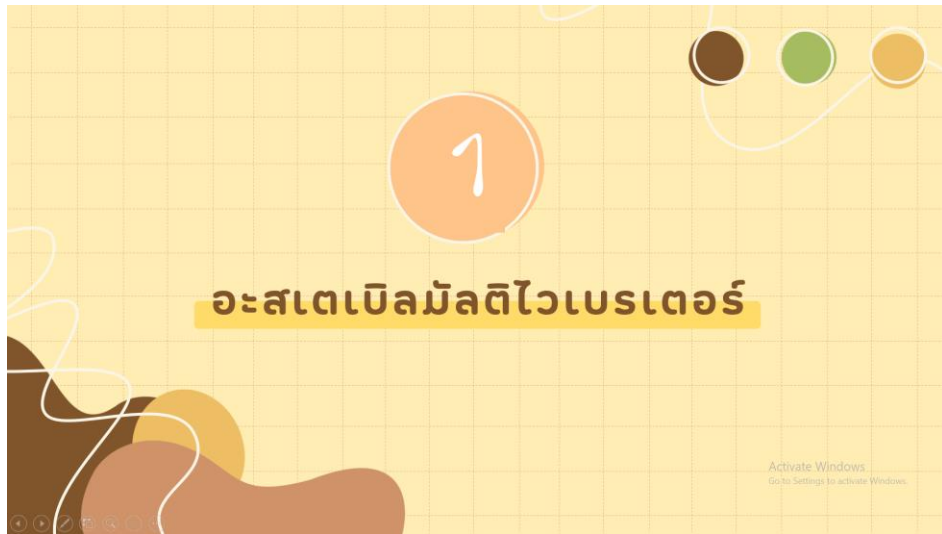
$$R_2 = 13663 = 63\ \text{k}\Omega \text{ เป็นต้น}$$

ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ 2 : ผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ในวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซีเบอร์ 555 ได้อย่างถูกต้อง (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

โจทย์ : แบบฝึกที่ 2 ผู้เรียนจงตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

- 1) คำนวณหาช่วงเวลา t_{High} , t_{Low} และค่าความถี่ (f) ภายในวงจร (3 คะแนน)
- 2) ตัวแปร t_{High} , t_{Low} มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (2 คะแนน)

1.3 Powerpoint ที่ใช้สอนจริง



อะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ IC555

จึงสรุปได้ว่า

$$R_2 = \frac{t_2}{0.69 \times C}$$

$$R_1 = \frac{t_1 - t_2}{0.69 \times C}$$

และต้องกำหนดค่า C ไว้ก่อน

Acti
60%



Example

1. ต้องการความถี่ 100Hz และต้องการค่าดีวีไซเคิลประมาณ 50% แต่ IC 555 ทำค่าดีวีไซเคิลนี้ไม่ได้ จึงกำหนดค่าดีวีไซเคิลที่ 52% และ 48% แทน จงหาค่า R1 และ R2

จาก

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{100 \text{ Hz}} = 10 \text{ ms}$$

และจากที่กำหนด t_1 52% และ t_2 48%

$$T = t_1 + t_2$$

$$10 \text{ ms} = t_1 + t_2$$

$$t_1 = 10 \text{ ms} \times \frac{5.2}{100}$$

$$t_1 = 5.2 \text{ ms}$$

$$t_2 = 10 \text{ ms} \times \frac{4.8}{100}$$

$$t_2 = 4.8 \text{ ms}$$

สรุปได้ว่า t_1 จะได้ 5.2 ms และ $t_2 = 4.8 \text{ ms}$

นำมาเข้าสู่รหาค่า R_1 , R_2 ได้เลย

กำหนดค่า C ที่ 10 μF จาก

$$R_1 = \frac{t_1 - t_2}{0.69 \times C}$$

$$R_1 = \frac{5.2 \text{ ms} - 4.8 \text{ ms}}{0.69 \times 10 \mu\text{F}}$$

$$R_1 = 57.97 \Omega$$

เนื่องจากค่า 57.97 Ω ไม่มีในท้องตลาด จึงใช้ค่า 60 Ω แทน R_1

$$R_2 = \frac{t_2}{0.69 \times C}$$

$$R_2 = \frac{4.8 \text{ ms}}{0.69 \times 10 \mu\text{F}}$$

$$R_2 = 695 \Omega$$

แต่เนื่องจากค่า 695 Ω หาได้ยาก จึงใช้ค่า 700 Ω แทน ค่า R_2

Acti
60%



ภาคผนวก ข
รูปภาพประกอบ

วัดขณะทำกิจกรรมตัวแปรตาม และ ตัวอย่างผลงานการทำแบบวัดตัวแปรตาม (หลังเรียน)

วงจร off (ยังไม่เริ่มการจ่ายไฟ)

วงจร on (ช่วง t high C เริ่มประจุ ไฟไหลเข้า ขา 5 ของ IC555 ออกมา 3 จีงทำให้ เห็น output เป็น 9V แล้วทำไฟ D2 ติด)

โครงการ เรื่อง การออกแบบวงจรไฟกระพริบ

ได้ t : t high , t2 : t low

จากสูตร t high = 0.69*(R1+R2)*C

วิธีทำ t high = 0.69*(67*10³ + 77*10³)*10⁻⁶

t high = 0.9936 s. ✓

จากสูตร t low = 0.69*(R2)*C

วิธีทำ t low = 0.69*(77*10³)*10⁻⁶

t low = 0.5313 s. ✓

จากสูตร F = 1/T

F = 1/(t1+t2)

F = 1/(0.9936+0.5313)

F = 1.5249 Hz

X 0.6957 Hz

คิดเป็น t high = 0.9936 s. , t low = 0.5313 s. , f = 1.5249 Hz

กลุ่ม กอละ

โครงการ เรื่อง การออกแบบวงจรไฟกระพริบ

1. อุปกรณ์ที่ใช้

ชื่อ	ขนาด	หน่วยและ(จำนวน)
1.ตัวเก็บประจุ	10	ไมโครฟารัด (1)
2.ตัวต้านทาน	92 และ 94	กิโลอห์ม(สองค่าละ 1)
3.แบตเตอรี่	9	โวลต์ (1)
4.วงจรถ่าย IC	ชนิด 555	(1)
5.หลอดไฟ LED		(5)

ตัวต้านทานที่ใช้นำมาจาก

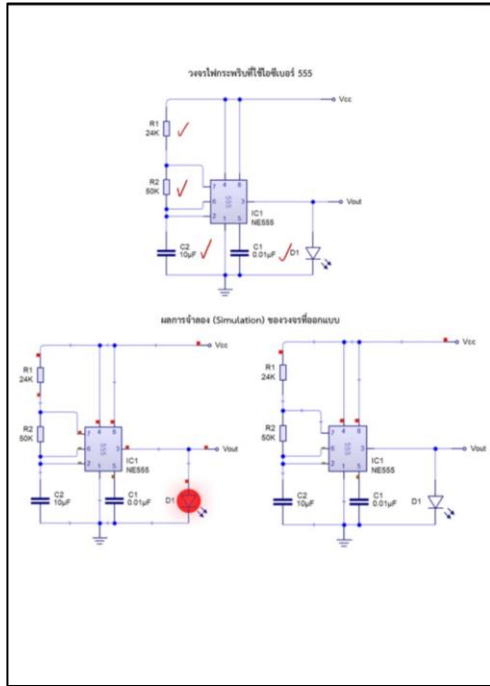
R1 = 13492 = 92 kΩ

R2 = 13495 = 94 kΩ

2.แผนภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไปบนกระดานที่ใช้ในการออกแบบวงจร

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ไปบนกระดาน

การเสกดูอุปกรณ์ที่วัดได้จากเครื่องออสซิลิโปก (cathode ray oscilloscope : CRO)



แผนภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไมโครกรม

หลักฐานการคำนวณและผลการจำลอง (Simulation)

$R_1 = 13680 = 80 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = 13685 = 85 \text{ k}\Omega$
 $C_1 = 10 \mu\text{F}$

ผลการจำลอง

สรุปการทำงาน

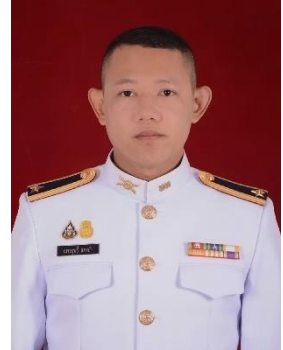
จ่ายไฟบวก 5v เข้าขา 8 ขา 7ขาต่อขา 6 ขา ต่อร่วมกับขา 5ขา ขั้วบวกของ C 3 ขา ต่อ LED1 โฟลโตกรรพรบไม่ได้เนื่องจากมี C ใข้ในการชาร์จจนเต็มจะทำให้อ IC555 ทำานที่ใ้ทำงานจึงเริ่มดับขงผ่าน R3 แล้วจึงเข้า LED1 แล้วเมื่อ C ใ้ threshold หมดจะทำให้อ IC555 ไม่ทำงานขารบไม่ทำงานไฟจึงดับลงดังใ้โดยขง

หลักฐานการคำนวณ

แผนภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไมโครกรมที่ใช้ในการออกแบบวงจร โดยโปรแกรม Circuit Wizard

ภาคผนวก ค
ประวัติผู้วิจัย

ผู้วิจัย



ชื่อ – สกุล ร.ต. ณรงค์ฤทธิ์ แต่งอ่ำ

วันเดือนปีเกิด

11 มกราคม 2530

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

3/3307 พหลโยธิน 30 แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร

กรุงเทพมหานคร 10900

สถานที่ทำงาน

โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2548

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จากโรงเรียนช่างฝีมือทหาร

พ.ศ.2550

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

จากโรงเรียนช่างฝีมือทหาร

พ.ศ.2554

ปริญญาตรี

อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ.2562

ปริญญาโท

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา บริหารอาชีพและเทคนิคศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

