

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟิลิป-ฟลอย เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟิลิป-ฟลอย
- 2.2 หลักสูตรวิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล
- 2.3 ทฤษฎีเรื่องวงจร ฟิลิป – ฟลอย
- 2.4 การวิจัยเชิงทดลอง
- 2.5 การสอนลักษณะการทดลอง
- 2.6 การหาประสิทธิภาพ ชุดปฏิบัติการ
- 2.7 การสอนโดยวิธีปฏิบัติ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟิลิป-ฟลอย

ชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟิลิป-ฟลอย ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิจัย ฉบับนี้ ประกอบด้วย

2.1.1 UniTr@in-I System



รูปที่ 2.1 ชุดปฏิบัติการ UniTr@in

รูปที่ 2.1 เป็นระบบชุดปฏิบัติการ UniTr@in - I ซึ่งจะประกอบด้วย บทเรียนเกี่ยวกับทางด้านดิจิทัลเทคนิค ในการทดลองจำนวนมาก ซึ่งประกอบด้วย บทเรียน Multimedia แสดงด้วยภาพเคลื่อนไหว ระบบจะสอนนักศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐานของวงจรดิจิทัลเทคนิค การประยุกต์ค่าเชิงซ้อนและการแปลงวงจร

ในชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟลิป-ฟลอป ในแต่ละคอร์สจะมีการ์ดสูงสุด 3 การ์ด แผ่นซีดีมีลติมีเดีย แบบฝึกหัดและ LabSoft.

สิ่งที่สำคัญก็คือ ชุดปฏิบัติการ UniTr@in นั้น นอกจากคอมพิวเตอร์แล้ว ไม่ต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ เพราะในชุดปฏิบัติการ UniTr@in มี Supply, Binary Input/Output , Digital Signal Generator และ Logic analyzer ถูกรวมอยู่ในชุดปฏิบัติการ UniTr@in ทั้งหมดแล้ว

รายละเอียดด้านเทคนิค ชุด Interface, SO4203-2A

Analog inputs : 2 Real differential amplifiers, $R_i > 1\text{ M}\Omega$, A/D conversion 2 x 32 MS, 8 bit, 2 x 8 k

ย่านที่ใช้ในการวัด : 9 ranges 10 V/Div...20 mV/Div

คาบเวลา : 22 ranges 10 s/Div...1 ms/Div

ทริกเกอร์ : to A , B or external; ขอบขาขึ้น หรือขอบขาลง

Function Generator/analog OUT : สัญญาณสี่เหลี่ยม, สัญญาณสามเหลี่ยม, สัญญาณไซน์, สัญญาณที่สร้างขึ้น ระดับสัญญาณตั้งแต่ 12 V 50 Ω , 0...1 KHz

3 variable power outputs : -24 V...+24 V, 2 A, floating, 0 Hz...120 Hz for use as variable DC, AC or three-phase source Curve shape: sinusoidal, triangular, square-wave, arbitrary

Digital inputs and outputs: 16 ดิจิตอลอินพุต, 16 ดิจิตอลเอาต์พุต

Relays: 8 switches 1.5 A/30 V

Ports: USB พอร์ต และ serial พอร์ต, และสายต่อวงจร

Power supply: ขนาดของสัญญาณอินพุต 100...250 V/50...60 Hz; เอาต์พุตขนาด 5 V/1 A; 15 V/0.4 A

Virtual instruments: ออสซิลอสโคป, โวลท์มิเตอร์, แหล่ง DC, AC and three-phase source, digital input display, function generator, static digital signal generator, Relay operator panel

2.1.2 ชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟลิป-ฟลอป



รูปที่ 2.2 แสดงการ์ด Digital Technology 2

จากรูปที่ 2.2 แสดงการ์ด Digital Technology 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รายละเอียดเทคโนโลยีดิจิทัล 2: Sequential circuit

การทดลองประกอบด้วย 2 การ์ด ซึ่งครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาต่อไปนี้

- 4 JK Master-Slave Flip-Flop
- 4 NAND Gate , 8 NOT ,2 Toggle Switch,2 pushbutton Switch
- วงจร Flip-Flop , วงจรนับ , วงจร Divider และ วงจรรีจิสเตอร์
- 4 bit ไบนารี
- วงจรนับ ขึ้น-ลง

2.2 หลักสูตรวิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 (ฉบับปรับปรุง 2546) สำนักคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ วิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล รหัสวิชา 2104-2207 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โดยในแต่ละสัปดาห์ใช้เวลาเรียนทฤษฎีและปฏิบัติ 5 ชั่วโมง เป็นเวลา 20 สัปดาห์ ใน 1 ภาคการศึกษา

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจพื้นฐานของรูปสัญญาณแบบต่าง ๆ และการแปลงรูปสัญญาณไฟฟ้า
2. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรพัลส์ และการทำงานของระบบดิจิทัลเบื้องต้น
3. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการประกอบวงจรพัลส์และสวิตซ์และวงจรดิจิทัลแบบต่าง ๆ
4. เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในวงจรพัลส์และดิจิทัล

5. เพื่อให้มีทัศนคติในการค้นคว้าในการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมและปฏิบัติงานด้วยความมีระเบียบรอบคอบและปลอดภัย

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ รูปร่างสัญญาณไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ วงจรแปลงรูปสัญญาณ ดิฟเฟอเรนเชียลอินทิเกรเตอร์ คลิปเปอร์ แคลมเปอร์ ทรานซิสเตอร์สวิตช์ ชมิตริกเกอร์ มัลติไวเบรเตอร์ ฟลิปฟลอปแบบต่างๆ การกำหนดสัญญาณ เกตต่างๆ หน่วยความจำ ระบบตัวเลข การลดรูปคณิตศาสตร์ทางลอจิก การเข้ารหัส ถอดรหัส การนับ แสดงผล ไดอะแกรมต่างๆ ประกอบและทดสอบวงจรต่างๆ ในงานพัลส์และดิจิทัล เช่น วงจร Maxtrix 3 Channel วงจรแปลงรูปสัญญาณ SQUIRE/RAM วงจรแคลมเปอร์ ทรานซิสเตอร์สวิตช์ มัลติไวเบรเตอร์ ไทม์เมอร์ วงจรนับ วงจรกำเนิดสัญญาณ

การวิเคราะห์รายวิชา

ผู้วิจัยได้แบ่งหน่วยการเรียนรู้วิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล ออกเป็น 20 หน่วยดังนี้

หน่วยที่ 1 คุณลักษณะของพัลส์

หน่วยที่ 2 วงจรดิฟเฟอเรนเชียลอินทิเกรเตอร์

หน่วยที่ 3 วงจรอินทิเกรเตอร์

หน่วยที่ 4 วงจรคลิปเปอร์และวงจรแคลมเปอร์ รูปคลื่น

หน่วยที่ 5 วงจรกลับสัญญาณ ทรานซิสเตอร์สวิตช์

หน่วยที่ 6 วงจรจุดชนวนของชมิตต์

หน่วยที่ 7 วงจรกำเนิดสัญญาณแบบบรูตสเตรปและวินบริดจ์

หน่วยที่ 8 วงจรไบสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

หน่วยที่ 9 โมโนสเตเบิลและอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

หน่วยที่ 10 วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์แบบเลื่อนเฟส

หน่วยที่ 11 วงจรเกตที่ใช้สวิตช์และวงจรเกตที่ใช้ทรานซิสเตอร์

หน่วยที่ 12 ไอซีลอจิกเกตชนิดทีทีแอล

หน่วยที่ 13 การประกอบวงจรลอจิกจากสมการลอจิก

หน่วยที่ 14 การลดรูปสมการโดยใช้พีชคณิตบูลีนและเดอร์มอร์แกน

หน่วยที่ 15 การประยุกต์ใช้งานแนนด์เกตและนอร์เกต

หน่วยที่ 16 ตารางความจริงและสมการพีชคณิตบูลีน

หน่วยที่ 17 แผนผังคาร์โนห์และวงจรการจัดหมู่ วงจรบวกเลขฐานสอง

หน่วยที่ 18 วงจรฟลิปฟลอป

หน่วยที่ 19 วงจรเข้ารหัส ถอดรหัสและตัวแสดงผล

หน่วยที่ 20 วงจรเปรียบเทียบข้อมูล

ตารางที่ 2.1 รายการสอนวิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล

หน่วยที่	ลำดับที่	ชื่อหน่วย	คาบเรียน(ชั่วโมง)	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	1	คุณลักษณะของพัลส์	2	3
2	2	วงจรดีเฟอเรนติเอเตอร์	2	3
3	3	วงจรอินทิเกรเตอร์	2	3
4	4	วงจรคลิปปเปอร์และวงจรแคลมเปอร์ รูปคลื่น	2	3
5	5	วงจรกลับสัญญาณ ทรานซิสเตอร์สวิตช์	2	3
6	6	วงจรจุดชนวนของขมิตต์	2	3
7	7	วงจรกำเนิดสัญญาณแบบบุดสเตรปและวินบริดจ์	2	3
8	8	วงจรไบสเทเบิล มัลติไวเบรเตอร์	2	3
9	9	โมนอสเตเบิลและอะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์	2	3
10	10	วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์แบบเลื่อนเฟส	2	3
11	11	วงจรเกตที่ใช้สวิตช์และวงจรเกตที่ใช้ทรานซิสเตอร์	2	3
12	12	ไอซีลอจิกเกตชนิดทีทีแอล	2	3
13	13	การประกอบวงจรลอจิกจากสมการลอจิก	2	3
14	14	การลดรูปสมการโดยใช้พีชคณิตบูลีนและเดออร์มอร์แกน	2	3
15	15	การประยุกต์ใช้งานแนนด์เกตและนอร์เกต	2	3
16	16	ตารางความจริงและสมการพีชคณิตบูลีน	2	3
17	17	แผนผังคาร์โนห์และวงจรการจัดหมู่ วงจรบวกเลขฐานสอง	2	3
18	18	วงจรฟลิปฟลอป	2	3
19	19	วงจรเข้ารหัส ถอดรหัสและตัวแสดงผล	2	3
20	20	วงจรเปรียบเทียบข้อมูล	2	3

ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยเรียนที่ 18 เรื่องวงจรฟลิปฟลอป เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ โดยนำชุดปฏิบัติการ UniTr@in - I เรื่องวงจรฟลิปฟลอป เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล ในหัวข้อวงจรฟลิปฟลอป ซึ่งประกอบด้วยใบงานทั้งหมด 5 ใบงาน และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละใบงานดังนี้

ใบงานที่ 1 เรื่อง วงจรฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติและการทำงานของวงจรฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส ได้
2. สามารถบอกความหมายของวงจรเชิงลำดับได้
3. สามารถทดสอบการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส ได้

ใบงานที่ 2 เรื่อง วงจรฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส แบบขยาย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติและการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส แบบขยายได้
2. สามารถทดสอบการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส แบบขยายได้

ใบงานที่ 3 เรื่อง วงจรฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส แบบ domain reset

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติและการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส แบบ domain reset ได้
2. สามารถทดสอบการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด อาร์-เอส แบบ domain reset ได้

ใบงานที่ 4 เรื่อง คุณสมบัติคิงที่ของ ฟลิป-ฟล็อป ชนิด เจ-เค มาสเตอร์-สลาบ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถอธิบายคุณสมบัติคิงที่ของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด เจ-เค มาสเตอร์-สลาบได้
2. สามารถอธิบายการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด เจ-เค มาสเตอร์-สลาบได้

ใบงานที่ 5 การทำงานของฟลิปฟล็อป ชนิด เจ-เค มาสเตอร์-สลาบ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

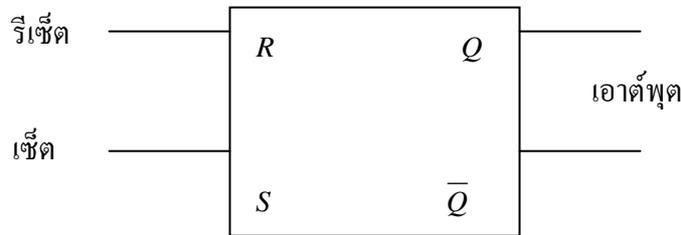
1. สามารถอธิบายการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด เจ-เค มาสเตอร์-สลาบ ได้
2. สามารถทดสอบการทำงานของวงจร ฟลิป-ฟล็อป ชนิด เจ-เค มาสเตอร์-สลาบ ได้

2.3 ทฤษฎีเรื่องวงจรฟลิป-ฟล็อป

ฟลิป-ฟล็อปเป็นวงจรไบสแตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ที่มีอินพุต 1 หรือ 2 และมีเอาต์พุต 2 เอาต์พุตที่มีสภาวะลอจิกตรงกันข้ามกัน (เอาต์พุต Q และ \bar{Q}) คุณสมบัติของฟลิป-ฟล็อปก็คือเมื่อป้อนข้อมูลเข้าที่อินพุตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุต และสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จะคงสถานะอยู่อย่างนั้น แม้ว่าไม่มีสัญญาณที่อินพุตก็ตาม สัญญาณที่เอาต์พุตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งก็

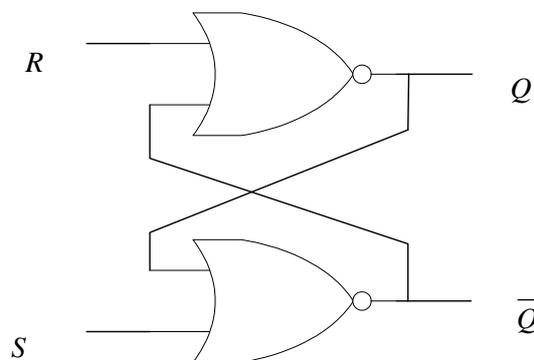
ต่อเมื่อมีการป้อนสัญญาณเข้าที่อินพุตเท่านั้น ดังนั้นจึงเสมือนว่าฟลิป-ฟลอป สามารถจดจำสถานะที่ปรากฏที่เอาต์พุตได้โดยไม่จำกัดเวลา และจะเกิดการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อสัญญาณกระตุ้นที่อินพุต

อาร์เอส ฟลิป-ฟลอป (R-S Flip Flop)



รูปที่ 2.3 แสดงสัญลักษณ์ของอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปชนิดแอกทีฟลอจิก “1”

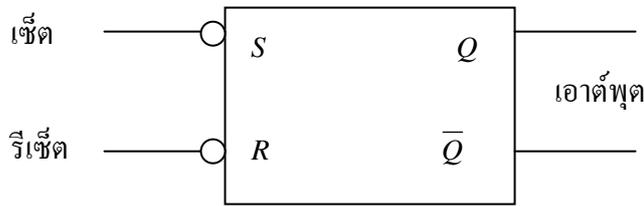
จากรูปที่ 2.3 แสดงสัญลักษณ์ของอาร์เอส ฟลิป-ฟลอป ที่ประกอบด้วยอินพุต R และอินพุต S ชนิดแอกทีฟที่ลอจิก “1” ส่วนเอาต์พุตประกอบด้วย เอาต์พุต Q และ \bar{Q} ซึ่งมีสถานะลอจิกตรงข้ามกัน ฟลิป-ฟลอปชนิดนี้บางครั้งเรียกว่า อาร์เอส ฟลิป-ฟลอปชนิดนี้ส่งผ่านโดยตรง หรือเรียกว่า อาร์เอสแลทช์



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรอาร์เอส ฟลิป-ฟลอป ชนิดแอกทีฟที่ลอจิก “1”

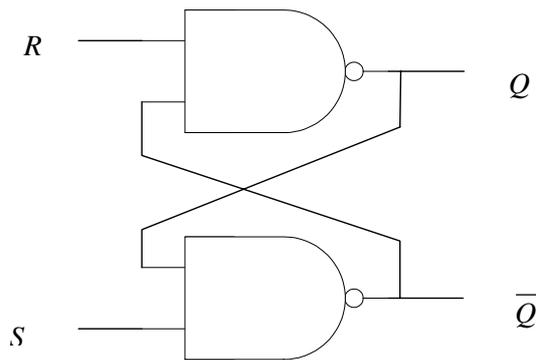
รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานของวงจรนี้คือ การรีเซ็ตคือการทำให้เอาต์พุต Q เป็น “0” ส่วนการเซ็ตคือการทำให้ Q เป็น “1” และเนื่องจากเป็นอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปที่ทำงาน ที่ลอจิก “1” ดังนั้นเมื่อกำหนดให้อินพุต อาร์ เป็น “1” อินพุต เอส เป็น “0” จึงเป็นการรีเซ็ต ฟลิป-ฟลอป เอาต์พุต Q จะเป็น “0” และ \bar{Q} เป็น “1” เมื่อกำหนดให้อินพุตอาร์ เป็น “0” อินพุตเอส เป็น “1” ก็จะเป็นการเซ็ต ฟลิป-ฟลอป เอาต์พุต Q เป็น “1” และ \bar{Q} เป็น “0” ถ้ากำหนดให้อินพุตอาร์และเอสเป็น “0” ทั้งคู่ คืออยู่ในสถานะไม่รีเซ็ต ไม่เซ็ต เอาต์พุต Q และ \bar{Q} จะคงสถานะ

เดิมเปลี่ยนแปลง แต่ถ้ากำหนดให้อินพุตอาร์และเอสเป็น “1” ทั้งคู่ เอาต์พุต Q และ \bar{Q} จะเป็น “0” ซึ่งเป็นสถานะที่ไม่ยอมให้เกิดขึ้น เนื่องจากสถานะลอคจิกที่ Q และ \bar{Q} จะต้องตรงข้ามกันเสมอ



รูปที่ 2.5 แสดงสัญลักษณ์ของอาร์เอส ฟลิป-ฟลอป ชนิดแอกทีฟที่ลอคจิก “0”

จากรูปที่ 2.5 เป็นสัญลักษณ์ของอาร์เอส ฟลิป-ฟลอป ชนิดที่ทำงานที่ลอคจิก “0” นั่นคือ จะเกิดสถานะการเซ็ต และสถานะการรีเซ็ต เมื่อป้อนลอคจิก “0” เข้าที่ขาเซ็ต และรีเซ็ต ตามลำดับ

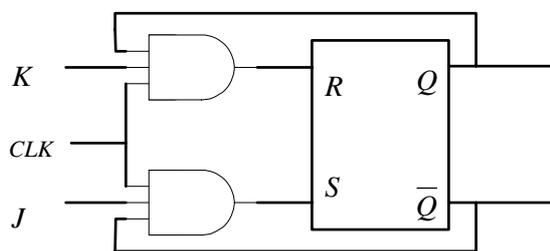


รูปที่ 2.6 แสดงวงจรอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปชนิด แอกทีฟที่ลอคจิก “0”

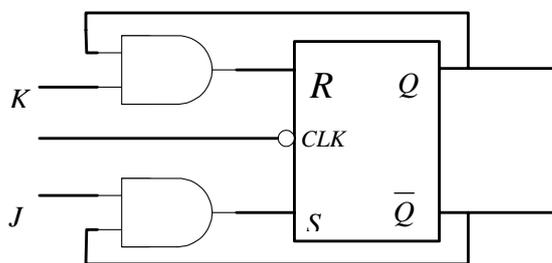
รูปที่ 2.6 แสดงอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปชนิดแอกทีฟที่ลอคจิก “0” ที่สร้างจาก แนนด์เกต มีคุณสมบัติดังนี้ เมื่อกำหนดให้อินพุตอาร์ เป็น “1” อินพุตเอสเป็น “0” จึงเป็นการรีเซ็ตฟลิป-ฟลอป เอาต์พุต Q จะเป็น “1” และ \bar{Q} เป็น “0” เมื่อกำหนดให้อินพุตอาร์ เป็น “0” อินพุตเอส เป็น “1” ก็จะเป็นการรีเซ็ตฟลิป-ฟลอป เอาต์พุต Q จะเป็น “0” และ \bar{Q} จะเป็น “1” ถ้า กำหนดให้อินพุตอาร์ และ เอส เป็น “1” ทั้งคู่ คืออยู่ในสถานะไม่รีเซ็ต ไม่เซ็ต เอาต์พุต Q และ \bar{Q} จะคงสถานะเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้ากำหนดให้อินพุต เอส และ อาร์ เป็น “0” ทั้งคู่ เอาต์พุต Q และ \bar{Q} จะเป็น “1” ซึ่งเป็นสถานะที่ไม่ยอมให้เกิดขึ้น เนื่องจากสถานะลอคจิกที่ Q และ \bar{Q} จะต้องตรงข้ามกันเสมอ

เจ เค ฟลิป-ฟลอป (J-K Flip Flop)

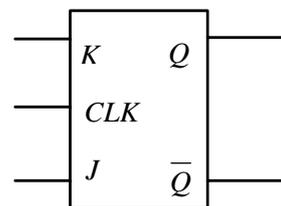
เนื่องจากอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปมีคุณสมบัติที่ไม่ยอมให้เกิดขึ้นอยู่ในสถานะหนึ่งคือ สถานะที่อินพุตอาร์และเอสเป็นลอจิก “1” ทั้งคู่ และเป็นลอจิก “0” ทั้งคู่ เอาต์พุต Q และ \bar{Q} จะมีสถานะลอจิกที่เหมือนกัน ซึ่งสถานะนี้ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ดังนั้นจึงมีการแก้ไขคุณสมบัติข้อนี้และสร้างเป็น เจเค ฟลิป-ฟลอป ซึ่งเมื่อเทียบกับอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปแล้ว อินพุต เจ เสมือนกับอินพุต เอส และอินพุต เค เสมือนอินพุต อาร์ นั่นเอง แต่ เจเค มีข้อดีกว่าอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปตรงที่ถ้าอินพุต เจและเค เป็น “1” ทั้งคู่ เจเค ฟลิป-ฟลอปจะอยู่ในสถานะทอกเกิ้ล ซึ่งในสถานะนี้เอาต์พุต Q จะเปลี่ยนสถานะตรงกันข้ามทุกครั้งเมื่อมีสัญญาณคล็อกเข้ากระตุ้น



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2.7 (ก) (ข) เจ เค ฟลิป-ฟลอปที่ดัดแปลงจากอาร์เอสฟลิป-ฟลอป

(ค) สัญลักษณ์ของ เจเค ฟลิป-ฟลอป

รูปที่ 2.7 เป็น เจเค ฟลิป-ฟลอปที่ดัดแปลงมาจากอาร์เอส ฟลิป-ฟลอปโดยการเพิ่มแอนด์เกตเข้าไปที่อาร์และเอส ซึ่งจะได้ เจ เค ฟลิป-ฟลอปที่ทำงานที่ลอจิก “1” และกระตุ้นด้วยสัญญาณคล็อกที่ลอจิก “1” เช่นกัน นอกจากจะกระตุ้นคล็อกที่ลอจิก “1” แล้วยังมี เจเค ฟลิป-ฟลอปที่กระตุ้นคล็อกที่แอกทีฟลอจิก “0” อีกด้วย

มาสเตอร์-สลาฟ เจ-เค ฟลิป-ฟลอป (Master-Slave JK Flip-Flop)

เจ เค ฟลิป-ฟลอปที่นิยมใช้อีกชนิดหนึ่งได้แก่ เจ เค ฟลิป-ฟลอป แบบมาสเตอร์ สลาฟ โครงสร้างภายในจะประกอบด้วย เจ เค ฟลิป-ฟลอป 2 ตัว โดยฟลิปฟลอปตัวแรกทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ ที่ทำงานที่สัญญาณคล็อกขอบขาขึ้น ส่วนฟลิป-ฟลอปตัวที่ 2 ทำหน้าที่เป็น สลาฟ ที่ทำงานที่สัญญาณคล็อกขอบขาลง

เจ เค ฟลิป-ฟลอป 2 ตัวทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ และสลาฟ ที่สัญญาณคล็อกขอบขาขึ้น เจ เค ฟลิป-ฟลอปที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์จะทำงานโดยจะรับข้อมูลที่อินพุต เจ และ เค เข้าไป ขณะที่ เจ เค ฟลิป-ฟลอปที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์จะไม่ทำงาน แต่ เจ เค ฟลิป-ฟลอป ทำหน้าที่เป็นสลาฟจะทำงานรับสัญญาณที่อินพุตให้ไปปรากฏที่เอาต์พุต ตามคุณสมบัติของ เจเค ฟลิป- ฟลอป

2.4 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลองเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ที่มีระบบและมีเหตุผล การทดลองเป็นวิธีการทดสอบสมมุติฐานอย่างหนึ่ง คือเมื่อผู้วิจัยนิยามปัญหาที่วิจัยแล้ว ก็จะตั้งสมมุติฐานซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ การที่สมมุติฐานจะได้รับการยืนยัน หรือไม่ได้รับการยืนยันจากข้อมูล ขึ้นอยู่กับการควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความถูกต้องเพียงใดจุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงทดลอง ก็เพื่อพยากรณ์เหตุการณ์ที่ได้ผลจากการทดลอง และหาผลสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

วิธีการดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การศึกษางานวิจัย หนังสือ บทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาที่จะทำการวิจัย
2. กำหนดจุดมุ่งหมาย และนิยามปัญหาที่จะทำให้ชัดเจน
3. ตั้งสมมุติฐาน นิยามคำศัพท์เฉพาะ และตัวแปรให้ชัดเจน
4. สร้างแบบแผนการทดลองให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด ระบุตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งหมด เลือกแผนการวิจัยที่สอดคล้องกับปัญหา เลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด คัดเลือกเครื่องมือในการวิจัย โดยพิจารณาถึงความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แปลงสมมุติฐานให้เป็นข้อมูลทางสถิติ
5. ดำเนินการทดลอง และต้องควบคุมสิ่งต่าง ๆ ให้คงที่
6. กำจัดลักษณะการกระทำต่าง ๆ ที่อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่ผิด และมีอิทธิพลต่อการทดลอง
7. นำวิธีทางสถิติมาทดสอบสมมุติฐาน และพิจารณาความเชื่อมั่นของผลการวิจัยที่ได้

2.5 การสอนลักษณะการทดลอง

การทดลองด้วยตนเอง หมายถึงการสอนเนื้อหาวิชา โดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้จากการค้นพบจากผลการทดลอง นักเรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นรูปธรรมมากที่สุด การเรียนรู้เป็นจุดหมายปลายทางการศึกษา ควรจะส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนแบบทดลองมาก ๆ

ประโยชน์ของการสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองดังนี้

1. ทำให้เกิดความสนใจในบทเรียน
2. ทำให้มองเห็นว่าเป็นสิ่งแปลกใหม่
3. ทำให้มองเห็นและจับต้องได้
4. ทำให้ค้นหาคำตอบเองได้
5. ทำให้สนุกสนานกับการเรียน
6. ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

การทดลองด้วยตนเองสอดคล้องกับหลักการเรียนที่ดี

1. บอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน นักเรียนทราบว่า ตนเองจะทำการทดลองเพื่อพิสูจน์หรือค้นหาคำตอบอะไร
2. บอกความคาดหมายผลสุดท้ายที่ตนทำการทดลองได้ แม้การทดลองนั้นจะล้มเหลวก็ตาม
3. การทดลองด้วยตนเองจะต้องทำไปทีละน้อยตามลำดับขั้น และจะเห็นผลตอบแทนทันที
4. นักเรียนเป็นผู้กระทำเอง
5. บอกวิธีเรียน คือการทดลองด้วยตนเอง
6. เป็นการทำซ้ำจำได้แม่นยำ เพราะหากการทดลองไม่ตรงตามความคาดหมายจะต้องกลับไปทำใหม่
7. เนื้อหาตรงจุดมุ่งหมาย หมายถึง กระบวนการปฏิบัติจะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ตนต้องการทดลองหรือพิสูจน์เพื่อให้ได้คำตอบ
8. การทดลองขั้นที่ 1 ไปสู่ขั้นที่ 2 จนถึงขั้นสุดท้าย เป็นการปฏิบัติแบบต่อเนื่อง
9. การทดลองเป็นการล่อใจ
10. เป็นการเรียนด้วยการปฏิบัติจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจ และจำได้แม่นยำ

หลักการสอนโดยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเอง

1. ต้องเป็นการทดลองที่เร้าให้เกิดความคิดและประหลาดใจจนถึงขั้นนำไปสู่การแก้ไขปัญหานั้นที่สุด

2. นักเรียนจะต้องรู้จักมุ่งหมายของการทดลองแต่ละครั้งเสมอ
3. ครูต้องเตรียมแผนการทดลองด้วยความละเอียดถี่ถ้วน
4. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองมากที่สุด
5. ครูต้องให้นักเรียนปฏิบัติโดยเป็นตัวของตัวเองมากที่สุด
6. ครูต้องทำการทดลองก่อนเพื่อความเข้าใจ
7. ครูต้องสร้างให้นักเรียนเกิดการสังเกต ควบคุมไปกับการทดลองเสมอ ๆ โดยกำหนดไว้ตามขั้นตอนต่าง ๆ
8. ใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน
9. การทดลองทุกครั้งต้องสรุปผลและถ้าเป็นไปได้ ควรเขียนรายงานสรุปด้วยตนเอง

2.6 การหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. (2530 : 80-84) กล่าวไว้ว่า ในกรณีที่ได้บทเรียนที่สมบูรณ์แล้ว ก่อนนำบทเรียนไปใช้กับผู้เรียนควรได้นำบทเรียนนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แล้วอาจต้องปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่น่าพอใจแล้วนำไปทดลอง โดยหากกลุ่มตัวอย่างเล็ก ๆ ประมาณ 2-3 คนก่อนเพื่อจะได้ตรวจสอบว่าความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องเหมาะสมจะต้องแก้ไขปรับปรุงใหม่ หลังจากนั้นนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนตามกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนโดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ ตั้งไว้ที่ 80/80

80 ตัวแรก คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ลงปฏิบัติในแต่ละใบงานซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงาน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ลงปฏิบัติในใบงานทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบรวม โดยทำการทดสอบหลังจบการทดลองใบงานทั้งหมด โดยคิดเป็นร้อยละ

โดยใช้ สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (2.1)$$

E_1 = ประสิทธิภาพของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

$\sum X$ = คะแนนรวมของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายการทดลอง

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum X}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (2.2)$$

E_2 = ประสิทธิภาพของแบบทดสอบรวมหลังการทดลองใบงานแล้ว
 $\sum X$ = คะแนนรวมของแบบทดสอบรวม
 B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม
 N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ถ้าปรากฏว่าค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทำแบบทดสอบท้ายใบงาน หลังลงปฏิบัติกับชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟิลิป-ฟลอป ในแต่ละใบงาน และค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทำแบบทดสอบรวม หลังจบการทดลองในใบงานทั้งหมด ได้ไม่ต่ำกว่า 80 ทั้งคู่ ถือว่าชุดปฏิบัติการ UniTr@in-I เรื่องวงจรฟิลิป-ฟลอป มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

2.7 การสอนโดยวิธีปฏิบัติ

การสอนภาคปฏิบัติ เป็นการสอนโดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ที่ทำให้เกิดประสบการณ์ตรง ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจว่าวิธีสอนที่ใช้อยู่มีเพียงวิธีสอนแบบปฏิบัติงานวิธีเดียว แต่เมื่อแจกแจงให้ละเอียดแล้ว พบว่ามีแบบแผนการสอนหลายรูปแบบรวมทั้งเทคนิค และการใช้สื่อต่าง ๆ ประกอบอีกมาก ดังนั้นก่อนจะลงมือสอนในโรงฝึกงานควรจะทำความเข้าใจ และเลือกรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย

2.7.1 รูปแบบจัดการสอนภาคปฏิบัติ

การจัดรูปแบบวิธีการสอนภาคปฏิบัติสามารถจัดแบ่งออกเป็น 8 วิธีการสอน ดังนี้

1. วิธีสอนแบบควบคุมทุกขั้นตอน

การสอนภาคปฏิบัติในโรงฝึกงานภายใต้การควบคุมทุกขั้นตอนคือ การสอนโดยผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานโดยตรง โดยต้องทำงานเป็นขั้น ๆ ตามที่ผู้สอนกำหนดให้ภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

การให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือทำงานในโรงงานภายใต้สภาพที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม การกระทำ การเคลื่อนไหว และทักษะ เป็นต้น การเรียนแบบนี้มีความสำคัญต่อการสอนภาคปฏิบัติในโรงฝึกงานอย่างมาก ซึ่งมีลักษณะการใช้งานดังนี้

1. สอนสิ่งที่จะต้องกระทำด้วยมือ เพื่อให้เกิดทักษะ
2. สอนควบคุม และการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
3. สอนทักษะในการทำงานร่วมกัน
4. สอนขั้นตอนในการรักษาความปลอดภัย

ข้อดี ของวิธีการสอนแบบควบคุมทุกขั้นตอน

1. เพิ่มพูนความเข้าใจ และการเรียนรู้ เพราะเป็นการนำทฤษฎีมาปฏิบัติทำให้เกิดความสนใจและตั้งใจเรียนดี
2. ติดตามผลการเรียนได้ คือ ผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้าของการเรียนของผู้เรียนได้ทุกขณะและสามารถแก้ไขข้อบกพร่องนั้น
3. ลดความเสียหาย เพราะนักเรียนจะต้องดำเนินการฝึก ตามที่ผู้สอนกำหนดไว้ด้วยความระมัดระวัง
4. ส่งเสริมความปลอดภัยในโรงงาน เพราะการควบคุมการฝึกจากผู้สอนอย่างใกล้ชิดและถูกต้องทำให้การปฏิบัติงานของผู้เรียนเป็นไปอย่างถูกต้อง และปลอดภัยซึ่งสามารถป้องกันอุบัติเหตุได้

ข้อเสียของวิธีการสอนแบบควบคุมทุกขั้นตอน

1. ต้องใช้เครื่องจักรเครื่องมือมาก เพราะจะต้องให้นักเรียนทุกคนให้มีโอกาสในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์เท่ากัน
2. ต้องใช้เวลามาก เพราะจะต้องจัดตั้งเครื่องมือ ช่วงเวลาทำงานของเครื่องมือ เช่น การฝึกกลึง เป็นต้น
3. ต้องใช้ผู้สอนหลายคน เพราะในการควบคุมการปฏิบัตินั้น ผู้สอนคนหนึ่ง ๆ ไม่สามารถจะดูแลได้หลายกลุ่มเนื่องจากต้องคอยดูแลอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เพื่อลดความเสียหาย และต้องติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนด้วย

2. วิธีสอนแบบสาธิตก่อนปฏิบัติ

การสอนสาธิตการทำงานก่อนการปฏิบัติ เป็นการสาธิตขบวนการทำงานให้ผู้เรียนได้เข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้ แล้วจึงลงมือปฏิบัติต่อไป

ในการสอนนั้น ผู้สอนจะต้องทำการศึกษาคู่มือครุให้เข้าใจ และต้องศึกษาเอกสารเนื้อหาด้วยในกรณีที่ผู้สอนไม่มีความมั่นใจเนื้อหาที่จะทำการฝึกนี้ให้กับผู้เรียนก่อนทำการสาธิต และผู้เรียนก็สามารถที่จะกระทำการทบทวนหรือศึกษาเพิ่มเติมจากที่เรียนมาแล้ว เพื่อให้แม่นยำในเนื้อหายิ่งขึ้น ซึ่งจะมีผลในการทำงานต่อผู้ที่ทำการฝึกให้มีการทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

ข้อดีของวิธีการสอนแบบสาธิตก่อนปฏิบัติ

1. ผู้เรียนสามารถเห็นจริงในงานที่จะทำการฝึกว่ามีขั้นตอนในการทำงานอย่างไรบ้าง
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจในขั้นตอนการทำงานที่ไม่สามารถทำให้เข้าใจด้วยวิธีการอื่น ๆ ซึ่งไม่สามารถทำให้เข้าใจได้
3. สามารถใช้ฝึกทักษะเบื้องต้นได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ
4. ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากได้เห็นจริง จึงทำให้ไม่เสียเวลาในการบรรยายมากมายให้ผู้เรียนเข้าใจ

ข้อเสียของวิธีการสอนแบบสาธิตก่อนปฏิบัติ

1. ใช้เวลาในการสอนมาก
2. ไม่สามารถสอนให้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ๆ ได้
3. ในการควบคุมผู้เรียนในระหว่างการสาธิตทำได้ลำบาก ทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจได้ในบางครั้งอาจจะไม่เหมาะสมกับทักษะที่จะทำการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้

3. วิธีสอนแบบบรรยายก่อนปฏิบัติ

การสอนบรรยายก่อนการปฏิบัติ เป็นการสอนโดยการอธิบายทฤษฎี หลักการ และวิธีการที่เกี่ยวกับงานที่จะปฏิบัติให้ฟังพอสังเขปแล้วจึงให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

1. คู่มือครู ผู้สอนควรจะศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ก่อนการสอนเสร็จแล้วจึงค่อยศึกษาเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอน
2. คู่มือผู้เรียน ผู้สอนอาจจะมอบคู่มือผู้เรียนให้แก่ นักศึกษา ก่อน หรือ หลัง การบรรยายก็ได้ แต่ถ้าให้ได้ผลดีจริง ๆ ควรจะมอบคู่มือผู้เรียนหลังจากบรรยายเสร็จแล้ว ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เรียนมีความตั้งใจฟังกับการบรรยายมากขึ้น
3. ควรจะมอบเอกสารเนื้อหาให้พร้อม ๆ กับคู่มือผู้เรียนให้กับผู้เรียน แต่ถ้าจะให้ผลดีควรจะมอบให้ไปอ่านมาก่อน 1 สัปดาห์
4. แบบฟอร์มการตรวจสอบ และประเมินผล : จะเป็นแบบฟอร์มสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบและประเมินผล ผู้สอนควรทำความเข้าใจวิธีการใช้แบบฟอร์มนี้ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบและประเมินผล

ข้อดีของวิธีการสอนแบบบรรยายก่อนปฏิบัติ

1. ประหยัดเวลา เพราะสามารถบรรยายเนื้อหาได้มากกว่าวิธีอื่นในระยะเวลาที่เท่ากัน

2. มีความเหมาะสมสำหรับกลุ่มผู้เรียนทุกขนาด
 3. ไม่จำกัดสถานที่ คืออาจจะนอกโรงฝึกงาน หรือในโรงฝึกงาน ก็ได้
 4. มีความคล่องตัวในการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงเนื้อหาและชิ้นงานได้ง่าย
- มีความคล่องตัวในการเน้นจุดสำคัญของเนื้อเรื่องได้ทุกขณะ โดยที่ผู้สอนสามารถชี้แนะข้อความที่สำคัญ ๆ ได้ง่าย

4. วิธีสอนแบบปฏิบัติตามใบงาน

การสอนแบบปฏิบัติตามใบงาน เป็นการสอนให้ปฏิบัติโดยตรง มักจะใช้กับผู้เรียนที่มีประสบการณ์เรียนปฏิบัติมาแล้ว และเป็นการเรียนที่ต่อเนื่องจากการเรียนที่ผ่านมาแล้ว ในการเรียนแบบนี้ผู้ควบคุมหรือผู้สอนจะต้องทำการศึกษเกี่ยวกับคู่มือครูให้เข้าใจว่าสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดลงไปนั้นมีความเหมาะสมกับทักษะหรือผลงานของนักเรียนหรือไม่ (ความยากง่ายที่จะฝึก) เพราะสิ่งเหล่านี้คู่มือจะเป็นผู้กำหนด

การใช้คู่มือผู้เรียน คู่มือนี้ (ใบงาน) ให้นักเรียนดูขั้นตอนการปฏิบัติ และอุปกรณ์ที่ใช้อย่างละเอียดพร้อมทั้งลักษณะของชิ้นงานที่จะปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงาน

การใช้เอกสารเนื้อหา เป็นสิ่งเพิ่มเติมให้ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้วให้แม่นยำ ซึ่งจะมีผลต่อการปฏิบัติด้วย และครูผู้สอนก็ควรที่จะศึกษาคู่มือผู้สอนให้ละเอียดเช่นกัน

ข้อดีของวิธีการสอนแบบปฏิบัติตามใบงาน

1. นักศึกษาเรียนได้เร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน
2. เป็นการสร้างความมั่นใจให้ผู้เรียน เพราะผู้เรียนสามารถมองของจริงและปฏิบัติงานจริง รู้แน่ชัดว่าจะทำอย่างไรจึงจะรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ
3. เพิ่มความสนใจให้กับผู้เรียน เพราะเป็นการนำเอาทฤษฎีที่เรียนมาใช้ในการปฏิบัติงาน
4. ครูผู้สอนสามารถติดตามผู้เรียน ได้ทุกระยะเวลาในเวลปฏิบัติงาน (นักเรียนประมาณ 15 คน)
5. ช่วยลดความเสียหาย เพราะว่่านักเรียนได้ฝึกขั้นตอนการปฏิบัติตามใบงาน
6. ผู้สอนใช้เวลาสอนน้อยลง เพียงแต่ให้คำปรึกษาในขณะที่นักเรียนไม่เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานนั้น

ข้อเสียของวิธีการสอนแบบปฏิบัติตามใบงาน

1. ต้องใช้เครื่องมือเป็นจำนวนมาก (เท่ากับจำนวนที่เรียน)
 2. ต้องใช้พื้นที่มาก เพราะต้องติดตั้งเครื่องมือจำนวนมาก
 3. นักเรียนที่เกิดความชำนาญแล้ว จะข้ามขั้นตอนและไม่ทำตามขั้นตอนใบงาน
- แต่งงานที่ออกมาเช่นกัน

4. ทำให้นักเรียนขาดความคิดริเริ่มในขณะที่ปฏิบัติงาน เพราะว่าขั้นตอนต่างๆ ของการปฏิบัติงานได้กำหนดมาให้แล้ว

5. จะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงานนั้นไม่ค่อยถูกต้อง ถ้าหากไม่มีความชำนาญ

5. วิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่ม

การสอนแบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่ม เป็นการติดตามผลจากผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงข้อเสียของทักษะที่ฝึก รวมทั้งจากการวิจารณ์เสนอแนะในแนวทางการประยุกต์ต่อไปด้วย การสอนแบบนี้ควรมีการเตรียมการอย่างดี โดยศึกษาจากเอกสารประกอบการสอน ดังนี้

1. การใช้คู่มือผู้สอน

1.1 ผู้สอนต้องทำการศึกษาค้นขั้นตอนการสอนในเอกสารเสียก่อนที่จะทำการสอน

1.2 ผู้สอนต้องตรวจสอบทักษะต่าง ๆ ในเอกสารว่าฝึกทักษะที่ระบุไว้มีทักษะอะไรบ้างที่สอนมาแล้ว และทักษะใหม่ที่ไม่เคยสอน

1.3 ถ้าทักษะที่ระบุไว้เคยสอนมาหมดแล้ว ก็ทำการสอนทักษะนี้ได้

1.4 ถ้าทักษะที่ระบุไว้ไม่เคยสอนมาก่อนก็ให้ระงับการสอนนี้ไว้ก่อน ให้ทำการสอนทักษะที่ระบุไว้ให้หมดเสียก่อนแล้วจึงทำการสอนทักษะนี้

1.5 ผู้สอนต้องตรวจสอบก่อนว่าเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในเอกสารทางการสอนมีพร้อมหรือไม่ ถ้าไม่มีก็ทำการจัดหาให้พร้อม

1.6 ทำการมอบหมายงานให้นักเรียน

2. การใช้เอกสารนักเรียน

2.1 นักเรียนต้องทำการศึกษาค้นขั้นตอนการทำงานในเอกสาร

2.2 นักเรียนต้องทำการศึกษาดูว่าเรามีอยู่ตรงกับที่ระบุในเอกสารหรือไม่

2.3 นักเรียนต้องทำการศึกษาดูว่าสิ่งใดหรือความรู้ใดที่เราต้องทบทวนหรือค้นคว้าเพิ่มเติมก็ทำการทบทวนและค้นคว้าเพิ่มเติมอีกเมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ก็ลงมือปฏิบัติงาน

ข้อดีของวิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่ม

1. เป็นพื้นฐานในการให้นักเรียนทำงานโดยโครงการงาน
2. ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานมากขึ้น
3. ทำให้นักเรียนมีความกล้าในการแสดงออกในการอภิปราย
4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการปฏิบัติงานควบคู่กับการใช้ทฤษฎีผสมผสานกันไป

ยิ่งขึ้น

5. ทำให้นักเรียนทำงานเป็นระบบ และรับผิดชอบต่อการค้นคว้าหาความรู้มาก
6. ทำให้นักเรียนสามารถทบทวนความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

ข้อเสียของวิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วอภิปรายกลุ่ม

1. ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนมีน้อย
2. เป็นผลเสียกับนักเรียนที่ไม่ค่อยกล้าแสดงออกทางคำพูด
3. ขาดต่อการให้คะแนนของผู้สอน
4. เกิดความลำเอียงในการให้คะแนนของผู้สอน
5. ผู้สอนไม่สามารถตรวจสอบทุกขั้นตอนได้ ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติงาน

6. วิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงาน

การสอนแบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงาน เป็นการติดตามผลการปฏิบัติในรูปแบบของลายลักษณ์อักษรซึ่งสามารถเก็บไว้อ้างอิงต่อไปได้ ในการใช้การสอนแบบนี้จะต้องใช้เอกสารประกอบกันดังนี้

1. ผู้สอนจะแจกเอกสารสำหรับผู้เรียน และเอกสารเนื้อหาให้ผู้เรียนก่อน โดยอาจจะแจกล่วงหน้า 2 – 3 วัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงแนวทางปฏิบัติ และสามารถหาความรู้ด้านเนื้อหาเพิ่มเติม
2. เมื่อถึงเวลาปฏิบัติงาน ผู้สอนจะใช้เอกสารของผู้สอนในการที่จะบรรยายเน้นหรือบอกกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานและการวัดผล
3. ผู้เรียนจะปฏิบัติตามเอกสารของผู้เรียน และจากการแนะนำของผู้สอน การส่งรายงานการปฏิบัติงานนั้นจะส่งตามที่ผู้สอนกำหนด
4. ผู้สอนจะใช้แบบฟอร์มการประเมินผลในการประเมินรายงานของผู้เรียน

ข้อดีของวิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงาน

1. สามารถครอบคลุมเนื้อหาได้มาก โดยอาจจะมอบหมายให้อ่านเพิ่มเติมในสิ่งที่ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้
2. ลดเวลาในห้องเรียน โดยการมอบหมายงานที่ถูกต้องและรัดกุม ทำให้ผู้สอนสอนในสิ่งที่จำเป็นเพิ่มเติมเท่านั้น
3. เพิ่มพูนการเรียนรู้ เพราะผู้เรียนจะต้องทำการค้นคว้าและฝึกฝนด้วยตนเอง
4. เป็นการสนองความตั้งใจและสนใจของแต่ละบุคคล

ข้อเสียของวิธีสอนแบบปฏิบัติแล้วเขียนรายงาน

1. ต้องมีการวางแผนล่วงหน้าไว้อย่างดี เพราะถ้าผู้เรียนขาดความสนใจแล้วทุกอย่างจะล้มเหลว
2. การวัดผลมีปัญหา เพราะการทำงานของผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน
3. รักษามาตรฐานการเรียนยาก เพราะทุกอย่างขึ้นกับความสามารถของแต่ละบุคคล เช่น ความเอาใจใส่ ความสามารถในการวิเคราะห์ ฯลฯ

7. วิธีสอนแบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูป

การสอนแบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูปเป็นการติดตามผลการปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งนับวันจะมีจำนวนมากขึ้น การสอนแบบนี้ เอกสารต่าง ๆ ที่ใช้จะมีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ควรจะดำเนินการดังนี้

คู่มือผู้เรียน (รวมเอกสารเนื้อหา)

ให้ผู้เรียนไปอ่านบทเรียนสำเร็จรูป (อยู่ในคู่มือ) นี้มาก่อน แล้วถ้ามีปัญหาอะไรสงสัยให้ไปถามอาจารย์ผู้สอน เมื่อเข้าใจดีแล้วก็ให้ปฏิบัติตามข้อควรปฏิบัติก่อนใช้บทเรียนซึ่งอยู่ในคู่มืออย่างเคร่งครัด โดยให้ปฏิบัติตามบทเรียนที่ได้วางไว้ เมื่อมีความมั่นใจว่าสามารถปฏิบัติตามการใช้เครื่องได้ถูกต้องแล้วก็ให้ไปบอกอาจารย์ผู้สอนแล้ว ปฏิบัติการใช้เครื่องให้ผู้สอนดู

คู่มือผู้สอน

ให้ผู้สอนอ่านและทำความเข้าใจในคู่มือ ตลอดจนให้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ในคู่มือและเมื่อนักเรียนมีความมั่นใจที่จะทดสอบปฏิบัติการใช้เครื่องให้ดู ผู้สอนจะใช้แบบฟอร์มการประเมินผลเพื่อพิจารณาว่านักเรียนผู้นั้นสามารถผ่านได้หรือไม่แบบฟอร์มการประเมินผล

ให้ผู้สอนอ่านและทำความเข้าใจกับจุดหลักใหญ่ ที่จะวัดทักษะในเรื่องปฏิบัติการใช้เครื่องและทำความเข้าใจกับแบบประเมินผลผู้เรียน โดยดูได้จากแบบขยายความประเมินผล และให้ใช้แบบประเมินผล เพื่อพิจารณาความสามารถผู้เรียนโดยให้กากบาทในช่องเกรดที่ให้ ที่มีตั้งแต่เลข 0 – 5 ให้ผู้ประเมินผลพิจารณาว่าสมควรให้ในระดับไหนแล้วนำไปคูณกับน้ำหนักที่ไว้ไว้ก็จะเป็นคะแนนที่ได้แล้ว ทำการรวบรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดโดยจะถือที่ 50 คะแนนขึ้นไป เป็นเกณฑ์ตัดสินให้ผ่านการทดสอบ

ข้อดีของวิธีสอนแบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูป

1. สามารถให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามบทเรียนได้ทุกเวลา
2. สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนก่อนที่จะได้ลงมือปฏิบัติจริง ๆ
3. เหมาะสมกับกรณีที่มีนักเรียนลงปฏิบัติงานที่มีจำนวนมาก

ข้อเสียของวิธีสอนแบบปฏิบัติตามชุดการสอนสำเร็จรูป

1. หากผู้เรียนไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในบทเรียน อาจเกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรและคนได้
2. ไม่ได้อยู่ในการควบคุมดูแลของผู้สอนในขณะที่ลงมือปฏิบัติตามบทเรียนต้องอาศัยการตัดสินใจ ในบางครั้งขณะปฏิบัติตามบทเรียน

8. วิธีสอนแบบปฏิบัติตามโครงการ

การสอนแบบปฏิบัติในรูปของโครงการ ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องนักเรียนขาดความสามารถในการสร้างสรรค์ ขาดความสามารถในการแจกแจงปัญหาและรู้คุณค่าในการแก้ปัญหาหลาย ๆ ด้าน ขาดทักษะในการติดต่อประสานงาน และขาดความร่วมมือไม่ยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น ทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้เสนอให้ใช้วิธีการสอนแบบ project method เพื่อแก้ปัญหาคำสั่งการจัดการสอนแบบ project method จะเป็นการสอนแบบ independent study ซึ่งเป็นการศึกษาด้วยตนเองรับผิดชอบการเรียนของตนเอง จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนแบบนี้ก็เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นสามารถใช้ความคิดริเริ่มของตนเอง แต่อย่างไรก็ดีผู้เรียนมักจะเข้าใจจุดมุ่งหมายผิด กล่าวคือ สนใจผลที่ได้มากกว่าขบวนการแก้ปัญหาและสนใจคะแนนมากกว่าความรู้

การเรียนแบบ project method ผู้สอนจะมีหน้าที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนรับผิดชอบงานด้วยตนเอง มีความเชื่อมั่นรู้จักรับผิดชอบในหมู่คณะ ไม่ใช่ครอบงำความคิดทั้งหมดผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้จักคิดและเป็นตัวของตัวเอง สำหรับด้านการประเมินผลจะดูจากความสามารถในการทำงานและการที่นักเรียนมีส่วนร่วมโครงการนั้น ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ครูผู้สอนต้องทำความเข้าใจเอกสารคู่มือครูก่อน เมื่อทำการสอนต้องพยายามดำเนินการตามแผนการสอน
2. เมื่อการสอนในสัปดาห์ที่ 1 ต้องทำการแจกเอกสารคู่มือให้นักเรียนให้กับนักศึกษาทุก ๆ ครั้ง ๆ ละ 1 ชุด ทำการแจกในเวลาที่กำหนดไว้แล้วในคู่มือครู
3. ทำการแจกเอกสารเนื้อหาให้นักเรียนไปทำการค้นคว้าเพิ่มเติม กำหนดเวลาที่มีไว้แล้วในคู่มือครูคือในท้ายชั่วโมงทำการมอบหมายงานแก่นักเรียนในสัปดาห์แรก
4. เอกสารทุกชิ้นที่แจกนักเรียนไปจะต้องทำการเก็บคืนให้ครบเมื่อจบการเรียนการสอนในโครงการนี้ คือ ในสัปดาห์ที่ 7
5. แบบฟอร์มประเมินผลจะเริ่มใช้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เมื่อนักศึกษาเริ่มลงมือปฏิบัติงานโดยใช้ในส่วนประเมินผลการทำงานของนักเรียน โดยทำการประเมินผลนักเรียน แต่ละคนโดยใช้คนละ 1 แบบฟอร์มทำการประเมินไปเรื่อย ๆ จนนักเรียน ปฏิบัติงานเสร็จเรียบร้อยในสัปดาห์ที่ 6

6. หลังจากนักเรียนส่งมอบชิ้นงานและรายงานหมดแล้วให้ ไปใช้ แบบฟอร์ม ประเมินผลชิ้นงาน และรายงานของนักเรียนแต่ละคน

ข้อดีของวิธีสอนแบบปฏิบัติตามโครงการ

1. การสอนแบบปฏิบัติตามโครงการ สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้ psychomotor ของ bloom ได้ถึงระดับ 4 คือ การกระทำงานจนเกิดเป็นความเคยชินหรือทักษะ
2. เนื่องจากการปฏิบัติงานตามโครงการนี้ นักศึกษาต้องปฏิบัติเองรวมถึงการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ทำให้นักเรียนสามารถจะเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนเองทำให้เกิดความภูมิใจในการเรียนรู้นั้น ๆ ทำให้เกิดกำลังใจในการที่จะปฏิบัติงานต่าง ๆ ต่อไป ซึ่งเป็นการเสริมแรงจิตใจอย่างหนึ่ง
3. ผลงานที่ออกมาเป็นผลงานที่เกิดจากความสามารถของนักเรียนเอง ตั้งแต่ต้นจนกระทั่งได้ชิ้นงานสำเร็จมา ดังนั้นนักเรียนจะทำให้เกิดความเข้าใจในขบวนการต่างๆ ได้อย่างถ่องแท้และทำให้สามารถจดจำนำไปปฏิบัติได้เอง
4. การสอนแบบปฏิบัติตามโครงการนี้สามารถใช้กับนักเรียนทั้งกลุ่มใหญ่ หรือรายบุคคลได้โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาในการที่จะต้องเปลี่ยนวิธีการสอนใหม่ เนื่องจากสามารถใช้วิธีการสอนแบบเดิมได้ทั้งกลุ่มใหญ่หรือรายบุคคล รวมทั้งการวัดและประเมินผลใช้ได้เหมือนเดิม

ข้อเสียของวิธีสอนแบบปฏิบัติตามโครงการ

1. การเรียนรู้กระทำโดยนักเรียนเองอาจทำให้เกิดความเข้าใจที่ว่าครูผู้สอนนั้นไม่มีบทบาท และไม่เอาใจใส่ในการให้ความรู้แก่นักเรียน ทำให้เกิดความคิดที่เป็นอคติต่อครูผู้สอน ซึ่งมีผลทำให้เกิดการเรียนการสอนแบบนี้อาจจะประสบความสำเร็จได้ เนื่องจากนักเรียนไม่ได้ความร่วมมือในการเรียนการสอน
2. ในการสอนแบบปฏิบัติตามโครงการนี้ เป็นการสอนแบบให้นักเรียนปฏิบัติงานเองโดยตลอด ซึ่งถ้าครูผู้สอนควบคุมดูแลไม่ทั่วถึงก็อาจทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่ได้ลงมือปฏิบัติเองแต่กลับไปให้ผู้อื่นปฏิบัติหรือทำให้เป็นผลเสียนักเรียนผู้นั้นไม่ได้รับความรู้จากการเรียน
3. การวัดผลประเมินผลงานของนักเรียน จะพิจารณาจากชิ้นงานและรายงาน ซึ่งโดยปกติแล้วการที่มอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละคนทำนั้น จะมีความอิสระมากพอสมควรในการที่นักศึกษาจะเลือกทำงานตามแบบที่นักเรียนต้องการ ซึ่งจำทำให้ยากแก่การวัดผล ดังนั้นจะต้องมีขอบเขตและขีดจำกัดต่าง ๆ ซึ่งจะทำงานของนักเรียนมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ทำให้การวัดผลง่ายยิ่งขึ้น
4. การประเมินผลทำได้ยาก ซึ่งโดยปกติเกณฑ์การวัดมักจะมีหัวข้อที่กว้างเกินไป และจะไม่เจาะจง ซึ่งถ้าการเรียนการสอนเป็นแบบรายบุคคล มักจะหามาตรฐานการประเมินผลได้ยาก

ข้อควรระวังในการสอนแบบปฏิบัติตามโครงการ

1. การลงมือปฏิบัติงานของนักเรียนในการใช้เครื่องจักร ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษา และเครื่องจักร กล่าวคือถ้าเครื่องจักรที่ใช้มีไม่เพียงพอแก่จำนวนนักเรียนแล้ว กำหนดเวลาในการปฏิบัติต้องสอดคล้องกันด้วย คือ นักเรียนคนสุดท้ายจะต้องลงมือปฏิบัติเสร็จในสัปดาห์ก่อนสัปดาห์สุดท้าย เพื่อให้เหลือเวลาในการเขียนรายงานต่าง ๆ ได้

2. ก่อนลงมือสอนหรือมอบหมายงานต่าง ๆ ครูผู้สอนควรทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ต่าง ๆ และเครื่องจักรให้อยู่ในที่พร้อมจะปฏิบัติงานได้

3. ครูผู้สอนต้องคอยหมั่นดูแลนักเรียนของตนเองอย่างใกล้ชิด รวมทั้งให้คำชี้แนะต่าง ๆ เพื่อไม่ให้ให้นักเรียนคิดว่าขาดความสนใจจากครูผู้สอน

4. ในระหว่างเวลาที่มีการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรจะอยู่ดูแลนักศึกษาให้สามารถปฏิบัติงาน ด้วยความเรียบร้อยและทำการสอดส่องประเมินผลนักเรียน แต่ละคนไปในตัว เพื่อป้องกันนักเรียนไม่ได้ปฏิบัติงานด้วยตนเองแต่ให้ผู้อื่นทำแทน

สำหรับการประเมินผลการเรียนของนักเรียนในสาขาวิชาชีพศึกษานั้น จะมีรายวิชาที่เป็นภาคปฏิบัติ เพื่อให้ศึกษามีทักษะในวิชาที่มีการปฏิบัติ ดังนั้นการประเมินผลการเรียนเป็นรายวิชาให้มีการวัดผล หรือผลตามสภาพจริงระหว่างการเรียน ดังนั้นการประเมินผลการเรียนเป็นรายวิชาให้มีการวัดผล หรือผลตามสภาพจริงระหว่างการเรียน และเมื่อสิ้นสุดการเรียนทั้งภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติ และงานที่มอบหมายให้นักศึกษาทำให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่เรียน โดยใช้วิธีวัดผล วิธีหนึ่งวิธีใด หรือหลาย ๆ วิธีผสมกัน อัตราส่วนของการวัดผลหรือประเมินผลระหว่างเรียนและเมื่อสิ้นภาคเรียนหรือเมื่อสิ้นสุดการเรียน ให้ประเมินความรู้ทางทฤษฎี คิดเป็นร้อยละ 30 และประเมินความรู้ทางปฏิบัติงานคิดเป็นร้อยละ 70 (คู่มืองานทะเบียนกรมอาชีวศึกษา : 168)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพ หรือการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของชุดฝึกหรือชุดทดลองหลายเรื่องด้วยกัน สรุปได้ดังนี้

วัลลภ จันทร์ตระกูล (2540) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาปัญหาการสอนวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาเครื่องกลในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพของอาจารย์ ในโรงเรียนอาชีวศึกษาของรัฐบาลปรากฏผลวิจัยดังนี้

1. สิ่งที่เป็นปัญหามาก คือ การใช้อุปกรณ์การสอนขณะสอนทฤษฎี ทำให้ครูช่างใช้วิธีบรรยายมาก และขาดวัสดุอุปกรณ์ ส่วนปัญหาที่เกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องจักรไม่พอ และมีคุณภาพต่ำ

2. ขาดอุปกรณ์การสอน งบประมาณไม่เพียงพอ ขาดต้นแบบของอุปกรณ์การสอน และไม่มีเวลาจัดหา หรือ จัดเตรียมอุปกรณ์ ส่วนปัญหาที่เกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องจักรมีไม่พอ และมีคุณภาพต่ำ

3. การวัดผลแบบเก่าไม่ทันสมัย ควรส่งเสริมให้ใช้การวัดผลแบบใหม่

นภัทร วัจนเทพินทร์ (2543) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและการหาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรพัลส์และสวิตชิง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี กลุ่มทดลองสอน โดยการใช้ชุดประลอง กลุ่มควบคุมสอนโดยไม่ใช้ชุดประลอง พบว่ากลุ่มทดลองใช้เวลาเรียนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์ (2540 : 35-37) ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น หลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) โดยสร้างชุดทดลอง ใบบาง และแบบทดสอบ ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง พุทธศักราช 2533 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ใช้เกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิชาเอกเทคนิคไฟฟ้าสื่อสาร วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 21 คน

ผลการวิจัยพบว่า ได้ผลคะแนนเฉลี่ยจากการฝึกทดลอง และการทำแบบทดสอบท้ายการทดลอง เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.33 ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทำข้อสอบรวม เฉลี่ยร้อยละ 84.53 ซึ่งผลทั้งสองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดทดลอง และใบบาง มีความเห็นว่าชุดทดลองมีคุณค่าและมีประโยชน์ เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนมาก โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความชัดเจนของเนื้อหา และคำถามในข้อทดสอบท้ายการทดลองควรถามเกี่ยวกับผลการทดลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบทักษะที่เกิดขึ้น

พิพัฒน์ สมใจ (2545 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ผลการวิจัย ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.17/83.27 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผล จากคะแนนสอบท้ายการทดลองเฉลี่ยได้เท่ากับ 84.17 และมีประสิทธิภาพของการทดสอบหลังการทดลองครบ 6 ใบบาง ได้เท่ากับ 83.27

สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ผลการวิจัยพบว่า วงจรและ

โมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพทางด้านการศึกษาอยู่ในเกณฑ์ดี โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.60 และมีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.58 ซึ่งคุณภาพของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F876 ที่ได้นี้เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

ยุทธพิชัย กล้าหาญ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดปฏิบัติการและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ ผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการวงจรกรองความถี่ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.85/85.60 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย