

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบ
อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

An Implementation and Efficiency Validation of an Experimental Set of Automatic Mobile Robot
Operational Control for a Class of Microcontroller, Higher Vocational Certificate Curriculum 2014,
Subject Type Industry, Electrical Power Department, Vocational Education commission.

โดย
ว่าที่ร้อยเอก พลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
ปีการศึกษา 2559

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์ เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ฉบับนี้ สำเร็จ สมบูรณ์ได้ด้วยความรู้จาก นายบุญเลิศ สีสี่ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่ได้อนุเคราะห์อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ นายอำนาจ แสงโชติ ครูเชี่ยวชาญ นางสาวลักษณิ์ จันทร์หอม ครูเชี่ยวชาญ และ ดร. อลงกรณ์ เลิศปัญญา ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ และ กัลยาณมิตรทุกท่าน ที่กรุณา ช่วยเหลือและตรวจสอบความถูกต้องของรายงานฉบับนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากรายงานฉบับนี้ ขอ มอบเป็นกตัญญูตา แต่ บิดา มารดา และครู อาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุก ท่าน

ผู้ศึกษาค้นคว้า

ธันวาคม 2559

ชื่อ : ว่าที่ร้อยเอก พลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์
ชื่องานวิจัย : การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม
หุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
แผนกวิชาช่าง : ไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
ปีการศึกษา : 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

ชุดฝึกที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย อุปกรณ์การทดลอง ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพทำโดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 15 คน การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทำโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพชุดฝึก E_1/E_2

ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดฝึกที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.43/80.57 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

คำสำคัญ : ชุดฝึก, หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ, ไมโครคอนโทรลเลอร์

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญภาพ | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 6 |
| 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย | 6 |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย | 6 |
| 1.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 6 |
| 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น | 7 |
| 1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย | 7 |
| 1.8 ประโยชน์ของการวิจัย | 8 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 9 |
| 2.1 หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ | 9 |
| 2.2 ความรู้เกี่ยวกับชุดฝึก | 10 |
| 2.3 ชุดฝึกหุ่นยนต์ | 11 |
| 2.4 สื่อการเรียนการสอน | 12 |
| 2.5 ความรู้เกี่ยวกับการสอนปฏิบัติ | 27 |
| 2.6 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ | 29 |
| 2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพชุดฝึก | 33 |
| 2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 33 |
| 2.9 ทฤษฎีความพึงพอใจ | 39 |
| 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 42 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย | 48 |
| 3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย | 48 |
| 3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 48 |
| 3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 49 |
| 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล | 57 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|-----------|
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย | 58 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย | 63 |
| 4.1 การวิเคราะห์แบบทดสอบ | 63 |
| 4.2 การวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกของผู้ทรงคุณวุฒิ | 63 |
| 4.3 การวิเคราะห์ผลคะแนนของแบบทดสอบ | 66 |
| 4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึก | 67 |
| 4.5 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 67 |
| 4.6 การวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา | 68 |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 71 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 71 |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย | 72 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย | 73 |
| 5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป | 73 |
| บรรณานุกรม | 75 |
| ภาคผนวก | 80 |
| ภาคผนวก ก รายละเอียดของหลักสูตร และลักษณะรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ | 80 |
| ภาคผนวก ข รายละเอียดส่วนประกอบของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ | 82 |
| ภาคผนวก ค แบบทดสอบท้ายการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 84 |
| ภาคผนวก ง บันทึกข้อความแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ และขออนุญาตส่งแบบสอบถามเพิ่มเติม | 112 |
| ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ สรุปค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และคะแนนการทดลองใช้แบบทดสอบ | 118 |
| ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายใบงาน ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก | 130 |
| ภาคผนวก ช แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกและใบงาน รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน ชุดฝึกและใบงาน หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญและแบบประเมินชุดฝึก | 133 |
| ภาคผนวก ซ ใบงานการทดลองวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 | 145 |
| ภาคผนวก ฌ ภาพผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมิน ภาพผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึกและ ใบงาน วุฒิบัตรผ่านการอบรมก่อนเลื่อนวิทยฐานะผู้เชี่ยวชาญ | 210 |
| ภาคผนวก ฎ เอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการ | 217 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 2.1 รูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนของ RUBRIC SCORE | 29 |
| ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึก | 64 |
| ตารางที่ 4.2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดฝึก | 65 |
| ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง | 66 |
| ตารางที่ 4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก | 67 |
| ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 67 |
| ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา | 68 |

สารบัญรูป

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 2.1 ลักษณะรูปร่างของซีพไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดต่างๆ | 29 |
| รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งขาของตัวถังไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PDIP | 30 |
| รูปที่ 2.3 การต่อวงจรเพื่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 | 32 |
| รูปที่ 3.1 ประกอบแผ่นพลาสติกอะคริลิกเป็นตัวหุ่นยนต์ | 50 |
| รูปที่ 3.2 การประกอบมอเตอร์กับล้อเข้ากับตัวหุ่นยนต์ | 51 |
| รูปที่ 3.3 การประกอบบอร์ดวงจรเข้ากับตัวหุ่นยนต์ | 51 |
| รูปที่ 3.4 หุ่นยนต์เล็กเมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อย | 51 |
| รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการสร้างหุ่นยนต์ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ | 52 |
| รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 54 |
| รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ | 56 |
| รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล | 57 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาจึงถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของคนในประเทศ คนที่มีคุณภาพจะช่วยสร้างความเจริญที่ยั่งยืนให้กับประเทศในอนาคตได้ การเตรียมคนที่มีคุณภาพจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ หลังจากการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการศึกษาหลายประการ เพื่อให้บุคคลและสังคมได้รับการพัฒนาไปสู่คุณภาพและเป้าหมาย การจัดการศึกษาจึงให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลง โดยหลักสูตรปรับให้มีสาระความรู้ กระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง สามารถนำเอาความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับมาตรา 4 ในพระราชบัญญัตินี้ที่กล่าวว่า การศึกษาคือกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลงความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้ และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต และมาตรา 6 การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

หน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องปรับให้ทันกับความเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะกระบวนการทำงานของสถานศึกษาและปัจจัยที่ต้องปรับในสถานศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถ มีทักษะและประสบการณ์ตามที่กำหนดในหลักสูตรและมาตรฐานวิชาชีพในสาขาที่เรียน เพื่อให้เป็นหลักเทียบเคียงสำหรับการตรวจประเมิน กำกับดูแลและส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพการศึกษา (กรมอาชีวศึกษา, 2546 : 22) สถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นหน่วยงานหนึ่ง ที่จัดการศึกษาและฝึกอบรมวิชาชีพ เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนทั้งในระดับกึ่งฝีมือ ระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยีด้านวิชาชีพที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ไปประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ (หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557 : 1) สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การอาชีวศึกษาตามมาตรา 6 ของพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 ว่าต้องสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (ปัจจุบันฉบับที่ 11 (2555-2559) และแผนการศึกษาแห่งชาติเพื่อผลิตและพัฒนาากำลังคนระดับฝีมือ เทคนิค และเทคโนโลยีและยกระดับการศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้นเพื่อประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพอิสระ การจัดการกระบวนการเรียนรู้จะมุ่งให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายที่พึงประสงค์ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ซึ่งการจัดการเรียนการสอนของอาชีวศึกษาในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในระบบ นอกระบบ หรือระบบทวิภาคี จำเป็นต้องมีการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม พร้อมรับการเปิดเสรีประชาคมอาเซียนและการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โลกด้วยการ

นำนวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษาและสื่อการเรียนการสอนต่างๆมาใช้หรือประยุกต์ใช้ในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนเพื่อให้การจัดการอาชีวศึกษามีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถตอบสนองนโยบายด้านการศึกษาของรัฐบาลที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง สนองต่อยุทธศาสตร์กระทรวงศึกษาธิการและยุทธศาสตร์ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาด้านการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนคุณภาพการเรียนการสอน (ยุวดี บุตรวงศ์. ออนไลน์. 2556 : 1) กระบวนการเรียนการสอนทางสายอาชีวศึกษานั้น จะเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และสามารถปฏิบัติได้จริง ซึ่งการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น ครูผู้สอนซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในกระบวนการเรียนการสอน จะต้องรู้จักเลือกวิธีการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา เลือกใช้เทคนิคใหม่ๆ เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอนที่เหมาะสม มีการพัฒนาปรับปรุงสื่อการสอนให้ทันสมัยและใช้งานได้ดี สิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้ ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเพราะวิวัฒนาการเหล่านั้นแทรกซึมอยู่ในทุกตารางการใช้ชีวิตของมนุษย์ เพราะมนุษย์มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิตเป็นอันมาก เทคโนโลยีได้เข้ามาเสริมปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะสามารถเห็นได้ชัดว่าเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากมาย มีการพัฒนาอย่างไม่หยุดนิ่ง เพื่อให้มีความเสมือนกับโลกของจริงมากที่สุด ในขณะที่งานด้านอุตสาหกรรมมีความต้องการด้านแรงงานเป็นจำนวนมาก การจ้างแรงงานจำนวนมากเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นทำให้ต้นทุนการผลิตของแต่ละโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มจำนวนสูงขึ้น และงานอุตสาหกรรมบางงานไม่สามารถที่จะใช้แรงงานเข้าไปทำได้ ซึ่งบางงานนั้นอันตรายและมีความเสี่ยงเป็นอย่างมาก หรือเป็นงานที่ต้องการความรวดเร็วและแม่นยำในการผลิตรวมทั้งเป็นการประหยัดระยะเวลา ทำให้หุ่นยนต์กลายเป็นทางออกของงานด้านอุตสาหกรรม โดยการนำเอาเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์ที่ได้เข้ามาทดแทนแรงงานมนุษย์ เช่น ในภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มคุณภาพของสินค้าขึ้น ๆ เทคโนโลยีหุ่นยนต์จึงเริ่มมีบทบาททางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น องค์ประกอบหลักของหุ่นยนต์ต้องประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล หน่วยรับสัญญาณเข้า และหน่วยขับเคลื่อนหุ่นยนต์ หน่วยประมวลผลจะทำหน้าที่รับสัญญาณเข้ามาแล้วทำการประมวลผลและตัดสินใจทำตามเงื่อนไขการโปรแกรม อุปกรณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ในการผลิตและสร้างเครื่องมือ เครื่องใช้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราจะเห็นว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมนั้นเป็นการใช้ Software มาแก้ปัญหาในเรื่องของ Hardware ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังถูกนำไปใช้ในระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) คือระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ถูกซ่อนอยู่ภายในเครื่องมือ เครื่องจักรกล เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่ใช้ในการควบคุมและแสดงผลการทำงานออกมา เพื่อเพิ่มความฉลาดหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องมือ ระบบสมองกลฝังตัวอาจเป็นเพียงไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ชีพหลายตัวรวมกันเป็นระบบ หรือเพียงตัวเดียว มีหลักการทำงานคือ ต้องการสัญญาณนำเข้าจากภายนอก (Input) จากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจรู้ (Sensor) และส่งผลสัญญาณออกมา (Output) ในรูปสัญญาณการควบคุม หรือในรูปแบบการแสดงผลต่างๆ ระบบสมองกลฝังตัวประกอบด้วย Hardware และ Software ที่ทำงานร่วมกัน มีชื่อเรียกอื่นๆ เช่น อุปกรณ์นำสมัย (Smart devices) ระบบฉลาดหรือ

ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Intelligent) ผลิตภัณฑ้อัตโนมัติ (Automated equipment) (สมบูรณ์ เนียมกล้า, 2549 : 2)

การศึกษาวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานทางด้านโครงสร้าง การทำงาน การต่อวงจรประกอบเพื่อให้สามารถใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ เช่น วงจรไฟเลี้ยง วงจรสัญญาณนาฬิกาเพื่อกระตุ้นการทำงาน วงจรสัญญาณรีเซ็ตโปรแกรม เป็นต้น ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการต่อวงจรอินพุต เอาต์พุต การใช้งานโปรแกรมที่เกี่ยวข้องรวมถึงคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม และการต่อประยุกต์ใช้งาน เนื่องจากการศึกษาในรายวิชาดังกล่าวผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ เนื้อหาในรายวิชานี้ก็มีความยากและซับซ้อนตั้งแต่ในเรื่องของโครงสร้าง การเขียนโปรแกรม และการต่อใช้งาน ดังนั้นจะต้องใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ซึ่งสื่อการเรียนการสอนจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ที่จะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปตามหลักสูตรและมีประสิทธิผล เพราะนอกจากจะทำให้ครูมีความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอน คือ ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจบทเรียน ยังช่วยกระตุ้นความสนใจทำให้ผู้เรียนสนุกสนานกับบทเรียน ผีกความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผีกให้ผู้เรียนเป็นคนทีกล้าแสดงออกในทางที่ถูกต้อง และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541 : 2) สื่อการเรียนการสอนจึงนับได้ว่าเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอน เนื่องจากสื่อเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในความหมายของเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ ไม่ว่าจะสื่อจะเป็นสื่อในรูปแบบใดก็ตาม ล้วนแต่เป็นทรัพยากรที่สามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น ดังนั้น การใช้สื่อการสอนให้มีประสิทธิภาพผู้สอนควรจะเริ่มต้นขั้นแรกจากการเลือกสื่อการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากความสอดคล้องกับจุดประสงค์และผู้เรียน เหมาะกับเวลา สถานที่ ความทันสมัย ปลอดภัย หรือพิจารณาจาก ความรู้จกทักษะ การใช้ความเข้าใจสื่อที่ใช้ของผู้สอนเป็นอย่างดี ขั้นที่สองคือการเตรียมการใช้สื่อการสอน เช่น เตรียมผู้สอน เตรียมผู้เรียน เตรียมสถานที่ และเตรียมสื่อ ขั้นที่สามคือขั้นการแสดงสื่อการสอน โดยดำเนินการในด้านให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ใช้เวลาที่เหมาะสม และสังเกตการตอบสนองของผู้เรียน และขั้นสุดท้ายคือขั้นการติดตามผล คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการใช้สื่อเพื่อปรับปรุงและพัฒนา (บงกช บุญเจริญ, 2553 : 11)

จากที่กล่าวมาพบว่า หากต้องการให้กระบวนการเรียนการสอนประสบความสำเร็จนั้นจะต้องอาศัยสื่อการสอน เพราะนอกจากจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการเรียนการสอนแล้ว สื่อยังมีประโยชน์อีกหลายประการ เช่น ช่วยทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจยิ่งขึ้น เห็นภาพชัดเจนขึ้นทำให้เกิดความบิดเบือนจากการจินตนาการน้อยลง เป็นต้น และยังส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น จากเหตุความสำคัญของสื่อดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจึงได้กำหนดนโยบายและแผนงานรวมทั้งงบประมาณในการสนับสนุนให้สถานศึกษาในสังกัดทุกแห่ง ได้นำเอาสื่อการเรียนการสอนประเภทต่างๆ เข้ามาใช้ในการกระบวนการเรียนการสอนในสถานศึกษาในสังกัดทั่วประเทศ โดยเฉพาะด้านการปฏิบัติวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์จะต้องมีชุดฝึกหรือชุดทดลองที่ผู้เรียนใช้ในการฝึกแล้วสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี จากการวิจัยเรื่อง การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง

ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน (อนิวรรณ พลรักษ์, 2555 : บทคัดย่อ) พบว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด และชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 78.16/75.0 พบว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 แต่อยู่ในช่วงระดับประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ สามารถนำชุดฝึกอบรมนี้ไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากงานวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองเรื่องการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (ฤกษ์สุวรรณบวร, 2550 : บทคัดย่อ) พบว่า ชุดประลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.91/81.16 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย

จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ในรูปแบบที่ใช้กันมานานหรือยังคงรูปแบบเดิม ซึ่งมิได้มีการเพิ่มเติมให้มีการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ ให้เท่าทันต่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน โดยเฉพาะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้หุ่นยนต์เข้ามาทดแทนกำลังคน สิ่งเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างมากมายในปัจจุบัน และที่สำคัญยังขาดเรื่องการทดลองประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ เนื่องจากในปัจจุบันระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้นำเอาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือที่เรียกว่าสมองกลมาเป็นหัวใจในการควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้า ในภาคปฏิบัตินั้นจะต้องมีชุดฝึกให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ จากประสบการณ์ของผู้ศึกษาค้นคว้าในฐานะผู้สอนที่ทำหน้าที่การสอนมามากกว่า 20 ปี และสอนวิชานี้มามากกว่า 10 ปี และจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น พบว่า การควบคุมระบบไฟฟ้าในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งชุดฝึกที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นชุดฝึกทักษะขั้นพื้นฐานและมีราคาสูง ประกอบกับเมื่อผู้เรียนใช้ชุดฝึกที่มีอยู่ในปัจจุบันแล้วไม่สามารถใช้ฝึกถึงขั้นการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมระบบไฟฟ้าได้ ซึ่งเป็นจุดประสงค์รายวิชาในข้อที่ 3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมที่ใช้การประสานการทำงานจากอุปกรณ์หลายส่วนให้ระบบทำงานเป็นแบบอัตโนมัติซึ่งกระบวนการทำงานในลักษณะนี้จะมีอยู่ในเทคโนโลยีของหุ่นยนต์ จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับชุดการสอน ชุดฝึก หรือชุดทดลอง ที่ทำในลักษณะของหุ่นยนต์ พบว่า ชุดการสอนการโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์จะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน เราความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล อีกทั้งช่วยฝึกให้นักเรียนรับผิดชอบในการทำกิจกรรมตามความถนัดและความสนใจของตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น (ชูศักดิ์ โสชะรา, 2553 : 83) และการใช้ชุดฝึกปฏิบัติหุ่นยนต์เบื้องต้น จะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (บุญรอด ทองสว่าง, 2553 : 50)

ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าเห็นว่าควรมีสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่หลากหลายผสมผสานกับการเรียนรู้ในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการ

ทำงานของหุ่นยนต์ ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ในหลายศาสตร์วิชาผสมผสานเข้าด้วยกัน เช่น ความรู้ทางด้านวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ความรู้ทางด้านกลไกการเคลื่อนที่ ความรู้ทางด้านการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อเขียนโปรแกรม เป็นต้น เพื่อที่จะทำให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ ตลอดจนได้ฝึกการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานจริงเกี่ยวกับการใช้ชุดฝึกดังกล่าว จากการวิจัยเรื่องการศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำหน้าที่สอนในประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและสาขาอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิค สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เกี่ยวกับความสอดคล้องของจุดประสงค์สาขาวิชาไฟฟ้า มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ จุดประสงค์รายวิชา กับการสร้างและพัฒนาชุดฝึก ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ (พลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์, 2558 : 69) พบว่า ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควรประกอบไปด้วยองค์ประกอบดังนี้ ควรเป็นชุดฝึกฯ แบบแยกชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ สามารถแยกชิ้นส่วนเพื่อทำการทดลองเป็นใบงานย่อยได้ ควรมีขนาดกะทัดรัดเพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย มีชุดดาวน์โหลดโปรแกรมในตัวหุ่นยนต์ และผู้เรียนสามารถทำการทดลองถึงขั้นการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติที่ผู้ศึกษาค้นคว้าจะทำการสร้างขึ้นมานี้ สามารถใช้ทำการทดลองตั้งแต่ขั้นความรู้ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้นไปจนถึงขั้นการประยุกต์ใช้งานเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ให้ทำงานแบบอัตโนมัติ มีชุดรับสัญญาณอินพุตทั้งแบบกดปุ่มสัญญาณหรือสั่งการด้วยมือ (Manual) เพื่อทดลองในขั้นความรู้พื้นฐาน และแบบชุดรับสัญญาณเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic) ซึ่งจะใช้ตัวรับสัญญาณแสง (Infrared sensor) รวมไปถึงชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ (Driver motor) และชุดแสดงสถานะการทำงาน (Indicator light)

ด้วยความสำคัญดังกล่าว ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงมีแนวคิดที่จะทำการปรับปรุงและพัฒนาการใช้สื่อการเรียนการสอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นชุดฝึก เพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการฝึก ปฏิบัติ ทดลองการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นผลที่ได้จากการทดลองจริงและสัมผัสได้อย่างเป็นรูปธรรม เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น สามารถนำความรู้ที่ได้จากการฝึกไปใช้ในขั้นการประยุกต์ใช้งานเพื่อควบคุมระบบไฟฟ้า และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีจุดประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1.2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้น

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้น ทดลองได้ตามใบงานวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ดังต่อไปนี้

- ใบงานที่ 1 การติดต่อกับ I/O ขั้นพื้นฐาน
- ใบงานที่ 2 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle
- ใบงานที่ 3 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging
- ใบงานที่ 4 การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ
- ใบงานที่ 5 การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร
- ใบงานที่ 6 การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร
- ใบงานที่ 7 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
- ใบงานที่ 8 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge
- ใบงานที่ 9 การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor
- ใบงานที่ 10 การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ

1.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1 ประชากร คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

1.5.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 15 คน

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ไม่คำนึงถึง เพศ อายุ พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม อารมณ์และช่วงเวลาการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

1.6.2 การทดลองในครั้งนี้ถือว่านักศึกษาที่เรียนตามหลักสูตรนี้ มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันทุกประการ เนื่องจากได้ผ่านการสอบคัดเลือกเข้ามาศึกษาต่อภายใต้หลักสูตรเดียวกัน

1.6.3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญถือว่าได้กระทำไปด้วยความสุจริตใจ ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกอันแท้จริงของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ใช้คำจำกัดความเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1.7.1 ครู หมายถึง ครูที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำหน้าที่สอนในประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้าและสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิค สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.7.2 ความคิดเห็น หมายถึง ความคิดเห็นของครู นักศึกษาต่อชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

1.7.3 ชุดฝึก หมายถึง ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ เป็นชุดฝึกที่สามารถถอดประกอบ แยกชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ส่วนของอินพุต (Input) ส่วนประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller Unit) และส่วนเอาต์พุต (Out Put) เพื่อนำมาทำการทดลองเขียนโปรแกรมตั้งแต่ขั้นพื้นฐานไปจนถึงขั้นการประยุกต์

1.7.4 สื่อการเรียนการสอน หมายถึง ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ สำหรับเป็นตัวอย่างหรือพาหะในการถ่ายทอดความรู้ทักษะและประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียนชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถใช้ทำการทดลองตั้งแต่ขั้นพื้นฐานเป็นต้นไป และสามารถบันทึกโปรแกรมลงในตัวหุ่นยนต์โดยไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกจากตัวหุ่นยนต์

1.7.5 หุ่นยนต์เล็ก หมายถึง ชุดฝึกหุ่นยนต์เล็กที่ประกอบไปด้วย แผงควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์หรือแผงไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 แผงขับเคลื่อนมอเตอร์ แผงตรวจจับหรือรับ-ส่งการสะท้อนของแสง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แผงสวิทช์ แผงหลอดแอลอีดี (LED) และแบตเตอรี่ (Battery) ซึ่งโครงสร้างจะทำด้วยพลาสติกหนา 0.5 เซนติเมตร

1.7.6 หุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ หมายถึง หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่ต้องสั่งงาน สามารถเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ตัดสินใจด้วยตัวเอง ตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่กำหนดไว้ให้ตรวจสอบเส้น สามารถเดินไปตามทิศทางของเส้นที่กำหนดไว้

1.7.7 แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดฝึก

1.7.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังจากสิ้นสุดการเรียน โดย วัดจากแบบทดสอบที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น

1.7.9 ประสิทธิภาพของชุดฝึก หมายถึง คุณภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์ เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ เรียนด้วยชุดฝึก ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีวิธีวิเคราะห์ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการหาค่าคะแนนเฉลี่ยจาก แบบทดสอบท้ายการทดลองโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการหาค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอบหลังจากเรียน โดยการใช้ใบงานการทดลองร่วมกับชุดฝึกครบทุกใบงานโดย คิดเป็นร้อยละ

1.7.10 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่การสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือรายวิชาที่มี เนื้อหาใกล้เคียงกัน หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับการทำหุ่นยนต์อาชีวศึกษา เช่น หุ่นยนต์ ABU หุ่นยนต์แขน กลอุตสาหกรรม หุ่นยนต์คนพิการ เป็นต้น และมีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี หรือผู้ที่มี ประสบการณ์ด้านการออกแบบสื่อการเรียนการสอน และหรือการวัดผลและประเมินผล อย่างน้อย 5 ปี

1.7.11 ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ รายวิชาที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับการทำหุ่นยนต์อาชีวศึกษา เช่น หุ่นยนต์ ABU หุ่นยนต์แขนกลอุตสาหกรรม หุ่นยนต์คนพิการ เป็นต้น และมีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี หรือผู้ ที่มีประสบการณ์ด้านการออกแบบสื่อการเรียนการสอน และหรือการวัดผลและประเมินผล อย่างน้อย 15 ปี

1.8 ประโยชน์ของการวิจัย

1.8.1 ได้ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ ที่มีประสิทธิภาพ ดีเหมาะสมสำหรับการสอนภาคปฏิบัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2013 ซึ่งจะทำให้นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานในภาคอุตสาหกรรมได้อย่าง เหมาะสมและสอดคล้องกับเทคโนโลยี

1.8.2 ได้แนวทางในการค้นคว้าวิจัยเพื่อทำชุดฝึก ชุดทดลอง หรือชุดการสอนในรายวิชาอื่น ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาตามลำดับ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.2 ความรู้เกี่ยวกับชุดฝึก
- 2.3 ชุดฝึกหุ่นยนต์
- 2.4 สื่อการเรียนการสอน
- 2.5 ความรู้เกี่ยวกับการสอนปฏิบัติ
- 2.6 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพชุดฝึก
- 2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า มีลักษณะรายวิชาดังนี้

- | | | |
|-------|---------------------|--|
| 2.1.1 | ชื่อวิชาและรหัสวิชา | ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 3104-2103 |
| 2.1.2 | เวลาเรียน | ทฤษฎี 2 คาบเรียน/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 คาบเรียน/สัปดาห์ มีทั้งหมด 18 สัปดาห์ |
| 2.1.3 | หน่วยกิต | 3 หน่วยกิต |
| 2.1.4 | จุดประสงค์รายวิชา | <ol style="list-style-type: none">1. เพื่อให้เข้าใจโครงสร้าง ระบบ และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์2. เพื่อให้ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรมควบคุมการติดต่อระบบ และตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม3. เพื่อให้ประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบไฟฟ้า4. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย |
| 2.1.5 | สมรรถนะรายวิชา | |

1. แสดงความรู้เรื่องเกี่ยวกับโครงสร้าง ระบบ และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรมควบคุมการติดต่อระบบ และตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม

3. ประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบไฟฟ้า

2.1.6 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติ โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจรประกอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รีจิสเตอร์ ระบบบัสและการทำงาน ชุดคำสั่ง ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรม และโปรแกรมช่วยในการทดสอบ โดยใช้ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม การติดต่อซีพียูกับหน่วยความจำ อินพุต เอาต์พุต การอินเตอร์รัพ การติดต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแบบเบื้องต้น และผ่านระบบสื่อสาร การประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมทางไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับชุดฝึก

ชุดฝึกมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น ชุดฝึก แบบฝึก แบบฝึกทักษะ เป็นต้น แต่เป้าหมายของการจัดทำก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย จากการศึกษาค้นคว้ามีผู้ให้ความหมายของชุดฝึก ดังนี้

สุกัญญา โปธิสุวรรณ (2541 : 20) ให้ความหมายว่าชุดฝึกทักษะ หมายถึง หนังสือที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะในการเรียนรู้ของแขนงวิชาต่างๆ ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นรูปเล่ม บัตรงาน ฯลฯ

วรสุดา บุญยะไวโรจน์ (2537 : 3) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกทักษะว่า เป็นสื่อการสอนที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจ และฝึกฝนจนเกิดแนวคิดที่ถูกต้องและเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ปรีชวี สวามิวัศดุ (2550) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกไว้ว่า เป็นสื่อหรือนวัตกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ฝึกทักษะให้กับผู้เรียน หลังจากเรียนจบเนื้อหาในช่วงๆ หนึ่งๆ เพื่อฝึกฝนให้เกิดความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งเกิดความชำนาญในเรื่องนั้นๆ อย่างกว้างขวาง ชุดฝึกจึงมีความสำคัญต่อผู้เรียนในการที่จะช่วยเสริมทักษะให้กับผู้เรียนทำให้การสอนของครู อาจารย์และการเรียนของนักศึกษาประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

อภิภู สิทธิภูมิมงคล (2545) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกไว้ว่า เป็นสื่อการศึกษาประเภทหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อให้เป็นชุดประสบการณ์สำหรับการฝึกอบรม ชุดฝึกอาจจะประกอบด้วยสื่อเดียวหรือสื่อประสมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยผู้ให้การฝึกอบรมใช้ประกอบกิจกรรมในการฝึกอบรมหรือช่วยผู้รับการฝึกอบรมสามารถที่จะศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สำหรับลักษณะสำคัญของชุดฝึกอบรมนั้นจะเกี่ยวข้องกับ จุดมุ่งหมาย สื่อที่ใช้ระยะเวลา สถานที่ และประโยชน์ที่จะได้รับ ซึ่งพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เป็นสื่อที่มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่อง ชุดฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นโดยทั่วไปจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องๆ ไป หากเนื้อหาที่ต่อเนื่องเป็นเรื่องยากก็จะทำเป็นชุดๆ ต่อเนื่องกันไป เพื่อให้แต่ละชุดฝึกอบรมไม่ยาวมากเกินไป

2. เป็นสื่อประสม ชุดฝึกอบรมโดยทั่วไปทั้งในการศึกษานอกระบบและในระบบจะพัฒนาด้วยสื่อประสม คือ ประกอบด้วยสื่อตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป เช่น ชุดฝึกอบรมประกอบด้วยสื่อภาพนิ่งและ

เทพเสียง ชุดฝึกอบรมที่ใช้วีดิทัศน์และสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อช่วยให้ผู้รับการอบรมได้ศึกษาหาความรู้หลายๆ ด้านด้วยกัน

3. เป็นสื่อเสริมกิจกรรมการฝึกอบรมที่มีผู้ให้การฝึกอบรม หรือเป็นสื่อที่ผู้รับการฝึกอบรมศึกษาด้วยตนเอง

4. เป็นสื่อที่ใช้ระยะเวลาฝึกอบรมสั้น ชุดฝึกอบรมโดยทั่วไปมีความมุ่งหมายที่จะอบรมเฉพาะเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละชุดจึงสั้นๆ หากเนื้อหาชวยมากก็จะจัดทำขึ้นหลายชุด โดยแบ่งเนื้อหาเป็นเรื่องๆ ไป ซึ่งทำให้ผู้เข้ารับการอบรมไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการศึกษา

5. เป็นสื่อที่ใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา ซึ่งจะทำให้ผู้ฝึกอบรมสามารถศึกษาหาความรู้ได้อยู่ที่ใดก็ได้ ชุดฝึกอบรมส่วนใหญ่จะจัดทำขึ้นให้อำนวยในเรื่องการใช้ได้ทุกเวลา ยิ่งเป็นสื่อที่ศึกษาด้วยตนเองแล้ว ผู้รับการฝึกอบรมสามารถจะศึกษาเมื่อใดก็ได้ตามที่ต้องการ

6. เป็นสื่อที่เบ็ดเสร็จในตัวเอง ชุดฝึกอบรมแต่ละชุดจะจัดทำขึ้นให้เบ็ดเสร็จในตัวเองทำให้ผู้ฝึกอบรมสามารถที่จะเลือกศึกษาหาความรู้จากชุดฝึกอบรมได้ตามความต้องการ หรือผู้รับการฝึกอบรมต้องการศึกษาเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งจากชุดฝึกอบรม ก็จะสามารถที่จะเลือกศึกษาเฉพาะเรื่องได้ โดยไม่ต้องอ่านต่อเนื่องไปยังสิ่งที่ไม่ต้องการศึกษา

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดฝึก หมายถึง สื่อการเรียนประเภทหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจ จนเกิดความเข้าใจในบทเรียน และฝึกฝนจนเกิดแนวคิดที่ถูกต้องและเกิดทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จากการฝึกปฏิบัติทำกิจกรรมหลากหลายรูปแบบ เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการเรียนรู้จนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

2.3 ชุดฝึกหุ่นยนต์

ชุดฝึกหุ่นยนต์ หมายถึง ชุดฝึก ชุดทดลอง ชุดการสอน ชุดประลอง ที่เกี่ยวกับการควบคุมหุ่นยนต์ ได้มีผู้ค้นคว้าวิจัยเรื่องดังกล่าว ดังนี้

กฤษณะ สุวรรณบวร (2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองเรื่อง การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนกองทัพเอกอุปลักษณ์ ช่างกล ชส.ทบ. จำนวน 34 คน การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายการประลอง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพชุดทดลอง E1/E2 พบว่าชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.91/81.16 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

มณฑล แสงประไพพิทย์ (2539 : 49) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเบื้องต้น โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาควิชาเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 24 คน โดยต้องทำแบบฝึกหัดซึ่งแบ่งเป็นภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เมื่อจบ

บทเรียนจะต้องทำแบบทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ คะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดและแบบทดสอบนี้ใช้สำหรับหาประสิทธิภาพของชุดการสอน พบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพทางทฤษฎี 83.11/81.77 และประสิทธิภาพทางภาคปฏิบัติ 92.63/91.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ อาจมีผลมาจากองค์ประกอบที่สำคัญหลายอย่าง คือ ในช่วงของการทำใบงานซึ่งเป็นแบบฝึกหัดภาคปฏิบัติ นักศึกษาต้องใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปในการทำใบงาน เมื่อนักศึกษาเกิดปัญหาผู้สอนจะทำการตรวจปรับให้นักศึกษาแต่ละคนตลอดช่วงของการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษาสามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากการทำใบงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งตรงกับทฤษฎีการตรวจปรับ (Feedback) ที่มีเป้าหมายหลักเพื่อที่จะคำจุนให้นักศึกษามีความเข้าใจตลอดบทเรียน สามารถตามบทเรียนได้ทัน และเนื่องจากหุ่นยนต์ที่ใช้ฝึกเป็นของใหม่ที่นักศึกษามีความสนใจเป็นพิเศษ ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นมากกว่าการเรียนและการฝึกงานปฏิบัติทั่วไป

อนิวรรณ พลรักษ์ (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ (1) ศึกษาประเด็นของปัญหาในการเรียนรู้เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ (2) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างชุดฝึกอบรม ประกอบด้วยแผนการจัดฝึกอบรมระยะเวลา 2 วัน รวม 12 ชั่วโมง คู่มือการฝึกอบรม ประกอบด้วยใบเนื้อหาและใบงาน ชุดทดลองหุ่นยนต์พื้นฐาน โปรแกรมนำเสนอและแบบทดสอบ (3) ทำการประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และ (4) นำไปใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยใช้นักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 20 คน พบว่า ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด และชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 78.16/75.0 อยู่ในช่วงระดับประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ สามารถนำชุดฝึกอบรมนี้ไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บุญรอด ทองสว่าง (2553 : 50) ได้ทำการวิจัยเรื่องพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการรายวิชา หุ่นยนต์เบื้องต้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิกสแตมป์ หลังจากได้ทำการทดสอบและประเมินผลการใช้งานระบบการใช้งานโปรแกรมผู้ใช้งานจำนวน 25 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติการรายวิชา หุ่นยนต์เบื้องต้น มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมมีการออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งานในระดับพึงพอใจมากที่สุด ความคิดเห็นโปรแกรมมีความสอดคล้องกับลักษณะงานที่ปฏิบัติ น้อยที่สุด และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเป็นอย่างดี ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.4 สื่อการเรียนการสอน

2.4.1 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน ได้มีผู้กล่าวถึงสื่อการเรียนการสอน ดังนี้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2533 : 79-80) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่เป็นพาหนะนำความรู้หรือสารสนเทศ (Information) ระหว่างผู้ส่งกับผู้รับ เช่น ภาพยนตร์ วิทยุ โทรทัศน์ รูปภาพ วัสดุ

ฉาย สิ่งพิมพ์ และอื่นๆ เมื่อมาใช้ในการเรียนการสอนจึงทำหน้าที่เป็นพาหะนำความรู้หรือสาร (Messages) ไปสู่ผู้เรียนในระหว่างที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนและในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 43-44) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัสดุสิ่งของที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งวิธีการสอนและกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ

พิมพ์พรรณ เพทสุมาธานนท์ (2531 : 29) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของครูกับผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 79) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง สื่อชนิดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกการสอน สิ่งเหล่านี้เป็นวัสดุ อุปกรณ์การกายภาพที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีการศึกษา เป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน

วารินทร์ รัศมีพรหม (2531 : 14) กล่าวว่า สื่อ หมายถึง สิ่งเป็นพาหะนำข้อมูลจากแหล่งกำเนิดไปสู่ผู้รับ ในแง่ของการส่งความหมายถึงกันที่ใช้อยู่ เช่น ภาพยนตร์ โทรทัศน์ วิทยุ เครื่องเสียง ภาพ วัสดุฉาย และสิ่งพิมพ์ เหล่านี้เมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนก็เรียกว่าสื่อการสอน

วันชัย ทองสุขโข (2537 : 9) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง ตัวกลาง ที่ใช้ถ่ายทอดวัตถุประสงค์ ความคิดความต้องการ เจตคติของผู้ถ่ายทอดไปยังผู้รับ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และบรรลุตามต้องการอย่างถูกต้อง

สาธิต มั่งคั่ง (2540 : 9) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง ตัวกลางหรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้สอนถ่ายทอดไปสู่ผู้เรียนและทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี

คาร์เตอร์ (Carter V. Good.1959 : 578) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนเป็นสาขาวิชาการศึกษาที่สอนเกี่ยวกับการผลิต การเลือกและการใช้วัสดุอุปกรณ์การสอน นอกจากนี้ยังหมายถึงเทคนิคการสอนโดยใช้วัสดุอุปกรณ์และกระบวนการสอน

เจอร์ลาร์ช (Gerlarch and Ely. 1971 : 800) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนเป็นกุญแจสำคัญในการวางแผนและการสอนเชิงระบบ สื่อเป็นคำที่มีความหมายกว้างขวางมาก ไม่ว่าจะเป็นบุคคล วัสดุ อุปกรณ์ หรือเหตุการณ์ที่สร้างเงื่อนไขซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ ตลอดจนเจตคติ โดยนัยนี้ ครู ตำราและสิ่งแวดล้อมรอบๆ โรงเรียนต่างเป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2541 : 7) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวพาสารไปสู่ผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นวัสดุอุปกรณ์หรือวิธีการโดยมีการวางแผนมาแล้วเป็นอย่างดีให้เหมาะสมและสอดคล้องกับระบบการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

จากความหมายสื่อการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง ตัวกลางหรือสิ่งต่างๆ ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์ เทคนิค วิธีการ และนวัตกรรมที่ผู้สอนได้นำมาร่วมถ่ายทอดให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ เกิดความสนใจ และเข้าใจตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และยังช่วยให้ผู้เรียนได้

บูรณาการประสบการณ์เดิมเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นนามธรรมมีความหมายขึ้น สื่อการเรียนการสอนจึงเป็น สิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอนนับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่จะช่วยให้การ สื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินไปได้ตรงตามที่ต้องการ ไม่ว่าสื่อเหล่านั้นจะอยู่ในรูปแบบใดก็ตาม ล้วนแต่เป็นทรัพยากรที่สามารถเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น

2.4.2 ประเภทของสื่อการสอน ได้มีผู้กล่าวถึงประเภทของสื่อการสอน ดังนี้

สุมาลี จันทรชะลอ (2547 : 29-34) กล่าวว่า สื่ออาจมีหลายประเภท มีบทบาทในการเรียน การสอน มีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกัน บางประเภทใช้สำหรับเรียนรู้ด้วยตนเอง บางประเภทใช้ ประกอบการสอนเพื่อสื่อสารในเนื้อหามากขึ้น สื่อการเรียนการสอนแบ่งได้เป็น

1. สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ ตำรา หนังสือประกอบการเรียน เอกสารการสอน ใบงาน แผนภูมิ เป็นต้น

2. สื่อวัสดุ, อุปกรณ์, รวมทั้งโปรแกรม Software ต่างๆ

3. สื่อครุภัณฑ์มีหลายประเภท ตามลักษณะวิชา

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 141) กล่าวว่า สื่อการสอนแบ่งออกได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. สื่อประเภทเครื่องมือ เป็นสื่อที่ได้จากความสำเร็จก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แขนง วิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องฉายต่างๆ เครื่องเสียง วิทยุ และโทรทัศน์ รวมทั้งแผ่นป้ายต่างๆ

2. สื่อประเภทวัสดุ หมายถึง สื่อที่เป็นผลผลิตมาจากวิทยาศาสตร์ เป็นวัสดุที่มีการผูกพัน สิ้นเปลืองได้ง่าย เช่น แผนที่ แผนสถิติ ภาพโฆษณา รูปภาพ หุ่นจำลอง ของจริง และอื่นๆ

3. สื่อประเภทวิธีการ หมายถึง สื่อประเภทเทคนิค ระบบ กระบวนการต่างๆ เช่น การ สาธิต การศึกษานอกสถานที่ การทดลอง การแสดงละคร และนิทรรศการ เป็นต้น

4. สื่อประสม หมายถึง การนำสื่อประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นเครื่องมือ วัสดุ เช่น บทเรียน โปรแกรม ชุดการสอน และการจัดการเรียนแบบศูนย์การเรียน เป็นต้น

เป็รื่อง กุมุท (2521 : 98-99) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนมีขอบเขตครอบคลุม ดังนี้

1. บุคคลนอกจากครูบรรณารักษ์ และคนอื่นๆ ที่โรงเรียนมีอยู่แล้ว ยังหมายถึงใครก็ได้ที่ ไม่ได้ผลิตมาสำหรับโรงเรียน บุคคลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อการเรียนรู้ได้ เช่น วิทยากร เป็นต้น

2. วัสดุ หมายถึง อุปกรณ์ที่โรงเรียนมีอยู่ เช่น ของจริง รูปภาพ เป็นต้น

3. อุปกรณ์และเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องฉาย เครื่องเสียงต่างๆ รวมทั้งห้องปฏิบัติการ ทดลองและห้องปฏิบัติการทางภาษา ตลอดจนเครื่องมือและวัสดุฝึกต่างๆ

4. สถานที่ หมายถึง อาคาร โรงฝึกงาน ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และแหล่งวิทยาการ อื่นๆ ภายนอกโรงเรียน

5. กิจกรรม หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่จัดขึ้นในโรงเรียน เช่น การสาธิต ทดลอง นาฏ การ การแสดงนิทรรศการ การศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2541 : 8) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนแบ่ง ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. อุปกรณ์หรือเครื่องมือ (Equipment or Hardware)

2. วัสดุ (Software) เป็นสื่อขนาดเล็ก ทำหน้าที่เก็บความรู้หรือสารในลักษณะ ภาพ เสียง และตัวอักษรในรูปแบบต่างๆ สื่อประเภทนี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

2.1 วัสดุที่มีความเป็นอิสระในตัว (Independent Software) เป็นสื่อที่สามารถสื่อความหมายในการเรียนรู้ได้ด้วยตัวของมันเอง ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ (Hardware) ช่วยในการสื่อความหมาย เช่น แผนภูมิ แผนที่ หุ่นจำลอง ภาพถ่าย ลูกโลก บัตรคำ เป็นต้น

2.2 วัสดุที่ไม่เป็นอิสระในตัว (Dependent Software) เป็นสื่อที่ไม่สามารถสื่อความหมายในตัวของมันเองได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยอุปกรณ์เป็นช่องทางในการสื่อความหมาย เช่น ฟิล์มสไลด์ แผ่นภาพโปร่งใส ฟิล์มภาพยนตร์ เป็นต้น

3. เทคนิควิธีการ (Technique) เป็นวิธีการหรือกระบวนการสื่อความหมายไปยังผู้เรียน เช่น เกมส์ กิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการเสนอเนื้อหา เล่นบทบาทสมมติ ซึ่งโดยปกติแล้วสื่อประเภทนี้มักถูกมองข้ามอยู่เสมอ

อำภา บุญช่วย (2537 : 99-100) ได้แบ่งสื่อการเรียนการสอนเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ สื่อประเภทอุปกรณ์ สื่อประเภทวัสดุและสื่อประเภทกิจกรรม

1. สื่อประเภทอุปกรณ์หรือเครื่องมือ (Equipment) ซึ่งได้แก่สื่อใหญ่ (Big Media) ทั้งหลายอาจประกอบด้วยกลไกไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชนิดต่างๆ เช่น เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายฟิล์มสตริป เครื่องฉายโปร่งใส เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องรับวิทยุ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องบันทึกเสียง เครื่องบันทึกเทปโทรทัศน์ ตลอดจนเครื่องช่วยสอน และเครื่องคอมพิวเตอร์และกระดานขอลค์ รวมทั้งแผ่นป้ายผ้าสำลี เป็นต้น บางที่เราเรียกสื่อประเภทนี้ว่า สื่อประเภทหนัก

สื่อประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นตัวกลาง ซึ่งเป็นที่อาศัยหรือทางผ่านของความรู้ที่จะถ่ายทอดไปยังผู้เรียน โดยตัวของมันเองแล้วแทบไม่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้เลย ถ้าไม่มีความรู้ในแบบต่างๆ มาป้อนผ่านสื่อเหล่านี้ไปยังผู้เรียน เช่น เครื่องฉายภาพยนตร์ต้องมีฟิล์มภาพยนตร์ เครื่องรับวิทยุและโทรทัศน์ต้องการรายการ เครื่องช่วยสอนต้องการบทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเราก็ถือว่าสื่อประเภทเครื่องมือนี้มีความสำคัญมากเช่นกัน

2. สื่อประเภทวัสดุ (Materials) ได้แก่ สื่อเล็ก (Small media) ทั้งหลาย บางที่เราเรียกสื่อประเภทเบา(Software) สื่อประเภทนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 สื่อที่ต้องการอาศัยสื่อใหญ่ในการนำเสนอจึงจะสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ เช่น สไลด์ ฟิล์มภาพยนตร์และม้วนเทป

2.2 สื่อที่เป็นตัวของมันเอง โดยเอกเทศไม่ต้องอาศัยสื่ออื่นๆ ในการนำเสนอ เช่น หนังสือหรือตำรา ของจริง หุ่นจำลอง แผนที่ ลูกโลก รูปภาพ

3. สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ (Techniques or methods) ในการถ่ายทอดประสบการณ์หรือการสื่อความหมายนั้น บางครั้งไม่อาจจะทำได้ด้วยการใช้เพียงวัสดุ หรือเครื่องมือเท่านั้นแต่จะต้องใช้กระบวนการหรือเทคนิคหรือวิธีการด้วย คือ ต้องใช้ทั้งวัสดุ เครื่องมือ และวิธีการไปด้วยกัน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2529 : 112) กล่าวว่า สื่อการสอนแบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. วัสดุ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่มีการผูกพันสิ่งเปลือย เช่น ซอล์ก ฟิล์มภาพถ่ายภาพยนตร์
2. อุปกรณ์ หมายถึง สิ่งช่วยสอนที่เป็นเครื่อง เช่น กระดานดำ กล้องถ่ายภาพ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องรับโทรทัศน์
3. กระบวนการและวิธี ได้แก่ การจัดระบบ การสาธิตทดลอง เกมส์ และกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นและมุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติ

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 79-80) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนแบ่งออกได้ 5 ประเภท ตามทรัพยากรการเรียนรู้ (Learning Resources) ดังนี้

1. คน (People) ในทางการศึกษาโดยตรงนั้น หมายถึง บุคลากรที่อยู่ในระบบของโรงเรียน ได้แก่ ครู ผู้บริหาร ผู้แนะนำการศึกษา ผู้ช่วยสอน หรือผู้อำนวยการความสะอาดต่างๆ ในการเรียนรู้ ส่วนคนตามความหมายของการประยุกต์ใช้นั้น ได้แก่ คนที่ทำงานหรือมีความชำนาญงานในแต่ละสาขา ซึ่งมีอยู่ในวงสังคมโดยทั่วไป โดยคนเหล่านี้นับเป็นวิทยากรเพื่อเสริมการเรียนรู้ได้ในการให้ความรู้แต่ละด้าน เช่น ศิลปิน นักการเมือง นายธนาคาร ช่างซ่อมรถยนต์ เป็นต้น
2. วัสดุ (Materials) วัสดุในการศึกษาโดยตรงจะเป็นประเภทที่บรรจุเนื้อหา บทเรียน โดยรูปแบบของวัสดุที่ใช้สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เช่น หนังสือ สไลด์ ฟิล์มสคริป แผนที่ เป็นต้น หรือสิ่งต่างๆ ที่ใช้รวมกันซึ่งเป็นทรัพยากรทางการเรียน และได้รับการออกแบบเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียน ส่วนวัสดุที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนนั้นจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัสดุที่ใช้ในการศึกษาดังกล่าวข้างต้น เพียงแต่เนื้อหาที่บรรจุอยู่ในวัสดุนั้นส่วนมากจะอยู่ในรูปของการให้ความบันเทิง เช่น การจัดนิทรรศการ ภาพเขียน หรือภาพยนตร์ สารคดีสัตว์ เป็นต้น ซึ่งสิ่งสำคัญเหล่านั้นถูกมองไปในรูปของความบันเทิง แต่ก็สามารถให้ความรู้ทางการศึกษาได้เช่นกัน
3. อาคารสถานที่ (Setting) หมายถึง ตัวตึก สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับทรัพยากรรูปแบบอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วและกับผู้เรียนด้วย ซึ่งสถานที่สำคัญในการศึกษา ได้แก่ ตึกเรียนและสถานที่อื่นๆ ที่ออกแบบเพื่อการเรียนการสอนโดยส่วนรวม เช่น ห้องสมุด หอประชุม สนามเด็กเล่น เป็นต้น ส่วนสถานที่ต่างๆ ในชุมชนก็สามารถใช้เป็นทรัพยากรสื่อการเรียนได้ เช่น โรงงาน ตลาด สถานที่ทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ (Tools and Equipment) เป็นทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อช่วยในการผลิตหรือใช้ร่วมกับทรัพยากรอื่น ส่วนมากเป็นเครื่องมือทางด้านโสตทัศนูปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เช่น เครื่องฉายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือตะปูไขควง เป็นต้น
5. กิจกรรม (Activities) โดยทั่วไปกิจกรรมที่กล่าวถึงนี้มีเป็นการดำเนินงานที่จัดขึ้นเพื่อกระทำร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ หรือเป็นเทคนิควิธีการพิเศษ เพื่อการเรียนการสอน เช่น การสอนแบบโปรแกรม เกมส์ และสถานการณ์จำลองหรือการจัดทัศนศึกษา กิจกรรมเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เฉพาะที่ตั้งขึ้นมีการใช้วัสดุการเรียนเฉพาะวิชาหรือมีวิธีการพิเศษในการเรียนการสอน

เดล (Dale. 1969 : 170-182) กล่าวว่า สื่อการสอนแบ่งออก 11 ประเภท ซึ่งพิจารณาได้จาก ลักษณะของประสบการณ์ (Cone of Experience) โดยให้สื่อที่มีความเป็นรูปธรรมมากที่สุดไปไว้ในฐานะ กรวยและสื่อเป็นนามธรรมที่สุดไว้ยอดกรวย ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรงที่มีความหมาย (Direct and Purposeful Experiences) เป็น ประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับจากความเป็นจริง ผู้รับประสบการณ์ได้จากการผ่านทางประสาทสัมผัสจากของ จริงในชีวิตคน และประสบการณ์เหล่านั้นมีความหมายต่อผู้ได้รับประสบการณ์แบบเข้าใจได้ง่ายกว่า ประสบการณ์ ได้แก่ ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง เป็นต้น

2. ประสบการณ์จำลอง (contrived Experiences) เป็นประสบการณ์แบบของจริงเพราะ ของจริงอาจมีขนาดใหญ่ หรือมีความซับซ้อนเกินไป ถ้าใช้ของจำลองอาจทำให้เข้าใจง่ายกว่า ประสบการณ์นี้ ได้แก่ ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง เป็นต้น

3. ประสบการณ์นาฏการ (Dramatized Experiences) เป็นการมีส่วนร่วมในการแสดง ประสบการณ์ได้จากการศึกษาเนื้อเรื่องที่จะแสดง การจัดฉาก การบอกบท การแต่งบทละคร เป็นต้น

4. การสาธิต (Demonstrations) เป็นการให้ดูตัวอย่างประกอบการอธิบาย การสาธิตที่ดี ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ ผู้สาธิตควรรู้จักการใช้อุปกรณ์นั้นด้วย เช่น การสาธิต การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตท่ากายบริหารต่างๆ เป็นต้น

5. การศึกษานอกสถานที่ (Study Trips) หมายถึง การพาผู้เรียนไปศึกษานอกสถานที่ เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และความรู้กว้างขวางขึ้น เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ บาง สิ่งโดยตรงซึ่งไม่สามารถจัดได้ในห้องเรียน

6. นิทรรศการ (Exhibitions) หมายถึง การแสดงสิ่งของต่างๆ เพื่อให้ความรู้แก่ผู้ดู ซึ่ง อาจรวบรวมเอาหุ่นจำลอง การสาธิต และแผนภูมิ ไว้เพื่อให้ดูรับประสบการณ์ต่างๆ จากสิ่งเหล่านั้น

7. โทรทัศน์การศึกษา (Educational Television) รายการโทรทัศน์จะทำให้ผู้เรียนได้เห็น ภาพและได้ยินเสียงเหตุการณ์และความเป็นไปต่างๆ ในขณะเดียวกันที่มีการถ่ายทอดเหตุการณ์นั้นๆ

8. ภาพยนตร์ (Motion Pictures) เป็นการจำลองเหตุการณ์มาให้ผู้เรียนได้ดู ได้ฟัง ใกล้เคียงกับความเป็นจริง แม้จะไม่ใช้เวลาเดียวกันกับเหตุการณ์จริง สามารถใช้ได้ดีในการประกอบการสาธิต

9. ภาพนิ่ง การบันทึกเสียง วิทยู (Still Pictures Recordings) ได้แก่ การถ่ายภาพวาด แผ่นโปร่งใส สไลด์ การบันทึกเสียงต่างๆ และวิทยู สามารถได้กับการเรียนเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคล ภาพ สามารถจำลองความเป็นจริงมาให้เราได้ศึกษา ส่วนวิทยูการบันทึกเสียงให้ความรู้แก่ผู้ฟังโดยไม่ต้องอ่าน

10. ทศนสัญลักษณ์ (Visual Symbols) ได้แก่ แผนภาพ แผนภูมิ แผนสถิติ ภาพ โฆษณา การ์ตูน ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญลักษณ์สำหรับการถ่ายทอดความหมาย นำมาใช้แทนความหมายที่เป็น ข้อเท็จจริง

11. วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbols) ได้แก่ คำพูด ตัวหนังสือ ตัวอักษร ผู้ที่จะ เข้าใจสัญลักษณ์นี้จะต้องอาศัยประสบการณ์เป็นพื้นฐานมากพอสมควร

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอน แบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทวัสดุ (Material or Software) เป็นสื่อที่อยู่ในรูปของภาพเสียง หรือตัวอักษร แยกออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดที่สามารถสื่อความหมายได้ด้วยตนเองของมันเอง เช่น รูปภาพ แผนภูมิ ภาพวาด หนังสือ เป็นต้น ชนิดที่สองคือชนิดที่ต้องอาศัยเครื่องมืออื่นช่วยเสนอเรื่องราวไปสู่ผู้เรียน เช่น ภาพโปรเจกต์ สไลด์ แถบบันทึกเสียง फिल्मภาพยนตร์ เป็นต้น

2. ประเภทเครื่องมือ (Hardware) หมายถึง เครื่องมือที่เป็นตัวกลางส่งผ่านความรู้ไปสู่ผู้เรียน เช่น เครื่องฉายชนิดต่างๆ เครื่องเสียงชนิดต่างๆ เครื่องรับและส่งวิทยุและโทรทัศน์ ซึ่งต้องอาศัยวัสดุและเครื่องมือ หรือใช้เพียงลำพังในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การสาธิต การทดลอง การแสดงละคร การจัดนิทรรศการ เป็นต้น

3. ประเภทเทคนิคหรือวิธีการ (Technique or Method) หมายถึง เทคนิคหรือวิธีการที่จะใช้ร่วมกันกับวัสดุและเครื่องมือ หรือใช้เพียงลำพังในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การสาธิต การทดลอง การแสดงละคร การจัดนิทรรศการ เป็นต้น

2.4.3 บทบาทของสื่อการสอนต่อกระบวนการเรียนการสอน ได้มีผู้กล่าวถึงบทบาทของสื่อการสอนต่อกระบวนการเรียนการสอน ดังนี้

พิมพ์พรรณ เทพสุมาธานนท์ (2531 : 41) กล่าวว่า สื่อการสอนจะมีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากผู้เรียนมีจำนวนมากขึ้น ถ้าผู้สอนยังสอนโดยวิธีการบรรยายแบบเดิม จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ยากขึ้น และยังได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อการสอนไว้ ดังนี้

1. สื่อการสอนช่วยในการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้มากขึ้น
2. สื่อการสอนช่วยให้ครูจัดหาแหล่งเนื้อหาวิชาที่มีความหมายต่อผู้เรียน
3. สื่อการสอนช่วยให้ครูมีการแนะนำและควบคุมผู้เรียนให้มีปฏิกิริยาตอบสนองในทางที่พึงปรารถนา กับสิ่งเร้าของสภาพการเรียนรู้
4. สื่อการสอนช่วยให้ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน
5. สื่อการสอนช่วยให้สอนเนื้อหาตามวัตถุประสงค์
6. สื่อการสอนช่วยให้สอนเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาต่างๆ
7. สื่อการสอนช่วยเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้สอน สอนได้รวดเร็วและถูกต้องยิ่งขึ้น

เดล (Dale. 1969 : 8) กล่าวว่า สื่อการสอนมีคุณค่า ดังนี้

1. สามารถส่งเสริมความเข้าใจอันดีระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนในชั้นได้
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่ประสงค์ได้
3. ทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาวิชาที่เรียนได้ตรงกับความต้องการเป็นผลให้เพิ่มแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้อย่างยิ่ง
4. ให้ประสบการณ์เรียนรู้แปลกใหม่หลายด้านแก่ผู้เรียน
5. ทำให้การเรียนรู้มีความหมาย ทำให้ผู้เรียนมีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเช่นเดียวกัน
6. เราใจให้ผู้เรียนนำเอาความรู้ได้ไปใช้อย่างมีความหมาย

7. ทำให้ผู้เรียนมีปฏิริยาสะท้อนกลับ ซึ่งช่วยให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เพียงใด
8. ทำให้ได้รับประสบการณ์ที่สมบูรณ์ เกิดมีโนภาพที่ถูกต้องและความหมาย
9. ช่วยขยายและเพิ่มพูนขอบเขตของประสบการณ์ของผู้เรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ช่วยให้จดจำได้เร็วและแม่นยำยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยคำอธิบาย
10. ผู้เรียนเกิดความคิดได้กระจ่างและเป็นระเบียบ

ชม ภูมิภาค (2536 : 20-21) กล่าวว่า สื่อมีคุณสมบัติที่ก่อให้เกิดผลดีแก่การสอนและการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. มีคุณสมบัติในการจับยึดประสบการณ์กิจกรรมการกระทำต่างๆ เอาไว้เพื่อการสังเกต การศึกษาพิจารณาได้เท่าที่ความจำเป็นต้องการให้ทำเช่นนั้น ทำให้ผู้เรียนมีแบบที่จะฝึกปฏิบัติตามที่พิจารณาเปรียบเทียบ การที่สื่อการสอนมีคุณสมบัติในการจับยึดให้สามารถทำให้เหตุการณ์ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน มีความคงทนอยู่ได้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ และสามารถที่จะคิดสร้างและปรับปรุงระบบการสอนแบบต่างๆ ได้กว้างยิ่งขึ้น

2. คุณสมบัติในด้านการจัดการและปรุงแต่งได้อย่างกว้างขวาง สามารถแปลงรูปของเหตุการณ์และวัสดุต่างๆ ได้ เช่น เทคนิคของการถ่ายทำภาพยนตร์ทำให้เคลื่อนไหวเร็วให้ช้าลงได้ เพื่อให้นักศึกษาและสังเกตได้สิ่งที่เกิดซ้ำมากกินเวลายาวนาน สามารถทำให้เห็นกระบวนการต่อเนื่องได้นานโดยใช้เวลาไม่นาน เป็นต้น เทปบันทึกเสียงรายการวิทยุ และรายการโทรทัศน์ก็สามารถใช้เทคนิคต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางเช่นกัน สิ่งทั้งหลายเหล่านี้สามารถปรับปรุงให้เข้ากับวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนได้

3. คุณสมบัติในด้านการขยายแจกจ่าย หมายความว่าสามารถขยายเป็นหลายฉบับหรืออันเดียวกันใช้ได้หลายครั้ง และสามารถเข้าถึงคนได้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้สามารถแก้ปัญหาในด้านการเรียนการสอนได้หลายด้าน เช่น การขาดแคลนครูที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน ผู้เรียนมีจำนวนมาก ความแตกต่างของผู้เรียน คุณสมบัตินี้จะเข้าไปช่วยแก้ปัญหาได้

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 81-82) กล่าวว่า คุณค่าของการนำสื่อการสอนมาใช้ซึ่งเกิดประโยชน์ทั้งผู้เรียนและผู้สอน ดังนี้

1. สื่อการสอนกับผู้เรียน
 - 1.1 เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยุ่ยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
 - 1.2 สื่อจะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ทำให้เกิดความสุขสนุกสนานและไม่เบื่อหน่ายการเรียน
 - 1.3 การใช้สื่อจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน
 - 1.4 ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และกับผู้สอนด้วย

1.5 ช่วยสร้างเสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ จากการใช้สื่อการสอนเหล่านี้

1.6 ช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดให้มีการใช้สื่อการสอนในการเรียนการสอนทุกรายบุคคล

2. สื่อการสอนกับผู้สอน

2.1 การใช้สื่อ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ประกอบการเรียนการสอน ช่วยให้บรรยากาศในการเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น ทำให้ผู้สอนมีความสนุกสนานในการสอนมากกว่าวิธีการที่เคยใช้การบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในตัวเองให้มากขึ้น

2.2 สื่อจะช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนในด้านการเตรียมเนื้อหา เพราะบางครั้งอาจให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อได้เอง

2.3 เป็นการกระตุ้นให้ผู้สอนตื่นตัวอยู่เสมอในการเตรียมและผลิตวัสดุใหม่ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอน ตลอดจนคิดค้นเทคนิควิธีการต่างๆ เพื่อให้การเรียนรู้ที่น่าสนใจยิ่งขึ้น

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2529 : 113) กล่าวว่า สื่อการสอนที่มีบทบาทต่อกระบวนการเรียนการสอนเป็นอย่างมากในฐานะที่เป็นตัวกลางที่จะช่วยเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอนที่มีบทบาทในกระบวนการเรียนการสอน ดังนี้

1. การเพิ่มจำนวนผู้เรียน สื่อการสอนที่มีความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้เรียน

2. สื่อการสอนช่วยให้ผู้สอนสอนได้ดีขึ้น และช่วยให้การสอนบรรลุเป้าหมาย

3. สื่อการสอนสำเร็จรูป ช่วยให้ผู้เรียนที่อยู่ในสภาพเสียเปรียบ ซึ่งเป็นอีกทัศนะหนึ่งสรุปได้ดังนี้

3.1 ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ของผู้เรียน

3.2 ทำให้เนื้อหาวิชาความรู้ที่สอนมีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้น

3.3 ได้รับความสนใจของผู้เรียน ทำให้ครูสามารถสอนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

3.4 เป็นเครื่องชี้แนะการตอบสนองของผู้เรียน

3.5 สามารถเอาชนะขีดจำกัดต่างๆ ทางกายภาพได้

3.6 ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ การแก้ปัญหา

3.7 เป็นเครื่องมือสำหรับครูในการวินิจฉัยผลการเรียน และช่วยในการสอนซ่อมเสริม

นอกจากนี้ได้เสนอแนวคิดที่เกี่ยวกับคุณค่าของสื่อการสอนในด้านกายภาพ ดังนี้

1. เป็นแหล่งความรู้ เพราะสื่อการสอนสามารถเก็บและเสนอข้อมูลต่างๆ ได้ตามความต้องการ (Fixative)

2. เป็นสิ่งที่สามารถจัดให้สัมผัสและรับรู้ได้โดยง่าย (Manipulative)

3. เป็นสิ่งที่สามารถเสนอตัวต่อผู้เรียนได้ ไม่ว่าผู้เรียนจะเป็นกลุ่มใหญ่หรือรายบุคคลและใช้ในที่ต่างๆ ได้ตามความต้องการ

จึงสรุปได้ว่า สื่อการสอนจะมีคุณค่าก็ต่อเมื่อ ผู้สอนได้นำไปใช้อย่างเหมาะสมและถูกวิธี ดังนั้น ก่อนที่จะนำสื่อแต่ละอย่างไปใช้ ผู้สอนจึงควรจะได้ศึกษาถึงลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอน ข้อดีและข้อจำกัดอันเกี่ยวเนื่องกับตัวสื่อและการใช้สื่อแต่ละอย่าง ตลอดจนการผลิตและการใช้ให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนด้วย ทั้งนี้เพื่อให้การจัดกิจกรรมการสอนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2.4.4 องค์ประกอบในการใช้สื่อการเรียนการสอน

1. การจัดหาสื่อการเรียนการสอน

สุนันท์ สังข์อ่อง (2526 : 16-18) กล่าวว่า เกณฑ์ในการพิจารณาจัดหาสื่อการเรียนการสอนมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

1. สื่อที่จะนำมาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาตามหลักสูตรหรือไม่
2. สื่อชนิดนั้นเหมาะสมกับวัยหรือระดับชั้นของผู้เรียนหรือไม่
3. สื่อชนิดนั้นให้เนื้อหาความรู้ที่ทันต่อเหตุการณ์และเวลาในขณะนั้นหรือไม่ มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือในเนื้อหาที่เสนอให้แก่ผู้เรียนมากน้อยเพียงใด
4. สื่อชนิดนั้นช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียน คิดและสืบเสาะหาความรู้ได้มากกว่าที่จะไม่ได้ใช้สื่อการเรียนหรือไม่
5. สื่อชนิดนั้นช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่หรือรายบุคคลหรือไม่
6. ระยะเวลาในการเลือกสื่อการเรียนการสอนนั้นเหมาะสมหรือไม่
7. สื่อชนิดนั้นเป็นที่หน้าสนใจด้านเทคนิคการผลิตหรือไม่ เช่น ลักษณะการจัดภาพ เสียง ขนาด รูปแบบของการเสนอ เป็นต้น
8. คຸ້ມกັບเวลาการลงทุนหรือไม่ ถ้จะนำสื่อ นั้นมาใช้
9. สื่อชนิดนั้นเป็นที่ดึงดูดและน่าสนใจหรือไม่
10. สื่อ นั้นช่วยเสนอแนะกิจกรรมอื่นๆ ที่ผู้เรียนอาจปฏิบัติเพิ่มเติมได้หรือไม่

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 157) กล่าวว่า การจัดหาสื่อการเรียนการสอนเพื่อนำมาเกื้อกูลหนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ควรยึดหลัก ดังนี้

1. สื่อต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายและเรื่องที่สอน
2. สื่อต้องเหมาะสมกับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน
3. เหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียน
4. เนื้อหาและวิธีใช้ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนจนเกินไป
5. น่าสนใจและทันสมัย
6. เนื้อหา มีความถูกต้อง
7. เทคนิคการผลิต เช่น ขนาด สี เสียง ภาพ ความจริง เป็นต้น
8. เป็นสื่อที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน

9. สามารถนำเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ดี

10. ถ้ามีสื่อการสอนหลายอย่างในเรื่องเดียวกันให้กำหนดว่าสื่อใดเหมาะสมที่สุดที่จะให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้เรียนได้ดีที่สุดในเวลาอันสั้น

วาสนา ชาวหา (2522 : 64) กล่าวว่า แนวคิดในการจัดหาใช้สื่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ให้ความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
2. เหมาะสมกับกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดขึ้นเพื่อการเรียนการสอน
3. เหมาะกับวัยและความสนใจของผู้เรียน
4. คำนึงถึงประหยัดและให้ผลคุ้มค่ากับการลงทุนทั้งในด้านเงินทองและเวลาที่เสียไป
5. ใช้ได้สะดวกและประหยัด

ลัดดา ศุขปรีดี (2523 : 61-62) กล่าวว่า หลักเกณฑ์ในการจัดหาสื่อการเรียนการสอนและประสบการณ์ในการเรียนการสอนมี ดังนี้

1. เลือกสื่อและประสบการณ์ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการสอน
2. เลือกสื่อและประสบการณ์ที่สอดคล้องกับลักษณะการตอบสนองและพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่คาดหวังจะให้เกิดขึ้น

3. เลือกสื่อและประสบการณ์ในการเรียนการสอน ที่เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล

4. เลือกสื่อและประสบการณ์ที่จะหาได้ การเลือกสื่อจะต้องคำนึงถึงความสะดวกในการนำสื่อการสอนนั้นมาใช้และไม่จำเป็นต้องใช้สื่อการสอนที่มีราคาแพงเสมอไป

เดล (Dale. 1969 : 175-179) กล่าวว่า ในการจัดหาสื่อการเรียนการสอนมีข้อควรพิจารณา ดังนี้

1. สื่อการสอนนั้นสามารถให้แนวคิดที่ถูกต้องได้เพียงใด
2. สื่อการสอนนั้นจะสามารถสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในสิ่งที่เรียน ได้ดีเพียงใด
3. สื่อการสอนนั้นๆ เหมาะกับวัย สติปัญญาและประสบการณ์ต่างๆ ของผู้เรียนเพียงใด
4. สภาพแวดล้อมที่จะใช้สื่อการสอนนั้นๆ หรือไม่
5. มีข้อเสนอแนะสั้นๆ ในการใช้สื่อการสอนนั้นสำหรับครูหรือไม่
6. สื่อการสอนนั้นสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาด้านความคิดได้หรือไม่
7. คุ้มค่ากับเวลาและการลงทุนหรือไม่

อิริคสัน และเคิร์ล (Ericson and Curl. 1972 : 163-170) กล่าวว่า ครูควรจัดหาสื่อการเรียนการสอนโดยพิจารณาจากคำถาม ดังนี้

1. สื่อการสอนนั้นเป็นประโยชน์ต่อหน่วยการสอน และเป็นกิจกรรมในการแก้ปัญหาหรือประสบการณ์เฉพาะหรือไม่

2. เนื้อหาที่ต้องใช้ในสื่อการสอนในการสื่อความหมายนั้นเป็นประโยชน์และสำคัญแก่ผู้เรียน ชุมชนและสังคมหรือไม่

3. สื่อการสอนนั้นเหมาะกับจุดประสงค์การสอนหรือเป้าหมายของผู้เรียนหรือไม่

4. มีการตรวจสอบระดับความยากของจุดประสงค์การสอนเกี่ยวกับความเข้าใจ ความสามารถ เจตคติ และความนิยม

5. สื่อการสอนนั้นให้ความสำคัญต่อประสบการณ์จากการคิด การโต้ตอบ การอภิปราย และการศึกษาหรือไม่

6. เนื้อหาที่สอนในรูปของปัญหา และกิจกรรมของผู้เรียนหรือไม่

7. สื่อการสอนนั้นให้แนวคิดที่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่

8. สื่อการสอนนั้นให้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับขนาด อุณหภูมิ น้ำหนัก ความลึก ระยะทาง การกระทำ กลิ่นเสียง สี ความมีชีวิตชีวา อารมณ์หรือไม่

9. สื่อการสอนเน้นให้ความแน่นอนและทันสมัยหรือไม่

10. สื่อการสอนนั้นปรับให้เข้ากับจุดประสงค์ที่พึงปรารถนาได้หรือไม่

11. สื่อการสอนการสอนนั้นมีรสนิยมนิดหรือไม่

12. สื่อการสอนนั้นใช้กับห้องเรียนธรรมดาได้หรือไม่

13. เนื้อหาความรู้ของสื่อการสอนมีตัวอย่างให้มากได้หรือไม่

2. การใช้สื่อการเรียนการสอน

จรรยา เหนียนเฉลย (2535 : 4-7) ได้กล่าวถึง การเลือกใช้สื่อการสอนไว้ ดังนี้

1. ความเหมาะสม สื่อที่จะใช้นั้นเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการสอนหรือไม่

2. ความถูกต้อง สื่อที่จะใช้ช่วยให้นักเรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องหรือไม่ในเนื้อหา

3. ความเข้าใจ สื่อที่ใช้นั้นช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และให้ใช้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่นักเรียนหรือไม่

4. ประสบการณ์ที่ได้รับ สื่อที่ใช้นั้นช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์แก่นักเรียนหรือไม่

5. เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น จำนวนผู้เรียน ความสามารถ ความสนใจ รวมทั้งทักษะรูปแบบการเรียนของนักเรียนหรือไม่

6. เหมาะสมกับทัศนคติและทักษะของครูผู้สอนหรือไม่

7. ใช้การได้ดี ในแง่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดีหรือไม่

8. คุ่มกับราคา และการลงทุนในการผลิตและการนำไปใช้

9. สื่อที่ใช้นั้นช่วยให้นักเรียนร่วมกิจกรรมที่ครูต้องการหรือไม่

10. ระยะเวลาในการเสนอสื่อการสอนนั้นเหมาะสมหรือไม่

11. สื่อที่ใช้นั้นช่วยเสนอแนะกิจกรรมอื่นๆ ที่นักเรียนอาจปฏิบัติเพิ่มเติมได้หรือไม่

12. มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้สื่อที่แน่นอน อาทิเช่น สถานที่ แสงสว่าง สิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ เป็นต้น

เชียรศรี วิวิธศิริ (2527 : 46-48) กล่าวว่า การใช้สื่อการสอนจะได้ผลหรือไม่เพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ผู้ใช้ ได้แก่ ครูผู้สอนหรือคนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สื่อมีหลัก ดังนี้

1.1 ต้องรู้และเข้าใจเป็นอย่างดีว่า เนื้อหาวิชาตรงไหนที่ตนเองสอนอยู่ควรใช้สื่อชนิดใดจึงจะช่วยให้ผู้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยวางแผนการสอนไว้ว่าจะใช้สื่ออะไรตรงไหนของบทเรียน

1.2 รู้จักเลือกสื่อการสอนตามหลักการเลือกสื่อ

1.3 มีทักษะในการใช้สื่อการสอนประเภทต่างๆ บ้างพอสมควร

1.4 มีทักษะในการผลิตสื่อการสอนอย่างง่ายๆ ได้บ้าง

1.5 มีการเตรียมและทดลองใช้สื่อล่วงหน้าก่อนใช้จริง

1.6 จัดให้มีกิจกรรมต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความสนใจ และทบทวนไปด้วย เช่น การรายงาน การอภิปราย

2. สื่อการสอน ได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์ และเทคนิควิธีการต่างๆ ที่ครูนำมาใช้ประกอบการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และจะต้องพิจารณาตามหลักการเลือกสื่อการสอนด้วย พร้อมทั้งเน้นในเรื่องต่อไปนี้คือ

2.1 ต้องได้รับการคัดเลือกแล้วว่าคุณภาพและคุณค่าในการเรียน

2.2 เหมาะสมกับบทเรียน อายุ สติปัญญา และประสบการณ์ของผู้เรียน

2.3 สื่อการสอนทุกประเภทควรเก็บรักษาและดูแลให้มีสภาพใช้งานได้เสมอ

3. วิธีใช้ มีข้อควรพิจารณา ดังนี้

3.1 การใช้สื่อการสอนต้องใช้เป็นอุปกรณ์การสอนจริง

3.2 การใช้จะต้องมีการเตรียมทั้งตัวผู้สื่อ ผู้ใช้ และสถานที่ที่จะใช้สื่อ

3.3 การใช้สื่อให้ได้ผลดีควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมด้วย

3.4 ครูผู้สอนควรวางแผนการใช้สื่อให้เหมาะสมกับเวลา

3.5 การใช้สื่อประกอบการสอนคราวหนึ่งๆ ไม่ควรมีหลายชนิดเกินความจำเป็น

3.6 มีการประเมินผลการใช้สื่อ

3. การเลือกใช้อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เหมาะสม

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 14-291) กล่าวว่า การเลือกสื่อการสอนอย่างมีประสิทธิภาพควรเริ่มต้นเลือกสื่อการสอนบนพื้นฐานของวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเอกลักษณ์ของผู้เรียนในกลุ่มนั้นๆ ดังนั้นในการเลือกสื่อการสอนครูควรมีความสามารถพื้นฐานต่างๆ ดังนี้

1. สามารถเขียนวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนได้ชัดเจนและเหมาะสมไม่ว่าจะเป็นวัตถุประสงค์ด้านความรู้ทักษะ หรือเจตคติก็ตาม ทั้งนี้วัตถุประสงค์นั้นต้องวัด และสังเกตได้หรือที่เรียกว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง นั่นคือครูต้องสามารถเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้

2. มีความรอบรู้ในเรื่องของแหล่งของสื่อการสอนเป็นอย่างดี

3. สามารถเลือกหาสื่อต่างๆ มาสัมพันธ์กับการเรียนรู้ทั้งหลายอันเนื่องมาจากสื่อการสอนนั้นๆ จะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไรบ้าง

4. สามารถคาดคะเนได้ว่า ประสบการณ์การเรียนรู้ทั้งหลายอันเนื่องมาจากสื่อการสอนนั้นๆ จะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไรบ้าง

5. สามารถนำสื่อต่างๆ มาสัมพันธ์กับการเรียนการสอนและปัญหาต่างๆ ในการเรียนการสอนได้ ไม่ว่าจะเป็นการสอนแบบกลุ่มหรือแบบเอกัตบุคคลก็ตาม

6. สามารถเลือกสื่อเพื่อเสริมประสิทธิภาพของการสอนและกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. สามารถเลือกสื่อต่างๆ ให้เหมาะสมกับวิธีการสอนแบบต่างๆ

8. มีความสามารถในการพิจารณาคุณภาพและความเหมาะสมของสื่อต่อผู้เรียน

9. สามารถเตรียมและวางแผนการใช้สื่อการสอนได้

10. สามารถผลิตสื่อการสอนแบบง่ายๆ ได้

11. สามารถผลิตสื่อการสอนที่ซับซ้อน เช่น ชุดการสอน รายการโทรทัศน์ หรือ รายการวิทยุได้เมื่อจำเป็น

นอกจากนี้ครูจะต้องมีความสามารถในการเลือกสื่อการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสอนแล้ว ครูยังจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในลักษณะเฉพาะของตัวผู้เรียนด้วยไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม ประสบการณ์เดิม จิตใจและความรู้สึกนึกคิด ความต้องการ และเจตคติ เป็นต้น ดังนั้น เกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอนจึงประกอบด้วยคำตอบคำถามต่างๆ ดังนี้

1. เนื้อหาของสื่อมีประโยชน์และความสำคัญต่อผู้เรียนหรือไม่

2. สื่อน่าสนใจเพียงใด

3. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสอนหรือไม่

4. สามารถเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนได้ดีเพียงใด

5. สื่อมีความน่าเชื่อถือและทันสมัยหรือไม่

6. ข้อเท็จจริงและมโนภาพที่ปรากฏในสื่อ นั้นถูกต้องหรือไม่

7. ลักษณะของเนื้อหาและวิธีการนำเสนอของสื่อเหมาะสมหรือไม่

8. สื่อมีข้อผิดพลาดเคลื่อนหรือสิ่งที่จะทำให้เกิดความเข้าใจผิดหรือไม่ เช่น สี ขนาด เป็นต้น

9. คุณภาพด้านเทคนิคของสื่อเป็นที่น่าพอใจหรือไม่

10. ความประณีตในการผลิตสื่อของผู้ผลิตพอหรือไม่

11. สื่อได้รับการทดสอบหรือทดลองใช้มาก่อนหรือไม่ หากมีการทดสอบมาก่อนแล้วครูควรทราบด้วยว่า ใครเป็นผู้ทดสอบ ภาพได้สภาพการณ์อย่างไร ผู้เรียนมีลักษณะอย่างไร และในการทดสอบนั้น ประสบผลสำเร็จเพียงใด

ผจญ ชันระชวณะ (2529 : 116) ได้ให้ข้อคิดในการใช้สื่อการสอนให้เหมาะสม ดังนี้

1. ผู้เรียนทุกคนจะต้องสามารถแปลความหมายของสื่อการสอนนั้นๆ ตรงตามเจตนารมณ์ของผู้สอนได้ดี ซึ่งก็หมายความว่าสิ่งที่ใช้สอนนั้นทำให้การเสนอเนื้อหา นั้นอยู่ในความสนใจและ ผู้เรียนได้รับความรู้จริงไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป เพราะถ้ายากเกินไปผู้เรียนจะไม่ลำดับเรื่องราวของเนื้อหาได้ ซึ่งก็หมายความว่า การใช้สื่อตัวนั้นเสียเปล่าโดยสิ้นเชิงและในทำนองเดียวกันถ้าง่ายเกินไปผู้เรียนจะขาดความสนใจและไม่ให้ความสำคัญแก่การสอนหรือการเสนอเนื้อหา

2. ขนาดของสื่อการสอนจะต้องเหมาะสมกับการมองเห็นคือให้มีขนาดใหญ่พอที่จะมองเห็นภาพรวมและเข้าใจความหมายได้ทำนองเดียวกัน ก็ต้องมีขนาดเล็กพอที่จะจับถือได้สะดวก

3. การใช้สื่อ นั้นจะต้องมีความเที่ยงตรงแม่นยำ เช่นเรื่องของสัดส่วนกระบวนการและวิธีการวัด การใช้สื่อการผิดพลาดไปจากความเป็นจริงอาจทำให้ความเข้าใจของผู้เรียนคลาดเคลื่อนและได้แนวคิดที่ไม่ถูกต้อง และโอกาสที่จะเป็นเช่นที่วาก็มีมากที่สุดเพราะการใช้สื่อการสอนนั้นก่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการอธิบายและหาเหตุผลให้ตัวเอง

4. จัดที่เก็บให้สะดวกแก่การใช้สื่อการสอน จะต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะใช้และง่ายแก่การนำมาใช้ได้ การสอนด้วยสื่อจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผู้สอนสามารถนำสื่อมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว ไม่เสียเวลา เพราะจะช่วยให้การสอนราบรื่น

ลัดดา ศุขปริดี (2522 : 61-68) ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกสื่อและประสบการณ์ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. เลือกสื่อและประสบการณ์ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องกำหนดจุดมุ่งหมายในรูปของพฤติกรรม ดังนั้น การเลือกสื่อและประสบการณ์ในการเรียนการสอนจึงต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายดังกล่าว โดยพยายามเลือกสื่อที่ส่งเสริมผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างจริงจังเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

2. เลือกสื่อและประสบการณ์ที่สอดคล้องกับลักษณะการสนองและพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่คาดหวังจะเกิดขึ้น พฤติกรรมของผู้เรียนจะเกิดขึ้นได้ถ้าผู้เรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมและประสบการณ์ที่ได้รับความพึงพอใจย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ดังนั้น การเลือกสื่อและประสบการณ์การเรียนการสอนจึงควรเลือกสื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมีการตอบสนองและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่คาดหวัง

3. เลือกสื่อและประสบการณ์ในการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์เดิมของแต่ละคน สื่อและประสบการณ์ที่จัดให้แก่ผู้เรียนควรง่ายและอยู่ในขอบเขตความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน สื่อที่จะใช้ต้องช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับประสบการณ์ใหม่ได้เป็นอย่างดี สื่อและประสบการณ์ในการเรียนการสอนไม่จำเป็นต้องใช้กับนักเรียนทั้งชั้นเหมือนกันหมด เพราะสื่อและประสบการณ์บางอย่างอาจไม่เหมาะสมกับนักเรียนบางคน ดังนั้นการเลือกสื่อจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

4. เลือกสื่อและวัสดุอุปกรณ์ที่พอจะทำได้ การเลือกสื่อการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายในการนำสื่อมาใช้ด้วยและไม่จำเป็นต้องใช้สื่อที่มีราคาแพงเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าสื่อชนิดใดบ้างที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

สุรัชย์ ลิกขาบัณฑิต (2528 : 3-149) กล่าวถึงการใช้สื่อการสอนให้เหมาะสมว่า การใช้สื่อการสอนให้เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้ แต่ก็ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่าจะใช้สื่อไหนเมื่อไหร่

เท่าไร หรืออย่างไร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิชาที่สอนและความเข้าใจของผู้เรียน แต่มีข้อเสนอแนะอันควรพิจารณาของผู้สอนในการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ดังนี้

1. บทเรียนหนึ่งๆ ไม่ควรใช้สื่อการสอนมากเกินไป ควรใช้เท่าที่จำเป็น
2. ใช้สื่อการสอนซ้ำอีก ในกรณีที่ใช้แล้วทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ชัดเจน
3. ใช้สื่อที่พอเหมาะกับเวลา และได้จังหวะกลมกลืนไปกับเนื้อเรื่องอย่าให้เป็นการเสียเวลาของการสอน
4. ใช้สื่อโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสอน
5. ใช้สื่อเป็นเครื่องช่วยสอน ไม่ใช่แทนการสอนของครู
6. ใช้สื่อที่คัดเลือกแล้วว่ามีคุณภาพและมีคุณค่าต่อการเรียน
7. ใช้สื่อต่อเนื่องและกลมกลืนกับบทเรียน ไม่ควรให้ขาดตอนเป็นช่วงๆ
8. ขณะใช้สื่อไม่ควรสนใจเฉพาะตัวสื่อ ควรให้ความสนใจต่อผู้เรียนด้วย
9. ใช้สื่อความหมายที่วางแผนไว้
10. ใช้สื่อเป็นการประหยัดเวลา
11. ใช้สื่ออย่างมั่นใจและคล่องแคล่ว ไม่ลุกกลน

2.5 ความรู้เกี่ยวกับการสอนปฏิบัติ

วิทยา ประยงค์พันธุ์ และอำนาจ ทองผาสุก (2556 : 1-2) กล่าวถึงการสอนปฏิบัติเกี่ยวกับเทคนิคการสอนวิชาปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จดังนี้

1. แก่นความรู้เรื่องเทคนิคการสอนวิชาปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เทคนิคการสอนวิชาปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จนั้นประกอบด้วย

- 1.1 ศักยภาพของอาจารย์ผู้สอน
- 1.2 สื่อการเรียนการสอน
- 1.3 รูปแบบวิธีสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงสู่แนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

1.4 หลักสูตรที่เน้นชั่วโมงการปฏิบัติ

2. ปัจจัยแห่งความสำเร็จ (key for success) ของเทคนิคการสอนวิชาปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จมีดังนี้

2.1 ขั้นเตรียมการก่อนเรียนการสอน

- ผู้สอนวิชาปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จนั้นจำเป็นต้องมีทักษะและประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริงโดยได้จากการศึกษาดูงานการฝึกปฏิบัติในสถานประกอบการและการทำงานจริงเป็นต้น

- ผู้สอนควรมีความรู้ความเข้าใจในรายวิชาที่สอนเป็นอย่างดี

- การเตรียมการก่อนการเรียนการสอนอาจารย์ผู้สอนควรศึกษาข้อมูลจากแหล่งความรู้ที่หลากหลายเช่นหนังสือชิ้นงานจริงเอกสารวิธีการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละชนิดเป็นต้น

- ผู้สอนควรจัดเตรียมอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนให้เหมาะสมและเพียงพอกับความต้องการของผู้เรียน

- สัดส่วนของผู้เรียนต่อผู้สอนไม่ควรมากจนเกินไปประมาณ 25-30 คนต่อหนึ่งตอนเรียน
- เอกสารประกอบการสอนที่ดีควรประกอบด้วยคำอธิบายรายวิชาการวิเคราะห์งานวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน(ประกอบด้วยTask, Condition, Standards)เนื้อหา(เน้นการจดบันทึกและการแก้ปัญหาจากสถานการณ์เฉพาะหน้า) ใบงานฝึกปฏิบัติ(ประกอบด้วยสื่อการเรียนการสอนวัสดุอุปกรณ์) เกณฑ์การวัดและวิธีการประเมินผลการเรียน

- ควรมีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจนเพื่อนำไปสู่การฝึกทักษะปฏิบัติ

2.2 ชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- ผู้สอนควรศึกษาเทคนิคการสอนปฏิบัติแบบใหม่ๆ เพื่อสร้างความน่าสนใจในการสอนและเลือกวิธีการสอนที่เข้าใจง่ายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์และเป็นแนวทางในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาต่อไป

- กิจกรรมการเรียนการสอนควรเน้นทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อใช้ในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาสำหรับนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

- กิจกรรมการเรียนการสอนควรเน้นการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากกว่าการจดจำและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานจากองค์ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเอง

- การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเน้นรูปแบบการสอนแบบสาธิตโดยผู้สอนแสดงตัวอย่างแล้วให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามหรือให้ผู้เรียนศึกษาจากวีดิทัศน์ประกอบการสอน

- กิจกรรมการเรียนการสอนควรใช้รูปแบบ MIAP ตามใบงานและเนื้อหาที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิดตามอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือคือ “คิดเป็นทำเป็น”

- การฝึกปฏิบัติของผู้เรียนควรดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยผู้สอนให้การดูแลอย่างใกล้ชิด

- ผู้สอนควรจัดเตรียมเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้อยู่ในรูปแบบของชุดการสอนหรือชุดการฝึกประสบการณ์เพื่อเป็นคู่มือแนวทางปฏิบัติให้แก่ผู้เรียน

2.3 ชั้นการประเมินผล

- การวัดและประเมินผลการเรียนควรครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ทั้งด้านพุทธิพิสัยด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัยโดยเน้นรูปแบบวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน

- กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามความสำคัญของเนื้อหาตามมาตรฐานและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามรูปแบบของ RUBRIC SCORE ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนของ RUBRIC SCORE

| ระดับคะแนน | | | |
|------------|----|-------|----------|
| ดีมาก | ดี | พอใช้ | ปรับปรุง |
| 20 | 14 | 8 | 2 |
| 15 | 11 | 6 | 2 |
| 10 | 7 | 4 | 1 |
| 5 | 3 | 2 | 1 |

2.6 ทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC (Programmable interface controller) ผลิตโดยบริษัท Microchip ที่นำออกมาวางขายตามท้องตลาด มีรายละเอียดในการใช้งานที่ดี เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC เป็นชิพที่มีความหลากหลายในการใช้งาน มีตั้งแต่จำนวนขาเพียง 6 ขา ไปจนถึงขนาด 100 ขา มีการพัฒนาตัวอิมิตเตอร์ หรือหน้าตาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมออกมาใช้งานมากมายหลายภาษา เช่น Assembly , ภาษา C และภาษา BASIC และก็ยังมีการพัฒนาตัวแปลงภาษา หรือ Compiler ซึ่งสามารถที่จะโหลดโปรแกรมที่เขียนลงไปในตัวชิพได้เลย



รูปที่ 2.1 ลักษณะรูปร่างของชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดต่างๆ

ตระกูลนี้จะมีรหัสที่ขึ้นต้นด้วย PIC ตามด้วยตัวเลข 2 หลัก ตามด้วยอักษรอีก 1 ตัว (F หรือ C) และตามด้วยตัวเลข 2 ตัว หรือ 3 ตัว ตัวอย่างเช่น PIC16F628 , PIC16F877 , PIC16F72 , PIC12C509 เป็นต้น แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่าง รายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล PIC

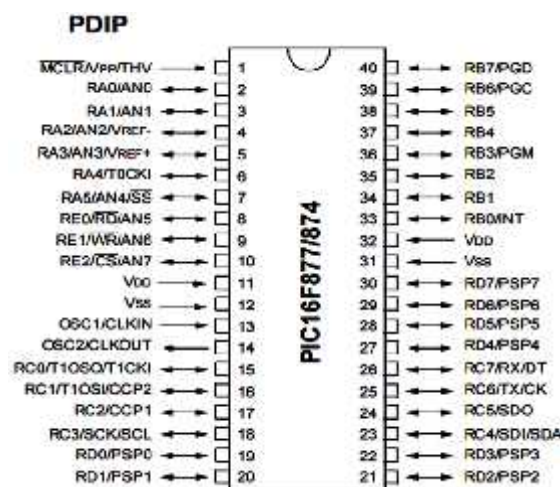
| Type Code | Package | I/O (Lines) | RAM (bytes) | FLASH ROM (bytes) | EEPROM (bytes) |
|-----------|------------|------------------|------------------|------------------------|---------------------|
| 16F873 | 28 Pin DIL | 22 | 192 | 4 K | 128 |
| 16F874 | 40 Pin DIL | 33 | 192 | 4 K | 128 |
| 16F877 | 40 Pin DIL | 33 | 368 | 8 K | 256 |
| 18F242 | 28 Pin DIL | 22/33* | 768 | 8 K / 16 K* | 256 |
| 18F452 | 40 Pin DIL | 33/34* | 1536 | 16 K / 32 K* | 256 |

2.6.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F877

- คำสั่งใช้งาน 35 คำสั่ง
- การประมวลผลคำสั่งจะใช้เวลาทำงาน 1 cycle ถึง 2 cycle
- ความถี่ออสซิลเลเตอร์ (OSC) ได้สูงสุด 20 MHz ในรุ่น
- หน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบ FLASH Program Memory ขนาด
- หน่วยความจำข้อมูลแบบ RAM ขนาด 368 Bytes
- หน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 256 Bytes
- ตอบสนองต่อการอินเทอร์รัพท์ได้ 14 แหล่ง
- มีระบบ POR , PWRT และ OST สำหรับรักษาเสถียรภาพการทำงาน
- มีระบบป้องกันข้อมูล สามารถเลือกระดับการป้องกันได้
- มีโหมดสำหรับเลือกสัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด RC , XT หรือ
- มีระบบประหยัดพลังงาน
- ใช้ไฟเลี้ยงวงจรตั้งแต่ 2.0 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์
- สามารถรับและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 25 mA ของขาพอร์ต I/O แต่ละขา
- มี Timer / Counter ให้ใช้งาน 3 ตัว คือ Timer 0 , Timer 1 , Timer 2
- มี PWM modes จำนวน 2 ชุด
- A To D converter ความละเอียด 10 บิต 8 ช่อง (นำเข้า)
- ระบบ USART สำหรับต่อกับ RS-232 เพื่อการสื่อสารแบบอนุกรม
- ระบบตรวจสอบไฟเลี้ยง

2.6.2 ตำแหน่งขาของตัวถังไมโครคอนโทรลเลอร์แบบต่างๆ

จากรูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งขาของตัวถังไมโครคอนโทรลเลอร์แบบต่างๆ เช่น PIC16F877 มีพอร์ต I/O ทั้งหมด 5 พอร์ต 33 ขา คือ พอร์ต A , B , C , D และ E



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งขาของตัวถังไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PDIP

- พอร์ต A มี 6 ขา คือ ตั้งแต่ พอร์ต RA0 ถึง RA5
- พอร์ต B มี 8 ขา คือ ตั้งแต่ พอร์ต RB0 ถึง RB7
- พอร์ต C มี 8 ขา คือ ตั้งแต่ พอร์ต RC0 ถึง RC7
- พอร์ต D มี 8 ขา คือ ตั้งแต่ พอร์ต RD0 ถึง RD7
- พอร์ต E มี 3 ขา คือ ตั้งแต่ พอร์ต RE0 ถึง RE2

2.6.3 หน่วยความจำ

การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องอาศัยหน่วยความจำ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับจัดเก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ นักพัฒนาโปรแกรมมีความจำเป็นจะต้องทำความเข้าใจกับหน่วยความจำในแต่ละส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อช่วยให้การทำงานง่าย รวดเร็ว และสามารถทำการติดต่อกับหน่วยความจำต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะมีลักษณะการทำงานแบบ Byte Machine มีหน่วยความจำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนั้นภายในโครงสร้างจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

- หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)
- หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)
- หน่วยความจำ EEPROM

2.6.4 วงจรการทำงานของ PIC16F877

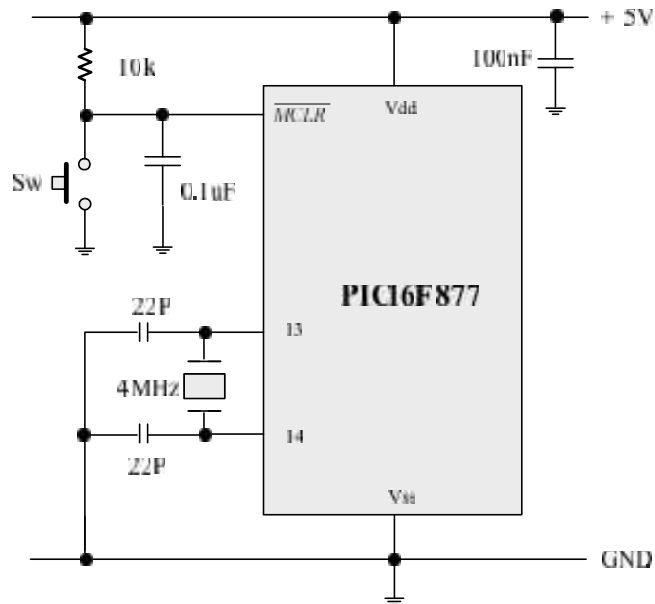
การต่อวงจรใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 หรือ การต่อวงจรเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานได้รายละเอียด ดังนี้

1) วงจรไฟเลี้ยง

การต่อวงจรไฟเลี้ยงเพื่อจ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะต้องต่อไฟบวก (+) 5 โวลต์ สามารถเลือกต่อขาใดขาหนึ่งจาก 2 ขา คือขา 11 และขา 32 เนื่องจากทั้ง 2 ขานี้มีวงจรเชื่อมต่อถึงกันภายใน ส่วนไฟลบ (-) หรือไฟกราวด์ ก็สามารถเลือกต่อได้จาก 2 ขาเช่นเดียวกัน คือขา 12 และ ขา 33 และเพื่อเป็นการลดสัญญาณรบกวนที่มาจากแหล่งจ่ายไฟ ควรจะมีการต่อ Capacitor ค่าประมาณ 100 nF โดยตำแหน่งที่ทำการติดตั้งควรจะอยู่ในบริเวณที่ใกล้กับขาไฟบวกหรือขา Vdd ให้มากที่สุด ตามรูปที่ 2.3

2) วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา (OSC)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะใช้สัญญาณนาฬิกาเป็นค่าอ้างอิงเกี่ยวกับความเร็วในการทำงานจากรูปที่ 2.3 จะพบว่าใช้ความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ 4 MHz ซึ่งจะมีค่าเวลาในการประมวลผล 1 Cycle การทำงาน จึงมีค่าเวลาเท่ากับ 1 micro Sec. เวลานี้จะเป็นค่าเวลาพื้นฐานสำหรับการหน่วงเวลาของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 แต่ถ้าหากต้องการความเร็วในการทำงานที่มากกว่านี้ ก็จะต้องใช้ออสซิลเลเตอร์ที่มีความเร็วสูงได้ สำหรับขาที่จะต้องทำการต่อคริสตัลออสซิลเลเตอร์ (Crystal Oscillator) คือ ขา 13 และขา 14



รูปที่ 2.3 การต่อวงจรเพื่อใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877

3) วงจร RESET (MCLR) (สมบูรณ เนียมกล้า 2549 : 127-128)

วงจรในส่วนนี้ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ดำเนินการ วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถทำงานได้ แต่ก็ถือว่ามีความจำเป็นสำหรับโปรแกรมที่ต้องมีการ RESET ก่อนเริ่มการทำงาน และควรมีการต่อ Capacitor ค่า $0.1 \mu\text{F}$ 16 V เพื่อหน่วงเวลาการ RESET ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 จะต่อขา RESET ที่ขา 1 หรือขา MCLR วงจรการต่อตามรูปที่ 2.3

วงจรการทำงานที่กล่าวมา เป็นเพียงการต่อวงจรเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ใช้งานได้เป็นการเบื้องต้นเท่านั้น ซึ่งการประยุกต์ใช้งานในขั้นสูงนั้น จะต้องมีการดำเนินการต่ออีก ตัวอย่างเช่น

- การต่อตัวต้านทานพูลอัพ (Pull-up resistor) ที่มีค่าความต้านทานประมาณ $1 \text{ K}\Omega$ ระหว่างขา 6 หรือขา RA4/TOCKI กับไฟบวก (+) 5 โวลต์
- การต่อสวิตช์เพื่อเลือกหน้าที่ทำงาน ที่ขา 39 และขา 40 เนื่องจากเป็นขาที่ทำสองหน้าที่ คือ เป็นขา I/O และเป็นขาโปรแกรมตัวชิพ สำหรับบอร์ดที่มีการโปรแกรมในตัว
- การต่อตัวต้านทานพูลดาวน์ (Pull-down resistor) ที่มีค่าความต้านทานประมาณ $1 \text{ K}\Omega$ ที่ขา 36 หรือขา RB3 เพื่อป้องกันการเกิดสถานะ Low Voltage Programming
- การต่อตัวต้านทานประมาณ $4.7 \text{ K}\Omega$ ระหว่างขา I/O ที่ไม่ได้ใช้งานกับไฟบวก (+) 5 โวลต์ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน และอันตรายที่จะเกิดกับขา I/O

2.7 ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพชุดฝึก

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 291) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพ ดังนี้ เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพอาจจะกำหนดเป็น 90/90 หรือ 85/85 หรือ 80/80 ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะวิชาการที่จะกำหนดขึ้นเองตามใจชอบ แต่ควรจะให้เป็นผลจากการทดลองใช้ก่อน ในกรณีของการศึกษาแบบสมรรถฐานคือเกณฑ์ 90/90 จึงจะถือว่าใช้ได้ เรียกได้ว่าเป็นการเรียนรู้เพื่อความรอบรู้ (mastery Learning) หรือเชี่ยวชาญหากผู้ใดได้คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องแก้ไขปรับปรุง แล้วหาประสิทธิภาพใหม่อีกครั้ง ถ้ายังมีผลต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ก็ต้องปรับปรุงแก้ไขอีกจนกว่าจะได้ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 130) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพไว้ ดังนี้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อที่นิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ความจำ และถ้าเนื้อหาวิชาเป็นทักษะหรือเจตคติจะตั้งเกณฑ์ไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80

กฤษณะ สุวรรณบวร (2550 : 30) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่องการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพชุดประลอง ดังนี้ การหาประสิทธิภาพชุดประลองที่ได้จากการวัดผลค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด จากการทำแบบทดสอบท้ายการประลองทุกหัวข้อเรื่อง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีการกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพไว้หลากหลาย คือ 80/80 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของรายวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างชุดประลอง ดังนี้

- ถ้าเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นไว้ที่ 80/80

80 ตัวแรก คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการประลองระหว่างเรียนทุกหัวเรื่องรวมกันโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

- ถ้าเนื้อหาง่ายหรือเป็นชุดประลองที่พัฒนาขึ้น การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะตั้งไว้ที่ 90/90

90 ตัวแรก คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการประลองระหว่างเรียนทุกหัวเรื่องรวมกันโดยคิดเป็นร้อยละ

90 ตัวหลัง คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหัวเรื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ

2.8 ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.8.1 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ความรู้ ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529 : 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2538 :171) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test)

ทองใบ นี้อุ่นจิตร (2548 : 30) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ความรู้ความสามารถหรือคุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดความเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพทางสมอง สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบให้นักเรียนตอบคำถามด้วยกระดาษและดินสอ

สัมพันธ์ พันธุ์พุกษ์ (2525) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน ในด้านความรู้และทักษะหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการสอน เป็นแบบสอบที่ใช้กันมากในสถานศึกษาทั่วไป แสดงว่าผลของการสอนนั้นสามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพต่าง ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์การสอนที่ตั้งไว้หรือไม่ เพียงใด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 20) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาที่เรียนรู้อมาแล้ว นักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด ดังเช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในปัจจุบัน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 28) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

บุญศรี พรหมมาพันธ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2545 : 219) ได้ให้ความหมายไว้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นชุดของคำถามที่มุ่งวัดความรู้ ความสามารถ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังที่เกิดการเรียนรู้

สมบูรณ์ ตันยะ (2545 : 143) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในเรื่องที่เรียนรู้อมาแล้วหรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556 : 165) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีบทบาทสำคัญในการใช้เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งสำหรับการวัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถถึงระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือยัง หรือมีความรู้ความสามารถถึงระดับใด หรือมีความรู้ความสามารถเพียงไร เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อน ๆ ที่เรียนด้วยกัน

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาในแต่ละเนื้อหาวิชาที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และทักษะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้สอนทราบถึงการพัฒนาด้านความรู้ความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

2.8.2 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ (ออนไลน์ : 2559) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่าเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน
4. อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้
5. ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป
6. วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว
7. ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถามเพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง
8. มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกัน ควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ
9. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ในแง่ของการนำไปใช้ ประหยัดเวลาและงบประมาณ
10. มีการจูงใจให้ตอบ (Exemplary) อาจทำได้โดยเรียงข้อสอบข้อง่าย ๆ ไว้ตอนแรก ๆ แล้วค่อย ๆ ยากขึ้นตามลำดับ หรืออาจใช้รูปภาพประกอบคำถามเพื่อดึงดูดความสนใจให้ผู้ตอบอยากตอบ นอกจากนี้รูปแบบการจัดพิมพ์ข้อสอบควรให้ดูสวยงาม น่าตอบ

2.8.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 171) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งเป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากเพียงไหน บทพร้องที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูจะปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขา หรือจากครูที่สอนในวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงจะสร้าง เกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินการสอนใน เรื่องใด ๆ อะไรก็ได้เพื่อใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัย ในแต่ละกลุ่มของแต่ละภาคก็ได้ จะใช้ สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมี คุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใดราชการใดจะ นำไปใช้ต้องดำเนินการสอบในแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ บอกถึงวิธีการ สอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

สุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ (ออนไลน์ : 2559) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อยู่ใน ปัจจุบันมีหลายแบบแตกต่างกันไป จะใช้รูปแบบใดก็ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญสำหรับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอจำแนกได้ 2 แบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเอง
2. แบบทดสอบมาตรฐาน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้วัดความรู้ ความสามารถของนักเรียน พอจำแนกออกได้ ดังนี้

1. ชนิดที่ผู้สอบเป็นผู้ให้คำตอบ ได้แก่
 - 1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective Test or Essay Test)
2. แบบทดสอบชนิดที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบ ได้แก่
 - 1.1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted – response type)
 - 1.1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted – response type)
 - 1.2 แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น (Completion or Short-Answer Test)
 - 2.1 แบบทดสอบแบบถูกผิด (True – False Test)
 - 2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
 - 2.3 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)
 - 2.4.1.4 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญศรี พรหมมาพันธ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม (2545 : 219) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสาร และงานวิจัย ต่าง ๆ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้สร้างแบบทดสอบต้องทำการค้นคว้าวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนว่ามีแบบใดบ้าง แบบทดสอบแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อดีจำกัดอย่างไร

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนจะเริ่มเขียนข้อ คำถาม ผู้สร้างข้อคำถามจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะวัดไปเพื่ออะไร จะ ได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

3. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้สร้างแบบทดสอบจะต้องกำหนด ขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ พฤติกรรมที่จะวัดในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า

4. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบและส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ หรือจะเป็นทั้งแบบปรนัยและอัตนัยรวมกันก็ได้ ทั้งนี้ผู้สร้างแบบทดสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้กำหนดลักษณะข้อสอบ ซึ่งได้แก่

- 4.1 วัตถุประสงค์ของการวัด
- 4.2 ระดับพฤติกรรมของการเรียนรู้ที่จะวัด
- 4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ
- 4.4 จำนวนผู้เข้าสอบ
- 4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบดำเนินการสอบและตรวจข้อสอบ
- 4.6 ความเป็นอิสระในการตอบ

ส่วนการกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ หรือจำนวนของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ

1. ผู้สร้างแบบทดสอบลงมือสร้างแบบข้อสอบ ตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ คำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนนและการตรวจให้คะแนน

2. ตรวจทานข้อสอบ ผู้สร้างต้องทบทวนแบบทดสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องครบถ้วน ตามรายละเอียดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับทดลอง เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจข้อสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

1. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3-5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นได้สร้างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

นำข้อสอบที่ได้หาค่าความสอดคล้อง IOC และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

2. ทดลองสอบ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบ (Try Out) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่เพิ่งเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป

3. วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นให้นำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

4. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

สุทธวิพรรณ พิศักดีโสภณ (ออนไลน์ : 2559) เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมผลการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายนักสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร ในระดับชั้นใด
2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัด ต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราและทฤษฎีต่าง ๆ ได้ ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสมกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

4. เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด และให้ถูกต้องตามหลักวิชาของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข เมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้วควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

6. การทดลองใช้ข้อสอบ หลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้ว ก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ และพัฒนาแบบทดสอบต่อไป ในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่า ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คณะแผนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

จากความหมายข้างต้นสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ คือเริ่มจากการวางแผนการสร้างการลงมือ และการตรวจสอบเพื่อปรับปรุง หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีคุณภาพ แล้วจึงจัดทำแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

2.9.1 ความหมายของแบบสอบถาม

อ้างความหมายของแบบสอบถามตามธเนศ ต่วนชะเอม (2552) ดังต่อไปนี้

ดร.จุมพล สวัสดิยากร กล่าวว่า แบบสอบถาม คือรายการถาม หรือชุดของคำถามที่ผู้วิจัยคิดประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อเตรียมไว้ไปถามผู้อื่นที่ทราบข้อมูลตามที่ผู้วิจัยต้องการทราบ

แบบสอบถาม คือข้อคำถามที่ผู้วิจัยต้องสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดและนิยามปฏิบัติการอย่างได้มาตรฐาน (Standard) สำหรับวัดสิ่งที่ต้องการวัด

ดร.อารง สุทธาศาสน์ ได้ให้ความหมายของแบบสอบถามไว้ว่า หมายถึง คำถามชุดหนึ่งซึ่งเขียนออกมาเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างมีมาตรฐานเพื่อให้ผู้ถูกวิจัยตอบ

ศ.บุญธรรม กิจปริดาภิรุตม์ กล่าวว่าไว้ว่า แบบสอบถาม หมายถึง คำถามชุดหนึ่งซึ่งเขียนออกมาเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างมีมาตรฐานเพื่อให้ผู้ถูกวิจัยตอบ

ในอีกความหมายหนึ่ง “แบบสอบถาม” คือ รายการคำถามที่สร้างขึ้นมากถามคนจำนวนมากเพื่อสืบหาความจริงบางอย่าง

“แบบสอบถาม” คือ รายการคำถามที่ตอบปัญหาวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย และสมมติฐานการวิจัยตามที่ได้ตั้งไว้ นั่นคือ มีวัตถุประสงค์ที่ข้อ ต้องถามให้ครบทุกข้อ

แบบสอบถาม คือ รายการคำถามที่มอบให้บุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือหลายคนกรอกคำตอบ (Consisting of a list of question to submitted to one or more person)

แบบสอบถาม คือ แบบที่พิมพ์ หรือเขียนขึ้นสำหรับใช้รวบรวมข่าวสารในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือหลาย ๆ เรื่อง (A written or printed form used in gathering information on some subject or subjects)

ในความหมายของธเนศ ต่วนชะเอม (2552) แบบสอบถาม คือ รายการคำถามชุดหนึ่ง ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นอย่างมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อให้ผู้ถูกวิจัยตอบ หรือจะกล่าวอย่างสั้น ๆ แบบสอบถาม คือ รายการคำถามที่สร้างขึ้นเพื่อต้องการคำตอบ นั่นเอง

2.9.2 ข้อดีข้อเสียของแบบสอบถาม

ปฎิมา มั่นศิลป์ (2553 : 11-12) ได้กล่าวว่า ข้อดีของแบบสอบถาม อาจจำแนกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามจะช่วยให้ได้ข้อมูลในลักษณะหรือแบบเดียวกันทั้งหมด (Uniformity) เพราะมีคำถามที่จะให้ได้ข้อมูลในลักษณะเดียวกันทั้งฉบับ

2. เป็นข้อมูลประเภทปฐมภูมิ (Primary data) ที่ทันสมัย ถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์
3. ในกรณีที่ประชากรมีมาก และอยู่กันอย่างกระจุกกระจาย ก็สามารถส่งทางไปรษณีย์ได้ ซึ่งประหยัดทั้งกำลังคน เวลา และงบประมาณ
4. ช่วยให้ผู้ตอบมีอิสระในการตอบ
5. เป็นคู่มือช่วยในการตอบของผู้ตอบในขอบเขตปัญหาที่ตั้งไว้เท่านั้น กล่าวคือ มีคำถามอย่างไรก็ตอบไปตามนั้น
6. ง่ายต่อการวิเคราะห์ เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาได้แล้ว ก็สามารถ บรรณาธิกรณลงรหัส จัดทำตารางได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น
7. การรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเพียงแต่แบบสอบถามไปให้กรอกและตามเก็บเมื่อกรอกเสร็จแล้วเท่านั้น
8. ใช้ได้ดีกับผู้มีระดับการศึกษาสูง เพราะบุคคลระดับนี้ยินดีจะกรอกแบบสอบถามมากกว่าการนั่งให้สัมภาษณ์

ปฎิมา มั่นศิลป์ (2553 : 12) ได้กล่าวว่า ข้อเสียของแบบสอบถาม อาจจำแนกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. มีความยืดหยุ่นน้อย ถ้าผู้ตอบไม่เข้าใจก็อาจไม่ตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็น
2. ใช้ได้กับคนที่มีการศึกษา หรืออ่านออกเขียนได้เท่านั้น
3. มักได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาน้อย ในกรณีที่ส่งไปรษณีย์
4. แบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนมานั้น ผู้วิเคราะห์ไม่สามารถทราบได้ว่าเขาตอบตามความเป็นจริงหรือเปล่า หรือว่าให้คนอื่นตอบ จากการวิจัยพบว่าประมาณร้อยละ 10 ของแบบสอบถามที่ได้รับคืนมานั้น ตอบโดยผู้อื่น

2.9.3 การสร้างแบบสอบถาม

ณรงค์ ศรีสวัสดิ์ (ออนไลน์ : 2559) ได้กล่าวว่าการสร้างแบบสอบถาม จะมีเทคนิคต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. คำถาม พื้นฐานของแบบสอบถาม ก็คือ คำถามซึ่งจะต้องแปลงวัตถุประสงค์ของการวิจัยออกเป็นคำถามอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ เพื่อว่าคำตอบของคำถามจะให้ข้อมูลสำหรับการทดสอบสมมติฐาน คำถามยังจะต้องชักจูงผู้ตอบเพื่อให้ผู้ตอบกรอกข้อมูลที่ต้องการให้ด้วย ดังนั้น คำถามจึงเป็นส่วนสำคัญยิ่งของแบบสอบถาม และในการเขียนคำถามในแบบสอบถามจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ คือ เนื้อหา โครงสร้าง รูปแบบ และการเรียงข้อ คำถามดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1. เนื้อหาของคำถาม คำถามในการสำรวจ อาจเกี่ยวข้องกับความจริง ความคิดเห็น ทศนคติสิ่งจูงใจของผู้ตอบ และระดับความคุ้นเคยหรือความเคยชินของผู้ตอบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และคำถามส่วนใหญ่ของแบบสอบถาม จะจำแนกออกได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ คือ คำถามด้านความจริง คำถามด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ตอบ และคำถามด้านการกำหนดหรือการกระทำและทัศนคติ

- คำถามด้านความจริง เป็นคำถามที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อต้องการทราบภูมิหลัง สิ่งแวดล้อมของผู้ตอบ นิสัยใจของผู้ตอบและอื่น ๆ คำถามที่เคยชินกันมากที่สุดได้แก่ คำถามด้านคุณสมบัติของบุคคล เช่น เพศ อายุ สถานภาพสมรส การศึกษา รายได้ ซึ่งการจำแนกผู้ตอบออกตามคำถามเหล่านี้จะช่วยในการอธิบายความแตกต่างกันทางพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบได้

- คำถามด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ตอบ เช่น ภูมิลาเนาเดิมของท่านอยู่ภาคใด บ้านของท่านอยู่ในแหล่งใด

- คำถามด้านการกำหนดหรือการกระทำของบุคคล รวมทั้งทัศนคติ และความคิดเห็นในการวิจัยทางสังคมวิทยาส่วนใหญ่ จะเกี่ยวกับพฤติกรรมทางด้านต่าง ๆ ของบุคคลและกลุ่ม ซึ่งในการศึกษาเชิงสำรวจ หรือเชิงสหสัมพันธ์นั้น จะเห็นได้ว่านักวิจัยมักจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติและการกำหนดของบุคคล รวมทั้งทัศนคติและความคิดเห็นของบุคคล เช่น ทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่ออาชีพอาจารย์มหาวิทยาลัย ความคิดเห็นของอาจารย์ต่อการเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐบาล เป็นต้น

2. โครงสร้างคำถาม ในการทำแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์โดยทั่วไปมีโครงสร้างคำถามอยู่สามประเภท คือ คำถามแบบปลายปิด (Closed-ended questions) คำถามปลายเปิด (Open-ended questions) และคำถามตามกรณี (Contingency questions) ดังต่อไปนี้

2.1 คำถามปลายปิด จะเป็นคำถามที่มีคำตอบหลายคำตอบ ให้ผู้ตอบมีโอกาสเลือกคำตอบที่ตรงกับทัศนะของผู้ตอบมากที่สุด เช่น ชาวชนบทเคร่งศาสนามากกว่าชาวเมือง คำตอบก็อาจจะมีเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง บรรดาคำถามแบบปลายปิด ผู้ตอบทำการตอบได้ง่าย และรวดเร็ว ไม่ต้องเขียนอะไรและการวิเคราะห์ก็ตรงไปตรงมา แต่มีจุดอ่อนที่สำคัญคือ อาจเกิดความลำเอียงในการตอบได้ โดยการที่บังคับให้ผู้ตอบเลือกคำตอบ ซึ่งบางที่ผู้ตอบก็เลือกตอบไปโดยไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง

2.2 คำถามปลายเปิด จะไม่มีการกำหนดให้ผู้ตอบเลือกตอบ และผู้ถามจะบันทึกคำตอบของผู้ตอบ ตัวอย่างเช่น คำถามที่ว่า “สิ่งอะไรที่ท่านเห็นว่าเป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่รัฐบาลไทยควรพยายามแก้ไข” เป็นคำถามแบบปลายเปิดที่ใช้กันบ่อยในแบบสอบถามทางด้านความคิดเห็นของสาธารณชน ข้อดีของคำถามแบบนี้ก็คือการไม่บังคับให้ผู้ตอบเตรียมตอบตามคำตอบที่กำหนดไว้ เมื่อผู้ตอบมีความเข้าใจคำถามแล้วก็สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และพูดได้ตามภาษาที่ถนัดและถ้าตอบที่ได้ไม่ชัดเจนพอผู้ถามก็สามารถสอบถามเหตุผลต่อได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้สัมภาษณ์หมดข้อข้องใจในคำตอบ และช่วยเสริมสร้างความเป็นเหตุผลต่อด้วย อย่างไรก็ตาม คำถามแบบปลายเปิดก็ยากแก่การตอบและยังยากแก่การวิเคราะห์อีกด้วย

2.3 คำถามตามกรณี มีอยู่บ่อย ๆ ที่คำถามบางคำถามเกี่ยวข้องกับผู้ตอบบางคน แต่ไม่เกี่ยวข้องกับผู้ตอบคนอื่น ๆ ตัวอย่าง เช่น “จงให้เหตุผลสำคัญที่สุดที่ทำให้ท่านจึงไม่เข้าเรียนในมหาวิทยาลัย” จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า คำถามนี้ใช้สำหรับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมที่มีแผนจะเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยและบางทีก็มีความจำเป็นที่จะตั้งคำถามสำหรับผู้ตอบบางรายเท่านั้น และบางคำถามก็อาจเกี่ยวข้องกับสตรีเท่านั้น เป็นต้น

คำถามที่เป็นตามกรณี เป็นคำถามกรณีพิเศษของคำถามแบบปลายปิดที่ใช้สำหรับกลุ่มย่อยของผู้ตอบทั้งหมด ในคำถามสำหรับย่อยนี้จะมีคำถามกรอง (Filter questions) ตัวอย่าง ในการสำรวจสื่อสำหรับชาวต่าง ๆ จะมีคำถามกรอง เช่น “ท่านติดตามข่าวในหนังสือพิมพ์เป็นประจำหรือไม่” และคำถามตามกรณีจะเป็น “กรุณาเล่าถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเร็ว ๆ นี้ที่ท่านจำได้” ความเกี่ยวข้องของคำถามที่สองนี้ต่อผู้ตอบก็ขึ้นอยู่กับกรณีที่ผู้ตอบ ตอบคำถามกรองซึ่งเฉพาะผู้ตอบว่า “ใช่” ในคำถามกรองเท่านั้นที่จะเห็นว่ามีมีความเกี่ยวข้องกับคำถามตามกรณีต่อไป ดังนั้นผู้ตอบคำถามกรองก็จะเป็น 1. ใช่ (ตอบคำถามต่อไป) และ 2. ไม่ใช่ (ข้ามไปตอบคำถามที่ 3)

2.9.4 ความหมายของความพึงพอใจ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2547 : 122) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคลที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลตอบแทน

คือผลที่เป็นความพึงพอใจทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นมีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจ และสิ่งเหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน รวมทั้งส่งผลต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร

สุนทร เพ็ชรพราว (2551 : 17) กล่าวว่า ความพึงพอใจในงาน หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานและการทำงานนั้น ถ้าบุคคลมีความรู้สึกพร้อมจะเสียสละอย่างอุทิศร่างกาย แรงใจ และสติปัญญาให้แก่งาน และทางตรงกันข้ามถ้าบุคคลมีความรู้สึกไม่พึงพอใจต่องาน ก็จะไม่กระตือรือร้นในการทำงานเพียงทำงานตามหน้าที่ให้เสร็จไปในแต่ละวันเท่านั้น ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานเป็นความรู้สึกรวมของบุคคลในทางบวกเป็นความสุขของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน และได้รับผลตอบแทน ความพึงพอใจทำให้บุคคลกระตือรือร้นในการทำงาน ที่มีความมุ่งมั่นมีขวัญและกำลังใจ สิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อประสิทธิภาพประสิทธิผลของการทำงาน และส่งผลต่อความสำเร็จเป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร

รจนา เตชะศรี (2550 : 12) กล่าวว่า ความพอใจในการทำงานเป็นความรู้สึกชอบ พอใจ หรือเต็มใจที่จะปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์มีความสุขในการทำงานรวมทั้งประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติงานนั้น

จากความหมายข้างต้นสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกที่เกิดจากทัศนคติ ความต้องการที่เป็นไปตามความคาดหวัง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก ถ้าความต้องการได้รับการตอบสนองก็จะเกิดความพอใจ ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานเป็นความรู้สึกรวมของบุคคลในทางบวกเป็นความสุขของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน และได้รับผลตอบแทน

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 งานวิจัยในประเทศ

พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล (2521 : 107-116) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ความต้องการ และการใช้สื่อการสอนในการสอนวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของอาจารย์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่า

1. สถานภาพการใช้สื่อการเรียนการสอน อาจารย์ภาคครุศาสตร์ไฟฟ้าใช้กระดานดำ และชอล์คสี ในการสอนมากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องอัดสำเนาของจริง

2. ความต้องการสื่อการเรียนการสอน และบริการ

2.1 ความต้องการสื่อการสอนชนิดต่างๆ อาจารย์ต้องการชอล์คสีมากที่สุด รองลงมาคือ ของจริง

2.2 ความต้องการที่จะได้รับบริการจากศูนย์สื่อการสอน อาจารย์ต้องการได้รับการบริการในด้านการติดตามผล และศึกษาเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ๆ มาเสนอมากที่สุด รองลงมาคือ การจัดสัมมนาเรื่องการใช้สื่อการสอนของอาจารย์ในสถาบัน

2.3 ปัญหาและอุปสรรคในการใช้สื่อการเรียนการสอนอาจารย์มีปัญหาในการใช้สื่อการสอนในด้านขาดงบประมาณในการจัดซื้อสื่อการสอนตามความต้องการมากที่สุด รองลงมาคือ ต้องเสียเวลายุ่งยากในการติดต่อขอยืมสื่อการสอน

2.4 ความคิดเห็นในเรื่องหน่วยงานของศูนย์สื่อการสอน และศูนย์สื่อการสอนกลาง อาจารย์ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ศูนย์สื่อการสอนควรจะคเป็นหน่วยงานหนึ่งประจำแต่ละภาควิชา รองลงมาคือ ควรมีศูนย์สื่อการสอนกลางในสถาบัน

2.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานของอาจารย์ที่ทำหน้าที่บริการสื่อการสอน ศูนย์สื่อการสอนของคณะมีปัญหาмаกที่สุดในด้านมีสื่อการเรียนการสอนไม่เพียงพอสำหรับการบริการ รองลงมาคือ สื่อการสอนบางอย่างหาอะห่วยยาก

ศิริพงษ์ พิทอง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้สื่อการสอน การเรียนการสอนของครูแกนนำในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ผลการศึกษาพบว่า ครูแกนนำเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนประเภทไม่ใช้เครื่องฉายเรียงลำดับ การใช้จากมากไปหาน้อย ได้แก่ ตำรา วารสาร สื่อของจริง แผ่นป้าย ภาพโฆษณา ประเภทใช้เครื่องฉายเรียงลำดับการใช้จากมากไปหาน้อย ได้แก่ เทปบันทึกเสียง วิทยู และประเภทเชิงโต้ตอบเรียงลำดับการใช้งานจากมากไปหาน้อย ได้แก่ คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต การจัดหาสื่อการเรียนการสอนส่วนมากได้มาโดยวิธีการผลิตด้วยตนเอง รองลงมาได้มาโดยการจัดซื้อจากร้านค้า และได้รับการสนับสนุนจากแหล่งอื่น การนำสื่อเก่ามาประยุกต์ใช้ และการยืมจากศูนย์สื่อต่างๆ การนำเทคนิคการใช้สื่อการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ครูแกนนำส่วนมากใช้วิธีให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการผลิตสื่อการเรียน รองลงมาให้ผู้เรียนได้ร่วมเลือกหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจเพื่อนำผลงานมาเสนอ และให้ผู้เรียนค้นคว้าและจัดเตรียม ใช้อุปกรณ์ด้วยตนเอง ปัญหาการใช้สื่อของครูแกนนำพบมากและรองลงมา ได้แก่ สื่อที่ผลิตเองขาดคุณภาพ ใช้เวลาในการผลิตนาน สื่อบางชนิดใช้ได้เฉพาะในห้องเรียน ขาดครูที่มีความชำนาญในการใช้สื่อประเภทเครื่องฉายและคอมพิวเตอร์ และสื่อประเภทเครื่องฉาย คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ตมีจำนวนจำกัด

วิบูลย์ ตามสัญญา (2531 : ค) ได้ทำการศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้บริหารและอาจารย์ในด้านสื่อการสอนในวิทยาลัยเทคนิค กลุ่มภาคกลาง กรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า

1. อาจารย์ประจำที่ทำการสอนส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีมีประสบการณ์สอน 5-10 ปี มีภาระการสอน 20-25 คาบต่อสัปดาห์ และอาจารย์ส่วนมากได้รับความรู้ในเรื่องสื่อการสอนมาจากการศึกษาด้วยตนเอง

2. ปัญหาในการใช้สื่อการสอนของอาจารย์มากที่สุดในเรื่องต่อไปนี้ คือ เสียเวลาและยุ่งยากในการติดต่อขอยืมสื่อการสอน รองลงมาคือ ขาดความรู้ในการใช้สื่อการสอนและไม่มีโอกาสในการเสนอความคิดเห็นในการเลือก การจัดซื้อ และการประเมินค่าสื่อการสอน

3. ความต้องการด้านการบริการสื่อการสอนของอาจารย์ส่วนมากคือ ต้องการให้ศูนย์สื่อการสอนจัดการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้สื่อการสอน

จ่านง พุ่มคำ (2523 : 150-153) ได้ศึกษาความต้องการในการใช้และการรับบริการจากศูนย์สื่อการสอนของอาจารย์แผนกเครื่องกลในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และผลของการวิจัยพบว่า

1. อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลใช้กระดานดำในการสอนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ของจริง เครื่องอัดสำเนา

2. อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลต้องการซอล์กส์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ของจริง ทุนจำลอง และของตัวอย่าง

3. อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มีความต้องการติดตามและศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ มากที่สุด รองลงมาได้แก่ การจัดทำคู่มือแหล่งวัสดุได้เปล่าในการผลิตสื่อการสอน และรายชื่อสื่อการสอนทั้งจากศูนย์สื่อการสอนภายในและนอกสถาบัน

4. ปัญหาและอุปสรรคในการใช้สื่อการสอน ที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ ขาดงบประมาณในการจัดซื้อสื่อการสอน รองลงมาคือ ไม่ทราบแหล่งบริการสื่อการสอนจากภายนอกสถาบัน

5. ความต้องการด้านการบริการสื่อการสอนมากที่สุดคือ การบริการข่าวสารด้านเทคโนโลยีใหม่ๆ รองลงมาคือ จัดสัมมนาเรื่องการใช้สื่อการสอน

สมยศ เจตน์เจริญรักษ์ (2524 : 117-128) ได้ทำการศึกษา ข้อมูลประกอบการวางแผน และพัฒนาฝ่ายสื่อการเรียนการสอนของสถานศึกษาอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการจัดบริการโสตทัศนูปกรณ์ที่เหมาะสมตามความต้องการของอาจารย์ อาจารย์ส่วนใหญ่มีความต้องการให้มีการจัดเป็นหน่วยงานบริการโสตทัศนูปกรณ์กลาง รองลงมาคือ ต้องการให้หน่วยงานบริการขึ้นอยู่กับแต่ละแผนกช่างโดยให้รับผิดชอบกันเอง

2. การใช้โสตทัศนูปกรณ์ของอาจารย์ อาจารย์ส่วนใหญ่ใช้โสตทัศนูปกรณ์ในการประกอบการสอนเป็นบางครั้ง เนื่องจากโสตทัศนูปกรณ์มีไม่เพียงพอ รองลงมาคือ จะใช้เฉพาะในหัวข้อที่ยากต่อการเข้าใจ

3. ความต้องการด้านการบริการจากหน่วยบริการโสตทัศนูปกรณ์ของอาจารย์ อาจารย์ส่วนใหญ่มีความต้องการเกี่ยวกับ เทคนิควิธีการสอน และอุปกรณ์การสอนใหม่ๆ รองลงมาคือ ข่าวสารทางเทคโนโลยีทางการศึกษา และทางด้านวิชาเทคนิค

4. เกี่ยวกับปัญหาของการดำเนินงานของศูนย์โสตทัศนูปกรณ์

4.1 ปัญหาด้านการบริหาร คือ การขาดผู้มีความรู้และประสบการณ์ในการทำงาน รองลงมา คือการไม่สามารถดำเนินงานให้ได้ตามแผนที่วางไว้

4.2 ปัญหาด้านบุคลากร คือ การขออัตรากำลังเจ้าหน้าที่เพิ่ม รองลงมาคือปัญหาความรับผิดชอบกับความสามารถของเจ้าหน้าที่

4.3 ปัญหาด้านการบริการหรือการผลิต ภาระหน้าที่งานอื่นมีมากจนทำให้ไม่มีเวลาในการผลิตสื่อการสอน รองลงมาคือ ขาดงบประมาณในการผลิต

4.4 ปัญหาด้านการเผยแพร่ และประชาสัมพันธ์ คือ ขาดผู้รับผิดชอบงานประชาสัมพันธ์โดยตรง รองลงมาคือ ขาดงบประมาณเพื่อการนี้

4.5 ปัญหาด้านงบประมาณ คือ การได้รับงบประมาณไม่เพียงพอ รองลงมาคือ ได้รับงบประมาณล่าช้า

วรวิทย์ ชุ่มเชย (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะการติดตั้งไฟฟ้า เรื่องการเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพเวียง

ชัย จังหวัดเชียงราย ผลการศึกษาพบว่า ชุดฝึกทักษะการติดตั้งไฟฟ้า เรื่องการเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2 ครั้งเว้นระยะห่าง 2 สัปดาห์ แตกต่างกันเล็กน้อย จึงกล่าวได้ว่าการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้ นักเรียนมีเจตคติในเชิงบวกต่อการเรียนการสอนและเห็นว่าชุดฝึกทักษะการติดตั้งไฟฟ้า เรื่องการเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง มีความเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด ช่วยให้เกิดทักษะฝีมือได้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจก่อนการปฏิบัติงาน เป็นวิธีสอนที่ทำให้ทราบกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม นักเรียนสนใจในการเรียนมากขึ้นและการสอนแต่ละหน่วยเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2.10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ดันแฮม (Dunham. 1987 : 110-A) ได้ศึกษาการใช้สื่อการสอนและสื่อการสอนที่ครูใช้มากที่สุด โดยศึกษาจากกลุ่มครูโรงเรียนในรัฐโอคลาโฮมา ผลการศึกษาพบว่า ครูใช้สไลด์และแผ่นใสในการเรียนการสอน และได้จัดลำดับความนิยมการใช้สื่อการสอน ดังนี้

1. สื่อการสอนที่ใช้มากที่สุด คือแผ่นใส วีดิโอเทป ภาพยนตร์ สื่อการสอนต่างๆ
2. สื่อการสอนที่ใช้ปานกลาง คือ คอมพิวเตอร์
3. สื่อการสอนที่ใช้น้อย คือ เครื่องฉายทึบแสง และเครื่องบันทึกเสียง

เซา (Tsao. 2000 : 2768-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินความต้องการเพิ่มสมรรถภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษาของครูในโรงเรียนอาชีวศึกษาใน 7 เมือง ของศูนย์กลางภูมิภาคแห่งรัฐโอไฮโอ และเพื่อวิจัยความต้องการยอมรับในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวกับการมีสมรรถภาพทางเทคโนโลยีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การส่งแบบสอบถามไปทางไปรษณีย์ จำนวน 210 ฉบับ และได้รับกลับคืนมา 171 ฉบับ แบบสอบถามเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ความสำคัญของสมรรถภาพทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ประเมินความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการศึกษา และความสามารถในการปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า

1. อาจารย์เน้นความสำคัญของการมีสมรรถภาพทางเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับสูง
2. ในศูนย์กลางภูมิภาคของรัฐโอไฮโอ อาจารย์เกือบร้อยละ 40 มีคอมพิวเตอร์ส่วนตัวที่บ้านอย่างน้อย 2 เครื่อง
3. อาจารย์ที่สอนอยู่ในชนบทมีความต้องการอบรมมากกว่า อาจารย์ที่สอนอยู่ในเมือง
4. อาจารย์ที่ทำงานด้านสุขภาพ มีความต้องการอบรมมากกว่า อาจารย์ที่สอนวิชาเกี่ยวกับผู้บริโภครในครอบครัว การค้า และครุศาสตร์อุตสาหกรรม และธุรกิจการศึกษาและการตลาด
5. มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำถึงปานกลาง ระหว่างการใช้อินเทอร์เน็ตที่บ้านกับความต้องการอบรม โดยอาจารย์ที่มีอินเทอร์เน็ตที่บ้านมีความต้องการอบรมต่ำกว่าอาจารย์ที่ไม่มีอินเทอร์เน็ตที่บ้าน

6. มีความสัมพันธ์เชิงลบระดับต่ำถึงปานกลางระหว่างเพศกับความต้องการอบรมและเพชฌัญญิมี่แนวโน้มที่ต้องการอบรมมากกว่าเพศชาย

7. จากการประเมินความต้องการแสดงให้เห็นถึง ช่องว่างระหว่างระดับสมรรถภาพทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา กับสมรรถภาพที่ต้องการของอาจารย์

เฮอร์ซ็อก (Herzog, 1996 : 77-A) มีความมุ่งหมายในการศึกษาเพื่อจัดหารายการสนเทศเชิงบรรยายเกี่ยวกับกระบวนการและผลของการพัฒนาและการนำการสอนกลยุทธ์การเรียนภาษา ไปใช้สำหรับชั้นเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและทางภาษาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูเป็นผู้วิจัยด้วย 1 คน และนักเรียนที่เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองระดับกลาง จำนวน 10 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตบ้านเมือง นักเรียนได้รับการสอนกลยุทธ์การถามคำถาม การรับคำศัพท์ และการสรุปความ กลยุทธ์เหล่านี้เลือกมาเพื่อให้ความสะดวกในการเรียนภาษาอังกฤษเพื่อความมุ่งหมายทางวิชาการแหล่งข้อมูลหลากหลาย ได้แก่ วารสารทางวิชาการของครู การสัมภาษณ์นักเรียน และผลงานการเขียนของนักเรียน รวมทั้งผลงานการพูดที่บันทึกเสียงได้ ผลการศึกษาบ่งชี้ว่า ครูประจำชั้นเรียนสามารถพัฒนาและนำการสอนกลยุทธ์การเรียนภาษาไปใช้กับชั้นเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและทางภาษาศาสตร์ ข้อมูลแสดงว่ากระบวนการนี้เกิดขึ้นได้บ่อยๆ และจำเป็นต้องมีข้อผูกพันที่เข้มแข็ง ปัญหาได้แก่ ความต้องการเวลาของครูภาษาอังกฤษต้องการหลักสูตรที่มีขอบเขตเนื้อหา การขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ที่พิมพ์ขึ้นสำหรับสอนกลยุทธ์แก่ผู้เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง และความยุ่งยากในการออกแบบบทเรียนที่จะกระตุ้นการใช้กลยุทธ์ อย่างไรก็ตาม ปัญหาเหล่านี้เบาบางลงเมื่อใช้เวลานานกว่าปกติ ผลการสอนบอกลักษณะได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงได้ข้อมูลเชิงคุณภาพบ่งชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดงให้เห็นการรู้กลยุทธ์เพิ่มขึ้นซึ่งนักเรียนเหล่านี้สามารถใช้ในบริบทบางบริบท นักเรียนแต่ละคนระบุงค์ประกอบการสอนที่ช่วยได้ผลสององค์ประกอบหรือมากกว่านั้น อย่างไรก็ตามนักเรียนเหล่านี้แตกต่างกันในด้านที่การสอนช่วยได้ผล และนักเรียนบางคนได้รับการช่วยเหลือมากกว่าคนอื่นๆ จากการสอนโดยภาพรวม ชั้นเรียนโดยรวมไม่ได้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญจากการเครื่องมือวัดกลยุทธ์การถามคำถาม หรือการเรียนคำศัพท์ แต่การเปลี่ยนแปลงก็อยู่ในทิศทางปรับปรุง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสังเกตได้ในการปรับปรุงความสามารถในการเขียนสรุปย่อ

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเอกสาร หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่า การใช้สื่อในกระบวนการเรียนการสอนนั้นมีประโยชน์ในการช่วยการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้สามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และสามารถพัฒนาการสอนให้ดียิ่งขึ้น ในขณะที่เดียวกันการใช้สื่อการสอนในกระบวนการเรียนการสอนก็ประสบปัญหาหลายประการ เช่น ขาดทักษะในการใช้สื่อ ครูไม่สามารถเลือกหรือจัดหาสื่อการเรียนการสอนให้ตรงกับเนื้อหาของบทเรียนได้ ขาดงบประมาณ ไม่มีเวลาในการเตรียมการใช้สื่อ และสื่อการสอนมีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูที่สอนในประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและสาขาอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิค สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เกี่ยวกับความ

สอดคล้องของจุดประสงค์สาขาวิชาไฟฟ้า มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ จุดประสงค์รายวิชา กับการสร้างและ
พัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
- 3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตร โดยใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาของชุดฝึก

3.1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และวิธีการสร้างชุดฝึก โดยทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การสร้างชุดฝึก เช่น ขั้นตอนในการสร้างชุดฝึก รวมถึงศึกษาตำราทางด้านทฤษฎีที่เกี่ยวกับการสอนปฏิบัติ เป็นต้น

3.1.3 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบ ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพชุดฝึก ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 และ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม สขพ. 11 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2559 จำนวน 15 คน ที่ใช้หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 41)

3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.1.1 การสร้างหุ่นยนต์เพื่อใช้เป็นชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

- ศึกษาคำอธิบายรายวิชา วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ศึกษาเอกสาร ศึกษางานวิจัยเรื่องการศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์และทำหน้าที่สอนในประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและสาขาอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิค สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เกี่ยวกับความสอดคล้องของจุดประสงค์สาขาวิชาไฟฟ้า มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ จุดประสงค์รายวิชา กับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ ศึกษาตำราวิชาการต่าง ๆ และศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

- ออกแบบตัวหุ่นยนต์เล็ก ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำการออกแบบตัวหุ่นยนต์โดยพิจารณาจากคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 และข้อมูลจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะได้นำเอาผลการวิจัยของพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์ (2558 : 69) เรื่องการศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์และทำหน้าที่สอนในประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและสาขาอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิค สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เกี่ยวกับความสอดคล้องของจุดประสงค์สาขาวิชาไฟฟ้า มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ จุดประสงค์รายวิชา กับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาดังกล่าวไปใช้ ดังนี้

การนำผลการศึกษาไปใช้ในการสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ ควรมีการพิจารณาองค์ประกอบของชุดฝึก ดังนี้

1. ควรมีชุดดาวนโหลดโปรแกรมในตัวหุ่นยนต์เนื่องจากการถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกบ่อยๆ จะทำให้ขาอาจจะหักหรือชำรุดเสียหายได้

2. ควรมีขนาดกะทัดรัด สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และจะเป็นการไม่สิ้นเปลืองในเรื่องของพื้นที่การจัดเก็บอีกด้วย

3. ควรเป็นชุดฝึกฯ แบบแยกชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ซึ่งในบางครั้งที่การใช้งานที่บ่อยครั้งอาจจะมีการชำรุดเสียหายในบางชิ้นส่วนก็จะสามารถถอดออกมาทำการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นใหม่ได้โดยสะดวก

4. ควรแยกชิ้นส่วนเพื่อทำการทดลองเป็นใบงานย่อยได้ ซึ่งจะทำให้ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ มีความหลากหลายยิ่งขึ้น สามารถทำการทดลองตั้งแต่ใบงานขั้นพื้นฐาน เช่น การใช้คำสั่งอินพุต 1 อินพุต การสั่งให้มีเอาต์พุต 1 เอาต์พุต เป็นต้น ไปจนถึงการทดลองในขั้นการประยุกต์ใช้งาน หรือการสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ

โดยได้นำผลการวิจัยมาเป็นข้อมูลในการออกแบบหุ่นยนต์ เพื่อให้ชุดฝึกหุ่นยนต์เล็กสามารถทดลองได้ตั้งแต่ขั้นพื้นฐานไปจนถึงขั้นประยุกต์ มีขนาดกะทัดรัด สามารถถอดประกอบได้ง่าย สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และไม่สิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

- สร้างหุ่นยนต์ โดยนำแบบที่ผ่านการพิจารณาแล้วมาดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ตัดแผ่นพลาสติกอะคริลิก (Acrylic) หนา 0.5 มิลลิเมตร ตามแบบเพื่อใช้เป็นตัวหุ่นยนต์แล้วประกอบเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ประกอบแผ่นพลาสติกอะคริลิกเป็นตัวหุ่นยนต์

2. นำมอเตอร์ ล้อ และบอร์ดวงจรประกอบเข้ากับตัวหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 หลังจากประกอบทุกชิ้นส่วนเสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.2 การประกอบมอเตอร์กับล้อเข้ากับตัวหุ่นยนต์

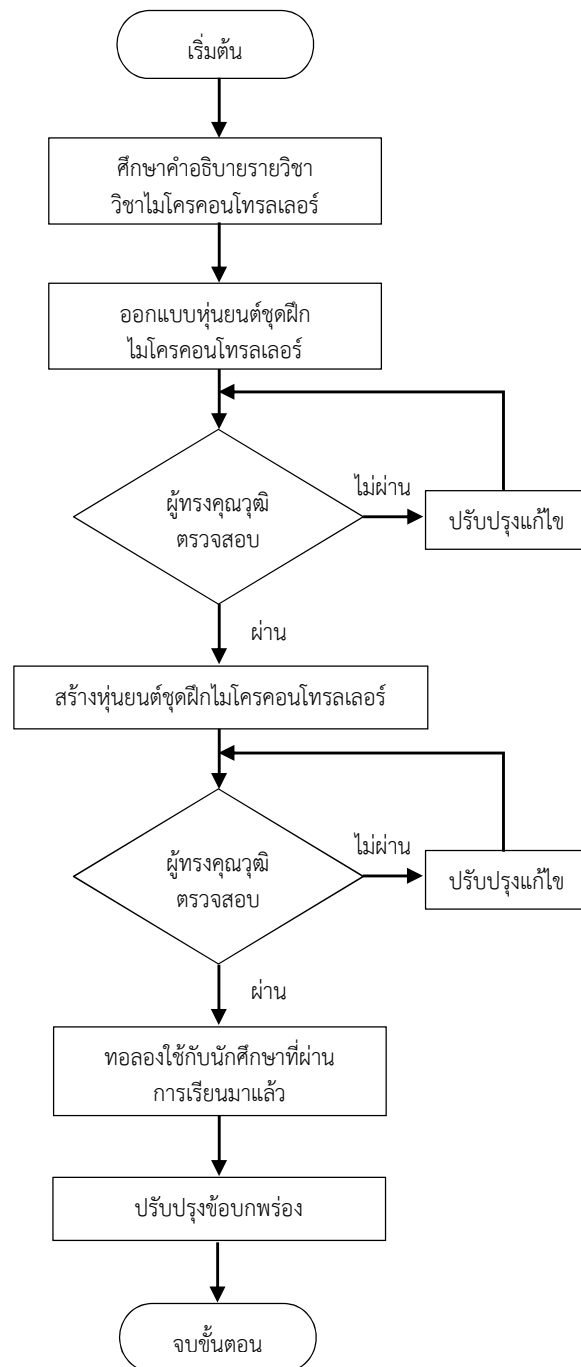


รูปที่ 3.3 การประกอบบอร์ดวงจรเข้ากับตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 3.4 หุ่นยนต์เล็กเมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว

- นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการสร้างหุ่นยนต์ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์

- นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 มาแล้ว เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ก่อนจะนำไปดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป แสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึก ดังรูปที่ 3.5

3.3.1.2 การสร้างใบงานการทดลอง ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำการสร้างใบงานตามคำอธิบายรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 ซึ่งประกอบไปด้วย จุดประสงค์ทั่วไป จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เครื่องมือและอุปกรณ์ ลำดับขั้นการทดลอง ทฤษฎีพื้นฐาน วงจรการทดลอง การทำงานของโปรแกรม โปรแกรมคำสั่ง เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม เขียนแผนผังเวลาการทำงาน (Timing Diagram) เขียนวงจรจำลองการทำงาน การสร้างใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วยใบงานต่าง ๆ ดังนี้

ใบงานที่ 1 การติดต่อกับ I/O ขั้นพื้นฐาน

ใบงานที่ 2 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle

ใบงานที่ 3 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging

ใบงานที่ 4 การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ

ใบงานที่ 5 การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร

ใบงานที่ 6 การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร

ใบงานที่ 7 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

ใบงานที่ 8 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver

ใบงานที่ 9 การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor

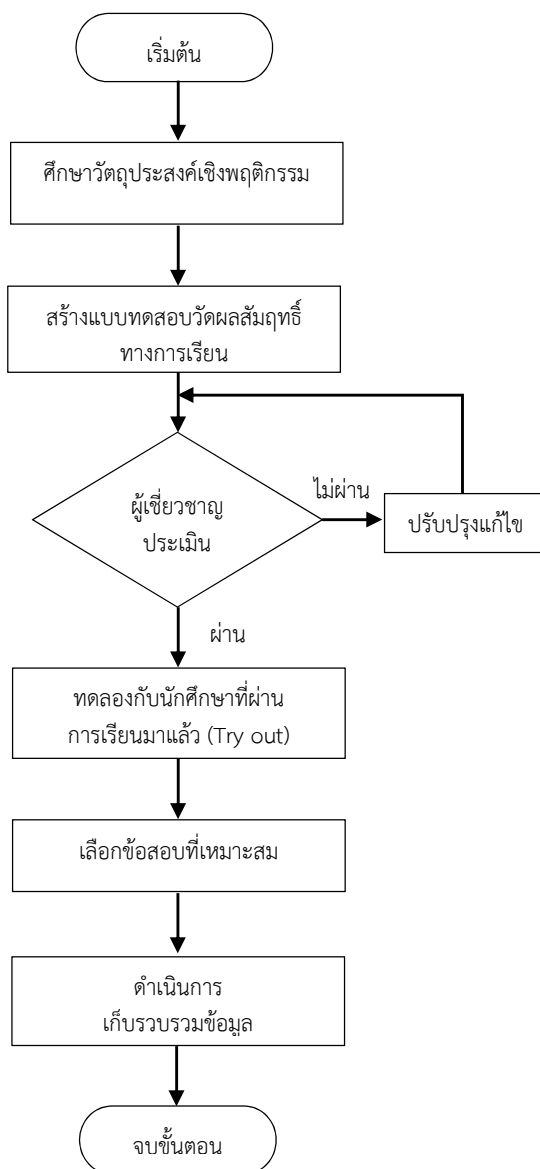
ใบงานที่ 10 การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ

หลังจากสร้างใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นนำไปทดลองกับนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ มาแล้วและนำผลที่ได้ไปทำการปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะนำไปทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบ

3.3.2.1 แบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง สำหรับใช้วัดผลสัมฤทธิ์หลังจากทำการทดลองตามใบงานในแต่ละใบงาน แบบทดสอบนี้将有ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ถ้าหากนักศึกษาตอบถูกจะได้คะแนน 1 คะแนน หรือถ้าตอบผิดจะได้คะแนน 0 คะแนน

3.3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากสิ้นสุดการทดลองทุกใบงาน การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ถ้าหากนักศึกษาตอบถูกจะได้คะแนน 1 คะแนน หรือถ้าตอบผิดจะได้คะแนน 0 คะแนน แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์หลักสูตรมาลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective listing sheet) ทำการวิเคราะห์ระดับการเรียนรู้ ความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์และกำหนดระดับคะแนน โดยพิจารณาจากความยากง่ายของแต่ละวัตถุประสงค์ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง) ทำการรมน้ำหนักคะแนนในแต่ละวัตถุประสงค์เป็นน้ำหนักคะแนนสำคัญ แล้วนำค่าน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินความสำคัญตามลำดับวัตถุประสงค์มาลงในตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างข้อสอบ (Test Blueprint) ทำการวิเคราะห์กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์ โดยการกำหนดจำนวนข้อสอบตามน้ำหนักคะแนนสำคัญ แล้วกำหนดข้อสอบขอบตามจำนวนวัตถุประสงค์ ทำการหาค่าน้ำหนักคะแนนรายข้อแล้วกำหนดการออกข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างข้อสอบ นำมาสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้มาจากกาวิเคราะห์ โดยได้แบบทดสอบจำนวน 70 ข้อ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ โดยดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ-1)

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบทดสอบไปหาคุณภาพกับกลุ่มทดลอง โดยการนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ที่ผ่านการเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว ก่อนทำการทดสอบได้ทำการทบทวนเนื้อหาบางส่วนให้กับนักศึกษา โดยมีนักศึกษาเข้ารับการทดสอบจำนวน 38 คน ดำเนินการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบโดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบกับนักศึกษากลุ่มทดลองเข้ามาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29-0.74 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.49 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.63 มีค่าเฉลี่ย 0.42 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.68 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ-2)

ขั้นตอนที่ 5 เลือกข้อสอบที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล โดยข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปถือว่าข้อสอบนั้นสามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ (ล้วนและอังคณา, 2539 : 168)

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการโดยการนำเอาชุดฝึกที่สร้างขึ้นมาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559

3.3.3 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ แบบประเมินที่สร้างขึ้นมี 2 แบบ ดังนี้

3.3.3.1 แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึก โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดค่าคะแนน 5 ระดับ (ชูศรี , 2544 : 75) (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข) แบบประเมินที่สร้างขึ้นมี 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ตรวจสอบและประเมินเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็ก

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

3.3.3.2 แบบประเมินความเหมาะสมของใบงานการทดลอง โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นมาตราส่วนประเมินค่า โดยกำหนดค่าคะแนน 5 ระดับ (ชูศรี , 2544 : 75) (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข) แบบประเมินที่สร้างขึ้นมี 3 ตอน คือ

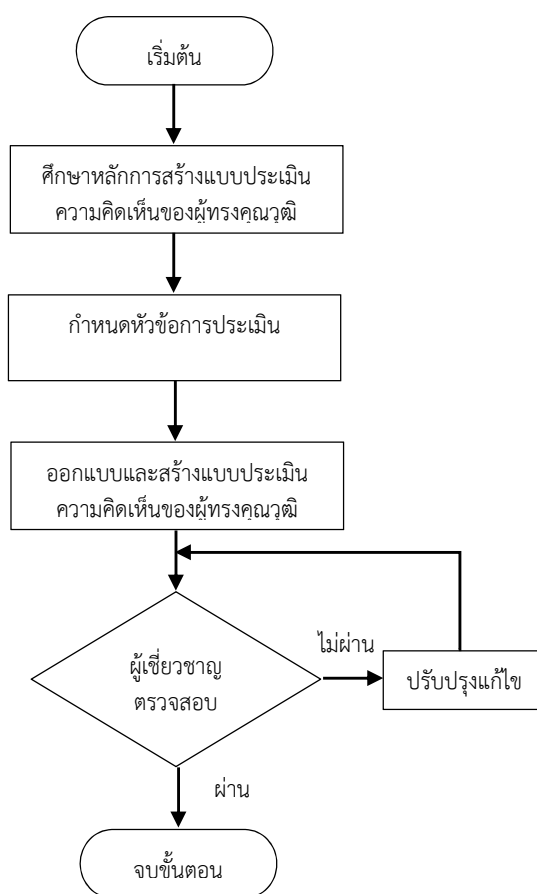
ตอนที่ 1 ด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ตรวจสอบและประเมินใบงานการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์

ตอบที่ 3 ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

การสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ จากตำราและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกเพื่อออกแบบการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
2. นำแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินทั้งแบบประเมินชุดฝึก และแบบประเมินใบงานการทดลอง แล้วนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนำกลับมาทำการปรับปรุงแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ



รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

3. นำแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่สร้างขึ้นมาใช้สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลความคิดเห็น โดยกำหนดค่าคะแนน 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 4 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ เห็นด้วย
- 3 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ ไม่แน่ใจ

2 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ ไม่เห็นด้วย

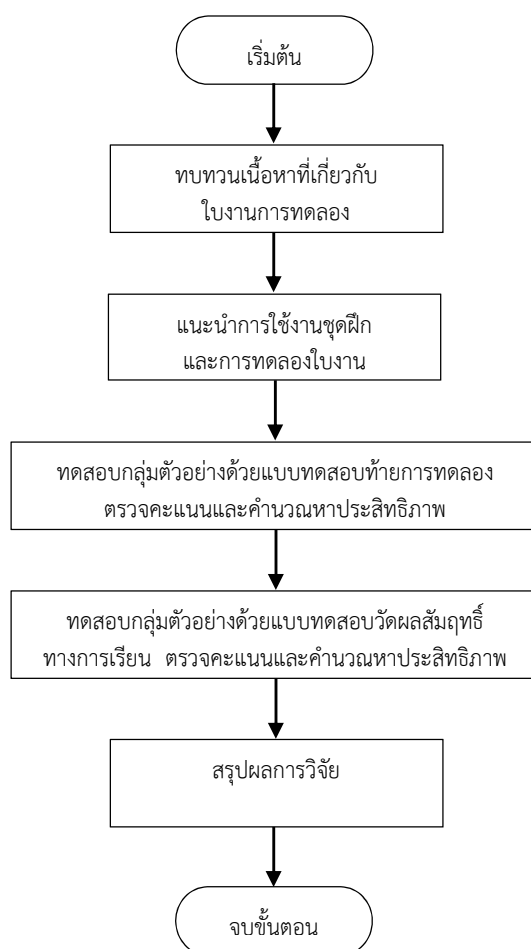
1 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตอนที่ 3 เป็นแบบปลายเปิดสำหรับผู้ตอบแบบประเมินความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิได้แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ การสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแสดงดังรูปที่ 3.7

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.4.1 ดำเนินการโดยการนำเอาชุดฝึกที่สร้างขึ้นมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้ศึกษาค้นคว้าเป็นผู้ควบคุมการทดลองทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และใช้ช่วงเวลาในการทดลองตามตารางสอนที่สถานศึกษามอบหมายให้รับผิดชอบ คือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ทำการทดลองสัปดาห์ละ 1 วัน ๆ ละ 5 คาบ (300 นาที) โดยได้แบ่งนักศึกษาออกเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 2 คนจำนวน 6 กลุ่ม และกลุ่มละ 3 คน จำนวน 1 กลุ่ม ใช้ชุดฝึกจำนวน 7 ชุด เวลา 60 นาทีแรกจะเป็นการทบทวนเนื้อที่เกี่ยวกับใบงานการทดลอง รวมไปถึงถึงการชี้แจงและแนะนำการใช้ชุดฝึก หลังจากนั้นจะใช้เวลา 180 นาที จะให้นักศึกษาดำเนินการทดลองตาม



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ใบงานการทดลองจนเสร็จสิ้นกระบวนการทดลอง โดยผู้ศึกษาค้นคว้ามีเวลาให้นักศึกษาตอบคำถามและทำแบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองเป็นเวลา 30 นาที

3.4.2 ดำเนินการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากทำการทดลองตามใบงานการทดลองเสร็จในแต่ละใบงานการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบท้ายการทดลองแบบปรนัยเชิงปฏิบัติการ 4 ตัวเลือก ที่สร้างขึ้นสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายการทดลองในแต่ละใบงานการทดลอง

3.4.3 ดำเนินการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากทำการทดลองครบทุกใบงานการทดลองแล้ว โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยเชิงปฏิบัติการ 4 ตัวเลือก จำนวน 70 ข้อ ที่สร้างขึ้นสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกใบงานการทดลอง

3.4.4 ดำเนินการเอาผลการทดสอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลอง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกที่สร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.8

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การคำนวณหาประสิทธิภาพของการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามลำดับ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึก โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีทางสถิติ โดยดำเนินการดังนี้

3.5.1 คำนวณหาค่ามัธยฐานเลขคณิต (Arithmetic Mean) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบฝึกหัด/ปฏิบัติขณะเรียน โดยใช้สูตร (ลัคน. 2531 : 59)

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

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N = จำนวนผู้สอบทั้งหมด

นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยกำหนดการให้คะแนนคำตอบของแบบประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 99-100)

| | | |
|---------------------------|----------|---------|
| ระดับความคิดเห็นมากที่สุด | กำหนดให้ | 5 คะแนน |
| ระดับความคิดเห็นมาก | กำหนดให้ | 4 คะแนน |
| ระดับความคิดเห็นปานกลาง | กำหนดให้ | 3 คะแนน |
| ระดับความคิดเห็นน้อย | กำหนดให้ | 2 คะแนน |

ระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด กำหนดให้ 1 คะแนน

จากนั้นนำคะแนนไปหาค่าเฉลี่ยและใช้เกณฑ์ในการแปลงความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 99-100)

| | | |
|-----------|---------------------|------------------------------------|
| ค่าเฉลี่ย | 4.51 – 5.00 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ย | 3.51 – 4.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก |
| ค่าเฉลี่ย | 2.51 – 3.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย | 1.51 – 2.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย |
| ค่าเฉลี่ย | 1.00 – 1.50 หมายถึง | มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

3.5.2 คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนแต่ละชุดโดยใช้สูตร (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 79)

$$S.D = \sqrt{\frac{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X^2$ = ผลรวมของคะแนน

$(\sum X)^2$ = กำลังสองผลรวมของคะแนน

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.5.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน โดยใช้สูตร (ล้วน, 2531 : 62)

$$S^2 = \frac{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 = ค่าความแปรปรวน

X = คะแนน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

N = จำนวนผู้สอบทั้งหมด

3.5.4 การหาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of specification) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency) IOC โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton, 1977) (ล้วน, 2539 : 248) ดังนี้

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

ΣR = ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่า สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น +1

มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0

มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1

ค่า IOC ที่ถือว่าใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 เกณฑ์การแปลความหมายดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

0.50 ถึง 1.00 หมายถึง สอดคล้อง

-0.50 ถึง 0.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1.00 ถึง -0.49 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

3.5.5 วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อ และคำนวณความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ จากผลสัมฤทธิ์หลังการทดลองตามใบงานการทดลองของนักศึกษา ดังนี้

- คำนวณค่าระดับความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร (ลิวันและอังคณา , 2538 : 210)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P = ระดับความยากง่าย

R = จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อนั้นถูก

N = จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาค่าความยากง่าย (P) จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

0.81-1.0 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.61-0.80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40-0.60 เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.20-0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00-0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

สรุปค่าความยากง่ายที่เหมาะสมจะมีค่าระหว่าง 0.20-0.80 (วีรติ, 2538 : 30)

- คำนวณค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร (ลัวนและอังคณา , 2538 : 210-211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

เมื่อ D = ระดับความยาก
 R_U = จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L = จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนนักศึกษาที่ทำข้อสอบทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (D) จะมีค่าระหว่าง -1 ถึง +1 ดังนี้

0.40 ขึ้นไปอำนาจจำแนกสูงคุณภาพของข้อสอบดีมาก
 0.30-0.39 อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
 0.20-0.29 อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำคุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
 0.00-0.19 อำนาจการจำแนกต่ำคุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

สรุป ค่าอำนาจการจำแนกที่ดีจะมีค่าตั้งแต่ 0.20 ถึง +1 (ลัวน, 2531 : 18)

3.5.6 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบใช้สูตรที่ 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) สูตร KR-20 (ลัวน, 2538 : 197)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(\frac{1 - \sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} = ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ
 n = จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p = สัดส่วนของผู้ตอบถูก
 q = สัดส่วนของผู้ตอบผิด
 S_t^2 = คะแนนความแปรปรวนของคะแนนของผู้เข้าสอบทั้งหมด (ใช้สมการ

หัวข้อที่ 3.5.3)

เกณฑ์การพิจารณาค่าความเชื่อมั่น มีค่าระหว่าง -1 ถึง +1 ดังนี้

1. ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียง หมายความว่า แบบทดสอบนั้นไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือไม่ได้ เพราะสอบครั้งแรกได้คะแนนอย่างหนึ่ง แต่ถ้าสอบอีกครั้งจะได้คะแนนอีกอย่างหนึ่ง

2. ค่าความเชื่อมั่น -0.10 หมายความว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำไม่ควรนำไปเป็นแบบทดสอบเพราะคะแนนสอบครั้งแรกกับครั้งหลังจะสลับกัน

3. ค่าความเชื่อมั่น +0.10 หรือใกล้เคียงมาก ๆ หมายความว่า แบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้นักศึกษากลุ่มเดิมจะสอบก็ครั้งก็ตามจะได้คะแนนหรือลำดับคงที่

3.5.7 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึก (กรองกาญจน์, 2536 : 359)

$$E1 = \left(\frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \right) \times 100$$

และ

$$E2 = \left(\frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \right) \times 100$$

เมื่อ E1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการทำใบงานทั้งหมด

E2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมของนักศึกษาหลังจากเรียนด้วยตำรานั้นแล้ว) คิดเป็นร้อยละของคะแนนค่าเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และการทำใบงาน

$\sum F$ = คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N = จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและใบงาน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ซึ่งเปรียบเทียบกับ สมมุติฐานของการวิจัยคือ ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติที่สร้างขึ้น จะมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 โดยเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 4.1 การวิเคราะห์แบบทดสอบ
- 4.2 การวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกของผู้ทรงคุณวุฒิ
- 4.3 การวิเคราะห์ผลคะแนนของแบบทดสอบ
- 4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก
- 4.5 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.6 การวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา

4.1 การวิเคราะห์แบบทดสอบ

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบให้คะแนนเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และได้นำแบบทดสอบจำนวน 70 ข้อไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 36 คน เพื่อหาคุณภาพของชุดทดลอง ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1.1 ข้อสอบมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านเป็นผู้ประเมินข้อสอบมีทั้งหมด 70 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 (รายละเอียดในภาคผนวก จ-1)

4.1.2 ข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.29-0.74 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.49 (รายละเอียดในภาคผนวก จ-2)

4.1.3 ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.63 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 (รายละเอียดในภาคผนวก จ-2)

4.1.4 แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.68 (รายละเอียดในภาคผนวก จ-5)

4.2 การวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกของผู้ทรงคุณวุฒิ

4.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

ข้อมูลของผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำการประเมินชุดฝึกมีระดับการศึกษาระดับปริญญาเอกร้อยละ 40 ระดับปริญญาโทร้อยละ 40 ระดับปริญญาตรีร้อยละ 20 มีประสบการณ์ด้านการสอนมากกว่า 15 ปี ร้อยละ 100

เป็นครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังร้อยละ 80 ครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ร้อยละ 20 ประสบการณ์สอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือครูที่ปรึกษาการจัดทำหุ่นยนต์ร้อยละ 60

4.2.2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อชุดฝึก

การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจะนำชุดฝึกที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งใบงานการทดลอง ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมิน แสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึก

| ลำดับที่ | คำถามความคิดเห็น | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปลความ |
|----------|---|-----------|------|-----------|
| | ด้านตัวหุ่นยนต์ | | | |
| 1 | รูปร่างลักษณะดึงดูดความสนใจในการใช้ชุดฝึก | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 2 | มีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษาที่ทำการทดลอง | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 3 | ชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ดี | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 4 | ชุดฝึกสามารถสร้างประสบการณ์จากการใช้ชุดฝึก | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 5 | ชุดฝึกใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน | 4.40 | 0.55 | มาก |
| 6 | ชุดฝึกมีลำดับขั้นตอนสัมพันธ์กับใบงาน | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 7 | มีความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการฝึก | 4.20 | 0.84 | มาก |
| 8 | มีความปลอดภัยในการทดลอง | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 9 | การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 10 | รูปร่างหรือขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสม | 4.40 | 0.89 | มากที่สุด |
| | เฉลี่ย | 4.34 | 0.61 | มาก |
| | ด้านใบงานการทดลอง | | | |
| 1 | มีความสอดคล้องของเนื้อหาใบงานกับวัตถุประสงค์ | 4.20 | 0.84 | มาก |
| 2 | เนื้อหาทฤษฎีประกอบใบงานมีความเหมาะสมของ | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 3 | เนื้อหาทฤษฎีประกอบใบงานมีความถูกต้อง | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 4 | มีความสอดคล้องของการนำเสนอแต่ละใบงาน | 4.40 | 0.55 | มาก |
| 5 | มีความสอดคล้องระหว่างวงจรการทดลองกับเนื้อหา | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 6 | มีความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหาประกอบใบงาน | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 7 | มีความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย | 4.20 | 0.84 | มาก |
| 8 | มีความถูกต้องระหว่างวงจรการทดลองกับเนื้อหา | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 9 | มีความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหาแต่ละใบงาน | 4.40 | 0.55 | มาก |
| 10 | มีความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง | 4.40 | 0.55 | มาก |
| | เฉลี่ย | 4.20 | 0.63 | มาก |

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึก (ต่อ)

| ลำดับ ที่ | คำถามความคิดเห็น | ค่าเฉลี่ย (x̄) | S.D. | แปลความ |
|--------------|---|----------------|------|-----------|
| | ด้านแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง | | | |
| 1 | ข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 2 | จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | 4.40 | 0.55 | มาก |
| 3 | คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 4 | คำถามไม่คลุมเครือมีความชัดเจน | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 5 | ความยากง่ายของคำถามมีความเหมาะสม | 4.00 | 0.71 | มาก |
| 6 | คำตอบมีความลวงเพียงพอ | 4.20 | 0.84 | มาก |
| | เฉลี่ย | 4.13 | 0.66 | มาก |
| | ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | | | |
| 1 | ข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 2 | จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3 | คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 4 | คำถามไม่คลุมเครือมีความชัดเจน | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 5 | ความยากง่ายของคำถามมีความเหมาะสม | 4.20 | 0.45 | มาก |
| 6 | คำตอบมีความลวงเพียงพอ | 4.40 | 0.89 | มาก |
| | เฉลี่ย | 4.30 | 0.54 | มาก |

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่ามีความคิดเห็นต่อชุดฝึก ด้านตัวหุ่นยนต์ ด้านใบงานการทดลอง ด้านแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองและด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับชุดฝึก ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าได้ทำการรวบรวมไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับชุดฝึก

| ข้อที่ | ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ | ความถี่ |
|--------|---|---------|
| 1 | ควรปรับปรุงเรื่องความละเอียดของเนื้อหาทฤษฎีพื้นฐาน | 1 |
| 2 | ควรใช้แบตเตอรี่ที่มีความระดับของแรงดันและกระแสมากกว่านี้ | 2 |
| 3 | ใบงานที่ 1 กับใบงานที่ 2 ถือเป็นใบงานเริ่มต้นพื้นฐานการฝึก ควรมีโปรแกรมคำสั่งตัวอย่างเพื่อให้นักศึกษาได้ศึกษาและเรียนรู้การใช้คำสั่งตามเงื่อนไขที่กำหนด | 1 |

จากตารางที่ 4.2 ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับชุดฝึกดังนี้ ควรปรับปรุงเรื่องความละเอียดของเนื้อหาทฤษฎีพื้นฐาน ควรใช้แบตเตอรี่ที่มีความระดับของแรงดันและกระแส

มากกว่านี้ และใบงานที่ 1 กับใบงานที่ 2 ถือเป็นใบงานเริ่มต้นพื้นฐานการฝึก ควรมีโปรแกรมคำสั่งตัวอย่าง เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ศึกษาและเรียนรู้การใช้คำสั่งตามเงื่อนไขที่กำหนด

4.3 การวิเคราะห์ผลคะแนนของแบบทดสอบ

นำคะแนนจากการนำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ) มาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง

| ใบงาน ที่ | ชื่อใบงานการทดลอง | N | คะแนน เต็ม | $\sum x$ | \bar{x} | ร้อยละ |
|--------------|---|----|---------------|----------|-----------|--------|
| 1 | เรื่อง การติดต่อกับ I/O ชั้นพื้นฐาน | 15 | 10 | 121 | 8.07 | 80.67 |
| 2 | การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle | 15 | 6 | 73 | 4.87 | 81.11 |
| 3 | การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging | 15 | 6 | 74 | 4.93 | 82.22 |
| 4 | การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ | 15 | 6 | 73 | 4.87 | 81.11 |
| 5 | การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร | 15 | 6 | 74 | 4.93 | 82.22 |
| 6 | การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร | 15 | 6 | 73 | 4.87 | 81.11 |
| 7 | การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น | 15 | 6 | 74 | 4.93 | 82.22 |
| 8 | การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver | 15 | 8 | 96 | 6.40 | 80.00 |
| 9 | การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor | 15 | 8 | 100 | 6.67 | 83.33 |
| 10 | การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ | 15 | 8 | 97 | 6.47 | 80.83 |
| | รวม | | 70 | 855 | 57.00 | 81.43 |

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ค่าคะแนนเฉลี่ยที่มีค่าสูงสุดคือแบบทดสอบเรื่องการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor โดยคิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมาได้แก่แบบทดสอบเรื่องการกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น โดยคิดเป็นร้อยละ 82.22 และต่ำที่สุดได้แก่แบบทดสอบเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver โดยคิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองทั้ง 10 ใบงานมีค่าคะแนนเฉลี่ยเกินร้อยละ 80 มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก ใช้เกณฑ์กำหนด 80/80 ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

| รายการ | N | $\sum X$ | $\frac{\sum X}{n}$ | ร้อยละ |
|---|----|----------|--------------------|--------|
| คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง | 15 | 855 | 57.00 | 81.43 |
| คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 15 | 846 | 56.40 | 80.57 |

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทำข้อสอบในแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 81.43 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรกที่กำหนดไว้และทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80.57 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลังที่กำหนดไว้ ซึ่งแสดงว่าชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.43/80.57 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ)

4.5 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รายละเอียดภาคผนวก ฉ) มาหาค่าคะแนนเฉลี่ยซึ่งผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| ใบงานที่ | ชื่อใบงานการทดลอง | N | คะแนนเต็ม | $\sum X$ | $\frac{\sum X}{n}$ | ร้อยละ |
|----------|---|----|-----------|----------|--------------------|--------|
| 1 | เรื่อง การติดต่อกับ I/O ขั้นพื้นฐาน | 15 | 10 | 123 | 8.20 | 82.00 |
| 2 | การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle | 15 | 6 | 75 | 5.00 | 83.33 |
| 3 | การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging | 15 | 6 | 73 | 4.87 | 81.11 |
| 4 | การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ | 15 | 6 | 70 | 4.67 | 77.78 |
| 5 | การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร | 15 | 6 | 74 | 4.93 | 82.22 |
| 6 | การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร | 15 | 6 | 73 | 4.87 | 81.11 |
| 7 | การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น | 15 | 6 | 75 | 5.00 | 83.33 |
| 8 | การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver | 15 | 8 | 92 | 6.13 | 76.67 |
| 9 | การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor | 15 | 8 | 96 | 6.40 | 80.00 |

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

| ใบงาน ที่ | ชื่อใบงานการทดลอง | N | คะแนน เต็ม | $\sum x$ | \bar{x} | ร้อยละ |
|--------------|---|----|---------------|----------|-----------|--------|
| 10 | การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบ อัตโนมัติ | 15 | 8 | 95 | 6.33 | 79.17 |
| | รวม | | 70 | 846 | 56.40 | 80.57 |

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคิดเป็นร้อยละค่าคะแนนที่มีค่าสูงสุดคือแบบทดสอบเรื่องการกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle และแบบทดสอบเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น โดยคิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมาได้แก่แบบทดสอบเรื่องการเพิ่มและการลดค่าตัวแปร โดยคิดเป็นร้อยละ 82.22 และต่ำสุดได้แก่แบบทดสอบเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver โดยคิดเป็นร้อยละ 76.67 ซึ่งค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องมีค่าคะแนนเฉลี่ยเกินร้อยละ 80 ยกเว้นแบบทดสอบเรื่องการกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver และเรื่องการเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 80 โดยภาพรวมแล้วค่าคะแนนเฉลี่ยจะอยู่ที่ 80.57 ซึ่งเกินร้อยละ 80 มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.57

4.6 การวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา

การวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา

| ข้อ ที่ | ข้อความความคิดเห็น | \bar{x} | S. D | แปลความหมาย |
|------------|---|-----------|------|-------------------|
| | ด้านการเรียนการสอน | | | |
| 1 | เนื้อหาของทฤษฎีพื้นฐานอ่านเข้าใจง่ายไม่สับสน | 4.33 | 0.49 | เห็นด้วย |
| 2 | ทฤษฎีพื้นฐานขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม และมีภาพที่ชัดเจน | 4.07 | 0.59 | เห็นด้วย |
| 3 | การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน | 4.27 | 0.59 | เห็นด้วย |
| 4 | เนื้อหาที่ใช้สอนมีความน่าสนใจ | 4.27 | 0.59 | เห็นด้วย |
| 5 | ปริมาณเนื้อหาที่ใช้พอเหมาะกับเวลาและความจำเป็นต่องใช้ในการทดลอง | 4.67 | 0.49 | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 6 | เวลาที่ใช้ในการทดลองใบงานมีระยะเวลาที่เหมาะสม | 4.40 | 0.63 | เห็นด้วย |

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินความคิดเห็นของนักศึกษา (ต่อ)

| ข้อ ที่ | ข้อความความคิดเห็น | \bar{x} | S. D | แปลความหมาย |
|------------|--|-----------|------|-------------------|
| 7 | แบบทดสอบท้ายใบงานมีความยากง่ายเหมาะสม | 4.40 | 0.63 | เห็นด้วย |
| 8 | หลังจากจบการทดลองตามใบงานนักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ได้ | 4.60 | 0.51 | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| | เฉลี่ย | 4.37 | 0.56 | เห็นด้วย |
| | ด้านตัวหุ่นยนต์ | | | |
| 1 | รูปร่างลักษณะดึงดูดความสนใจในการใช้ชุดฝึก | 4.53 | 0.52 | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 2 | มีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษาที่ทำการทดลอง | 4.60 | 0.51 | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 3 | ชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ดี | 4.27 | 0.59 | เห็นด้วย |
| 4 | ชุดฝึกสามารถสร้างประสบการณ์จากการใช้ชุดฝึก | 4.27 | 0.59 | เห็นด้วย |
| 5 | ชุดฝึกใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน | 4.67 | 0.49 | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 6 | ชุดฝึกมีลำดับขั้นตอนสัมพันธ์กับใบงาน | 4.40 | 0.63 | เห็นด้วย |
| 7 | มีความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการฝึก | 4.40 | 0.63 | เห็นด้วย |
| 8 | มีความปลอดภัยในการทดลอง | 4.60 | 0.51 | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 9 | การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม | 4.33 | 0.49 | เห็นด้วย |
| 10 | รูปร่างหรือขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสม | 4.53 | 0.52 | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| | เฉลี่ย | 4.46 | 0.48 | เห็นด้วย |

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความคิดเห็นต่อชุดฝึกเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านการเรียนการสอน พบว่า ปริมาณเนื้อหาที่ใช้พอเหมาะกับเวลาและความจำเป็นต้องใช้ในการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.67 ปริมาณเนื้อหาที่ใช้พอเหมาะกับเวลาและความจำเป็นต้องใช้ในการทดลอง หลังจากจบการทดลองตามใบงานนักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ได้ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนเนื้อหาของทฤษฎีพื้นฐานอ่านเข้าใจง่ายไม่สับสน ทฤษฎีพื้นฐานขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม และมีภาพที่ชัดเจน การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เนื้อหาที่ใช้สอนมีความน่าสนใจ เวลาที่ใช้ในการทดลองใบงานมีระยะเวลาที่เหมาะสม และแบบทดสอบท้ายใบงานมีความยากง่ายเหมาะสมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย โดยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.37 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยในระดับเห็นด้วย

ด้านตัวหุ่นยนต์ พบว่า ชุดฝึกใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.67 รูปร่างลักษณะดึงดูดความสนใจในการใช้ชุดฝึก มีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษาที่ทำการทดลอง ชุดฝึกใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน มีความปลอดภัยในการทดลอง รูปร่างหรือขนาดของชุดฝึกมี

ความเหมาะสมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ดี ชุดฝึกสามารถสร้างประสบการณ์จากการใช้ชุดฝึก ชุดฝึกมีลำดับขั้นตอนสัมพันธ์กับใบงาน มีความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการฝึก การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย โดยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยในระดับเห็นด้วย

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดี่ยวแล้วทำการทดสอบครั้งเดียว (One-Short Case Study) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และนำชุดฝึกนี้ไปทำการทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยตั้งสมมุติฐานในการวิจัยว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างชุดฝึก เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หลังจากนั้นได้นำแบบประเมินชุดฝึกไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เมื่อแบบประเมินผ่านการตรวจสอบแล้ว นำแบบประเมินและชุดฝึกไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินชุดฝึกและใบงานการทดลอง เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกในด้านต่าง ๆ พบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.24 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มย่อยที่เคยเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มาแล้ว จำนวน 38 คน เพื่อหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.49 มีค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.42 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.68 จากนั้นทำการปรับปรุงชุดฝึกและแบบทดสอบให้ดียิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 38 คน โดยผู้ศึกษาค้นคว้าใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดฝึกที่สร้างขึ้น หลังจากนักศึกษาทดลองเสร็จในแต่ละใบงานการทดลองแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง และเมื่อทำการทดลองครบทุกใบงานการทดลองแล้วก็ให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและให้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษา พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน เท่ากับ 4.42 ซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า ชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.43/80.57 ซึ่งแสดงว่าชุดฝึกนี้สามารถ ใช้ทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้คือ มากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

สรุปได้ว่า ชุดฝึกเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช

2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมุติฐาน และนักศึกษาที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกนี้มีความรู้เพิ่มขึ้นจริง และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

5.2.1 ด้านคะแนนแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง

5.2.1.1 จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง ทั้ง 10 เรื่อง อยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยพิจารณาจากค่าร้อยละที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 80 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักศึกษาได้รับรายละเอียดของเนื้อหาครบถ้วนบวกกับชุดฝึกมีความน่าสนใจ อีกทั้งยังมีการทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง หลังจากการทดลองตามใบงานในแต่ละครั้ง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้นักศึกษาทราบผลคะแนนของตนเองในแต่ละครั้ง ส่งผลให้มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนมากยิ่งขึ้น

5.2.1.2 จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง เรื่อง การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดซึ่งอาจเป็นเพราะในใบงานการทดลองนี้จะนำเอาหลักการและทฤษฎีของใบงานที่ 1 เรื่อง การติดต่อกับ I/O ชั้นพื้นฐาน มาประยุกต์ใช้ หมายถึงมีลักษณะของการใช้คำสั่งที่คล้ายคลึงกันแต่เปลี่ยนจากการรับค่าจากสวิตซ์เป็นการรับค่าจาก infrared sensor จึงทำให้นักศึกษาใช้ประสบการณ์เดิมที่ผ่านมาใช้กับการทดลองในปัจจุบัน ผลที่ได้รับก็คือทำให้นักศึกษาสามารถทำคะแนนการทดสอบท้ายใบงานการทดลองนี้มีคะแนนสูงกว่าใบงานอื่น และพบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองเรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver มีค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหามีความยาก และเนื้อหามีปริมาณมาก แต่เวลาในการทดลองและในการทำแบบทดสอบเท่ากันกับใบงานการทดลองอื่นที่มีเนื้อหาและความยากน้อยกว่า ทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยของการทดลองเรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver มีค่าต่ำ

5.2.2 ด้านประสิทธิภาพชุดฝึก

ด้านประสิทธิภาพชุดฝึกจากการวิจัย พบว่า ผลการทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองมีระดับคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละสูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองเป็นการวัดความเข้าใจในการทดลองแต่ละครั้ง หลังจากการทำ การทดลองเสร็จแล้วนักศึกษาก็จะทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง ซึ่งในช่วงเวลานั้นนักศึกษายังจดจำเนื้อหาได้มาก ส่วนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีเนื้อหารวมทุกใบงานการทดลอง และในช่วงเวลาก่อนการทดสอบค่อนข้างทิ้งช่วงเป็นเวลานานอาจเป็นไปได้ว่า การจดจำเนื้อหาของนักศึกษายังจะลดลงไปบ้าง ทำให้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง

5.2.3 ด้านคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2.3.1 จากตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยพิจารณาจากค่าร้อยละที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 80

5.2.3.2 จากตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในเรื่อง การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งอาจเป็นเพราะเนื้อในใบงานการทดลองมีเนื้อหาน้อยทำความเข้าใจได้รวมเร็ว และ นักศึกษามีเวลามากในการตรวจสอบแก้ไขโปรแกรมที่เขียนขึ้นทำให้มีความเข้าใจในการทดลองเป็นอย่างดี และพบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver มีค่าต่ำ ทั้งนี้อาจเกิดจากการทดลองในเรื่องดังกล่าวจะต้องใช้ความรู้ในหลายเรื่องรวมกันเช่น การทำงานและการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรขับมอเตอร์ที่จะต้องใช้ความรู้ทั้งทางด้านการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์และความรู้ด้านดิจิทัล โดยเฉพาะการควบคุมให้วงจรขับมอเตอร์สามารถทำงานได้ตามต้องการหรือตามเงื่อนไขของโปรแกรม ประกอบกับในเรื่องนี้เป็นเรื่องที่มีเนื้อหาค่อนข้างยากจึงทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำลง

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1 เพื่อให้ให้นักศึกษามีเวลาเพียงพอในการทำความเข้าใจเนื้อหาของบททดลองควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมในแต่ละใบงานการทดลอง โดยให้เพิ่มเวลาสำหรับใบงานที่มีเนื้อหาการทดลองยาก และมีปริมาณเนื้อหาที่มาก

5.3.2 เพื่อให้ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ยที่ดีใกล้เคียงกันในแต่ละการทดลองควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ ซึ่งควรกำหนดว่าการทดลองใดมีจำนวนข้อสอบมากก็ควรเพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบให้มากขึ้นตามไปด้วย

5.3.3 ควรมีใบงานการทดลองที่สามารถให้นักศึกษาคิดต่อเติม หรือทำการปรับปรุงตัวหุ่นยนต์ให้สามารถเข้าถึงขั้นการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายมากกว่านี้

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

5.4.1 ในการวิจัยครั้งต่อไป เพื่อให้มั่นใจว่าผลการวิจัยในการใช้เครื่องมืออื่น ๆ มีผลต่อกลุ่มตัวอย่างจริงหรือไม่ ควรมีกกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งทดลองใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นและอีกกลุ่มหนึ่งใช้การเรียนการสอนตามปกติ แล้วนำผลทั้ง 2 กลุ่มมาเปรียบเทียบกันจะทำให้ทราบผลและมีความมั่นใจว่าเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้นก่อให้เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพต่อกลุ่มตัวอย่างมากน้อยเพียงไร

5.4.2 ควรนำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับสถานศึกษาอื่น ๆ ที่ใช้หลักสูตรการสอนเดียวกัน ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้ทำให้ทราบผลของการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกในภาพรวมที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

5.4.3 ควรมีการวิจัยพัฒนา ชุดฝึกอื่น ๆ ที่สามารถบูรณาการความรู้ความสามารถหลากหลายสาขาวิชาเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นการนำความรู้ที่ได้รับจากการทดลองตามใบงานและความรู้จากวิชาอื่น ๆ สามารถนำมาใช้กับชุดฝึกที่มีคุณภาพ

5.4.4 การศึกษาทางด้านเทคโนโลยีจะต้องมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้เท่าทันต่อเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นการวิจัยเพื่อหาสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมและทันสมัย ยังเป็นเรื่องที่จำเป็นจะต้องร่วมมือกันในการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีในทุก ๆ วิชาที่เกี่ยวข้องกับทางด้านเทคโนโลยี

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของหลักสูตร และลักษณะรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

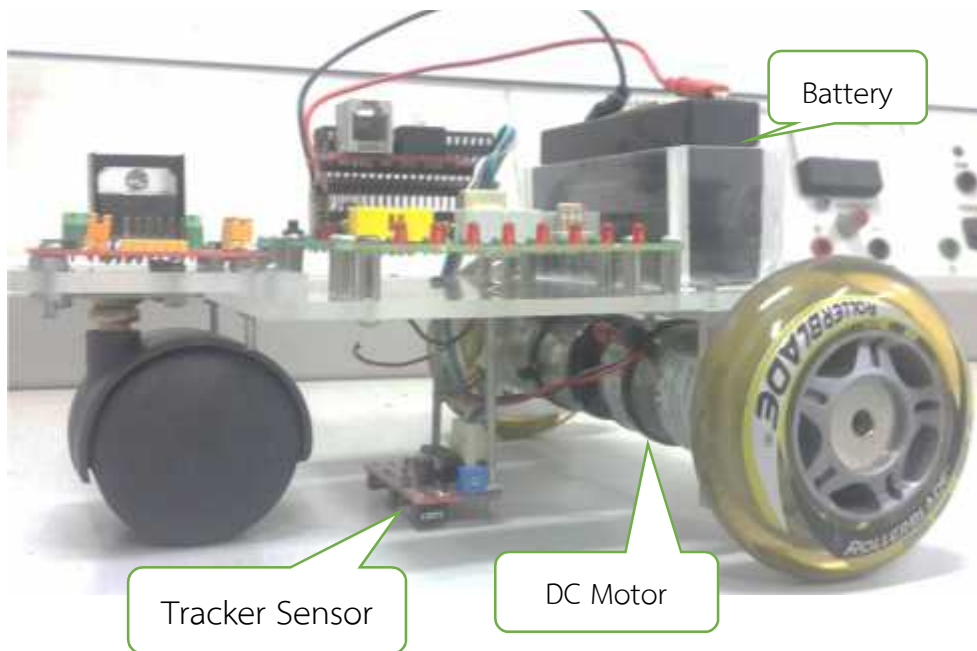
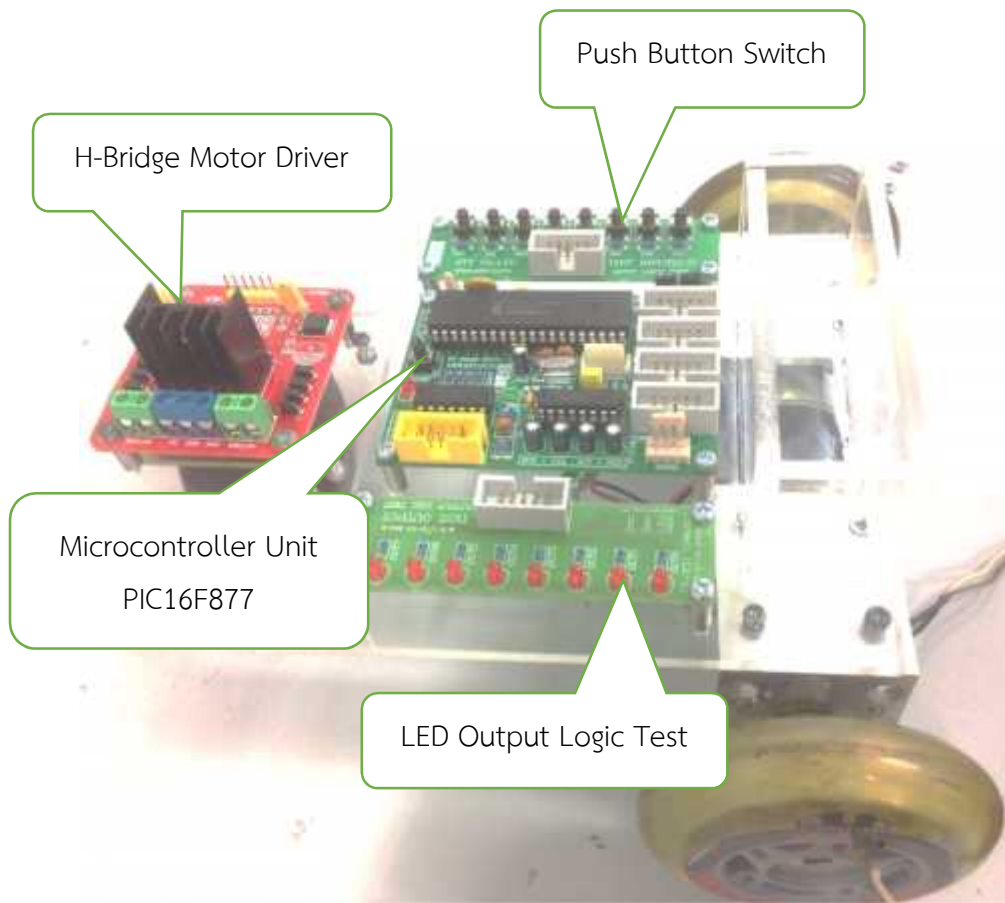
ลักษณะรายวิชา

- | | |
|-------------------------|---|
| 1. ชื่อวิชาและรหัสวิชา | ไมโครคอนโทรลเลอร์ 3104-2103 |
| 2. แผนกวิชา | ช่างไฟฟ้ากำลัง |
| 3. การจัดการเรียนการสอน | ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 |
| 4. เวลาเรียน | ทฤษฎี 2 คาบเรียน/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 คาบเรียน/สัปดาห์ ตลอด 18 สัปดาห์/1 ภาคเรียน |
| 5. หน่วยกิต | 3 หน่วยกิต |
| 6. จุดประสงค์รายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้เข้าใจโครงสร้าง ระบบ และการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2. เพื่อให้ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรมควบคุมการติดต่อบนระบบ และตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม 3. เพื่อให้ประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบไฟฟ้า 4. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย |
| 7. สมรรถนะรายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> 1. แสดงความรู้เรื่องเกี่ยวกับโครงสร้าง ระบบ และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 2. ใช้เครื่องมือเขียนโปรแกรมควบคุมการติดต่อบนระบบ และตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม 3. ประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบไฟฟ้า |
| 8. คำอธิบายรายวิชา | ศึกษาและปฏิบัติ โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ วงจร ประกอบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รีจิสเตอร์ ระบบ บัสและการทำงาน ชุดคำสั่ง ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ เครื่องมือเขียนโปรแกรม และโปรแกรมช่วยในการทดสอบ โดยใช้ชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม การติดต่อซีพียูกับ หน่วยความจำ อินพุต เอาต์พุต การอินเตอร์รัพ การติดต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์กับอุปกรณ์ภายนอกแบบเบื้องต้น และผ่านระบบสื่อสาร การประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมทางไฟฟ้าแบบต่าง ๆ |

ภาคผนวก ข

รายละเอียดส่วนประกอบของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์

รายละเอียดส่วนประกอบของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาคผนวก ค

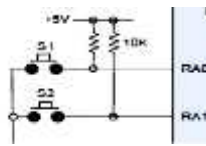
- แบบทดสอบท้ายการทดลอง (ออกใหม่)
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- เฉลยแบบทดสอบท้ายการประลองและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 1

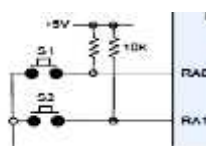
วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การติดต่อกับ I/O ขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

- สัญญาณแบบแอนะล็อก (Analog Signal) ที่ป้อนส่วนอินพุตข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้อง
 - สามารถรับได้ถึง 2 ระดับ หรือ 1064 ระดับ
 - เป็นสัญญาณที่ระดับแรงเคลื่อนตั้งแต่ 0 – 5 โวลต์
 - ระดับแรงเคลื่อนจะต้องถูกปรับเปลี่ยนให้เป็น 0-5 โวลต์ ก่อนที่จะส่งเข้าขา I/O ของ MCU
 - ถูกทุกข้อ
- สัญญาณแบบดิจิทัล (Digital Signal) ที่ป้อนส่วนอินพุตข้อใดต่อไปนี้อธิบายความหมายไม่ถูกต้อง
 - ระดับที่เป็นลอจิก 1 คือ 5 โวลต์
 - เป็นสัญญาณที่มีระดับแรงเคลื่อนแค่สองสถานะ
 - ระดับลอจิก 0 คือ น้อยกว่า 2.5 โวลต์ หรือ 0 โวลต์
 - สัญญาณใด ๆ ที่มีสถานะตรงข้ามกัน เช่น มีติดกับสว่าง ติดกับดับ ปิดกับเปิด เป็นต้น
- จากรูป ข้อใดต่อไปนี้อธิบายสภาวะปกติก่อนการกดสวิตช์ทั้งสองตัวได้ถูกต้องที่สุด



- $S1 = 0$ และ $S2 = 0$
 - $S1 = 0$ และ $S2 = 1$
 - $S1 = 1$ และ $S2 = 0$
 - $S1 = 1$ และ $S2 = 1$
- การต่อวงจรสวิตช์เพื่อป้อนสัญญาณส่วนอินพุตเมื่อนำไปใช้งานจริงนิยมแบบใด เพราะเหตุใด
 - แบบลอจิกกลับ เพื่อป้องกันขา I/O อยู่ในสภาพลอย
 - แบบลอจิกบวก เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนขณะที่ยังไม่กดสวิตช์
 - แบบลอจิกบวก เพื่อป้องกันขา I/O อยู่ในสภาพลอย
 - แบบลอจิกกลับ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนขณะที่ยังไม่กดสวิตช์
 - ข้อใดต่อไปนี้เป็นชื่อระบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน
 - อินพุต เอาต์พุต และประมวลผล
 - อินพุต เอาต์พุต และรับสัญญาณดิจิทัล
 - อินพุต เอาต์พุต และรับสัญญาณแอนะล็อก
 - ถูกทุกข้อ
 - จากรูป ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งสำหรับการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับสวิตช์ทั้งสองตัว



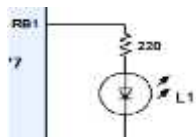
- $S1$ VAR PORTA.0 และ $S2$ VAR byte

- ข. S1 VAR PORTA.0 และ S2 VAR PORTB.1
- ค. S1 VAR PORTA.0 และ S2 VAR PORTA.1
- ง. ถูกทุกข้อ

7. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณป้อนส่วนอินพุต

- ก. อุปกรณ์ที่ตรวจจับการตัดผ่านของแสง
- ข. อุปกรณ์ที่ตรวจจับความร้อน
- ค. อุปกรณ์ที่สัญญาณแอนะล็อกให้แก่พอร์ท B
- ง. ถูกทุกข้อ

8. จากรูป ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งสำหรับในส่วนของเอาต์พุต



- ก. L1 VAR bit
- ข. L1 VAR LED
- ค. L1 VAR PORTA.1
- ง. L1 VAR PORTB.1

9. สัญญาณจากสวิทช์แบบดิจิตอลที่ป้อนเข้าส่วนอินพุตมีกี่แบบ อะไรบ้าง

- ก. 1 แบบ คือ แบบสวิทช์ปิดเปิด 1 ทาง
- ข. 2 แบบ คือ แบบลจิกกลับ และแบบลจิกบวก
- ค. 2 แบบ คือ แบบดิจิตอล และแบบแอนะล็อก
- ง. 3 แบบ คือ แบบสวิทช์ปิดเปิด 1 ทาง แบบลจิกกลับ และแบบลจิกบวก

10. คำสั่งตามข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งให้พอร์ตรับสัญญาณเข้าส่วนอินพุต และส่งออกส่วนเอาต์พุต

- ก. TRISA = %111111, TRISB = %00000000
- ข. TRISA = %000111, TRISB = %11100000
- ค. TRISA = %000011, TRISB = %11110000
- ง. ถูกทุกข้อ

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 2

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

1. ลักษณะการทำงานของเอาต์พุตแบบ Toggle ข้อใดต่อไปนี้อธิบายได้ไม่ถูกต้องที่สุด
 - ก. กด S1 หลอด L2 ติดเมื่อกด S2 อีกครั้ง หลอด L2 ดับ และเมื่อกด S1 อีกครั้งหลอด L2 จะติด
 - ข. กด S1 หลอด L1 ติดเมื่อกด S1 อีกครั้ง หลอด L1 ดับ และเมื่อกด S1 อีกครั้งหลอด L1 จะติด
 - ค. กด S2 หลอด L1 ติดเมื่อกด S2 อีกครั้ง หลอด L1 ดับ และเมื่อกด S2 อีกครั้งหลอด L1 จะติด
 - ง. ข้อ ข และ ค อธิบายไม่ถูกต้อง

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งตรวจสอบการปล่อยสวิตช์ที่ถูกต้องของการทำงานแบบ Toggle เมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลจิกลอป
 - ก. IF S1 = 0 Then goto loop
 - ข. IF S1 = 1 and S2 = 1 Then goto loop
 - ค. IF S1 = 1 Then goto loop
 - ง. ข้อ ข และ ค ถูก

3. คำสั่ง ADCON1 มีความหมายตรงกับข้อใดต่อไปนี้
 - ก. เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการใช้งานให้ PortA รับสัญญาณ Analog เพียงอย่างเดียว
 - ข. เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการใช้งานให้ PortA รับสัญญาณ Analog หรือ Digital
 - ค. เป็นรีจิสเตอร์ที่จะต้องกำหนดให้เข้ากันกับการใช้งานและคำสั่ง TRISB
 - ง. เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการใช้งานให้ PortA รับสัญญาณ Digital เพียงอย่างเดียว

4. ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทั่วไปแล้วจะใช้ Tact Switch ที่มีการทำงานแบบใด
 - ก. กดติดค้าง
 - ข. กดติดกดดับ
 - ค. กดติดปล่อยดับ
 - ง. ถูกทุกข้อ

5. การเขียนโปรแกรมให้ Tact Switch ทำงานเป็น Toggle Switch ข้อใดอธิบายแนวคิดได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ใช้สวิตช์ 3 ตัวควบคุมการทำงานของเอาต์พุตหนึ่งบิต
 - ข. ใช้สวิตช์ 2 ตัวควบคุมการทำงานของเอาต์พุตหนึ่งบิต
 - ค. การทำงานแบบ Toggle สามารถที่จะใช้สวิตช์ได้ไม่จำกัดจำนวน
 - ง. ใช้สวิตช์ 1 ตัวควบคุมการทำงานของเอาต์พุตหนึ่งบิต

6. ข้อใดอธิบายการทำงานในส่วนของเอาต์พุตแบบ Toggle ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. เป็นไปได้ทั้งสามกรณี
 - ข. กดครั้งแรกดับ กดครั้งที่สองติด
 - ค. กดครั้งแรกติด กดครั้งที่สองติดเหมือนเดิม
 - ง. กดครั้งแรกติด กดครั้งที่สองดับ

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 3

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging
คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

1. การทำงานในระดับบิตเมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลอจิกกลับคำสั่งข้อใดเป็นทำงานแบบ Jogging
 - ก. IF S1 = 0 Then HIGH LED
 - ข. IF S1 = 0 Then LOW LED
 - ค. IF S1 = 1 Then HIGH LED
 - ง. IF S1 = 1 Then LOW LED
2. การทำงานในระดับพอร์ตเมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลอจิกกลับคำสั่งข้อใดเป็นทำงานแบบ Jogging
 - ก. TRISA = %111111 , PortB = PortA ^/ %000000
 - ข. TRISA = %111111 , PortB = PortB ^/ %000000
 - ค. TRISA = %111000 , PortB = PortB ^/ %000000
 - ง. TRISA = %111000 , PortB = PortA ^/ %000000
3. การเขียนโปรแกรมให้ทำงานแบบ Jogging ข้อใดอธิบายแนวคิดในได้ถูกต้อง
 - ก. ใช้สวิตช์หลายตัวควบคุมการส่งสัญญาณเอาต์พุตจุดเดียว
 - ข. เขียนโปรแกรมให้วนคอยตรวจสอบสถานะการกดปล่อยสัญญาณเอาต์พุต
 - ค. เขียนโปรแกรมภายใต้เงื่อนไขว่าหากปล่อยสวิตช์จะหยุดส่งเอาต์พุตออกไป
 - ง. เขียนโปรแกรมภายใต้เงื่อนไขว่าหากสวิตช์ยังถูกกดอยู่ต้องส่งค่าเอาต์พุตออกไป
4. อุปกรณ์ไฟฟ้าตามข้อใด ที่มีการควบคุมแบบ Jogging
 - ก. การควบคุมเครน บันจัน และการบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบ Automatic
 - ข. การควบคุมเครน บันจัน และการบังคับเป็นจังหวะ
 - ค. การควบคุมเครน บันจัน และการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ปิดเปิดประตูลิฟต์
 - ง. การควบคุมเครน บันจัน และการควบคุมการทำงานของมอเตอร์สว่านไฟฟ้า
5. การทำงานในระดับบิตข้อใดต่อไปนี้อธิบายความหมายการทำงานแบบ Jogging ได้อย่างถูกต้อง
 - ก. การตรวจสอบสวิตช์หนึ่งตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงบิตเดียว
 - ข. การตรวจสอบสวิตช์หลายตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงพอร์ตเดียว
 - ค. การตรวจสอบสวิตช์หนึ่งตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงพอร์ตเดียว
 - ง. การตรวจสอบสวิตช์หลายตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงบิตเดียว
6. การทำงานแบบ Jogging มีลักษณะตรงตามข้อใดต่อไปนี้
 - ก. ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าเอาต์พุตออกมาตลอดเวลาขณะที่ยังปล่อยสวิตช์
 - ข. ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าเอาต์พุตออกมาตลอดเวลาขณะที่ยังกดสวิตช์
 - ค. ลักษณะของการทำงานคือ กดดับปล่อยติด
 - ง. ถูกทุกข้อ

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 4

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

1. ข้อใดอธิบายคำสั่ง “Start : IF S1 = 1 then goto start” เมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลอจิกกลับได้ถูกต้อง

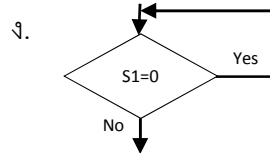
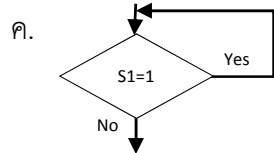
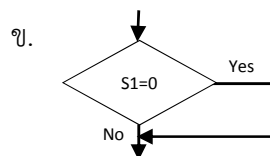
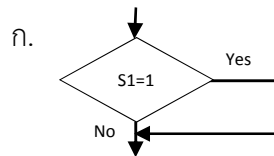
ก. เป็นการตรวจสอบสถานะของสวิตช์ S1 ว่าเป็นปกติเปิดหรือปกติปิด

ข. ถ้าสวิตช์ S1 ถูกกดโปรแกรมจะวนกลับไปยัง Start

ค. ถ้าสวิตช์ S1 ยังไม่ถูกกดโปรแกรมจะเลื่อนไปยังบรรทัดถัดไป

ง. ถ้าสวิตช์ S1 ถูกกดโปรแกรมจะเลื่อนไปยังบรรทัดถัดไป

2. คำสั่ง “loop : IF S1 = 0 then goto loop” ข้อใดเขียน Flow Chart ได้ถูกต้อง



3. คำสั่งเพื่อกำหนดให้โปรแกรมประมวลผลซ้ำโดยใช้คำสั่งกระโดดย้อนกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่โดยไม่มีเงื่อนไขคือคำสั่งตามข้อใดต่อไปนี้

ก. RETURN

ข. GOTO

ค. WHILE ... WEND

ง. FOR ... NEXT

4. คำสั่งในการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนดคือข้อใดต่อไปนี้

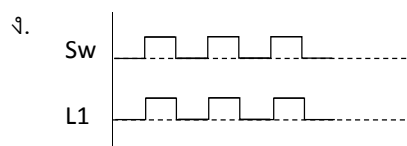
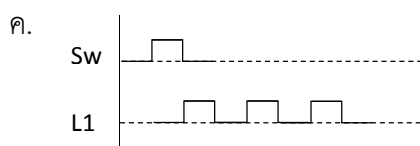
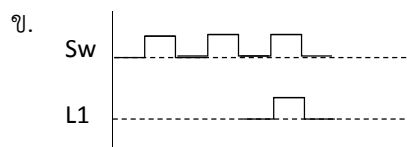
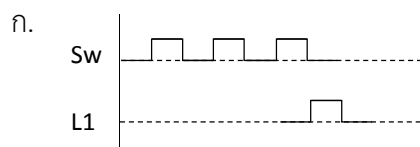
ก. IF ... ELSE ... ENDIF

ข. RETURN

ค. FOR ... NEXT

ง. WHILE ... WEND

5. คำสั่ง “For i = 1 to 3 ... NEXT i” ข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้องมากที่สุด



6. คำสั่งประมวลผลการทำงานซ้ำจนกว่าเงื่อนไขที่กำหนดจะเป็นจริง หรือ เท็จ คือข้อใดต่อไปนี้

ก. IF B = 20 THEN HIGH LED

ข. IF ... ELSE ... ENDIF

ค. WHILE ... WEND

ง. ข้อ ก และ ข ถูก

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 5

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

1. ข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้องที่สุดสำหรับการเขียนโปรแกรมประมวลผลแบบ step operation
 - ก. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรแบบค่าไม่ต่อเนื่อง
 - ข. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรครั้งละ 1 แบบค่าไม่ต่อเนื่อง
 - ค. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรครั้งละ 1 แบบค่าต่อเนื่อง
 - ง. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดค่าตัวแปรแบบต่อเนื่อง
2. จะต้องใช้สวิตช์จำนวนอย่างน้อยกี่ตัวเพื่อการเขียนโปรแกรมให้เพิ่มและลดค่าตัวแปร และเพราะเหตุใด
 - ก. จำนวน 4 ตัว ตัวแรกกดเพิ่ม ตัวที่สองกดเพื่อวิงหาค่ากลาง ตัวที่สามกดลดค่าตัวแปร และตัวที่สี่กด
 - ข. จำนวน 3 ตัว ตัวแรกกดเพิ่ม ตัวที่สองกดเพื่อวิงหาค่ากลาง และตัวที่สามกดลดค่าตัวแปร
 - ค. จำนวน 2 ตัว ตัวแรกกดเพิ่ม และตัวที่สองกดลดค่าตัวแปร
 - ง. จำนวน 1 ตัวเพื่อกดเพิ่ม และเมื่อกดซ้ำจะเป็นการลดค่าตัวแปร เพื่อกลับไปยังค่าเริ่มต้น
3. การประยุกต์การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการเพิ่มและลดค่าตัวแปรขา I/O มีลักษณะตามข้อใด
 - ก. ประมวลผลการควบคุมค่าที่มีระดับความสูง-ต่ำ
 - ข. ประมวลผลการควบคุมค่าที่มีระดับแสงมาก-น้อย
 - ค. ประมวลผลการควบคุมค่าที่มีระดับความเร็ว-ช้า
 - ง. ถูกทุกข้อ
4. การเขียนโปรแกรมประมวลผลแบบ continuous operation ข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรแบบค่าไม่ต่อเนื่อง
 - ข. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรแบบค่าต่อเนื่อง
 - ค. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรครั้งละ 1 แบบค่าต่อเนื่อง
 - ง. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรครั้งละ 1 แบบค่าไม่ต่อเนื่อง
5. สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อเก็บค่า สาเหตุที่มีการใช้คำสั่ง “IF k = 255 THEN k = 254” เพราะเหตุใด
 - ก. เพื่อให้ตัวแปร k เพิ่มเนื้อที่การเก็บค่าจาก bit เป็น byte
 - ข. เพื่อไม่ให้ตัวเลขที่แสดงหน้าจอ LCD แสดงตัวเลข 255
 - ค. เพื่อให้ตัวแปร k ลบค่าออก 1 ทุกครั้งที่มีการเก็บค่า
 - ง. เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวแปร k เก็บค่าจนเต็มความจุหรือเนื้อที่ที่กำหนดไว้
6. การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการเพิ่มและลดค่าตัวแปรขา I/O คือการประยุกต์ตามข้อใดต่อไปนี้

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| ก. การควบคุมความเร็วมอเตอร์ | ข. การควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ |
| ค. การควบคุมระดับความดังเสียง | ง. ถูกทุกข้อ |

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 6

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร
คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

1. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่การใช้การเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานเพื่อเลื่อนบิตข้อมูล
 - ก. การควบคุมความเร็วของหุ่นยนต์
 - ข. การควบคุมจังหวะการทำงานของเครื่องจักร
 - ค. การควบคุมความเร็วในการเลื่อนสายพานลำเลียงสินค้า
 - ง. ข้อ ข และ ค ไม่ใช่ลักษณะการทำงานแบบเลื่อนบิตข้อมูล
 2. คำสั่ง “PortB = %10000000” มีความหมายตรงตามข้อใดต่อไปนี้
 - ก. กำหนดให้ PortB.7 เป็นอินพุต นอกนั้นเป็นเอาต์พุต
 - ข. กำหนดให้ PortB ส่งค่า 1 ออกไปที่บิต 7 นอกนั้นส่งค่า 0
 - ค. กำหนดให้ PortB เป็นเอาต์พุตทุกขา
 - ง. กำหนดให้ PortB เป็นอินพุตทุกขา
 3. การเขียนโปรแกรมประมวลผลเลื่อนบิตไปทางซ้าย - ขวา ใช้เครื่องหมายหรือคำสั่งตามข้อใด
 - ก. < และ >
 - ข. <<< และ >>>
 - ค. << และ >>
 - ง. ถูกทุกข้อ
 4. ข้อใดต่อไปนี้คือความสำคัญของการเขียนโปรแกรมเพื่อเลื่อนบิตข้อมูล
 - ก. เพื่อการประมวลผลตำแหน่งการเคลื่อนที่
 - ข. เพื่อการประมวลผลทางคณิตศาสตร์
 - ค. เพื่อประมวลผลความเร็วในการเคลื่อนที่
 - ง. ถูกทุกข้อ
 5. “การเลื่อนข้อมูลไปถึงบิตสุดท้ายของ MSB” ข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้อง
 - ก. เลื่อนบิตไปทางขวาสุด
 - ข. เลื่อนบิตไปจนถึงบิตนัยต่ำสุด
 - ค. เลื่อนบิตไปทางซ้ายสุด
 - ง. เลื่อนบิตไปจนถึงบิตนัยสูงสุด
 6. “การเลื่อนข้อมูลไปถึงบิตสุดท้ายของ LSB” ข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้อง
 - ก. เลื่อนบิตไปจนถึงบิตนัยต่ำสุด
 - ข. เลื่อนบิตไปจนถึงบิตนัยสูงสุด
 - ค. เลื่อนบิตไปทางซ้ายแล้วหยุด
 - ง. เลื่อนบิตไปทางขวาแล้วหยุด
-

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 7

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 6 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

1. ข้อใดคือแนวคิดที่ถูกต้องกับการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นเหมือนสวิตช์ต่อเข้ากับขั้วกราวด์

- ก. ส่งค่าเอาต์พุตออกไปสองบิตเพื่อควบคุมทรานซิสเตอร์
- ข. ใช้สวิตช์ควบคุม 2 ตัว คือ Start กับ Stop
- ค. ใช้สวิตช์ควบคุม 1 ตัว คือ กดหมุน ปล่อยหยุดหมุน
- ง. ถูกทุกข้อ

2. การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีลักษณะตามข้อใด

- ก. เพิ่มแรงดันเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ ข. สลับขั้วไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับมอเตอร์
- ค. ลดแรงดันที่ขดลวดอาร์เมเจอร์ ง. ข้อ ก และ ข ถูก

3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นหลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

- ก. DCV เข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็กสร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 1 สนาม
- ข. แปร่งถ่านเป็นส่วนเชื่อมต่อเพื่อรับพลังงานไฟฟ้าภายนอกไปยังขดลวดของมอเตอร์
- ค. ขดลวดได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ รอบขดลวด
- ง. ข้อ ข และ ค เป็นหลักการการทำงานที่ถูกต้อง

4. การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีลักษณะตามข้อใด

- ข. ปรับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า ข. เพิ่มหรือลดจำนวนแปร่งถ่าน
- ค. สลับขั้วไฟฟ้าที่ต่อให้กับมอเตอร์ ง. ถูกทุกข้อ

5. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายเกี่ยวกับ DC motor ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. เป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังกล
- ข. โครงสร้างภายในประกอบด้วยส่วนหลักๆ สองส่วน ได้แก่ แม่เหล็กถาวรและแกนขดลวด
- ค. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 4 ชนิด
- ง. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง

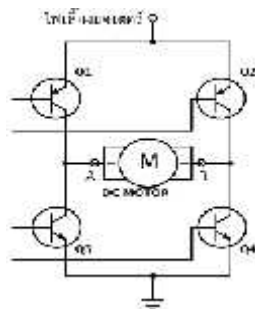
6. การเกิดแรงบิดในตัวอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เกิดจากสาเหตุตามข้อใดต่อไป


- ก. เกิดจากการสร้างขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในอาร์เมเจอร์
- ข. เกิดจากการสร้างขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในขดลวดสนามแม่เหล็ก
- ค. เกิดจากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กทิศทางตรงข้ามจะหักล้างและทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน
- ง. ถูกทุกข้อ


แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 8

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ

- ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับไอซีเบอร์ L298
 - ขา SENSE A และ ขา SENSE B จะต้องต่อกับสัญญาณไฟขั้วบวก
 - ขา SENSE A และ ขา SENSE B จะต้องต่อกับสัญญาณไฟขั้วลบ
 - จะมี Output 2 ชุด คือขา Out 1 , Out 2 และ ขา Out 3 , Out 4
 - ข้อ ข และ ค กล่าวถูกต้อง
- ข้อใดไม่ใช่หลักการควบคุมโดยใช้ชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge
 - ใช้มอตเฟสทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิดวงจร และใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เปิดวงจร
 - ใช้ทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับมอเตอร์แต่ไม่สามารถควบคุมทิศทางได้
 - ใช้ทรานซิสเตอร์หรือมอตเฟส โดยทำหน้าที่เป็นสวิทช์เปิดปิด จำนวน 4 ชุด
 - ข้อ ก และ ข ไม่ใช่หลักการควบคุม
- ข้อใดคือหลักการกลับทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ถูกต้อง
 - กลับขั้ว field coil กับขั้วที่ Armature
 - ถ้ามอเตอร์นั้นต่ออยู่กับ DC- Drive กลับที่ขั้ว Field หรือขั้ว Armature คู่กับขั้ว Tacho
 - ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับวงจรขับมอเตอร์
 - ถูกทุกข้อ
- จากรูปชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง



- เมื่อต้องการเริ่มเดินมอเตอร์จะส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 ทำงานก่อน
 - เมื่อต้องการเริ่มเดินมอเตอร์จะส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q3 และ Q4 ทำงานก่อน
 - เมื่อต้องการเริ่มเดินมอเตอร์จะส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q1 , Q4 หรือ Q2 , Q3 ทำงานก็ได้
 - ข้อ ก และ ข ถูก
- จากรูป  ข้อใดถูกต้อง
 - จากรูปคือ AND GATE
 - จากรูปคือ OR GATE
 - จากรูปคือ NAND GATE
 - จากรูปคือ XOR GATE
 - การควบคุมโดยใช้ชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

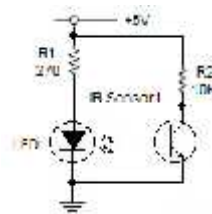
- ก. วงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ จำนวน 2 ตัว
 ข. วงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หรือมอดเฟส จำนวน 4 ตัว
 ค. วงจรประกอบด้วยมอดเฟส 2 ตัวและทรานซิสเตอร์ 2 ตัว
 ง. วงจรประกอบไปด้วยมอดเฟส จำนวน 2 ตัว
7. การกลับทางหมุนเมื่อใช้ชุดขับกระแสคิซิมอเตอร์แบบ H-Bridge ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด
- ก. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์เป็นคู่ตรงกันข้ามกับครั้งแรก คือระหว่าง Q1 , Q4 และ Q2 , Q3
 ข. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q1 , Q4 เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ก่อนกลับทางหมุน
 ค. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q2 , Q3 เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ก่อนกลับทางหมุน
 ง. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์เป็นคู่ตรงกันข้ามกับครั้งแรก คือระหว่าง Q1 , Q2 และ Q3 , Q4
8. จากรูป  ข้อใดกล่าวถูกต้อง
- ก. A = 0 and B = 0 , Out = 1 ข. A = 0 and B = 1 , Out = 1
 ค. A = 1 and B = 1 , Out = 1 ง. A = 1 and B = 0 , Out = 1

แบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 9

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor
 คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 20 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 8 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

- ข้อใดกล่าวถึงหลักการทำงานของวงจรอินฟราเรดได้อย่างถูกต้อง
 - การรับส่งสัญญาณถ้าตรงกันก็จะให้เอาท์พุทที่ขาเอาท์พุทเป็น “0”
 - ตัวส่งแบบใช้กับโมดูลรับสำเร็จรูป จะส่งด้วยความถี่ 50 KHz โดยประมาณ
 - ตัวรับแบบโมดูลจะรับสัญญาณที่กระพริบด้วยความถี่ประมาณ 50 KHz
 - ถูกทุกข้อ
- การปล่อยรังสีอินฟราเรดออกมาของสสารทุกชนิดที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่างเท่าไร
 - อยู่ระหว่าง -250 องศาเซลเซียส ถึง 4,100 องศาเซลเซียส
 - อยู่ระหว่าง -200 องศาเซลเซียส ถึง 4,000 องศาเซลเซียส
 - อยู่ระหว่าง -350 องศาเซลเซียส ถึง 4,300 องศาเซลเซียส
 - อยู่ระหว่าง -300 องศาเซลเซียส ถึง 4,200 องศาเซลเซียส
- ข้อใดกล่าวถึงรังสีอินฟราเรดได้ไม่ถูกต้อง
 - เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุ
 - มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า รังสีใต้แดง หรือรังสีความร้อน
 - ความยาวคลื่นอยู่ระหว่างแสงสีแดงกับคลื่นรังสีความร้อน
 - แสงมีความถี่ในช่วง $10^{11} - 10^{14}$ เฮิร์ตซ์ (Hz)
- ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงคุณสมบัติเฉพาะตัวของรังสีอินฟราเรดได้อย่างถูกต้อง

- ก. หุ่นยนต์ที่ทำงานตามคำสั่งได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอนโดยปราศจากการควบคุม
 ข. หุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้โดยการประมวลผลด้วยตนเอง
 ค. หุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน
 ง. หุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้โดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์
3. หากต้องการให้หลอดติดเมื่อกำหนดให้หลอด LED เป็น Common + จะต้องส่งสัญญาณออกไปอย่างไร
 ก. ส่งแรงดันไฟบวกออกไปตามพิกัดของ LED ข. ส่งสัญญาณออกไปเป็นลอจิก +
 ค. ส่งสัญญาณออกไปเป็นลอจิก ง. ส่งแรงดันไฟลบออกไปตามพิกัดของ LED
4. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด ถ้าหากว่า IR Sensor ส่งสัญญาณออกมาทั้งหมดเป็นลอจิกเหมือนกัน
 ก. หุ่นยนต์เจอทางตรง ข. หุ่นยนต์เจอทางสี่แยก
 ค. หุ่นยนต์เจอทางโค้ง ง. ถูกทุกข้อ
5. จากรูป ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด



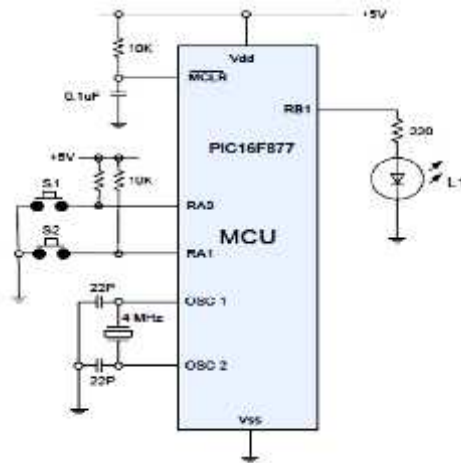
- ก. เมื่อ IR Sensor ตรวจพบพื้นสีดำจะส่งลอจิก “0”
 ข. เมื่อ IR Sensor ตรวจพบพื้นสีขาวจะส่งลอจิก “1”
 ค. เมื่อ IR Sensor ตรวจพบพื้นสีดำจะส่งลอจิก “1”
 ง. ปกติ IR Sensor จะส่งลอจิก “0” ออกไป
6. การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ ข้อใดคือแนวคิดที่เป็นลำดับขั้นที่ถูกต้อง
 ก. ประมวลผล - IR Sensor ตรวจจับเส้น - DC Motor
 ข. ประมวลผล - IR Sensor ตรวจจับเส้น - Motor Driver
 ค. IR Sensor ตรวจจับเส้น - ประมวลผล - DC Motor
 ง. IR Sensor ตรวจจับเส้น - ประมวลผล - Motor Driver
7. ข้อใดคือความหมายของหุ่นยนต์ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน
 ก. เครื่องจักรทุกชนิดที่ปฏิบัติงานแทนมนุษย์ได้ทุกประการทั้งทางตรงและทางอ้อม
 ข. เครื่องจักรที่สามารถรับรู้ สามารถคิดและกระทำได้โดยอัตโนมัติ
 ค. เครื่องจักรที่ใช้งานแทนมนุษย์ที่ออกแบบให้สามารถตั้งลำดับการทำงานได้
 ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
8. สามารถกำหนดการหมุนของมอเตอร์ได้อย่างไรเมื่อต้องการให้ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เลี้ยวขวา
 ก. มอเตอร์ข้างใดข้างหนึ่งหยุด และอีกข้างหนึ่งหมุน
 ข. มอเตอร์ทั้งสองข้างหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกัน
 ค. มอเตอร์ข้างซ้ายหยุดหมุน และข้างขวายังคงหมุนตามปกติ
 ง. มอเตอร์ข้างซ้ายหมุนตามปกติ และข้างขวาหยุดหมุน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 **นักศึกษาระดับ ปวส. แผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง**
คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เวลา 90 นาที แบบทดสอบมีทั้งหมด 70 ข้อให้นักศึกษาทำทุกข้อ

1. การทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ส่วน คือข้อใดต่อไปนี้
 - ก. อินพุต เอาต์พุต และรับสัญญาณดิจิทัล
 - ข. อินพุต เอาต์พุต และรับสัญญาณแอนะล็อก
 - ค. อินพุต เอาต์พุต และประมวลผล
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. ข้อใดอธิบายความหมายของสัญญาณที่ป้อนส่วนอินพุตได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. อุปกรณ์ที่ป้อนสัญญาณให้แก่พอร์ท A
 - ข. อุปกรณ์ที่ป้อนสัญญาณให้แก่ส่วนควบคุม
 - ค. วงจรที่ป้อนสัญญาณให้แก่ส่วนประมวลผล
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายความหมายของสัญญาณแบบดิจิทัล (Digital Signal) ที่ป้อนส่วนอินพุตได้ไม่ถูกต้อง
 - ก. เป็นสัญญาณที่มีระดับแรงเคลื่อนแค่สองสถานะ
 - ข. ระดับลอจิก 0 คือ น้อยกว่า 2.5 โวลต์ หรือ 0 โวลต์
 - ค. ระดับที่เป็นลอจิก 1 คือ 5 โวลต์
 - ง. สัญญาณใด ๆ ที่มีสถานะตรงข้ามกัน เช่น มีดกับสว่าง ติดกับดับ ปิดกับเปิด เป็นต้น
4. การต่อสวิตช์เพื่อป้อนสัญญาณแบบดิจิทัลเข้าส่วนอินพุตสามารถต่อได้กี่แบบ อะไรบ้าง
 - ก. 1 แบบ คือ แบบสวิตช์ปิดเปิด 1 ทาง
 - ข. 2 แบบ คือ แบบลอจิกลบ และแบบลอจิกบวก
 - ค. 2 แบบ คือ แบบดิจิทัล และแบบแอนะล็อก
 - ง. 3 แบบ คือ แบบสวิตช์ปิดเปิด 1 ทาง แบบลอจิกลบ และแบบลอจิกบวก
5. การนำไปใช้งานจริงนิยมต่อวงจรสวิตช์เพื่อป้อนสัญญาณส่วนอินพุตแบบใด เพราะเหตุใด
 - ก. แบบลอจิกลบ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนขณะที่ยังไม่กดสวิตช์
 - ข. แบบลอจิกลบ เพื่อป้องกันขา I/O อยู่ในสภาพลอย
 - ค. แบบลอจิกบวก เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนขณะที่ยังไม่กดสวิตช์
 - ง. แบบลอจิกบวก เพื่อป้องกันขา I/O อยู่ในสภาพลอย
6. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายความหมายของสัญญาณแบบแอนะล็อก (Analog Signal) ที่ป้อนส่วนอินพุตได้ถูกต้อง
 - ก. เป็นสัญญาณที่ระดับแรงเคลื่อนตั้งแต่ 0 – 5 โวลต์
 - ข. สามารถรับได้ถึง 2 ระดับ หรือ 1064 ระดับ
 - ค. ระดับแรงเคลื่อนจะต้องถูกปรับเปลี่ยนให้เป็น 0-5 โวลต์ ก่อนที่จะส่งเข้าขา I/O ของ MCU
 - ง. ถูกทุกข้อ

จากรูปใช้ตอบคำถาม ข้อ 7-10



7. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งสำหรับการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับสวิตช์ทั้งสองตัว
- S1 VAR PORTA.0 และ S2 VAR PORTA.1
 - S1 VAR PORTA.0 และ S2 VAR byte
 - S1 VAR PORTA.0 และ S2 VAR PORTB.1
 - ถูกทุกข้อ
8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งสำหรับในส่วนของเอาต์พุต
- L1 VAR bit
 - L1 VAR PORTA.1
 - L1 VAR PORTB.1
 - L1 VAR LED
9. คำสั่งตามข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งให้พอร์ตรับสัญญาณเข้าส่วนอินพุต และส่งออกส่วนเอาต์พุต
- TRISA = %1111111, TRISB = %00000000
 - TRISA = %000111, TRISB = %11110000
 - TRISA = %000011, TRISB = %11111000
 - ถูกทุกข้อ
10. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายสภาวะปกติก่อนการกดสวิตช์ทั้งสองตัวได้ถูกต้องที่สุด
- S1 = 0 และ S2 = 1
 - S1 = 0 และ S2 = 0
 - S1 = 1 และ S2 = 1
 - S1 = 1 และ S2 = 0
11. โดยทั่วไปแล้ว Tact Switch แบบ Push Button ที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีความทำงานแบบใด
- กดติดค้าง
 - กดติดปล่อยดับ
 - กดติดกดดับ
 - ถูกทุกข้อ

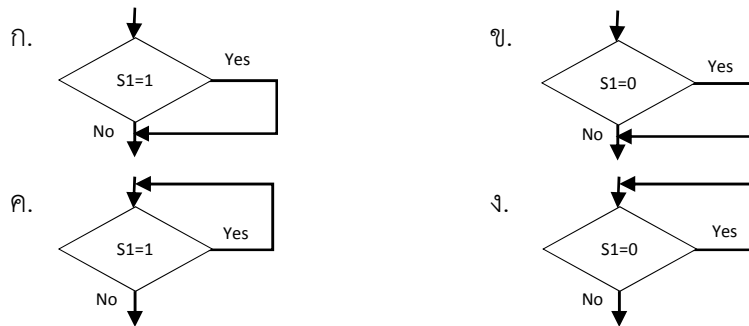
12. การทำงานในส่วนของเอาต์พุตแบบ Toggle ตามข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง
- กดครั้งแรกดับ กดครั้งที่สองติด
 - กดครั้งแรกติด กดครั้งที่สองดับ
 - กดครั้งแรกติด กดครั้งที่สองติดเหมือนเดิม
 - เป็นไปได้ทั้งสามกรณี
13. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายลักษณะการทำงานของเอาต์พุตแบบ Toggle ได้ถูกต้องที่สุด
- กด S1 หลอด L1 ติดเมื่อกด S1 อีกครั้ง หลอด L1 ดับ และเมื่อกด S1 อีกครั้งหลอด L1 จะติด
 - กด S2 หลอด L1 ติดเมื่อกด S2 อีกครั้ง หลอด L1 ดับ และเมื่อกด S2 อีกครั้งหลอด L1 จะติด
 - กด S1 หลอด L2 ติดเมื่อกด S2 อีกครั้ง หลอด L2 ดับ และเมื่อกด S1 อีกครั้งหลอด L2 จะติด
 - ข้อ ก และ ข ถูก
14. ข้อใดอธิบายความหมายของคำสั่ง ADCON1 ได้ถูกต้องที่สุด
- เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการใช้งานให้ PortA รับสัญญาณ Analog หรือ Digital
 - เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการใช้งานให้ PortA รับสัญญาณ Analog เพียงอย่างเดียว
 - เป็นรีจิสเตอร์ที่ควบคุมการใช้งานให้ PortA รับสัญญาณ Digital เพียงอย่างเดียว
 - เป็นรีจิสเตอร์ที่จะต้องกำหนดให้เข้ากันกับการใช้งานและคำสั่ง TRISB
15. ข้อใดอธิบายแนวคิดในการเขียนโปรแกรมให้ Tact Switch ทำงานเป็น Toggle Switch ได้ถูกต้องที่สุด
- ใช้สวิตช์ 1 ตัวควบคุมการทำงานของเอาต์พุตหนึ่งบิต
 - ใช้สวิตช์ 2 ตัวควบคุมการทำงานของเอาต์พุตหนึ่งบิต
 - ใช้สวิตช์ 3 ตัวควบคุมการทำงานของเอาต์พุตหนึ่งบิต
 - การทำงานแบบ Toggle สามารถที่จะใช้สวิตช์ได้ไม่จำกัดจำนวน
16. การทำงานแบบ Toggle เมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลจิกกลบ ข้อใดต่อไปนี้เป็นคำสั่งตรวจสอบการปล่อยสวิตช์ที่ถูกต้อง
- IF S1 = 1 and S2 = 1 Then goto loop
 - IF S1 = 1 Then goto loop
 - IF S1 = 0 Then goto loop
 - ข้อ ก และ ข ถูก
17. ข้อใดอธิบายลักษณะการทำงานของ Jogging ได้ถูกต้อง
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าเอาต์พุตออกมาตลอดเวลาขณะที่ยังกดสวิตช์
 - ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าเอาต์พุตออกมาตลอดเวลาขณะที่ยังปล่อยสวิตช์
 - ลักษณะของการทำงานคือ กดดับปล่อยติด
 - ถูกทุกข้อ
18. ข้อใดอธิบายแนวคิดในการเขียนโปรแกรมให้ทำงานแบบ Jogging ได้ถูกต้อง
- เขียนโปรแกรมให้วนคอยตรวจสอบสถานะการกดปล่อยสัญญาณเอาต์พุต
 - ใช้สวิตช์หลายตัวควบคุมการส่งสัญญาณเอาต์พุตจุดเดียว
 - เขียนโปรแกรมภายใต้เงื่อนไขว่าหากสวิตช์ยังถูกกดอยู่ต้องส่งค่าเอาต์พุตออกไป
 - เขียนโปรแกรมภายใต้เงื่อนไขว่าหากปล่อยสวิตช์จะหยุดส่งเอาต์พุตออกไป

19. เครื่องมือ เครื่องจักรไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามข้อใด ที่มีการควบคุมแบบ Jogging
- การควบคุมคอน ปั่นจั่น และการบังคับเป็นจังหวะ
 - การควบคุมคอน ปั่นจั่น และการบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบ Automatic
 - การควบคุมคอน ปั่นจั่น และการควบคุมการทำงานของมอเตอร์สว่านไฟฟ้า
 - การควบคุมคอน ปั่นจั่น และการควบคุมการทำงานของมอเตอร์เปิดประตูลิฟต์
20. คำสั่งข้อใดเป็นทำงานแบบ Jogging ในระดับบิตเมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลอจิกกลับได้อย่างถูกต้อง
- IF S1 = 1 Then HIGH LED
 - IF S1 = 1 Then LOW LED
 - IF S1 = 0 Then HIGH LED
 - IF S1 = 0 Then LOW LED
21. ข้อใดต่อไปนี้ใช้อธิบายความหมายการทำงานแบบ Jogging ในระดับบิตได้อย่างถูกต้อง
- การตรวจสอบสวิตช์หนึ่งตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงพอร์ตเดียว
 - การตรวจสอบสวิตช์หนึ่งตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงบิตเดียว
 - การตรวจสอบสวิตช์หลายตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงพอร์ตเดียว
 - การตรวจสอบสวิตช์หลายตัว และส่งค่าออกเอาต์พุตเพียงบิตเดียว
22. คำสั่งข้อใดเป็นทำงานแบบ Jogging ในระดับพอร์ตเมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลอจิกกลับได้อย่างถูกต้อง
- TRISA = %111000 , PortB = PortB ^/ %000000
 - TRISA = %111111 , PortB = PortB ^/ %000000
 - TRISA = %111000 , PortB = PortA ^/ %000000
 - TRISA = %111111 , PortB = PortA ^/ %000000
23. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นคำสั่งเพื่อกำหนดให้โปรแกรมประมวลผลซ้ำโดยใช้คำสั่งกระโดดย้อนกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่โดยไม่มีเงื่อนไข
- RETURN
 - FOR ... NEXT
 - WHILE ... WEND
 - GOTO
24. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นคำสั่งประมวลผลการทำงานซ้ำจนกว่าเงื่อนไขที่กำหนดจะเป็นจริง หรือ เท็จ
- IF B = 20 THEN HIGH LED
 - IF ... ELSE ... ENDIF
 - WHILE ... WEND
 - ข้อ ก และ ข ถูก
25. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นคำสั่งในการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนด
- FOR ... NEXT
 - WHILE ... WEND
 - IF ... ELSE ... ENDIF
 - RETURN
26. เมื่อต่อสวิตช์กับ MCU แบบลอจิกกลับ ข้อใดอธิบายคำสั่ง “Start : IF S1 = 1 then goto start” ได้ถูกต้อง
- ถ้าสวิตช์ S1 ถูกกดโปรแกรมจะวนกลับไปยัง Start
 - ถ้าสวิตช์ S1 ถูกกดโปรแกรมจะเลื่อนไปยังบรรทัดถัดไป

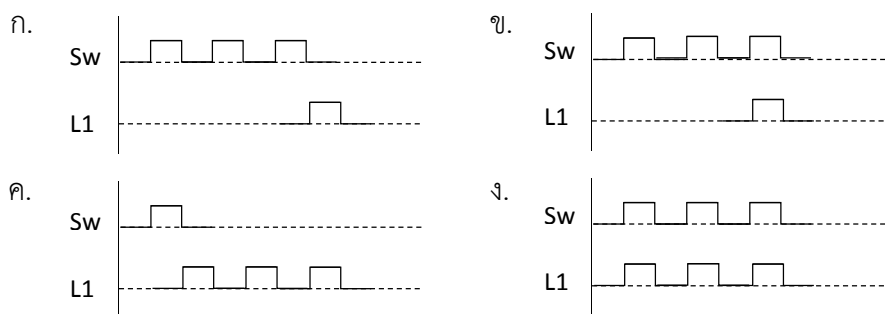
ค. ถ้าสวิตช์ S1 ยังไม่ถูกกดโปรแกรมจะเลื่อนไปยังบรรทัดถัดไป

ง. เป็นการตรวจสอบสถานะของสวิตช์ S1 ว่าเป็นปกติเปิดหรือปกติปิด

27. ข้อใดเขียน Flow Chart ของคำสั่ง “loop : IF S1 = 0 then goto loop” ได้ถูกต้อง



28. ข้อใดอธิบายความหมายของคำสั่ง “For i = 1 to 3 ... NEXT i” ได้ถูกต้องมากที่สุด



29. ข้อใดคือลักษณะการประยุกต์การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการเพิ่มและลดค่าตัวแปรขา I/O

ก. ประมวลผลการควบคุมค่าที่มีระดับความสูง-ต่ำ

ข. ประมวลผลการควบคุมค่าที่มีระดับแสงมาก-น้อย

ค. ประมวลผลการควบคุมค่าที่มีระดับความเร็ว-ช้า

ง. ถูกทุกข้อ

30. ข้อใดคือการประยุกต์การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการเพิ่มและลดค่าตัวแปรขา I/O

ก. การควบคุมความเร็วมอเตอร์

ข. การควบคุมอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ

ค. การควบคุมระดับความดังเสียง

ง. ถูกทุกข้อ

31. การเขียนโปรแกรมเพื่อเพิ่มและลดค่าตัวแปรจะต้องใช้สวิตช์จำนวนอย่างน้อยกี่ตัว เพราะเหตุใด

ก. จำนวน 1 ตัวเพื่อกดเพิ่ม และเมื่อกดซ้ำจะเป็นการลดค่าตัวแปร

ข. จำนวน 2 ตัว ตัวแรกกดเพิ่ม และตัวที่สองกดลดค่าตัวแปร

ค. จำนวน 3 ตัว ตัวแรกกดเพิ่ม ตัวที่สองกดเพื่อวิงหาค่ากลาง และตัวที่สามกดลดค่าตัวแปร

ง. จำนวน 4 ตัว ตัวแรกกดเพิ่ม ตัวที่สองกดเพื่อวิงหาค่ากลาง ตัวที่สามกดลดค่าตัวแปร และตัวที่สี่กดเพื่อกลับไปยังค่าเริ่มต้น

32. ข้อใดอธิบายความหมายของการเขียนโปรแกรมประมวลผลแบบ continuous operation ได้ถูกต้องที่สุด

ก. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรแบบค่าต่อเนื่อง

ข. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรแบบค่าไม่ต่อเนื่อง

ค. การควบคุมให้เพิ่ม - ลดตัวแปรครั้งละ 1 แบบค่าไม่ต่อเนื่อง

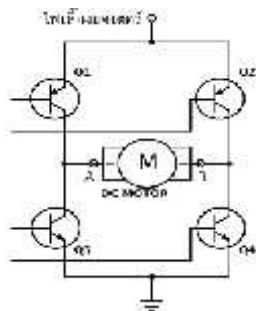
- ง. กำหนดให้ PortB ส่งค่า 1 ออกไปที่บิต 7 นอกนั้นส่งค่า 0
41. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายเกี่ยวกับ DC motor ไม่ถูกต้อง
- เป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล
 - โครงสร้างภายในประกอบด้วยส่วนหลักๆ สองส่วน ได้แก่ แม่เหล็กถาวรและแกนขดลวด
 - มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 4 ชนิด
 - เฟรมโครงสร้างนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก
42. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อผิดพลาดหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- แปรงถ่านเป็นส่วนเชื่อมต่อเพื่อรับพลังงานไฟฟ้าภายนอกไปยังขดลวดของมอเตอร์
 - ขดลวดได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ รอบขดลวด
 - DCV เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นและกระแสไฟฟ้า
 - DCV เข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็กสร้างขั้วเหนื่อ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 1 สนาม
43. ข้อใดคือลักษณะการควบคุมทิศทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- เพิ่มแรงดันเข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์
 - ลดแรงดันที่ขดลวดอาร์มาเจอร์
 - สลับขั้วไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับมอเตอร์
 - ข้อ ก และ ข ถูก
44. ข้อใดคือลักษณะการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- เพิ่มหรือลดจำนวนแปรงถ่าน
 - ปรับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า
 - สลับขั้วไฟฟ้าที่ต่อให้กับมอเตอร์
 - ถูกทุกข้อ
45. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายการเกิดแรงบิดในอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ถูกต้อง
- เกิดจากการสร้างขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในอาร์มาเจอร์
 - เกิดจากการสร้างขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในขดลวดสนามแม่เหล็ก
 - เกิดจากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กทิศทางตรงข้ามจะหักล้างและทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน
 - ถูกทุกข้อ
46. ข้อใดคือแนวคิดที่ไม่ถูกต้องกับการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นเหมือนสวิตช์ต่อเข้ากับขั้วกราวด์
- ใช้สวิตช์ควบคุม 2 ตัว คือ Start กับ Stop
 - ใช้สวิตช์ควบคุม 1 ตัว คือ กดหมุน ปลดปล่อยหยุดหมุน
 - ส่งค่าเอาต์พุตออกไปสองบิตเพื่อควบคุมทรานซิสเตอร์
 - ถูกทุกข้อ
47. ข้อใดคือหลักการกลับทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ถูกต้อง
- กลับขั้ว field coil กับขั้วที่ Armature
 - ถ้ามอเตอร์นั้นต่ออยู่กับ DC- Drive กลับที่ขั้ว Field หรือขั้ว Armature คู่กับขั้ว Tacho
 - ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับวงจรขับมอเตอร์
 - ถูกทุกข้อ
48. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับการควบคุมโดยใช้ชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge ได้ถูกต้อง

- ก. วงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ จำนวน 2 ตัว
- ข. วงจรประกอบด้วยมอเตอร์เฟส 2 ตัวและทรานซิสเตอร์ 2 ตัว
- ค. วงจรประกอบไปด้วยมอเตอร์เฟส จำนวน 2 ตัว
- ง. วงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หรือมอเตอร์เฟส จำนวน 4 ตัว

49. ข้อใดคือหลักการควบคุมโดยใช้ชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge

- ก. ใช้มอเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิดวงจร และใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เปิดวงจร
- ข. ใช้ทรานซิสเตอร์หรือมอเตอร์เฟส โดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิด จำนวน 4 ชุด
- ค. ใช้ทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับมอเตอร์แต่ไม่สามารถควบคุมทิศทางได้
- ง. ใช้มอเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับมอเตอร์แต่ไม่สามารถควบคุมทิศทางได้

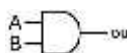
50. จากรูปชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้องที่สุด



- ก. เมื่อต้องการเริ่มเดินมอเตอร์จะส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 ทำงานก่อน
- ข. เมื่อต้องการเริ่มเดินมอเตอร์จะส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q3 และ Q4 ทำงานก่อน
- ค. เมื่อต้องการเริ่มเดินมอเตอร์จะส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q1 , Q4 หรือ Q2 , Q3 ทำงานก็ได้
- ง. ข้อ ก และ ข ถูก

51. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการกลับทางหมุนเมื่อใช้ชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge

- ก. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q1 , Q4 เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ก่อนกลับทางหมุน
- ข. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์ Q2 , Q3 เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ก่อนกลับทางหมุน
- ค. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์เป็นคู่ตรงกันข้ามกับครั้งแรก คือระหว่าง Q1 , Q2 และ Q3 , Q4
- ง. ส่งสัญญาณให้ทรานซิสเตอร์เป็นคู่ตรงกันข้ามกับครั้งแรก คือระหว่าง Q1 , Q4 และ Q2 , Q3

52. จากรูป  ข้อใดถูกต้อง

- ก. จากรูปคือ OR GATE
- ข. จากรูปคือ AND GATE
- ค. จากรูปคือ NAND GATE
- ง. จากรูปคือ XOR GATE

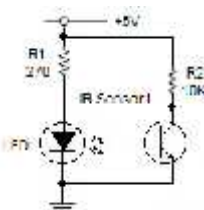
53. จาก  รูป ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. A = 0 and B = 0 , Out = 1
- ข. A = 0 and B = 1 , Out = 1
- ค. A = 1 and B = 0 , Out = 1
- ง. A = 1 and B = 1 , Out = 1

54. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับไอซีเบอร์ L298

- ก. ขา SENSE A และ ขา SENSE B จะต้องต่อกับสัญญาณไฟชั่ววอก
- ข. ขา SENSE A และ ขา SENSE B จะต้องต่อกับสัญญาณไฟชั่วลบ

- ง. หลอด LED ส่งแสงไปยัง Photo transistor และส่งลอจิก “1” ออกไปยังขา Output
62. ข้อใดต่อไปนี้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสะท้อนกลับของแสงของ Infrared sensor น้อยที่สุด
- โทนสีของวัตถุ
 - ระยะห่างระหว่างตัวส่งแสงและวัตถุ
 - วัสดุที่ใช้ทำวัตถุ
 - แสงจากภายนอกที่ส่องมายังวัตถุ
63. ข้อใดบอกความหมายของหุ่นยนต์อัตโนมัติได้ครอบคลุมและถูกต้องมากที่สุด
- หุ่นยนต์ที่ทำงานตามคำสั่งได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอนโดยปราศจากการควบคุม
 - หุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน
 - หุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้โดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์
 - หุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้โดยการประมวลผลด้วยตนเอง
64. ข้อใดคือความหมายของหุ่นยนต์ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน
- เครื่องจักรที่ใช้งานแทนมนุษย์ที่ออกแบบให้สามารถตั้งลำดับการทำงานได้
 - เครื่องจักรทุกชนิดที่ปฏิบัติงานแทนมนุษย์ได้ทุกประการทั้งทางตรงและทางอ้อม
 - เครื่องจักรที่สามารถรับรู้ สามารถคิดและกระทำได้โดยอัตโนมัติ
 - ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
65. การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เลี้ยวซ้ายสามารถกำหนดการหมุนของมอเตอร์ได้อย่างไร
- มอเตอร์ทั้งสองข้างหมุนไปในทิศทางเดียวกันด้วยความเร็วเท่ากัน
 - มอเตอร์ข้างใดข้างหนึ่งหยุด และอีกข้างหนึ่งหมุน
 - มอเตอร์ทั้งสองข้างหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกัน
 - มอเตอร์ข้างซ้ายหยุดหมุน และข้างขวายังคงหมุนตามปกติ
66. กำหนดให้หลอด LED เป็น Common + หากต้องการให้หลอดติดจะต้องส่งสัญญาณออกไปอย่างไร
- ส่งสัญญาณออกไปเป็นลอจิก +
 - ส่งสัญญาณออกไปเป็นลอจิก -
 - ส่งแรงดันไฟบวกออกไปตามพิกัดของ LED
 - ส่งแรงดันไฟลบออกไปตามพิกัดของ LED
67. ข้อใดคือแนวคิดที่เป็นลำดับขั้นในการเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ
- IR Sensor ตรวจจับเส้น > ประมวลผล > DC Motor
 - IR Sensor ตรวจจับเส้น > ประมวลผล > Motor Driver
 - ประมวลผล > IR Sensor ตรวจจับเส้น > DC Motor
 - ประมวลผล > IR Sensor ตรวจจับเส้น > Motor Driver
68. จากรูป ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด



- ก. เมื่อ IR Sensor ตรวจพบพื้นสีดำจะส่งลอจิก “1”
- ข. เมื่อ IR Sensor ตรวจพบพื้นสีดำจะส่งลอจิก “0”
- ค. เมื่อ IR Sensor ตรวจพบพื้นสีขาวจะส่งลอจิก “1”
- ง. ปกติ IR Sensor จะส่งลอจิก “0” ออกไป

69. การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เลี้ยวขวาสามารถกำหนดการหมุนของมอเตอร์ได้อย่างไร

- ก. มอเตอร์ข้างซ้ายหมุนตามปกติ และข้างขวาหยุดหมุน
- ข. มอเตอร์ข้างใดข้างหนึ่งหยุด และอีกข้างหนึ่งหมุน
- ค. มอเตอร์ทั้งสองข้างหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกัน
- ง. มอเตอร์ข้างซ้ายหยุดหมุน และข้างขวายังคงหมุนตามปกติ

70. ถ้าหากว่า IR Sensor ส่งสัญญาณออกมาทั้งหมดเป็นลอจิกเหมือนกัน ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| ก. หุ่นยนต์เจอทางสี่แยก | ข. หุ่นยนต์เจอทางตรง |
| ค. หุ่นยนต์เจอทางโค้ง | ง. ถูกทุกข้อ |

เฉลยแบบทดสอบท้ายการประลองและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 1

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การติดต่อกับ I/O ชั้นพื้นฐาน

- | | |
|------|-------|
| 1. ง | 6. ค |
| 2. ค | 7. ค |
| 3. ก | 8. ง |
| 4. ง | 9. ข |
| 5. ก | 10. ง |

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 2

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle

- | | |
|------|------|
| 1. ก | 4. ค |
| 2. ก | 5. ง |
| 3. ข | 6. ง |

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 3

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging

- | | |
|------|------|
| 1. ก | 4. ข |
| 2. ก | 5. ก |
| 3. ง | 6. ข |

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 4

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ

- | | |
|------|------|
| 1. ง | 4. ค |
| 2. ง | 5. ค |
| 3. ข | 6. ค |

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 5

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร

-
- | | |
|------|------|
| 1. ก | 4. ข |
| 2. ค | 5. ง |
| 3. ง | 6. ง |
-

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 6

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร

-
- | | |
|------|------|
| 1. ก | 4. ข |
| 2. ข | 5. ง |
| 3. ค | 6. ก |
-

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 7

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

-
- | | |
|------|------|
| 1. ง | 4. ข |
| 2. ข | 5. ง |
| 3. ง | 6. ง |
-

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 8

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver

-
- | | | |
|------|------|------|
| 1. ง | 4. ง | 7. ก |
| 2. ง | 5. ก | 8. ค |
| 3. ง | 6. ข | |
-

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 9

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor

-
- | | | |
|------|------|------|
| 1. ก | 4. ง | 7. ง |
| 2. ข | 5. ก | 8. ข |
| 3. ค | 6. ก | |
-

เฉลยแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงานที่ 10

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 เรื่อง การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ

- | | | |
|------|------|------|
| 1. ข | 4. ข | 7. ค |
| 2. ก | 5. ค | 8. ง |
| 3. ค | 6. ง | |
-

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 นักศึกษาระดับ ปวส. แผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง

-
- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1. ค | 21. ข | 41. ค | 61. ง |
| 2. ง | 22. ง | 42. ง | 62. ค |
| 3. ข | 23. ง | 43. ค | 63. ก |
| 4. ข | 24. ค | 44. ข | 64. ก |
| 5. ก | 25. ก | 45. ง | 65. ง |
| 6. ง | 26. ข | 46. ค | 66. ข |
| 7. ก | 27. ง | 47. ง | 67. ข |
| 8. ค | 28. ค | 48. ง | 68. ก |
| 9. ง | 29. ง | 49. ข | 69. ก |
| 10. ข | 30. ง | 50. ค | 70. ก |
| 11. ข | 31. ข | 51. ง | |
| 12. ข | 32. ก | 52. ข | |
| 13. ง | 33. ง | 53. ง | |
| 14. ก | 34. ค | 54. ก | |
| 15. ก | 35. ก | 55. ง | |
| 16. ค | 36. ง | 56. ก | |
| 17. ก | 37. ข | 57. ค | |
| 18. ค | 38. ก | 58. ก | |
| 19. ก | 39. ง | 59. ค | |
| 20. ค | 40. ง | 60. ค | |
-

ภาคผนวก ง

- ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การทดลอง
- ผลการวิเคราะห์การออกข้อสอบ

ตารางที่ ง-1 ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การทดลอง

| ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน (Objective listing sheet) | | | | |
|--|----|----------------|-----|-----|
| วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103 | | หน่วยกิต 3 (5) | | |
| หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 | | ระดับ ปวส. | | |
| ใบงานที่ 1 เรื่อง การติดต่อกับ I/O ชั้นพื้นฐาน | | | | |
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับการกดสวิตช์ และส่งเอาต์พุตออกทางขา I/O เพื่อใช้เป็นพื้นฐานการประยุกต์ใช้งานต่อไป | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายการทำงานของสวิตช์ในส่วนอินพุตได้ | R | I | 2 | 10 |
| 2. อธิบายการทำงานส่วนประมวลผลได้ | R | I | 3 | |
| 3. อธิบายส่วนเอาต์พุตได้ | R | I | 2 | |
| 4. เขียนโปรแกรมเพื่อรับคำสั่งสัญญาณจากอินพุตและส่งออกควบคุมหลอด LED ได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 2 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมเปลี่ยน Tact Switch ให้ทำงานเป็น Toggle Switch เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ทำสวิตช์ควบคุมการเปิด - ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นต้น | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายลักษณะการทำงานแบบเอาต์พุตเป็น Toggle ได้ | R | I | 3 | 6 |
| 2. เขียนโปรแกรมให้ Tact Switch ทำงานเป็น Toggle Switch โดยใช้คำสั่ง TOGGLE ได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 3 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าเอาต์พุตเมื่อกดสวิตช์ และหยุดส่งเมื่อไม่กดปุ่มสวิตช์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้งานต่อไป | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายการควบคุมแบบ Jogging ได้ | R | I | 3 | 6 |
| 2. เขียนโปรแกรมให้ส่งค่าเอาต์พุตเมื่อกดสวิตช์ และหยุดส่งเมื่อปล่อยสวิตช์ได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 4 การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนด | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. เขียนโปรแกรมในการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนดได้ | R | I | 3 | 6 |
| 2. อธิบายลักษณะของการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนดได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 5 การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเพิ่ม-ลดค่าตัวแปรด้วยวิธีการต่าง ๆ | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเพิ่ม-ลดค่าตัวแปรได้ | R | I | 3 | 6 |
| 2. เขียนโปรแกรมในการควบคุมการเพิ่ม-ลดค่าตัวแปรได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 6 การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเลื่อนขยับบิตของข้อมูลในตัวแปรด้วยวิธีการต่าง ๆ | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเลื่อนขยับบิตของข้อมูลในตัวแปรได้ | R | I | 3 | 6 |
| 2. เขียนโปรแกรมในการควบคุมการเลื่อนขยับบิตของข้อมูลในตัวแปรได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 7 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ | R | I | 3 | 6 |
| 2. เขียนโปรแกรมในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเบื้องต้นได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 8 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมการควบคุมมอเตอร์ผ่าน H-Bridge Motor Driver | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์ได้ | R | I | 2 | 8 |
| 2. อธิบายหลักการทำงานของ H-Bridge Motor Driver (L298) ได้ | A | X | 3 | |
| 3. เขียนโปรแกรมการควบคุมมอเตอร์ผ่าน H-Bridge Motor Driver | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 9 การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายเกี่ยวกับรังสีอินฟราเรด (Infrared) ได้ | A | I | 2 | 8 |
| 2. อธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจร Infrared sensor ได้ | A | X | 3 | |
| 3. เขียนโปรแกรมรับค่าจาก infrared sensor แล้วส่งออกไปควบคุมหลอด LED ได้ | T | X | 3 | |

| ใบงานที่ 10 การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|
| จุดประสงค์ทั่วไป | | | | |
| เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ | | | | |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | LS | XIO | 321 | รวม |
| 1. อธิบายความหมายของหุ่นยนต์อัตโนมัติได้ | A | I | 2 | 8 |
| 2. อธิบายความหมายของหุ่นยนต์โปรแกรมตนเองและปรับความเร็วได้ | A | X | 3 | |
| 3. เขียนโปรแกรมรับค่าจาก infrared sensor แล้วส่งออกไปควบคุมมอเตอร์ผ่าน H-Bridge Motor Driver เพื่อให้หุ่นยนต์วิ่งตามเส้นแบบอัตโนมัติได้ | T | X | 3 | |

| หมายเหตุ | ระดับการเรียนรู้ | ความสำคัญ | ระดับคะแนน |
|----------|--------------------------|----------------|------------|
| | R คือ พื้นต้นความรู้ | X คือ สำคัญมาก | 3 |
| | A คือ การประยุกต์ความรู้ | I คือ สำคัญ | 2 |
| | T คือ การส่งถ่ายความรู้ | O คือ ไม่สำคัญ | 1 |

ตารางที่ ง-2 ผลการวิเคราะห์การออกข้อสอบ

| ตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างข้อสอบ (Test Blueprint) | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------|--------|-------------|
| ใบงานที่ | วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | ระดับของสติปัญญา | | | รวมคะแนน | ข้อสอบ | จำนวนข้อสอบ |
| | | พื้นฐานความรู้ (R) | ประยุกต์ความรู้ (A) | ส่งถ่ายความรู้ (T) | | | |
| 1 | 1. | | | | 10 | 2 | 10 |
| | 2. | | | | | 3 | |
| | 3. | | | | | 2 | |
| | 4. | | | X | | 3 | |
| 2 | 1. | | | | 6 | 3 | 6 |
| | 2. | | | X | | 3 | |
| 3 | 1. | | | | 6 | 3 | 6 |
| | 2. | | | X | | 3 | |
| 4 | 1. | | | | 6 | 3 | 6 |
| | 2. | | | X | | 3 | |
| 5 | 1. | | | | 6 | 3 | 6 |
| | 2. | | | X | | 3 | |
| 6 | 1. | | | | 6 | 3 | 6 |
| | 2. | | | X | | 3 | |
| 7 | 1. | | | | 6 | 3 | 6 |
| | 2. | | | X | | 3 | |
| 8 | 1. | | | | 8 | 2 | 8 |
| | 2. | | X | | | 3 | |
| | 3. | | | X | | 3 | |
| 9 | 1. | | | | 8 | 2 | 8 |
| | 2. | | X | | | 3 | |
| | 3. | | | X | | 3 | |
| 10 | 1. | | | | 8 | 2 | 8 |
| | 2. | | X | | | 3 | |
| | 3. | | | X | | 3 | |

ภาคผนวก จ

- ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ
- สรุปค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก
- คะแนนการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ จ-1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

| ใบงาน ที่ | วัตถุประสงค์ ข้อที่ | ข้อสอบ ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | $\sum R$ | IOC |
|--------------|------------------------|------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-----|
| | | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 1 | 1 | 1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 |
| | | 2 | 0 | +1 | 0 | +1 | +1 | 3 | 0.6 |
| | 2 | 3 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 4 | 0 | +1 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 5 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | 3 | 6 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 7 | +1 | 0 | +1 | +1 | 0 | 3 | 0.6 |
| | 4 | 8 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 9 | 0 | +1 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 10 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| 2 | 1 | 11 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 12 | +1 | 0 | +1 | +1 | 0 | 3 | 0.6 |
| | | 13 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | 2 | 14 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 15 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 16 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| 3 | 1 | 17 | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 18 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 19 | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4 | 0.8 |
| | 2 | 20 | 0 | +1 | 0 | +1 | +1 | 3 | 0.6 |
| | | 21 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 22 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| 4 | 1 | 23 | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 24 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 25 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | 2 | 26 | +1 | +1 | 0 | 0 | +1 | 3 | 0.6 |
| | | 27 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 28 | 0 | +1 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |

ตารางที่ จ-1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

| ใบงาน ที่ | วัตถุประสงค์ ข้อที่ | ข้อสอบ ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | $\sum R$ | IOC |
|--------------|------------------------|------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|-----|
| | | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 5 | 1 | 29 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 30 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 31 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | 2 | 32 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 33 | 0 | +1 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 34 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 |
| 6 | 1 | 35 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 36 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 37 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | 2 | 38 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 39 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 40 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| 7 | 1 | 41 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 42 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 43 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | 2 | 44 | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 45 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 46 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| 8 | 1 | 47 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 48 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | 2 | 49 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 50 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 |
| | | 51 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | 3 | 52 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 53 | +1 | +1 | 0 | +1 | 0 | 3 | 0.6 |
| 54 | | 0 | +1 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 | |

ตารางที่ จ-1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ต่อ)

| ใบงาน ที่ | วัตถุประสงค์ ข้อที่ | ข้อสอบ ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ΣR | IOC |
|--------------|------------------------|------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|------------|------|
| | | | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | |
| 9 | 1 | 55 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 56 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | 2 | 57 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 |
| | | 58 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 59 | +1 | +1 | +1 | 0 | +1 | 4 | 0.8 |
| | 3 | 60 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 61 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 62 | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | 10 | 1 | 63 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 |
| 64 | | | +1 | +1 | 0 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| 2 | | 65 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 66 | 0 | +1 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 67 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0 | 4 | 0.8 |
| 3 | | 68 | +1 | 0 | +1 | +1 | +1 | 4 | 0.8 |
| | | 69 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 5 | 1 |
| | | 70 | +1 | 0 | +1 | +1 | 0 | 3 | 0.6 |
| | | | | 62 | 60 | 57 | 64 | 61 | 304 |
| | | | 0.89 | 0.86 | 0.81 | 0.91 | 0.87 | 4.34 | 0.87 |

ตารางที่ จ-2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

| ข้อที่ | ความยากง่าย (Difficulty) | ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) | เกณฑ์พิจารณา ความยากง่าย | เกณฑ์พิจารณา อำนาจจำแนก |
|--------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.74 | 0.42 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 2 | 0.53 | 0.53 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 3 | 0.63 | 0.63 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 4 | 0.68 | 0.32 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีพอสมควร |
| 5 | 0.63 | 0.21 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกพอใช้ได้ |
| 6 | 0.45 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 7 | 0.66 | 0.47 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 8 | 0.76 | 0.47 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 9 | 0.42 | 0.32 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 10 | 0.53 | 0.53 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 11 | 0.53 | 0.63 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 12 | 0.42 | 0.53 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 13 | 0.63 | 0.53 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 14 | 0.45 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 15 | 0.50 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 16 | 0.45 | 0.26 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกพอใช้ได้ |
| 17 | 0.45 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 18 | 0.47 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 19 | 0.58 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 20 | 0.50 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 21 | 0.45 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 22 | 0.37 | 0.32 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 23 | 0.58 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 24 | 0.50 | 0.47 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 25 | 0.68 | 0.53 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 26 | 0.61 | 0.47 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 27 | 0.55 | 0.47 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 28 | 0.53 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 29 | 0.47 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 30 | 0.42 | 0.32 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |

ตารางที่ จ-2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ (ต่อ)

| ข้อที่ | ความยากง่าย (Difficulty) | ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) | เกณฑ์พิจารณา ความยากง่าย | เกณฑ์พิจารณา อำนาจจำแนก |
|--------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 31 | 0.39 | 0.26 | ค่อนข้างยาก | จำแนกพอใช้ได้ |
| 32 | 0.37 | 0.42 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 33 | 0.39 | 0.47 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 34 | 0.58 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 35 | 0.53 | 0.32 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 36 | 0.37 | 0.42 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 37 | 0.63 | 0.42 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 38 | 0.34 | 0.37 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 39 | 0.37 | 0.42 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 40 | 0.58 | 0.32 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 41 | 0.34 | 0.47 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 42 | 0.42 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 43 | 0.68 | 0.42 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 44 | 0.61 | 0.37 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีพอสมควร |
| 45 | 0.34 | 0.37 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 46 | 0.39 | 0.37 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 47 | 0.61 | 0.47 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 48 | 0.42 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 49 | 0.34 | 0.37 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 50 | 0.32 | 0.42 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 51 | 0.32 | 0.53 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 52 | 0.58 | 0.32 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 53 | 0.50 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 54 | 0.32 | 0.42 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 55 | 0.29 | 0.37 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 56 | 0.32 | 0.32 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 57 | 0.24 | 0.37 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีพอสมควร |
| 58 | 0.61 | 0.47 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 59 | 0.53 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 60 | 0.71 | 0.58 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |

ตารางที่ จ-2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

| ข้อที่ | ความยากง่าย (Difficulty) | ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) | เกณฑ์พิจารณา ความยากง่าย | เกณฑ์พิจารณา อำนาจจำแนก |
|--------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 61 | 0.45 | 0.47 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 62 | 0.53 | 0.42 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 63 | 0.37 | 0.42 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 64 | 0.45 | 0.37 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีพอสมควร |
| 65 | 0.61 | 0.37 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีพอสมควร |
| 66 | 0.68 | 0.42 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 67 | 0.45 | 0.47 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |
| 68 | 0.32 | 0.42 | ค่อนข้างยาก | จำแนกดีมาก |
| 69 | 0.68 | 0.42 | ค่อนข้างง่าย | จำแนกดีมาก |
| 70 | 0.45 | 0.47 | ยากง่ายพอเหมาะ | จำแนกดีมาก |

ตารางที่ จ-3 สรุปค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

| | ความยากง่าย (Difficulty) | ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------------|
| ค่าสูงสุด | 0.74 | 0.63 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.49 | 0.42 |
| ค่าต่ำสุด | 0.29 | 0.21 |

ตารางที่ จ-4 คะแนนการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| นักศึกษาคนที่ | คะแนน (X) | X^2 | นักศึกษาคนที่ | คะแนน (X) | X^2 |
|-----------------------|-----------|-------|---------------|-----------|-------|
| 1 | 25 | 625 | 20 | 35 | 1225 |
| 2 | 23 | 529 | 21 | 29 | 841 |
| 3 | 35 | 1225 | 22 | 31 | 961 |
| 4 | 38 | 1444 | 23 | 36 | 1296 |
| 5 | 23 | 529 | 24 | 40 | 1600 |
| 6 | 29 | 841 | 25 | 49 | 2401 |
| 7 | 37 | 1369 | 26 | 27 | 729 |
| 8 | 41 | 1681 | 27 | 35 | 1225 |
| 9 | 34 | 1156 | 28 | 32 | 1024 |
| 10 | 30 | 900 | 29 | 28 | 784 |
| 11 | 39 | 1521 | 30 | 43 | 1849 |
| 12 | 26 | 676 | 31 | 46 | 2116 |
| 13 | 32 | 1024 | 32 | 33 | 1089 |
| 14 | 42 | 1764 | 33 | 32 | 1024 |
| 15 | 27 | 729 | 34 | 36 | 1296 |
| 16 | 37 | 1369 | 35 | 25 | 625 |
| 17 | 48 | 2304 | 36 | 30 | 900 |
| 18 | 43 | 1849 | 37 | 37 | 1369 |
| 19 | 39 | 1521 | 38 | 48 | 2304 |
| $\Sigma X = 1,320$ | | | | | |
| $\Sigma X^2 = 47,714$ | | | | | |

ตารางที่ จ-5 วิเคราะห์คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

| ข้อที่ | R _U (19 คน) | R _L (19 คน) | P | D | p | q | p.q |
|--------|------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| 1 | 18 | 10 | 0.74 | 0.42 | 0.74 | 0.26 | 0.19 |
| 2 | 15 | 5 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| 3 | 18 | 6 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.37 | 0.23 |
| 4 | 16 | 10 | 0.68 | 0.32 | 0.68 | 0.32 | 0.22 |
| 5 | 14 | 10 | 0.63 | 0.21 | 0.63 | 0.37 | 0.23 |
| 6 | 12 | 5 | 0.45 | 0.37 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 7 | 17 | 8 | 0.66 | 0.47 | 0.66 | 0.34 | 0.23 |
| 8 | 19 | 10 | 0.76 | 0.47 | 0.76 | 0.24 | 0.18 |
| 9 | 11 | 5 | 0.42 | 0.32 | 0.42 | 0.58 | 0.24 |
| 10 | 15 | 5 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| 11 | 16 | 4 | 0.53 | 0.63 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| 12 | 13 | 3 | 0.42 | 0.53 | 0.42 | 0.58 | 0.24 |
| 13 | 17 | 7 | 0.63 | 0.53 | 0.63 | 0.37 | 0.23 |
| 14 | 12 | 5 | 0.45 | 0.37 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 15 | 13 | 6 | 0.50 | 0.37 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |
| 16 | 11 | 6 | 0.45 | 0.26 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 17 | 12 | 5 | 0.45 | 0.37 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 18 | 13 | 5 | 0.47 | 0.42 | 0.47 | 0.53 | 0.25 |
| 19 | 15 | 7 | 0.58 | 0.42 | 0.58 | 0.42 | 0.24 |
| 20 | 13 | 6 | 0.50 | 0.37 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |
| 21 | 12 | 5 | 0.45 | 0.37 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 22 | 10 | 4 | 0.37 | 0.32 | 0.37 | 0.63 | 0.23 |
| 23 | 15 | 7 | 0.58 | 0.42 | 0.58 | 0.42 | 0.24 |
| 24 | 14 | 5 | 0.50 | 0.47 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |
| 25 | 18 | 8 | 0.68 | 0.53 | 0.68 | 0.32 | 0.22 |
| 26 | 16 | 7 | 0.61 | 0.47 | 0.61 | 0.39 | 0.24 |
| 27 | 15 | 6 | 0.55 | 0.47 | 0.55 | 0.45 | 0.25 |
| 28 | 14 | 6 | 0.53 | 0.42 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| 29 | 13 | 5 | 0.47 | 0.42 | 0.47 | 0.53 | 0.25 |
| 30 | 11 | 5 | 0.42 | 0.32 | 0.42 | 0.58 | 0.24 |
| 31 | 10 | 5 | 0.39 | 0.26 | 0.39 | 0.61 | 0.24 |
| 32 | 11 | 3 | 0.37 | 0.42 | 0.37 | 0.63 | 0.23 |

ตารางที่ จ-5 วิเคราะห์คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (ต่อ)

| ข้อที่ | R _U (19 คน) | R _L (19 คน) | P | D | p | q | p.q |
|--------|------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|
| 33 | 12 | 3 | 0.39 | 0.47 | 0.39 | 0.61 | 0.24 |
| 34 | 15 | 7 | 0.58 | 0.42 | 0.58 | 0.42 | 0.24 |
| 35 | 13 | 7 | 0.53 | 0.32 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| 36 | 11 | 3 | 0.37 | 0.42 | 0.37 | 0.63 | 0.23 |
| 37 | 16 | 8 | 0.63 | 0.42 | 0.63 | 0.37 | 0.23 |
| 38 | 10 | 3 | 0.34 | 0.37 | 0.34 | 0.66 | 0.23 |
| 39 | 11 | 3 | 0.37 | 0.42 | 0.37 | 0.63 | 0.23 |
| 40 | 14 | 8 | 0.58 | 0.32 | 0.58 | 0.42 | 0.24 |
| 41 | 11 | 2 | 0.34 | 0.47 | 0.34 | 0.66 | 0.23 |
| 42 | 12 | 4 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.58 | 0.24 |
| 43 | 17 | 9 | 0.68 | 0.42 | 0.68 | 0.32 | 0.22 |
| 44 | 15 | 8 | 0.61 | 0.37 | 0.61 | 0.39 | 0.24 |
| 45 | 10 | 3 | 0.34 | 0.37 | 0.34 | 0.66 | 0.23 |
| 46 | 11 | 4 | 0.39 | 0.37 | 0.39 | 0.61 | 0.24 |
| 47 | 16 | 7 | 0.61 | 0.47 | 0.61 | 0.39 | 0.24 |
| 48 | 12 | 4 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.58 | 0.24 |
| 49 | 10 | 3 | 0.34 | 0.37 | 0.34 | 0.66 | 0.23 |
| 50 | 10 | 2 | 0.32 | 0.42 | 0.32 | 0.68 | 0.22 |
| 51 | 11 | 1 | 0.32 | 0.53 | 0.32 | 0.68 | 0.22 |
| 52 | 14 | 8 | 0.58 | 0.32 | 0.58 | 0.42 | 0.24 |
| 53 | 13 | 6 | 0.50 | 0.37 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |
| 54 | 10 | 2 | 0.32 | 0.42 | 0.32 | 0.68 | 0.22 |
| 55 | 9 | 2 | 0.29 | 0.37 | 0.29 | 0.71 | 0.21 |
| 56 | 9 | 3 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.68 | 0.22 |
| 57 | 8 | 1 | 0.24 | 0.37 | 0.24 | 0.76 | 0.18 |
| 58 | 16 | 7 | 0.61 | 0.47 | 0.61 | 0.39 | 0.24 |
| 59 | 14 | 6 | 0.53 | 0.42 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| 60 | 19 | 8 | 0.71 | 0.58 | 0.71 | 0.29 | 0.21 |
| 61 | 13 | 4 | 0.45 | 0.47 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 62 | 14 | 6 | 0.53 | 0.42 | 0.53 | 0.47 | 0.25 |
| 63 | 11 | 3 | 0.37 | 0.42 | 0.37 | 0.63 | 0.23 |
| 64 | 12 | 5 | 0.45 | 0.37 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |

ตารางที่ จ-5 วิเคราะห์คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (ต่อ)

| ข้อที่ | R _U (19 คน) | R _L (19 คน) | P | D | p | q | p.q |
|--------|------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 65 | 15 | 8 | 0.61 | 0.37 | 0.61 | 0.39 | 0.24 |
| 66 | 17 | 9 | 0.68 | 0.42 | 0.68 | 0.32 | 0.22 |
| 67 | 13 | 4 | 0.45 | 0.47 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 68 | 10 | 2 | 0.32 | 0.42 | 0.32 | 0.68 | 0.22 |
| 69 | 17 | 9 | 0.68 | 0.42 | 0.68 | 0.32 | 0.22 |
| 70 | 13 | 4 | 0.45 | 0.47 | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| รวม | 933 | 380 | 34.55 | 29.11 | 34.55 | 35.45 | 16.41 |
| เฉลี่ย | 13.33 | 5.43 | 0.49 | 0.42 | 0.49 | 0.51 | 0.23 |

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ (r_{tt})

1. หาค่าสัดส่วนของนักศึกษาที่ทำข้อนั้นถูก (p)

$$p = \frac{R}{N}$$

2. หาค่าสัดส่วนของนักศึกษาที่ทำข้อนั้นผิด (q)

$$q = 1 - p$$

3. หาค่า $\sum p \cdot q = (p \cdot q)_1 + (p \cdot q)_2 + (p \cdot q)_{13} + \dots + (p \cdot q)_{70}$

$$\sum p \cdot q = 16.41$$

4. หาค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (μ)

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{\sum x}{N} \\ &= \frac{1,320}{38} \\ &= 34.74 \end{aligned}$$

5. หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ (S_t^2)

$$\begin{aligned} (S_t^2) &= \frac{N \sum x^2 - (\sum X)^2}{N^2} \\ (S_t^2) &= \frac{(38 \times 47,714) - (1,320)^2}{38^2} \\ &= 48.98 \end{aligned}$$

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) จากสูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน KR-20

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum p \cdot q}{S_t^2} \right] \\ r_{tt} &= \frac{38}{38-1} \left[1 - \frac{16.41}{48.98} \right] \\ &= 0.682 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ฉ

- ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง
และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก

ตารางที่ ฉ-1 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลองและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| คนที่ | คะแนนแบบทดสอบท้ายการทดลองใบงาน | | | | | | | | | | คะแนนแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง | คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน |
|--------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | ใบงานที่ 1 เต็ม 10 | ใบงานที่ 2 เต็ม 6 | ใบงานที่ 3 เต็ม 6 | ใบงานที่ 4 เต็ม 6 | ใบงานที่ 5 เต็ม 6 | ใบงานที่ 6 เต็ม 6 | ใบงานที่ 7 เต็ม 6 | ใบงานที่ 8 เต็ม 8 | ใบงานที่ 9 เต็ม 8 | ใบงานที่ 10 เต็ม 8 | | |
| 1 | 10 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 7 | 66 | 64 |
| 2 | 10 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 69 | 61 |
| 3 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 6 | 7 | 55 | 47 |
| 4 | 9 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 55 | 53 |
| 5 | 8 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 53 | 59 |
| 6 | 7 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 | 57 | 54 |
| 7 | 8 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 7 | 6 | 6 | 53 | 51 |
| 8 | 9 | 6 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 5 | 7 | 54 | 52 |
| 9 | 7 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 6 | 6 | 56 | 60 |
| 10 | 8 | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 54 | 55 |
| 11 | 7 | 6 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 53 | 57 |
| 12 | 9 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 7 | 6 | 57 | 52 |
| 13 | 8 | 5 | 4 | 5 | 5 | 6 | 5 | 7 | 8 | 8 | 61 | 66 |
| 14 | 8 | 5 | 5 | 4 | 6 | 4 | 5 | 6 | 7 | 6 | 56 | 57 |
| 15 | 7 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 | 6 | 56 | 58 |
| รวม | 121 | 73 | 74 | 73 | 74 | 73 | 74 | 96 | 100 | 97 | 855 | 846 |
| เฉลี่ย | 8.07 | 4.87 | 4.93 | 4.87 | 4.93 | 4.87 | 4.93 | 6.40 | 6.67 | 6.47 | 57.00 | 56.40 |
| ร้อยละ | 80.67 | 81.11 | 82.22 | 81.11 | 82.22 | 81.11 | 82.22 | 80.00 | 83.33 | 80.83 | 81.43 | 80.57 |

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึก

ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง (E₁) จากตารางที่ ฉ-1

$$\begin{aligned}
 \sum X &= \sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \dots + \sum X_{10} \\
 &= 121 + 73 + 74 + 73 + 74 + 73 + 74 + 96 + 100 + 97 \\
 &= 855 \\
 A &= A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_{10} \\
 &= 10 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 8 + 8 + 8 \\
 &= 70
 \end{aligned}$$

$$E_1 = \left(\frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \right) \times 100$$

$$E_1 = \left(\frac{\frac{855}{15}}{70} \right) \times 100$$

ประสิทธิภาพตัวแรก = 81.43 %

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) จากตารางที่ ฉ-1

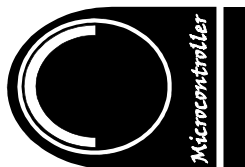
$$E_1 = \left(\frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \right) \times 100$$

$$E_2 = \left(\frac{\frac{846}{15}}{70} \right) \times 100$$

ประสิทธิภาพตัวหลัง = 80.57 %

ภาคผนวก ซ

- ใบงานการทดลองวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103



ใบงานการทดลอง

หัวข้อเรื่อง

- ใบงานที่ 1 การติดต่อกับ I/O ชั้นพื้นฐาน
- ใบงานที่ 2 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle
- ใบงานที่ 3 การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging
- ใบงานที่ 4 การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ
- ใบงานที่ 5 การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร
- ใบงานที่ 6 การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร
- ใบงานที่ 7 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น
- ใบงานที่ 8 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver
- ใบงานที่ 9 การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor
- ใบงานที่ 10 การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ

สาระสำคัญ

เอกสารใบงานการทดลองในหน่วยนี้รวบรวมขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานและสามารถดำเนินการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ด้วยตนเอง ก่อนที่ผู้เรียนจะทำการศึกษาในหัวข้อนี้จะต้องทำการศึกษา และทำความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์มาเป็นอย่างดีจึงจะทำให้การศึกษาในหัวข้อนี้มีประสิทธิภาพ ใบงานการทดลองจะเรียงลำดับให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาและทดลองจากง่ายแบบเบื้องต้นสำหรับมือใหม่ โดยเงื่อนไขของคำสั่งจะเพิ่มความยากขึ้นไปเรื่อยๆ

สมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้

ปฏิบัติการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 ด้วยโปรแกรม PIC BASIC PRO Compiler และ จำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรม Proteus

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. จุดประสงค์ทั่วไป

- 1) เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับการพิมพ์คำสั่ง ด้วยโปรแกรม Microcode Studio
- 2) เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรม Proteus
- 3) เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียน Flow Chart และ Timing Diagram
- 4) เพื่อให้มีความรับผิดชอบในการจัดทำใบงาน และแบบทดสอบเสร็จทันตามกำหนดเวลา

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 1) พิมพ์คำสั่งตามใบงานการทดลอง ด้วยโปรแกรม Microcode Studio ได้
- 2) ปฏิบัติจำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรม Proteus ได้
- 3) เขียน Flow Chart และ Timing Diagram ได้
- 4) ทำใบงาน และแบบทดสอบเสร็จทันตามกำหนดเวลา

ใบงานที่ 1

เรื่อง การติดต่อกับ I/O ชั้นพื้นฐาน

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับการกดสวิตช์ และส่งเอาต์พุตออกทางขา I/O เพื่อใช้เป็นพื้นฐานการประยุกต์ใช้งานต่อไป

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการทำงานของสวิตช์ในส่วนอินพุต ส่วนประมวลผล และส่วนเอาต์พุตได้
2. เขียนโปรแกรมเพื่อรับคำสั่งสัญญาณจากอินพุตและส่งออกไปควบคุมหลอด LED ได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

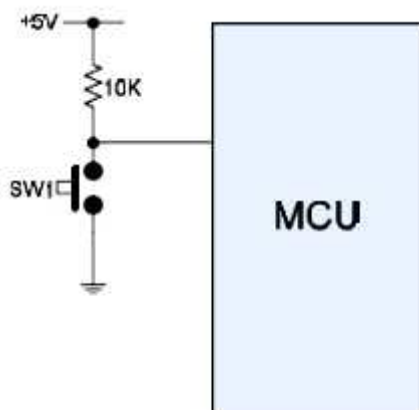
4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 1
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม Microcode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนและอธิบายแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนและอธิบายไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

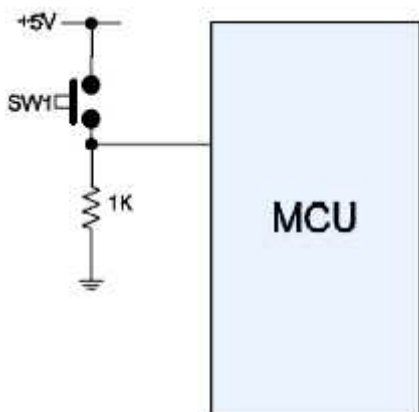
5. ทฤษฎีพื้นฐาน

การทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทั่วไปประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนอินพุตส่วนประมวลผลหรือส่วนควบคุม และส่วนเอาต์พุต ส่วนอินพุตประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เป็นวงจรทำหน้าที่ป้อนสัญญาณให้แก่ส่วนประมวลผล สัญญาณที่ป้อนมี 2 แบบคือ

1. แบบดิจิทัล (Digital Signal) มีระดับแรงเคลื่อนแค่สองสถานะคือระดับที่เป็นลอจิก 1 คือ 5 โวลต์ และระดับลอจิก 0 คือ น้อยกว่า 1.5 โวลต์ หรือ 0 โวลต์ ตัวอย่างวงจรได้แก่ สวิตช์ปิด - เปิด แบบต่าง ๆ



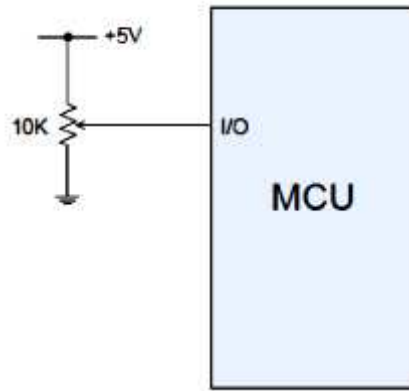
รูปที่ 1.1 การต่อสวิตช์กับ MCU แบบลจิกกลับ



รูปที่ 1.2 การต่อสวิตช์กับ MCU แบบลจิกบวก

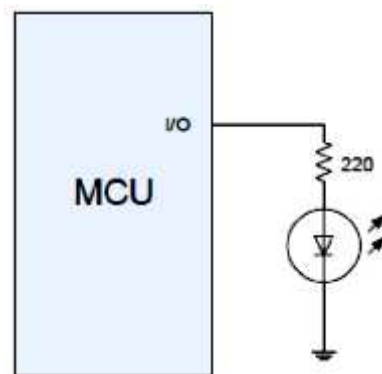
การนำไปใช้งานจริงนิยมต่อวงจรตามรูปที่ 1.1 เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนขณะที่ยังไม่กดสวิตช์ เนื่องจากตามรูปที่ 1.2 ขณะที่ไม่มีกรกดสวิตช์ ขา I/O ของ MCU จะอยู่ในสภาพ ลอยอยู่ เนื่องจากไม่ได้ต่อโดยตรงกับ Ground

2. แบบแอนะล็อก (Analog Signal) มีระดับแรงเคลื่อนตั้งแต่ 0 – 5 โวลต์ โดยสามารถรับได้ถึง 2 ระดับ หรือ 1064 ระดับ ตัวอย่างอุปกรณ์ได้แก่ตัวตรวจจับและส่งสัญญาณระดับอุณหภูมิ ความดัน ระดับของเหลว หรือ ตำแหน่งหมุนของ Potentiometer เป็นต้น ระดับทั้งหมดที่กล่าวนี้จะต้องถูกปรับเปลี่ยนให้เป็นระดับของแรงเคลื่อน 0-5 โวลต์ ก่อนที่จะส่งเข้าขา I/O ของไมโครคอนโทรลเลอร์



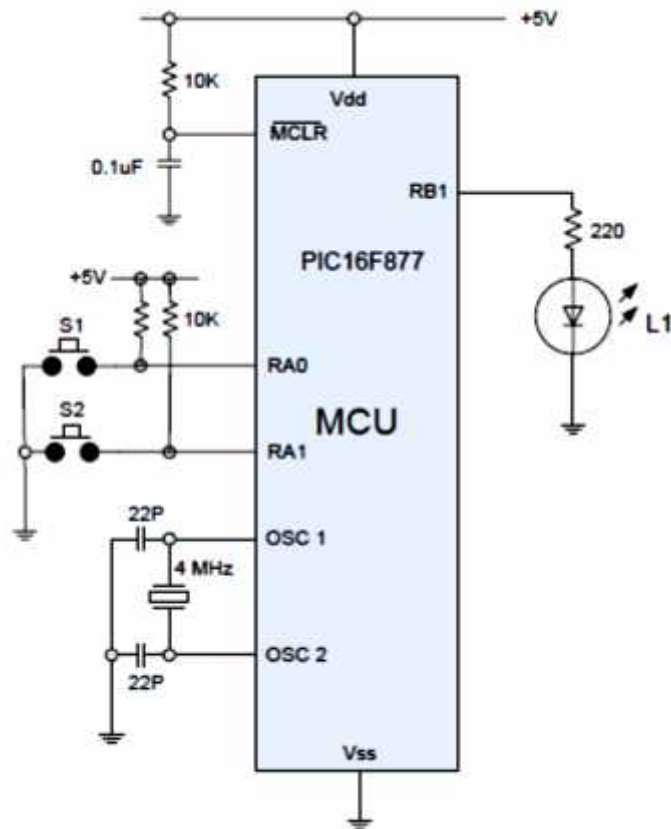
รูปที่ 1.3 การต่อวงจรรับสัญญาณแอนะล็อกจาก Potentiometer
ป้อนเข้าขา I/O ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

การต่อสัญญาณแอนะล็อกเข้ากับขา I/O ต้องต่อให้ตรงกับพอร์ตที่สามารถรับสัญญาณแอนะล็อกได้ซึ่ง MCU แต่ละยี่ห้อ และแต่ละรุ่นจะไม่เหมือนกัน ให้ดูใน Datasheet (รายละเอียด ให้ศึกษาในใบงานที่เกี่ยวข้องต่อไป) ส่วนเอาต์พุตเป็นส่วนที่รับสัญญาณจาก MCU มาทำงาน โดยทั่วไปจะเป็นสัญญาณแบบดิจิทัล สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบคือ กระแสที่ MCU ส่งออกมาขับอุปกรณ์เอาต์พุตของแต่ละขา I/O แต่ละยี่ห้อ และแต่ละรุ่นจะไม่เหมือนกัน สำหรับ MCU ของไมโครชิพตระกูล PIC I/O แต่ละขาสามารถขับกระแสได้เต็มที่ 25 mA ในการออกแบบจะต้องเพื่อความปลอดภัยไว้จะต้องไม่เกิน 10 mA



รูปที่ 1.4 การต่อวงจรแสดงผลด้วยหลอด LED

6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 1.5 วงจรทดลองตามใบงานที่ 1¹

7. การทำงานของโปรแกรม

เมื่อกดสวิตช์ S1 ทำให้หลอด L1 ติด กด S2 ทำให้หลอด L1 ดับ

8. โปรแกรมคำสั่งภาษาเบสิก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

¹ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด,

9. แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม

12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวโหลดโปรแกรมลงตัวชิพแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....

.....

.....

.....

.....

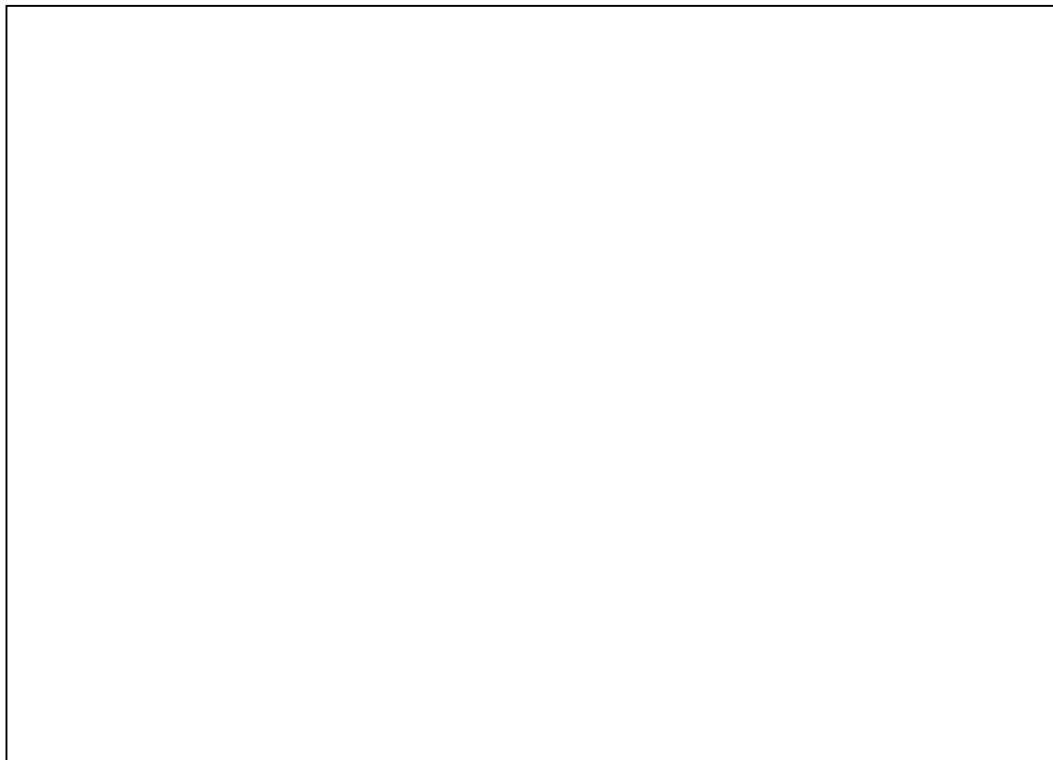
.....

.....

.....

.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 2

เรื่อง การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Toggle

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมเปลี่ยน Tact Switch ให้ทำงานเป็น Toggle Switch เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ทำสวิตช์ควบคุมการเปิด - ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นต้น

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายลักษณะการทำงานแบบเอาต์พุตเป็น Toggle ได้
2. เขียนโปรแกรมให้ Tact Switch ทำงานเป็น Toggle Switch โดยใช้คำสั่ง TOGGLE ได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

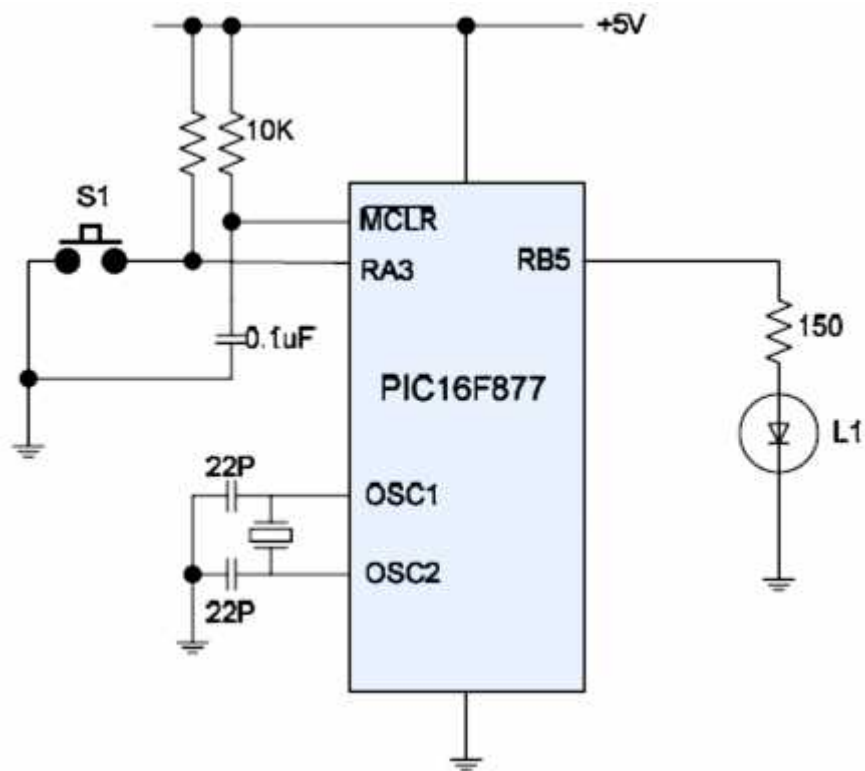
4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 2
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม Microcode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

เนื่องจากอุปกรณ์สวิตช์ที่ใช้เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนมากจะออกแบบให้ทำงานในลักษณะเป็นสวิตช์ปุ่มกด แบบกดติด-ปล่อยดับ ดังนั้นหากเราต้องการให้ได้ผลเอาต์พุตเป็นแบบ Toggle หรือกดครั้งแรกติด และกดครั้งที่สองดับสลับกันไป เราจะต้องเขียนโปรแกรมบังคับเอาเอง

6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 2.1 วงจรทดลองตามใบงานที่ 2²

7. การทำงานของโปรแกรม

เมื่อกด S1 ทำให้หลอด L1 ติดเมื่อกด S1 อีกครั้ง หลอด L1 ดับ และเมื่อกด S1 อีกครั้ง หลอด L1 จะติดเป็นแบบนี้สลับกัน เรียกว่า “Toggle” โดยใช้คำสั่ง TOGGLE

8. โปรแกรมคำสั่งภาษาเบสิก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

² สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด,

9. แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม

.....

.....

.....

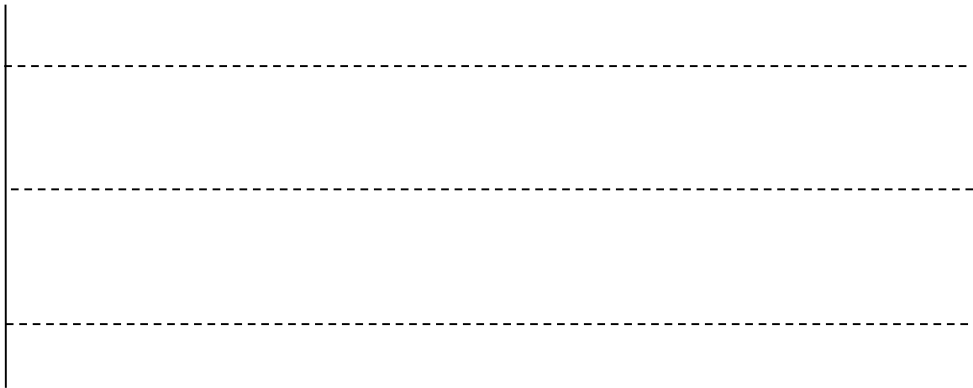
.....

.....

.....

.....

10. ไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม



.....

.....

.....

.....

11. อธิบายลักษณะการทำงานแบบเอาต์พุตเป็น Toggle

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงตัวชิพแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....

.....

.....

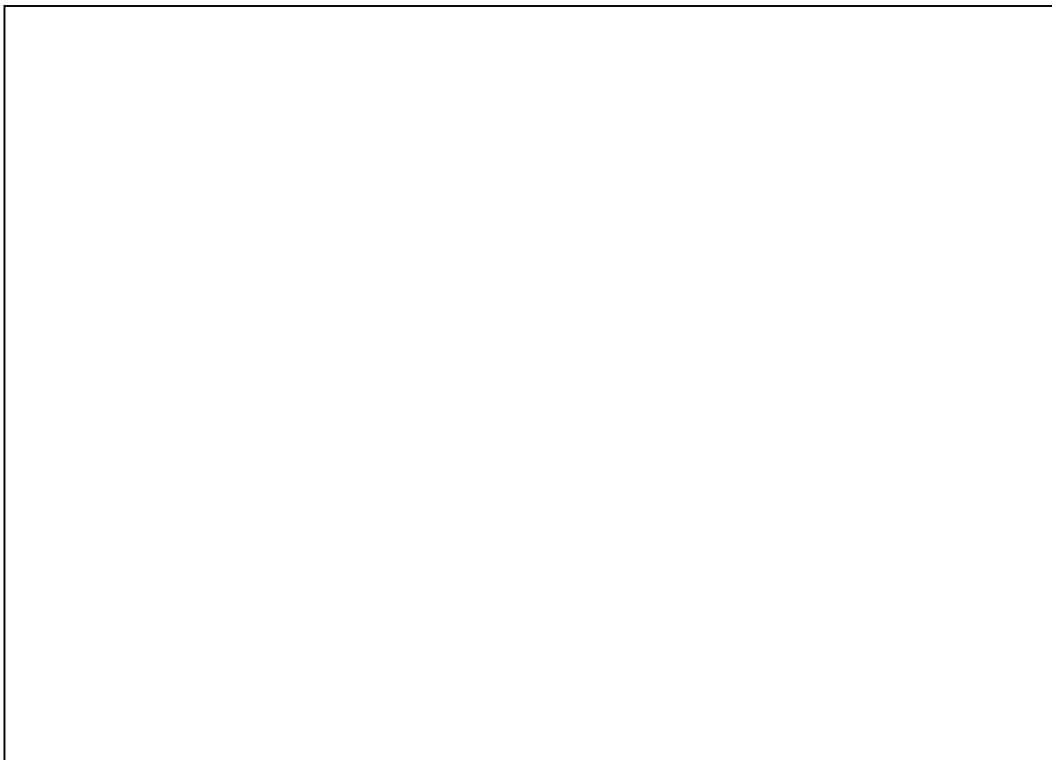
.....

.....

.....

.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 3

เรื่อง การกำหนดให้เอาต์พุตทำงานแบบ Jogging

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าเอาต์พุตเมื่อกดสวิตช์ และหยุดส่งเมื่อไม่กดปุ่มสวิตช์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้งานต่อไป

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการควบคุมแบบ Jogging ได้
2. เขียนโปรแกรมให้ส่งค่าเอาต์พุตเมื่อกดสวิตช์ และหยุดส่งเมื่อปล่อยสวิตช์ได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

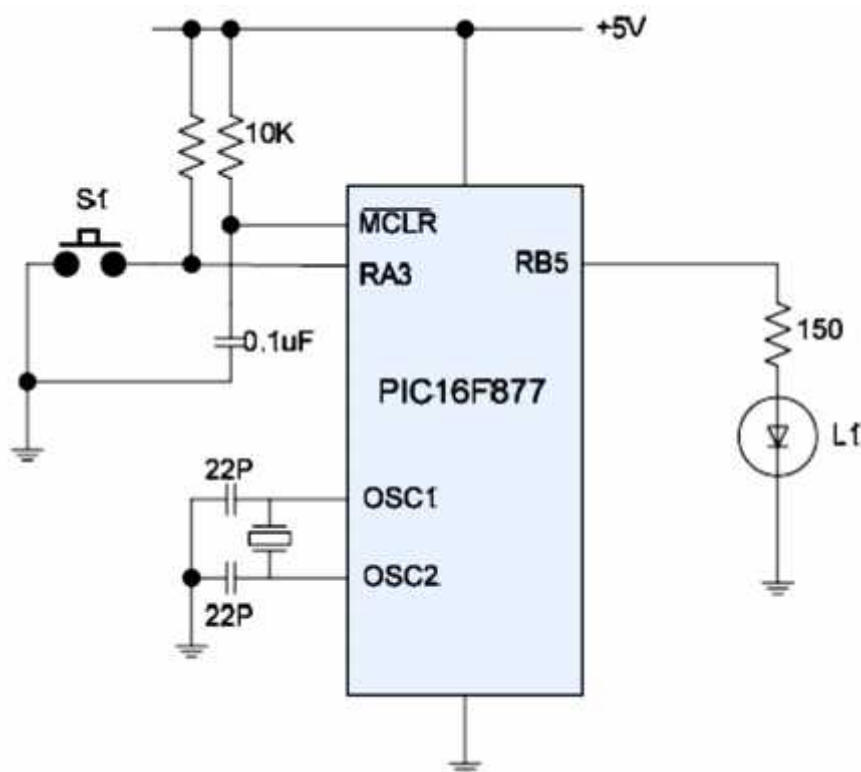
4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 3
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไทม์แกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

การทำงานแบบ Jogging คือ การเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าเอาต์พุตออกมาตลอดเวลาขณะที่ยังกดสวิตช์อินพุตค้างอยู่ และหยุดส่งเมื่อเราปล่อยสวิตช์ ตัวอย่างงานที่ใช้การควบคุมแบบ Jogging ได้แก่ การควบคุมเครน บันจัน และการบังคับเป็นจังหวะ เช่น การบังคับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบบ Manual เป็นต้น หลักการเขียนโปรแกรมจะต้องใช้คำสั่งวน คอยตรวจสอบสถานะการกดสวิตช์ โดยมีเงื่อนไขว่าหากสวิตช์ยังถูกกดอยู่ต้องส่งค่าเอาต์พุตออกไป หากปล่อยสวิตช์จะหยุดส่งเอาต์พุตออก

6. วงจรการทดลอง

รูปที่ 3.1 วงจรทดลองตามใบงานที่ 3³

7. การทำงานของโปรแกรม

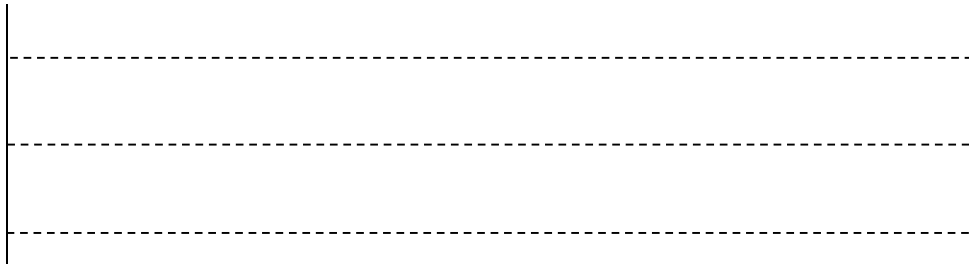
$\text{Portb} = \text{porta} \wedge \%000000$ หมายความว่า ให้เอาค่าลอจิกที่พอร์ต A ทำ Exclusive - OR กับเลข ไบนารี $\%000000$ กำหนดเป็นค่าพอร์ต B ซึ่งเป็นเอาต์พุต สำหรับใช้กับวงจรที่มีสวิตช์อินพุตต่ออยู่หลายตัว โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมให้ใช้คำสั่ง IF.. THEN คอยตรวจสอบเงื่อนไขการกดสวิตช์ทุกตัว ซึ่งจะ ทำให้โปรแกรมทำงานช้าลงโดยไม่จำเป็น และจะทำให้โปรแกรมสั้นลงมาก

³ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด,

9.2 โปรแกรมคำสั่งที่ 2 การทำงานในระดับพอร์ต

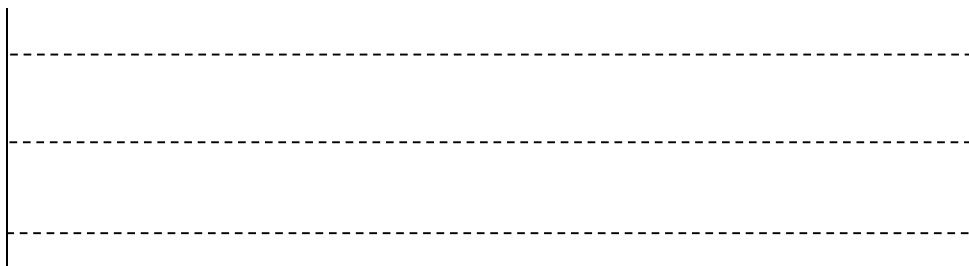
10. ไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม

10.1 โปรแกรมคำสั่งที่ 1 การทำงานในระดับบิต



.....
.....
.....

10.2 โปรแกรมคำสั่งที่ 2 การทำงานในระดับพอร์ต



.....
.....
.....
.....

11. อธิบายลักษณะการทำงานแบบ Jogging

.....
.....
.....
.....
.....

12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงตัวชิพแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

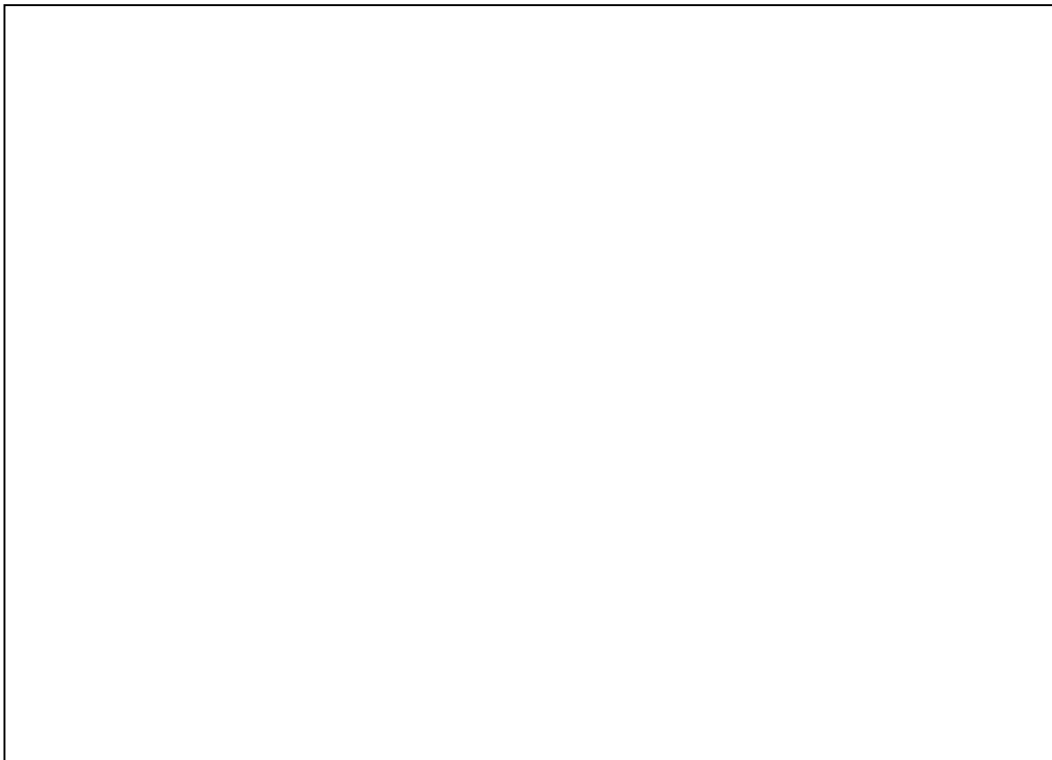
12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....

.....

.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 4

เรื่อง การกำหนดให้โปรแกรมทำงานซ้ำ

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนด

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายลักษณะของการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนดได้
2. เขียนโปรแกรมในการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนดได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

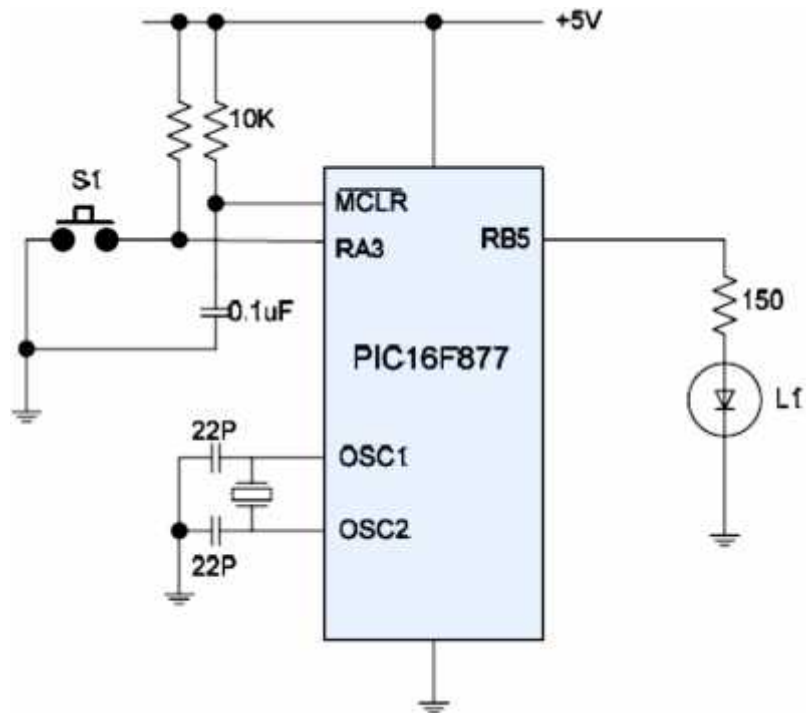
1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 4
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไทม์แกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

การเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดให้ประมวลผลการทำงานซ้ำ จะมีอยู่ 3 ลักษณะคือ

- 5.1 ใช้คำสั่งกระโดดย้อนกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่โดยไม่มีเงื่อนไขกำหนดด้วยคำสั่ง GOTO คำสั่งนี้ จะใช้ในกรณีย้อนกลับไปเริ่มต้นทำงานที่จุดเริ่มต้นใหม่ ไม่รู้จบ
- 5.2 ใช้คำสั่งในการประมวลผลการทำงานตามจำนวนครั้งที่กำหนด ด้วยคำสั่ง FOR ... NEXT
- 5.3 ใช้คำสั่งในการประมวลผลการทำงานซ้ำจนกว่าเงื่อนไขที่กำหนดจะเป็นจริง หรือ เท็จ ด้วยคำสั่ง WHILE ... WEND

6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 4.1 วงจรทดลองตามใบงานที่ 4⁴

7. การทำงานของโปรแกรม

เมื่อกดสวิตช์ S1 จะทำให้หลอด L1 กะพริบ หรือ ติด - ดับ จำนวน 5 ครั้ง หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะวนกลับมารอรับคำสั่งสัญญาณจาก S1

8. โปรแกรมคำสั่งภาษาเบสิก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

⁴ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด,

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

10. ไตอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม



.....

.....

.....

11. อธิบายลักษณะของการประมวลผลการทำงานซ้ำตามจำนวนครั้งที่กำหนด

.....

.....

.....

.....

12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงตัวชิพแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....

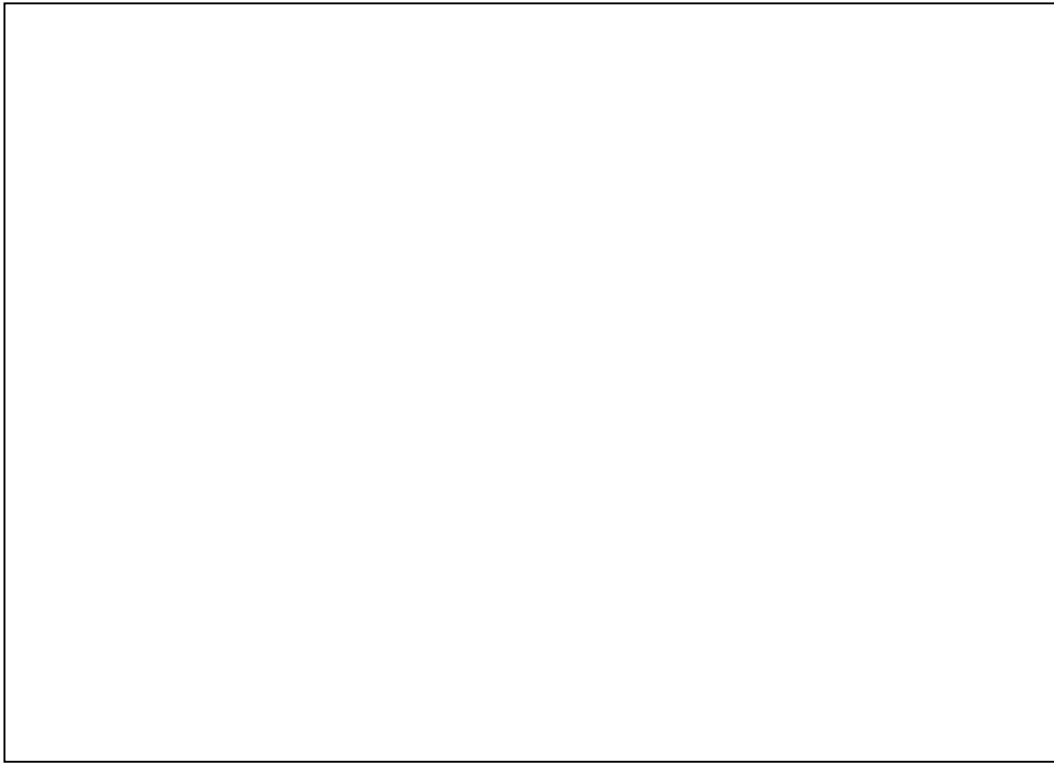
.....

.....

.....

.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 5

เรื่อง การเพิ่มและการลดค่าตัวแปร

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเพิ่ม-ลดค่าตัวแปร

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเพิ่ม-ลดค่าตัวแปรได้
2. เขียนโปรแกรมในการควบคุมการเพิ่ม-ลดค่าตัวแปรได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

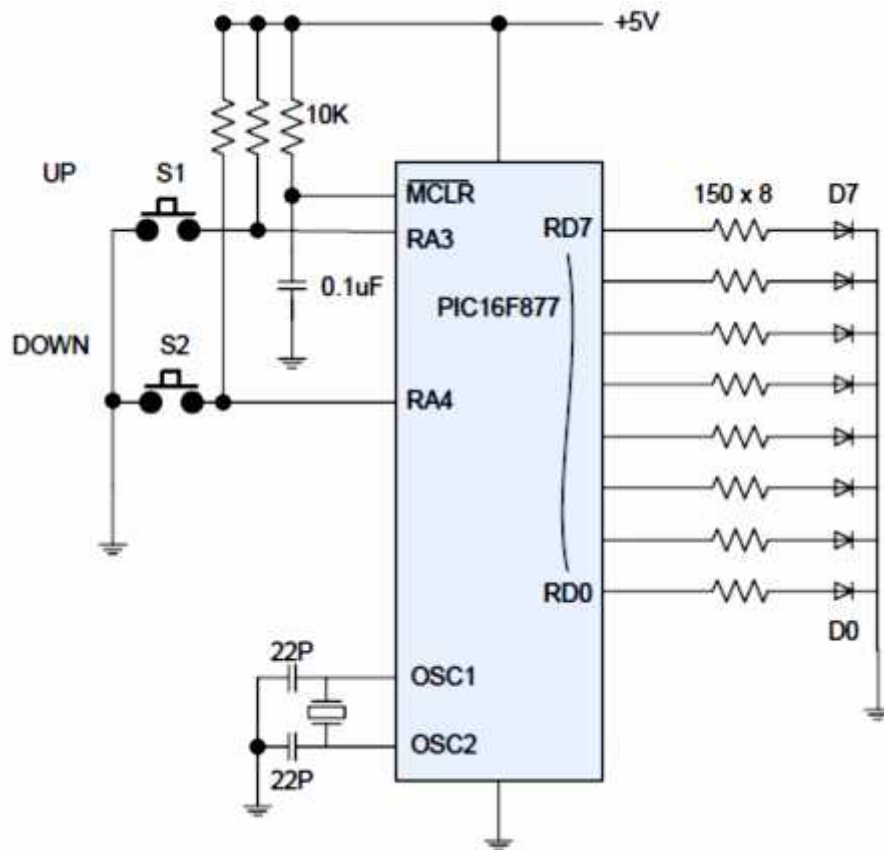
4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 5
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไทม์อะแกนด์แสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

การควบคุมการเพิ่ม - ลดค่าตัวแปรจากอุปกรณ์สวิตซ์ที่ขา I/O เป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปประยุกต์เขียนโปรแกรมเพื่อการประมวลผลผลการควบคุมค่าที่มีระดับมาก-น้อย ตัวอย่างเช่น การเพิ่ม-ลดความเร็วมอเตอร์ การเพิ่ม - ลดอุณหภูมิ เป็นต้น ในการออกแบบอุปกรณ์ทางด้านอินพุตอย่างน้อยต้องประกอบด้วยสวิตซ์ 2 ตัว สำหรับการกดเพิ่มค่า และลดค่า การเขียนโปรแกรมในการประมวลผลจะมี 2 ลักษณะคือ การควบคุมให้เพิ่ม - ลดค่าต่อเนื่อง เมื่อกดสวิตซ์ค้างไว้ หรือเรียกว่า continuous operation และการควบคุมให้ทำงานค้างทีละ step หรือเรียกว่า step operation

6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 5.1 วงจรทดลองตามใบงานที่ 5⁵

7. การทำงานของโปรแกรม

เมื่อกดสวิตช์ S1 จะเพิ่มค่าตัวแปรเข้าไป 1 แล้วเก็บค่าไว้ที่ตัวแปรเดิม เมื่อกดสวิตช์ S2 จะเป็นการลดค่าตัวแปรไป 1 แล้วเก็บค่าไว้ที่ตัวแปรเดิม โปรแกรมจะมีการป้องกันไม่ให้ตัวแปรเก็บค่าจนเต็มความจุหรือเนื้อที่ที่กำหนดไว้

8. โปรแกรมคำสั่งภาษาเบสิก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

⁵ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด,

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

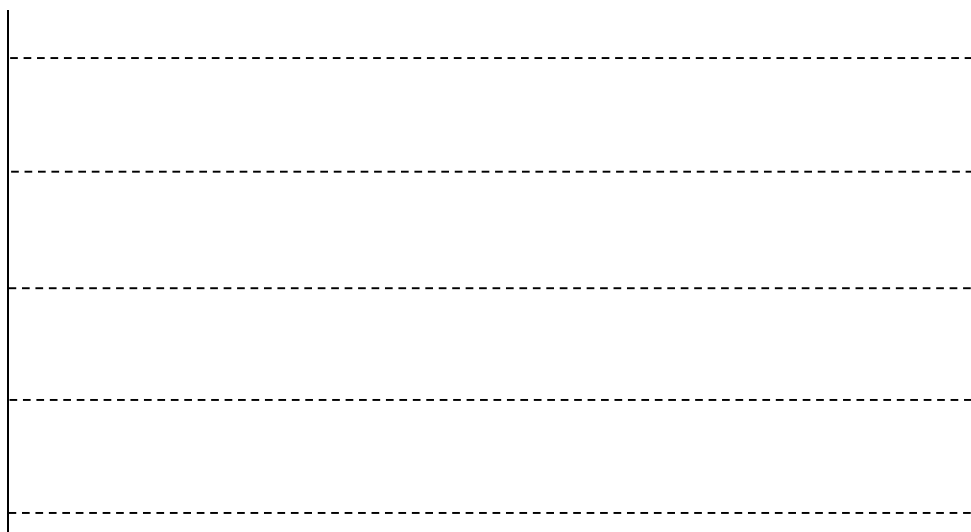
.....

.....

.....

.....

10. ไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม



.....
.....
.....
.....

11. อธิบายลักษณะการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเพิ่ม-ลดค่าตัวแปร

.....
.....
.....
.....
.....

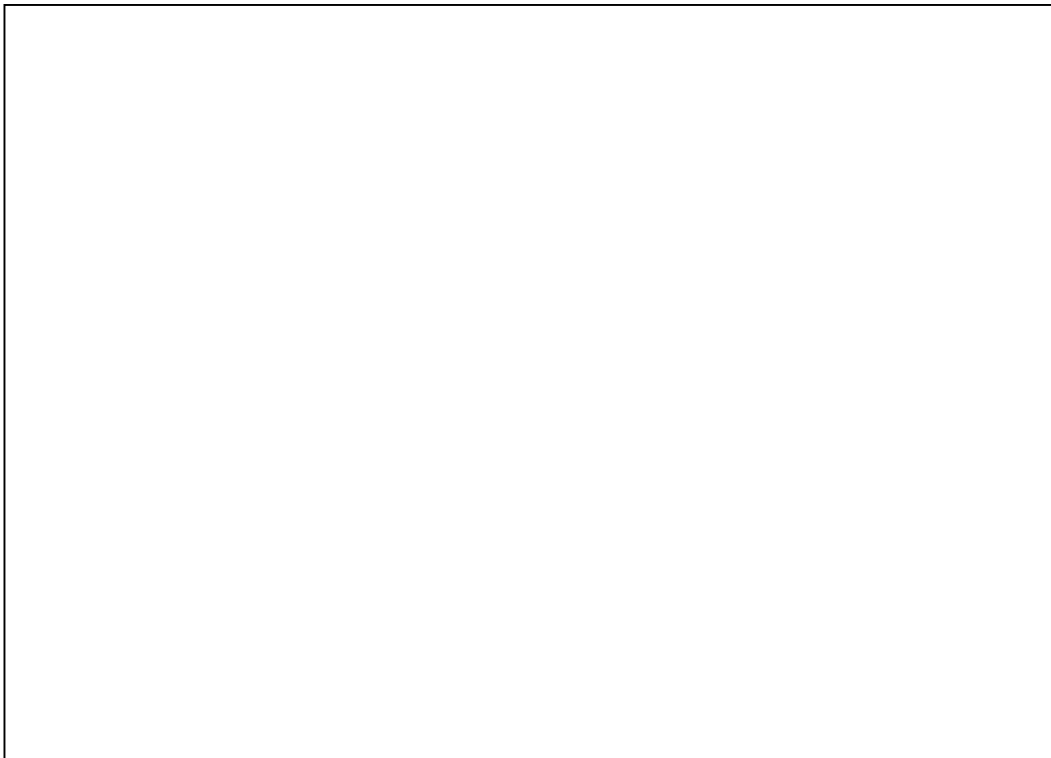
12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวนโหลดโปรแกรมลงตัวชิพแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....
.....
.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 6

เรื่อง การควบคุมการเลื่อนขยับข้อมูลในตัวแปร

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเลื่อนขยับบิตของข้อมูลในตัวแปร

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเลื่อนขยับบิตของข้อมูลในตัวแปรได้
2. เขียนโปรแกรมในการควบคุมการเลื่อนขยับบิตของข้อมูลในตัวแปรได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

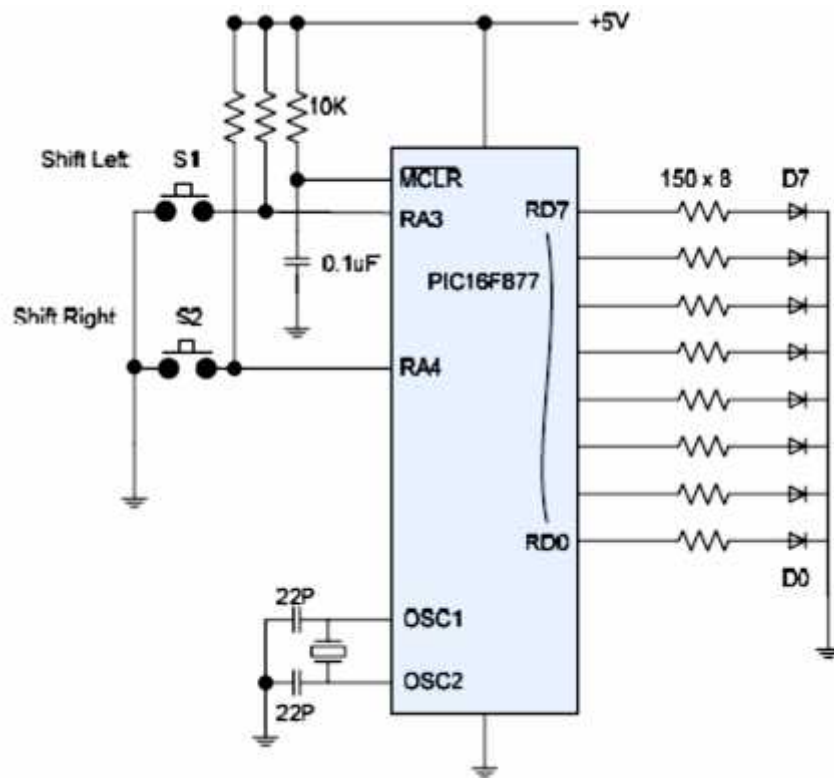
4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 6
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไทม์แกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

การเลื่อน และขยับบิตข้อมูลในตัวแปรเป็นพื้นฐานสำคัญทั้งในการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้งาน เช่นการควบคุมจังหวะการทำงานของเครื่องจักร การทำสัญญาณควบคุมไฟวิ่งเป็นต้น เครื่องหมายที่ใช้ในการประมวลผลที่สำคัญในการเลื่อนบิตไปทางซ้าย - ขวา คือ << และ >> ข้อสำคัญในการใช้คำสั่ง คือ เมื่อการเลื่อนข้อมูลไปถึงบิตสุดท้าย ทั้ง MSB หรือ LSB ก็ตาม เมื่อเลยไปจากนี้ บิตข้อมูลจะตกขอบ ไม่มีการย้อนกลับไปเริ่มต้นใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากการหมุน (Rotate) บิตข้อมูล และในภาษา Pic Basic จะไม่มีคำสั่งสำหรับการหมุนข้อมูลรองรับ ดังนั้นหากต้องการ จะต้องใช้ภาษาแอสเซมบลีแทรกเอาเอง หรือต้องเขียนโปรแกรมให้โหลดข้อมูลย้อนกลับมาเริ่มต้นใหม่

6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 6.1 วงจรทดลองตามใบงานที่ 6⁶

7. การทำงานของโปรแกรม

เมื่อกดสวิตช์ S1 หนึ่งครั้งบิตของข้อมูลตัวแปรจะขยับเลื่อนไปทางขวา และเมื่อปล่อยมือจากสวิตช์ข้อมูลบิตตัวแปรจะขยับเลื่อนไปทางซ้าย

8. โปรแกรมคำสั่งภาษาเบสิก

.....

.....

.....

.....

.....

⁶ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด,

9. แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

.....

10. ไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม



.....

.....

.....

11. อธิบายลักษณะการเขียนโปรแกรมในการควบคุมการเลื่อนขยับบิตของข้อมูลในตัวแปร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวนโหลดโปรแกรมลงตัวชิพแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....

.....

.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 7

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้
2. เขียนโปรแกรมในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 7
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือดีซีมอเตอร์ (DC Motor) เป็นอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โครงสร้างภายใน DC motor ประกอบด้วยส่วนหลักๆ สองส่วน ได้แก่ แม่เหล็กถาวรและแกนขดลวด นอกจากนี้ยังมีแปรงถ่าน (Brush) ซึ่งเป็นส่วนเชื่อมต่อเพื่อรับพลังงานไฟฟ้าภายนอกไปยังขดลวดของมอเตอร์ เมื่อขดลวดได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจะมีถูกเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ รอบขดลวด



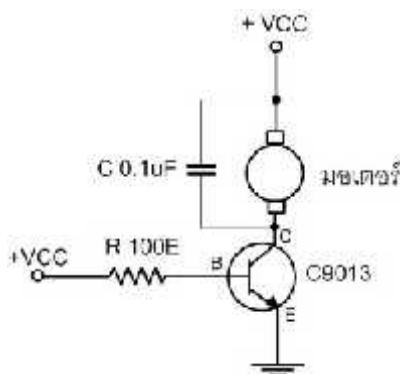
รูปที่ 7.1 ตัวอย่างมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง⁷

5.1 การทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

ลักษณะภายนอกของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งสังเกตได้จากจุดต่อสายของมอเตอร์จะมีเพียงสองเส้น ดังรูปที่ 7.1 เมื่อต่อมอเตอร์กับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงภายนอก เช่น ถ่านหรือแบตเตอรี่มอเตอร์จะหมุน ถ้าหากว่าต่อไฟสลับขั้วมอเตอร์จะหมุนในทิศตรงกันข้าม หากต้องการลดความเร็วของมอเตอร์ก็เพียงแค่ปรับแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีราคาถูกและใช้งานง่าย จะพบการนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น ของเล่นขนาดเล็ก จักรยานไฟฟ้า แขนกลหุ่นยนต์และเครื่องจักรต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม

5.2 วงจรขับมอเตอร์พื้นฐาน

วงจรที่ใช้ในการขับมอเตอร์นั้นมีหลายวงจรด้วยกัน ตั้งแต่วงจรพื้นฐานทั่วไป ไปถึงกลับทางหมุนและควบคุมความเร็วได้ แต่ในที่นี้จะเริ่มจากการควบคุมแบบพื้นฐาน โดยวงจรพื้นฐานนี้จะใช้ ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขับ ดังรูปที่ 7.2



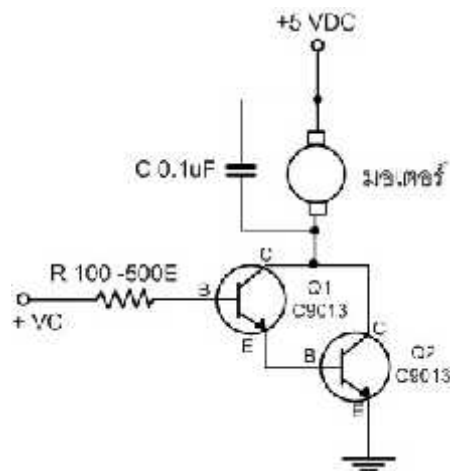
รูปที่ 7.2 วงจรขับมอเตอร์พื้นฐาน⁸

การขับวงจรอีกรูปแบบหนึ่งคือ การต่อวงจรแบบดาสิงตัน จะนำเอาทรานซิสเตอร์มาต่อกัน ดังรูปที่ 7.3 เป็นการใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวทำงานร่วมกันซึ่งจะทำให้ได้แรงขับมากขึ้น แต่ทั้งนี้ใน

⁷ สืบค้นเมื่อ 1/10/58 <http://www.dhgate.com/online-shopping/dc-motor-6v-gears-online.html>

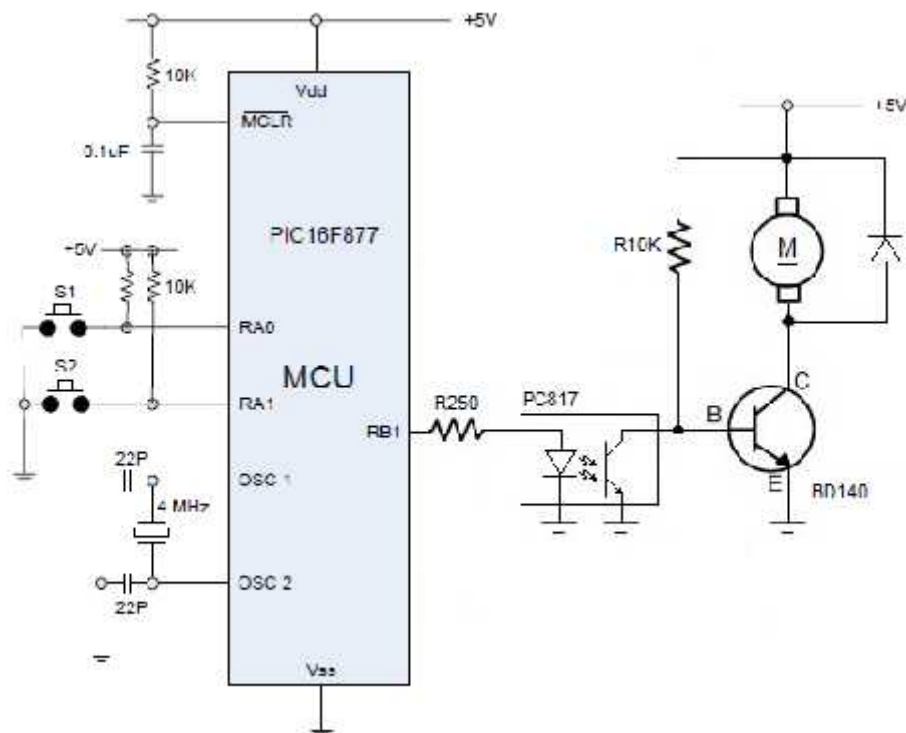
⁸ สืบค้นเมื่อ 1/10/58 http://www.semi-shop.com/knowledge/knowledge_detail.php?sk_id=102

การออกแบบวงจรให้กับมอเตอร์จะต้องคำนึงถึงการใช้งานมอเตอร์ load ที่นำมาต่อมอเตอร์ด้วย เพราะมอเตอร์แต่ละรุ่นจะมีแรงดันและกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน ดังนั้นต้องออกแบบแบบวงจรให้เหมาะสมด้วย



รูปที่ 7.3 วงจรพื้นฐาน แบบดาสิงตัน⁹

6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 7.4 วงจรทดลองตามใบงานที่ 7¹⁰

³ สืบค้นเมื่อ 1/10/58 http://www.semi-shop.com/knowledge/knowledge_detail.php?sk_id=102

¹⁰ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ : เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด, 2549.

.....

.....

.....

.....

.....

10. ไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม



.....

.....

.....

.....

11. จงตอบคำถามจากโจทย์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

11.1 อธิบายข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

.....

.....

.....

11.2 อธิบายลักษณะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

.....

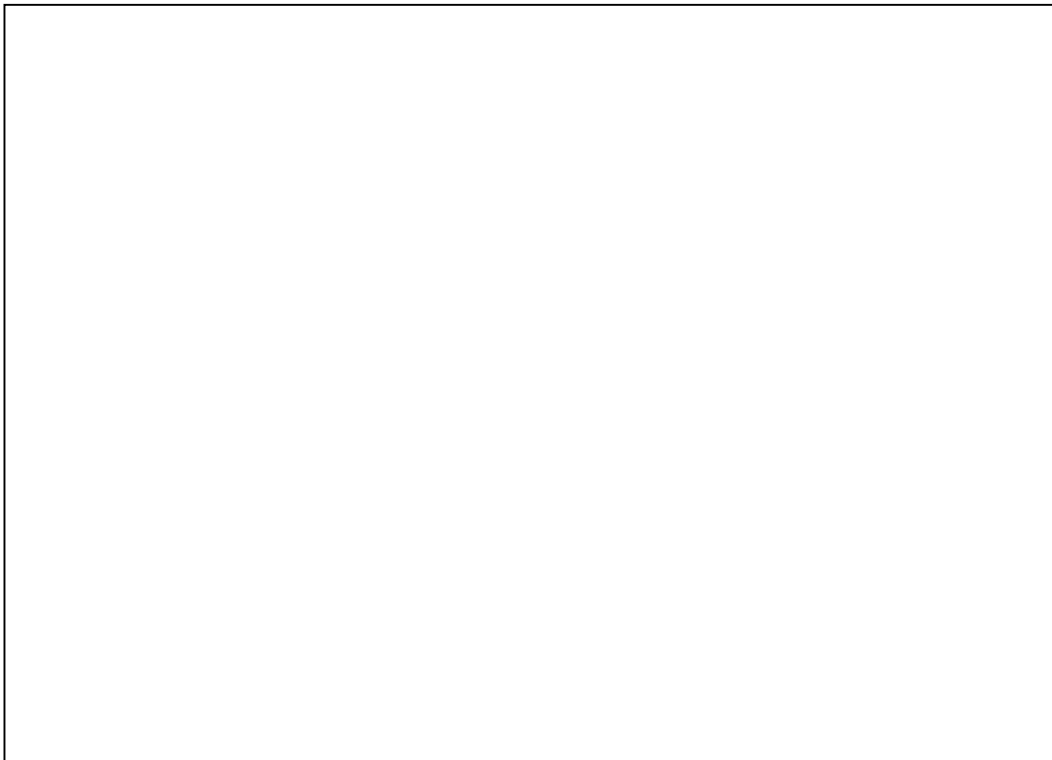
.....

.....

11.3 อธิบายเกี่ยวกับวงจรขับมอเตอร์พื้นฐานได้

-
-
-
-
- 12 เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้
- 12.1 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงตัวชิพแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม
 - 12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1
-
-
-
-

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 8

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน H-Bridge Motor Driver

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมการควบคุมมอเตอร์ผ่าน H-Bridge Motor Driver

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์ได้
2. อธิบายหลักการทำงานของ H-Bridge Motor Driver (L298) ได้
3. เขียนโปรแกรมการควบคุมมอเตอร์ผ่าน H-Bridge Motor Driver ได้

4. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

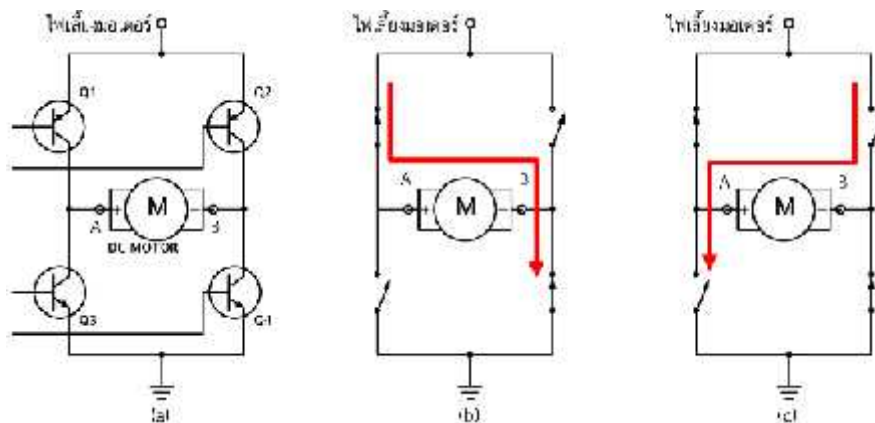
4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 7
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

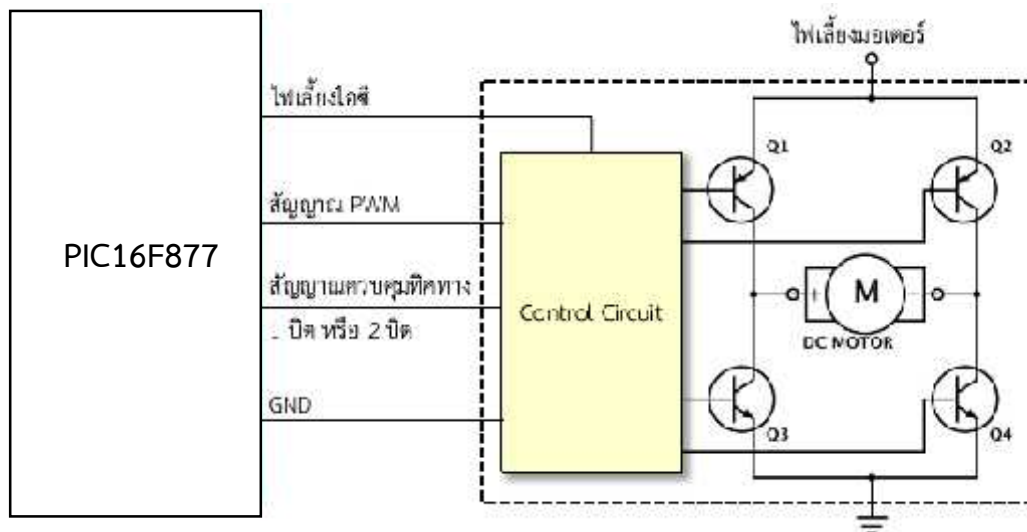
เนื่องจาก DC motor ต้องใช้กระแสสูงในการทำงาน ดังนั้น Microcontroller จะไม่สามารถเชื่อมต่อโดยตรงกับ DC Motor ได้ จึงต้องมีชุดขับกระแส ชุดขับกระแสที่เชื่อมมอเตอร์ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ H-Bridge ซึ่งวงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หรือมอดเฟส โดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิด จำนวน 4 ชุด (Q1-Q4) โดยต่อกับ DC Motor ดังรูปที่ 8.1 (a) ซึ่งจะสามารถควบคุมการทิศทางการไหลของกระแสได้ เมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 ทำงาน และปิดการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 กระแสจะไหลจากจุด A ไปจุด B ดังรูป 8.1 (b) จึงทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน เมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้ทรานซิสเตอร์

Q2 และ Q3 ทำงานและปิดการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 กระแสจะไหลจากจุด B ไปจุด A ดังรูปที่ 8.1 (c) เป็นผลให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทาง



รูปที่ 8.1 การทำงานของวงจร H-Bridge สำหรับควบคุมการหมุนของ DC Motor¹¹

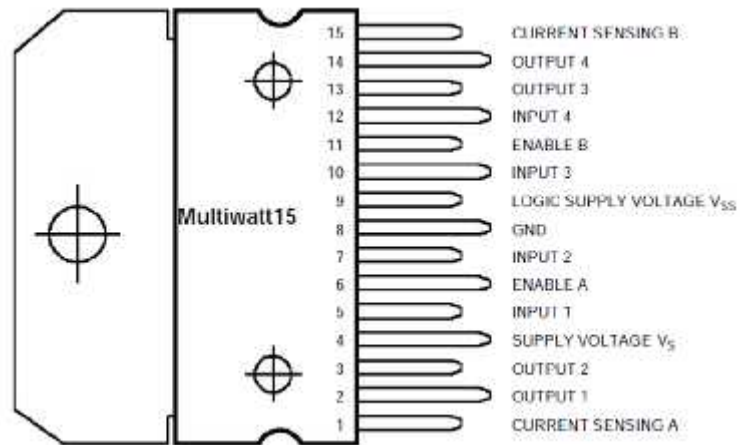
ปัจจุบันวงจร H-Bridge มีอยู่ในรูปของไอซีวงจรรวม เช่น ไอซีเบอร์ L293D หรือ L298N เพื่อลดขนาดของอุปกรณ์ และง่ายต่อการใช้งาน เพียงต่อสัญญาณ PWM และสัญญาณควบคุมทิศทาง (1 บิตหรือ 2 บิต) ดังรูปที่ 8.2



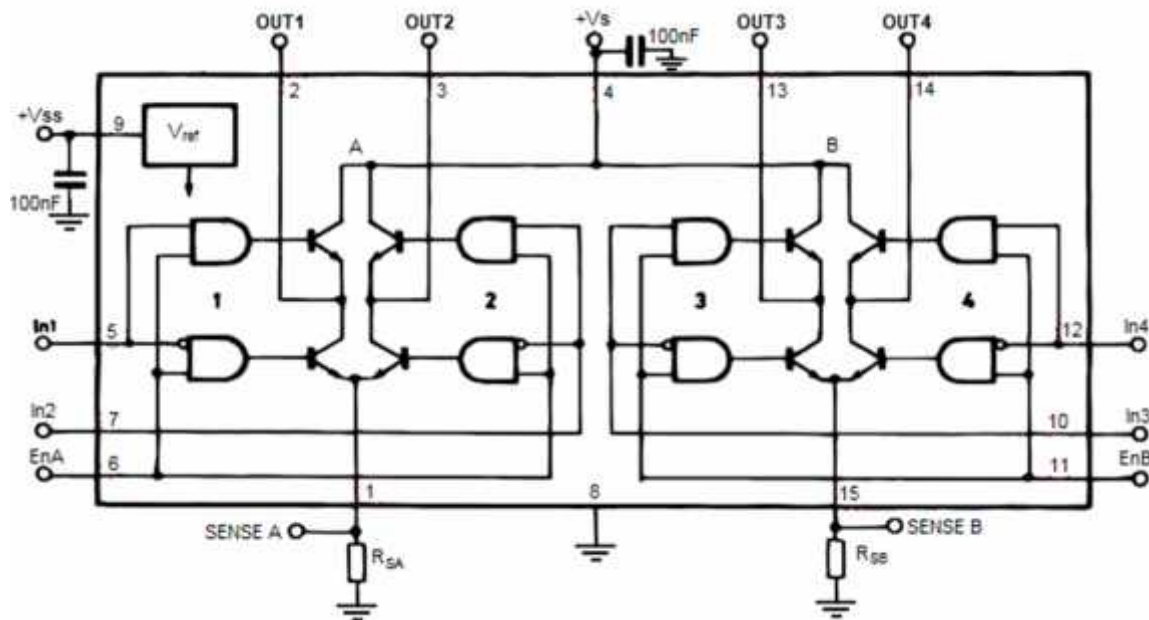
รูปที่ 8.2 การเชื่อมต่อ Microcontroller กับชุดขับกระแสดีซีมอเตอร์แบบ H-Bridge¹²

ชุดขับกระแส DC Motor แบบ H-Bridge ด้วยไอซีเบอร์ L298N ดังรูปที่ 8.3 จะมีชุดขับมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ชุด คือ ขา 2, ขา 3 และ ขา 13, ขา 14 สำหรับโครงสร้างภายในของไอซี L298N แสดงดังรูปที่ 8.4

^{1,2} สืบค้นเมื่อ 1/10/58 <http://aimagin.com/blog/motor/?lang=th>



รูปที่ 8.3 โครงสร้างของ L298N¹³



รูปที่ 8.3 โครงสร้างภายในของ L298N¹⁴

^{3,4} สืบค้นเมื่อ 1/10/58 <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/22440/STMICROELECTRONICS/L298N.html>

9. แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม



.....

.....

.....

.....

11. อธิบายเกี่ยวกับการควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์ด้วย H-Bridge Motor Driver (L298)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 9

เรื่อง การเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจาก infrared sensor

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายเกี่ยวกับรังสีอินฟราเรด (Infrared) ได้
2. อธิบายเกี่ยวกับหลักการทำงานของวงจร Infrared sensor ได้
3. เขียนโปรแกรมรับค่าจาก infrared sensor แล้วส่งออกไปควบคุมหลอด LED ได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 9
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

รังสีอินฟราเรด (Infrared) มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า รังสีใต้แดง หรือรังสีความร้อน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุ และแสงมีความถี่ในช่วง $10^{11} - 10^{14}$ เฮิร์ตซ์ (Hz) มีความถี่ในช่วงเดียวกับไมโครเวฟ ความยาวคลื่นอยู่ระหว่างแสงสีแดงกับคลื่นวิทยุ สสารทุกชนิดที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง - 200 องศาเซลเซียส ถึง 4,000 องศาเซลเซียส จะปล่อยรังสีอินฟราเรดออกมา คุณสมบัติเฉพาะตัวของรังสีอินฟราเรด เช่น ไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่แตกต่างกันก็คือ คุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับความถี่ คือยิ่ง

ความถี่สูงมากขึ้นพลังงานก็สูงขึ้นด้วย ดังนั้นในการประยุกต์นำไปใช้ประโยชน์จะทำได้หลายอย่าง เช่น การควบคุมเครื่องใช้ระบบไกล (remote control) กล้องอินฟราเรดที่สามารถมองเห็นวัตถุในความมืดได้ ใช้ในวงการแพทย์ เป็นต้น

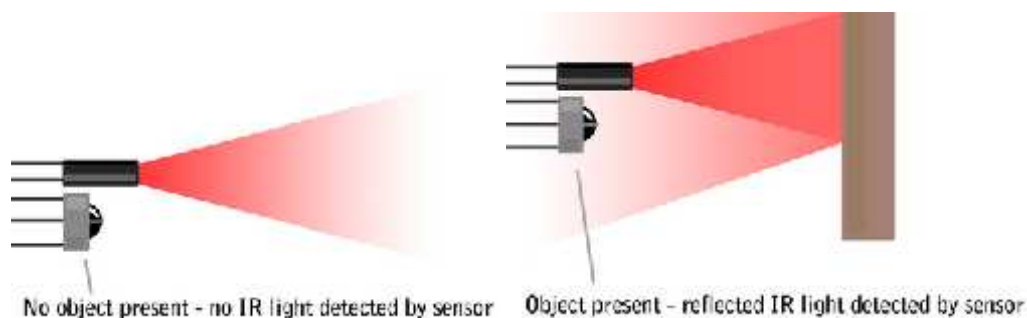
ลำแสงอินฟราเรด (Infrared light) เป็นคลื่นความถี่แสงที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อย่างหนึ่งที่เรานำลำแสงอินฟราเรดมาใช้ประโยชน์ก็คือ การตรวจจับ (Sensor) เช่น สร้างเป็น

IR-Sensor หรือ เรียกชื่อเต็มๆ ว่า infrared sensor ดังรูปที่ 9.1 ซึ่งชื่อโดยทั่วไปมักจะเรียกกันว่า Photo transistor ซึ่งเป็นตัวตรวจจับสำหรับตรวจจับความเข้มของแสง infrared จากแหล่งกำเนิด



รูปที่ 9.1 IR-Sensor หรือ infrared sensor¹⁶

โดยปกติแล้ว IR-sensor ที่นำมาใช้จะมีลักษณะเป็นคู่ โดยที่ตัวหนึ่งจะเป็นตัวส่ง (IR Emitter) และอีกตัวจะเป็นตัวรับความเข้มแสงที่สะท้อนกลับเข้ามา (IR Detector) ซึ่งเมื่อเราเอาหลักการสะท้อนของแสงนี้มาใช้ เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์เดินตามเส้นขาวบนพื้นสีดำ หรือ เส้นดำบนพื้นสีขาวได้ ภายใต้หลักการตรวจจับสีที่มีความแตกต่างกัน

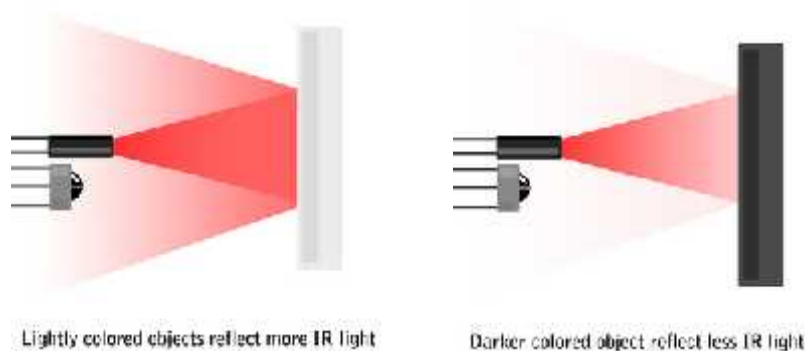


รูปที่ 9.2 การทำงานของตัวรับและตัวส่งของ IR Sensor¹⁷

¹⁶ สืบค้นเมื่อ 2/10/58 <http://robot-hk.com/shopexd.asp?id=298>

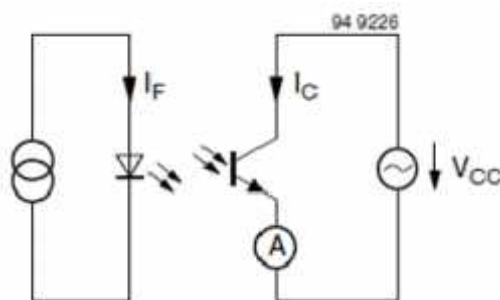
¹⁷ สืบค้นเมื่อ 2/10/58 http://education.rec.ri.cmu.edu/content/electronics/boe/ir_sensor/1.html

หลักการการทำงานของวงจรอินฟราเรด ดังนี้ ตัวส่งแบบใช้กับโมดูลรับสำเร็จรูป จะส่งด้วยความถี่ 40 KHz โดยประมาณเพื่อเป็นความถี่หลักในการตรวจรับว่าเป็นสัญญาณตัวจริงไม่ใช่สัญญาณรบกวน ตัวรับแบบโมดูลจะรับสัญญาณที่กระพริบด้วยความถี่ประมาณ 40 KHz ถ้าตรงก็จะให้เอาท์พุทที่ขาเอาท์พุทเป็น “0” หลักการของมันก็มีแค่ส่งแสงอินฟราเรดไปยังวัตถุที่ต้องการตรวจรับ ถ้าไม่พบวัตถุใดๆ เลยก็จะมีแสงสะท้อนกลับไปยังตัวรับ แต่ถ้าพบวัตถุนั้นก็สะท้อนแสงกลับมายังตัวรับ ดังรูปที่ 9.2 สีที่สะท้อนได้ดีที่สุดก็คือสีขาว ถ้าเป็นสีดำจะดูดกลืนได้มากกว่าทั่วไปและทำให้้อัตรการสะท้อนกลับของแสงมีน้อย ดังรูปที่ 9.3 ดังนั้นสีของวัตถุที่มีโทนสีของแสงสว่างมากก็จะมีอัตราการสะท้อนกลับของแสงมากกว่าวัตถุที่มีโทนสีทึบหรือสีเข้มๆ



รูปที่ 9.3 ลักษณะการสะท้อนแสงของสีที่แตกต่างกัน¹⁸

การส่งสัญญาณแสงก็จะใช้อุปกรณ์ที่สามารถผลิตแสงได้ในตัวเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ 9.4 จากรูปจะใช้ตัวผลิตแสงเป็นไดโอดเปล่งแสงหรือหลอด LED ส่งไปยังตัวรับซึ่งจะเป็น Photo transistor ตามคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์แล้วเมื่อได้รับสัญญาณกระตุ้นก็จะเกิดการนำกระแส หรือทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวสวิตช์ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสวิตช์

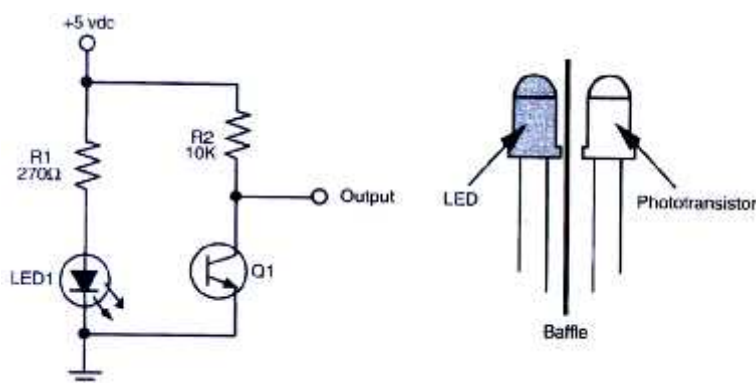


รูปที่ 9.4 การส่งและการรับแสง¹⁹

¹⁸ สืบค้นเมื่อ 2/10/58 http://education.rec.ri.cmu.edu/content/electronics/boe/ir_sensor/1.html

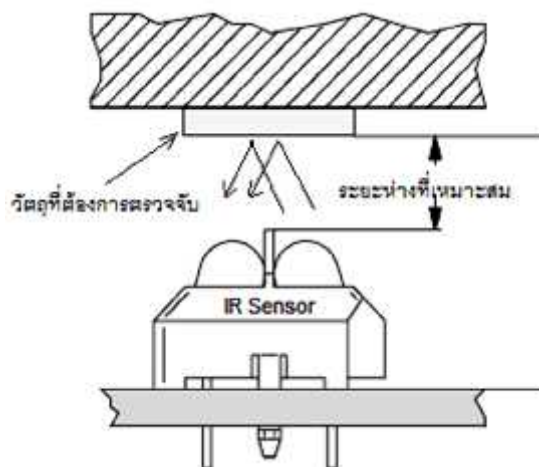
¹⁹ สืบค้นเมื่อ 2/10/58 <http://robot-hk.com/shopexd.asp?id=298>

การต่อวงจรภายใน IR Sensor ดังรูปที่ 9.5 อุปกรณ์ภายในจะประกอบไปด้วยส่งแสงหรือ LED จะมีอยู่สองขา และตัวรับสัญญาณแสง หรือ Phototransistor จะมีอยู่สองขา โดยอุปกรณ์ทั้งสองตัวนี้จะเอาขาราวด์รวมกันจึงทำให้เหลือขาของ IR Sensor เพียงสามขา



รูปที่ 9.5 วงจรภายใน IR Sensor

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นนอกจากโหนดสีของวัตถุจะมีผลต่อการสะท้อนกลับของแสงแล้ว ก็ยังมีอีกปัจจัยหนึ่งที่ผลดังกล่าวคือ ระยะห่างระหว่างตัวส่งแสงและวัตถุ ดังรูปที่ 9.6 เนื่องจากหากมีระยะห่างที่ไม่เหมาะสมลำแสงที่ส่งออกไปกระทบวัตถุก็จะสูญเสียไปกับแสงสว่างระหว่างทาง เหลือแสงที่กระทบวัตถุน้อย และแสงที่สะท้อนกลับก็จะมีปริมาณน้อยลงไปเช่นกัน ซึ่งจะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่มีวัตถุอยู่จริงแต่ตรวจจับไม่เจอวัตถุ ลักษณะเช่นนี้จะทำให้การทำงานเกิดการผิดพลาด (Error) ได้



รูปที่ 9.6 ตัวอย่างระยะห่างการติดตั้ง IR Sensor²⁰

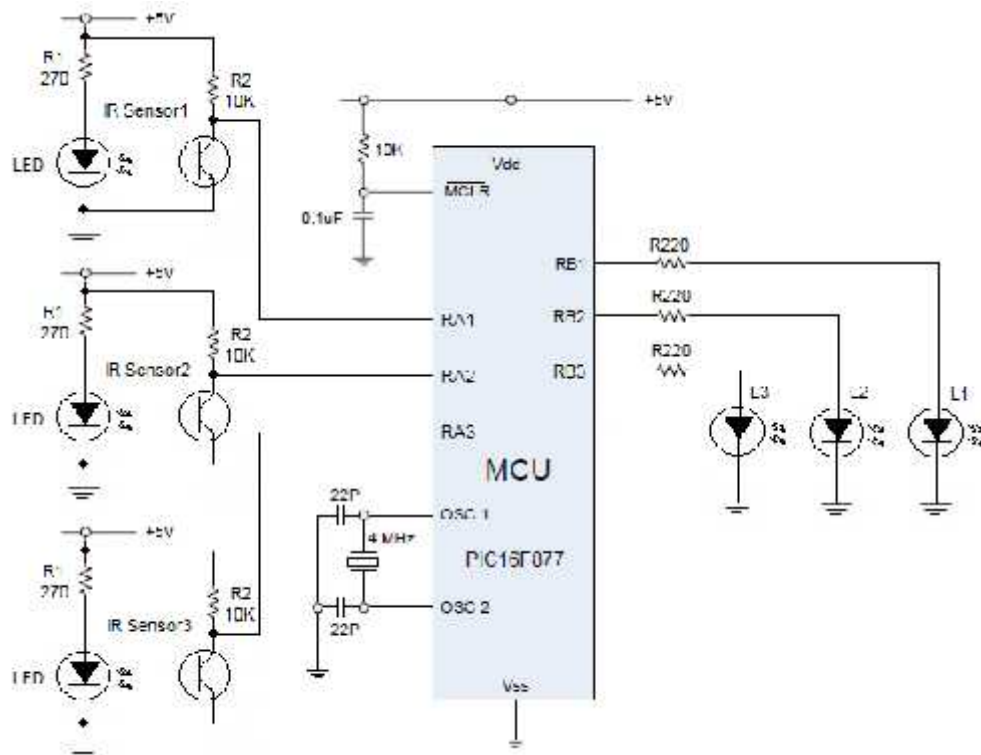
ดังนั้น IR Sensor หรือ infrared sensor ก็คือ sensor ที่ใช้สัญญาณเป็น infrared light หากนำเอา IR sensor ไปใช้ตรวจจับวัตถุเมื่อมีวัตถุผ่านทางวิธีของ infrared light หลักการทำงานของวงจรก็คือ ทางด้านฝั่งส่งสัญญาณ infrared ก็ทำหน้าที่ขับ infrared light ให้ออกจาก infrared LED

²⁰ สืบค้นเมื่อ 2/10/58 <http://robot-hk.com/shopexd.asp?id=298>

ซึ่งบางรุ่นสามารถปรับแรงดันที่ตัวส่งได้ แล้วก็ไปตั้งตัวรับอาจจะเป็น photo transistor ซึ่งจะต้องทำการตั้งค่า (set up) ค่าในสภาวะปกติให้ได้ก่อน คือให้วงจร Bias แยกให้ได้ว่าสภาวะนี้มีแสง infrared มาหรือไม่

สรุปแล้วการที่จะใช้ IR Sensor เป็นตัวตรวจจับนั้นเราจะต้องคำนึงถึงว่าเราจะนำไปตรวจจับวัตถุในลักษณะใด อาจมีผลกระทบต่างๆ เกิดขึ้นจากการใช้งานได้ เช่น แสงที่กระทบต่อผลการตรวจจับทำให้ข้อมูลที่ได้อาจผิดพลาด ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับ การติดตั้งอุปกรณ์และการออกแบบระบบหรือวงจรนั่นเอง เอาท์พุทของ Sensor แต่ละตัวจะออกมาเป็นสัญญาณซึ่งเราต้องนำเอาท์พุทนั้นไปประมวลผลหรือแปลงสัญญาณ เพื่อจะได้สัญญาณที่เหมาะสมกับการนำเอาสัญญาณนั้นไปใช้ ส่วนมากเอาท์พุทที่ออกมาจะเป็นแรงดันหรือไม่กี่เป็นกระแสไฟฟ้า แล้วก็นำเอากระแสหรือแรงดันดังกล่าวไปไบอัส (Bias) หรือเป็นตัวทริก (Trigger) ให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการควบคุม แต่หากว่าใช้งานแล้วประสบปัญหาในเรื่องของ การสะท้อนแสงจากวัตถุหรือสะท้อนแสงได้น้อย เช่น วัตถุสีดำตัวรับก็ไม่นำกระแสหรือนำกระแสเพียงเล็กน้อย สามารถแก้ไขได้โดยการนำผลจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันจากตัว Sensor นำไปเข้าวงจรเปรียบเทียบแรงดันให้เป็นค่าลอจิก (Logic) ซึ่งจะทำได้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานประเภทการควบคุมได้

6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 9.7 วงจรทดลองตามใบงานที่ 9²¹

²¹ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ : เอ็ดสันทันเพรสโปรดักส์ จำกัด, 2549

9. แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงตัวชิปแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....

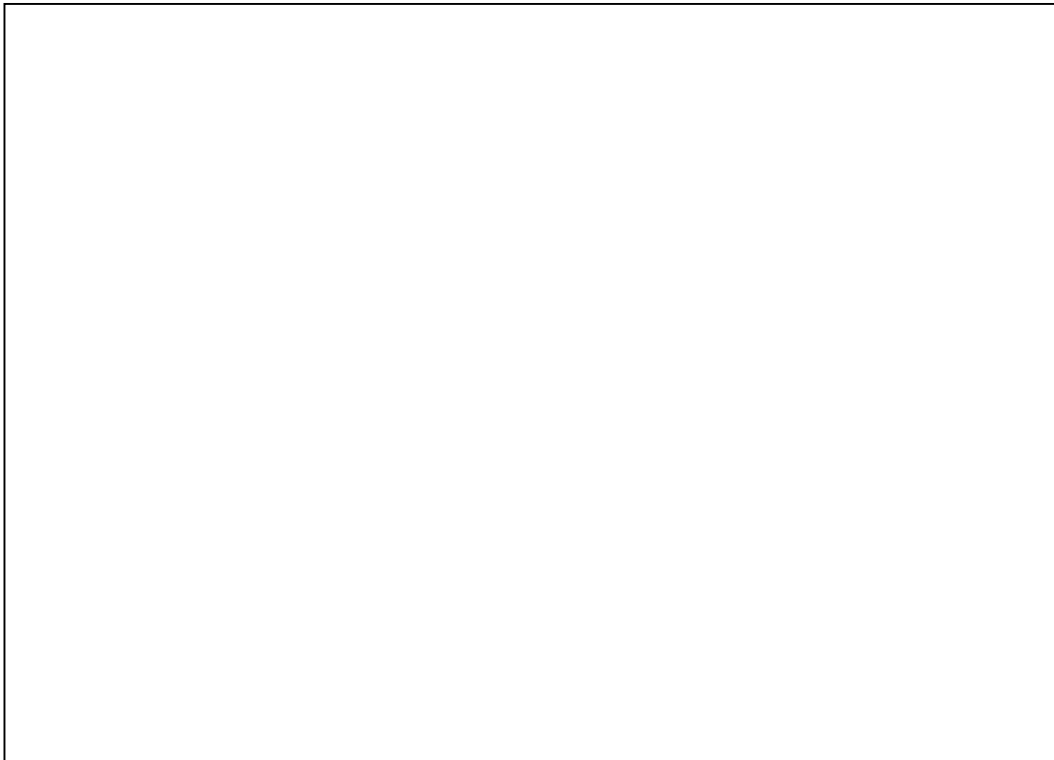
.....

.....

.....

.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ใบงานที่ 10

เรื่อง การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3104-2103

ระดับ ปวส. แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์ทำงานแบบอัตโนมัติ

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของหุ่นยนต์อัตโนมัติได้
2. อธิบายความหมายของหุ่นยนต์โปรแกรมตนเองและปรับความเร็วได้
3. เขียนโปรแกรมรับค่าจาก infrared sensor แล้วส่งออกไปควบคุมมอเตอร์ผ่าน H-Bridge Motor Driver เพื่อให้หุ่นยนต์วิ่งตามเส้นแบบอัตโนมัติได้

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------------|
| 1. คอมพิวเตอร์ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC16F877) | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องพิมพ์ | จำนวน 1 เครื่อง |

4. ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับใบงานที่ 10
3. ออกแบบโปรแกรมตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรม พิมพ์คำสั่งลงในโปรแกรม MicroCode Studio และดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งและดำเนินการ Compile
 - 3.2 โหลดโปรแกรมลงตัวชิพ
 - 3.3 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
4. เขียนแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart) ของโปรแกรม
5. เขียนไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม
6. เขียนวงจรจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม Proteus ตามวงจรการทดลอง

5. ทฤษฎีพื้นฐาน

5.1 หุ่นยนต์อัตโนมัติ (Autonomous robots) เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตามคำสั่งที่กำหนดได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอนโดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์ ในปัจจุบันหุ่นยนต์หลายชนิดมีคุณสมบัติของความอัตโนมัติ (Autonomy) ในระดับหนึ่ง หุ่นยนต์ต่างชนิดถูกสร้างต่างวัตถุประสงค์ ความอัตโนมัติก็จะแตกต่างกันออกไปโดยจะขึ้นอยู่กับชนิดของงาน งานบางอย่างต้องการหุ่นยนต์ที่มีความอัตโนมัติ

สูง เช่น งานสำรวจอวกาศ, งานตัดหญ้า, งานดูดฝุ่น และงานบำบัดน้ำเสียเป็นต้น สำหรับหุ่นยนต์ในอุตสาหกรรมยุคใหม่ แม้ว่าตัวหุ่นยนต์ประเภทแขนกล (Robot Arm) จะถูกยึดอยู่กับที่ เราก็สามารถพิจารณาได้ว่ามันมีความอัตโนมัติภายใต้สภาวะแวดล้อมของมัน ซึ่งเป้าหมายในการทำงานของมันคือหยิบจับวัตถุที่ไหลมาตามสายพานให้ถูกต้อง โดยจะไม่ทราบได้เลยว่าวัตถุชิ้นต่อไปจะผ่านมาเมื่อไร



รูปที่ 10.1 หุ่นยนต์อัตโนมัติขนาดเล็ก Lego Mindstorms²²

จึงกล่าวได้ว่า ความอัตโนมัติเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาการหุ่นยนต์อันจะช่วยให้หุ่นยนต์สามารถอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นพื้นดิน ใต้น้ำ ในอากาศ ใต้ดิน หรือในอวกาศ หุ่นยนต์อัตโนมัติแบบสมบูรณ์ (fully autonomous robot) เรียกได้ว่าเป็นหุ่นยนต์ที่มีความสามารถ คือ รับรู้สิ่งแวดล้อม, สามารถทำงานได้ด้วยตนเองในระยะเวลาหนึ่งโดยปราศจากการควบคุมจากมนุษย์ ซึ่งการทำงานด้วยตนเองนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในงานสำรวจพื้นผิวดาวอังคาร ซึ่งการติดต่อระหว่างมนุษย์บนโลกกับหุ่นยนต์อาจขัดข้องจากสัญญาณรบกวน, สามารถเคลื่อนไหวตัวมันเองทั้งหมดหรือบางส่วนได้ด้วยตนเองโดยไม่อาศัยการช่วยเหลือจากมนุษย์, สามารถหลีกเลี่ยงการทำร้ายมนุษย์ ทรัพย์สิน หรือทำร้ายตัวเองได้ เว้นแต่ถูกออกแบบมา

นอกจากนี้หุ่นยนต์อัตโนมัติอาจสามารถเรียนรู้ พัฒนาขีดความสามารถของมันเพื่อความสำเร็จในการปฏิบัติงาน หรือสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ แม้ว่าหุ่นยนต์อัตโนมัติจะมีความอัตโนมัติในระดับหนึ่ง มันก็ยังต้องการการบำรุงรักษาตามปกติเหมือนเครื่องจักรอื่นๆ

กระบวนการอัตโนมัติ (Automation) เป็นหัวใจสำคัญในการแข่งขันโดยรวมในภาคอุตสาหกรรม ทั้งสำหรับการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตของตนเองเพื่อที่จะสามารถพัฒนาการใช้งาน พัฒนา กลุ่มเป้าหมายและพัฒนาสาขาใหม่ๆ ตลอดเวลา จำเป็นที่จะต้องมีการแก้ปัญหาที่ชาญฉลาด เช่น หุ่นยนต์อัจฉริยะที่สามารถจดจำคุณสมบัติต่างๆ เช่น แรงและการเคลื่อนไหวได้ สามารถพิจารณาผลที่เกิดขึ้นได้หรือสามารถสร้างโปรแกรมจากคำสั่งภาษา (Language - Command) ได้โดยอัตโนมัติ คุณสมบัติเหล่านี้มุ่งให้เกิดคุณภาพที่ดีกว่า เพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นและเพิ่มความสามารถของเครื่องจักรให้ดีขึ้น

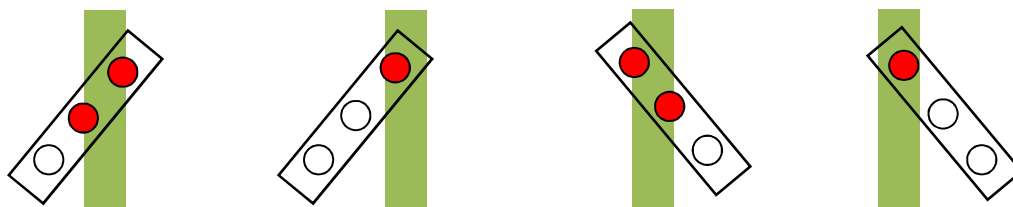
²² สืบค้นเมื่อ 2/10/58 http://www.ipelp.ac.th/lego_joy/unit1/page4.php

โดยปกติโปรแกรมเมอร์หรือผู้ใช้งานจะเป็นผู้เขียนโปรแกรมหรือเป็นผู้ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ กระบวนการนี้ส่วนมากค่อนข้างจะยุ่งยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมันทำให้เสียเวลาเป็นอย่างมาก วิธีนี้เป็นวิธีทำให้หุ่นยนต์เรียนรู้เส้นทาง การเคลื่อนไหวและแรง หรือค่าจำกัดต่างๆ ภายหลังจากที่ทุกอย่างเรียบร้อยแล้วก็จะสามารถที่จะทำซ้ำกระบวนการหรือค่าต่างๆ ที่เรียนรู้ไว้ก่อนหน้านี้บ่อยครั้งเท่าใดก็ได้โดยมีความแม่นยำสูง

5.2 หุ่นยนต์โปรแกรมตนเอง ฟังก์ชันซอฟต์แวร์ “Lead Through Teaching – Automatic Path Learning” สนับสนุนผู้ใช้งานในการโปรแกรมเส้นทาง (Path) แบบง่ายๆ ตรงกันข้ามกับกระบวนการโปรแกรมมิ่งต่างๆ ไปที่มีความยุ่งยาก อุปกรณ์ที่ควบคุมการทำงานด้วยมือที่เรียกว่า Flex-Pendant และซอฟต์แวร์จะช่วยให้ผู้ใช้งานทำงานได้ง่ายขึ้น เขาสามารถบรรลุเป้าหมายด้วยการคลิกเมาส์เพียงไม่กี่ครั้งโดยใช้การติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interface) โดยผู้ใช้งานจะควบคุมหุ่นยนต์ด้วยมือไปยังตำแหน่งที่ทำงานอย่างคร่าวๆ และป้อนค่านั้นให้เป็นจุดทำงาน (Operating Point) สำหรับการป้อนค่าที่ทำเพียงไม่กี่ครั้งนี้ทำให้เกิดค่าเบี่ยงเบนที่ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนเพียงไม่กี่มิลลิเมตรเท่านั้น ต่อจากนั้นหุ่นยนต์จะวิ่งไปตามรูปทรงของชิ้นส่วนและเรียนรู้ตำแหน่งที่ต้องการจริงๆ ด้วยฟังก์ชัน “Automatic Path Learning” ภายในเวลาที่ค่อนข้างสั้นก็จะได้เส้นทางที่ซับซ้อนที่สมบูรณ์แบบออกมา ดังนั้นจึงสามารถลดการโปรแกรมมิ่งที่เสียเวลา และค่าใช้จ่ายลงได้

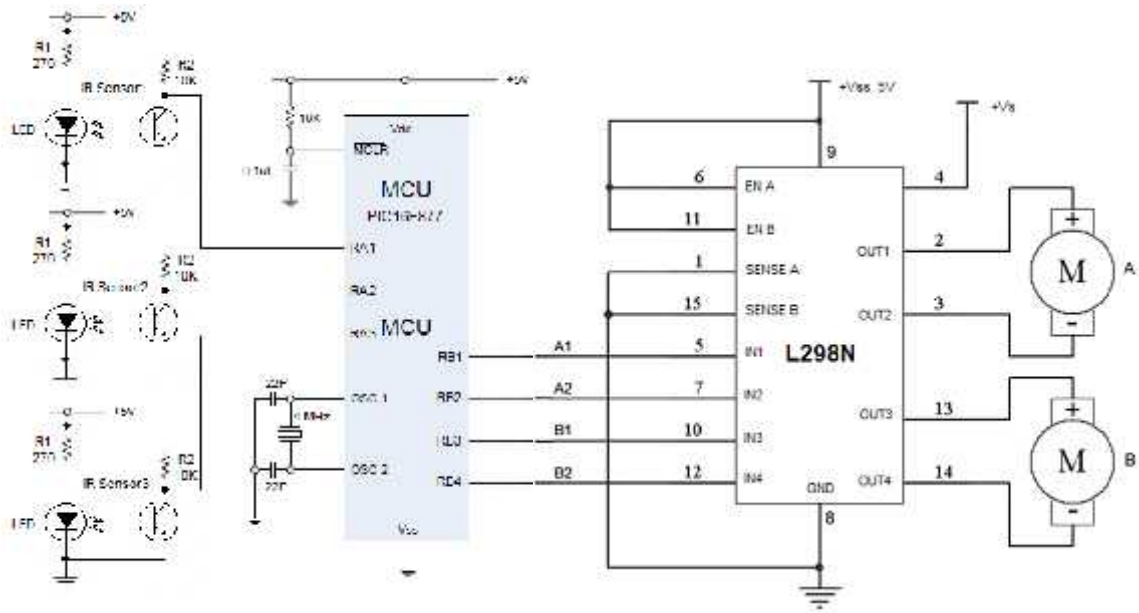
5.3 หุ่นยนต์จะช่วยปรับความเร็วให้เหมาะสม (Speed Change) ทำหน้าที่ในการรักษาความเร็วในการเคลื่อนย้ายวัตถุให้คงที่ในขณะที่ทำงานโดยเปลี่ยนแปลงความเร็วของหุ่นยนต์ เมื่อแรงเสียดทานในการทำงานมีมากเกินไป ซอฟต์แวร์ก็จะลดความเร็วในการป้อนของแขนหุ่นยนต์โดยอัตโนมัติและรักษาแรงในการทำงานให้คงที่ นอกจากนั้นด้วยวิธีนี้หุ่นยนต์ยังจะช่วยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานหรือเครื่องมือที่อาจจะเกิดจากโหลดทางแมกคานิกหรือทางความร้อนที่มากเกินไป ทั้งความเร็วในการทำงานของหุ่นยนต์ที่เหมาะสมและการลดความเสี่ยงที่ชิ้นงานจะเกิดความเสียหาย รวมทั้งความแน่นอนของกระบวนการที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มการผลิตและความคุ้มค่าของกระบวนการทำงานทั้งหมดให้สูงขึ้นด้วย

5.4 แนวคิดเกี่ยวกับการใช้ IR Sensor ตรวจจับเส้น การใช้อุปกรณ์ตรวจจับเส้นก็เพื่อส่งค่าไปควบคุมมอเตอร์ของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 10.2 ใช้เซ็นเซอร์ 3 ตัวและตัวที่เจอเส้นจะเป็นสีแดง



รูปที่ 10.2 การตรวจจับเส้นของ IR Sensor จำนวน 3 ตัว

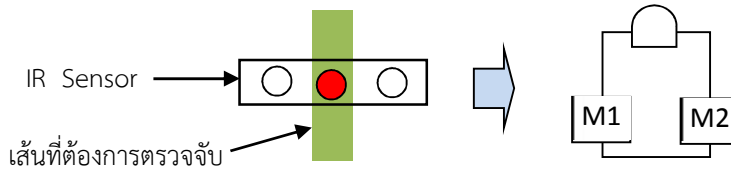
6. วงจรการทดลอง



รูปที่ 10.3 วงจรทดลองตามใบงานที่ 10²³

7. การทำงานของโปรแกรม

เมื่อ IR Sensor1 ตรวจจับเส้นได้ให้หลอด L1 ติด เมื่อ IR Sensor2 ตรวจจับเส้นได้ให้หลอด L2 ติด และเมื่อ IR Sensor3 ตรวจจับเส้นได้ให้หลอด L3 ติด ลักษณะการตรวจจับเส้นดังรูปที่ 10.4



รูปที่ 10.4 Sensor ตรวจจับเส้นเพื่อส่งค่าไปควบคุมมอเตอร์ของหุ่นยนต์

8. โปรแกรมคำสั่งภาษาเบสิก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

²³ สมบูรณ์ เนียมกล้า. เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller. กรุงเทพฯ : เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด, 2549

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ไดอะแกรมแสดงเวลาการทำงาน (Timing Diagram) ของโปรแกรม



.....

.....

.....

.....

11. อธิบายความหมายของหุ่นยนต์อัตโนมัติ หุ่นยนต์โปรแกรมตนเองและหุ่นยนต์ปรับความเร็ว

.....

.....

.....

.....

.....

12. เขียนวงจรจำลองการทำงาน โดยใช้โปรแกรม Proteus หลังจากจากนั้นให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

12.1 ดาวน์โหลดโปรแกรมลงตัวชิปแล้วทำการ RUN โปรแกรม และทดลองโปรแกรม

12.2 บันทึกผลการทดลอง จากการทดลองตามข้อ 12.1

.....

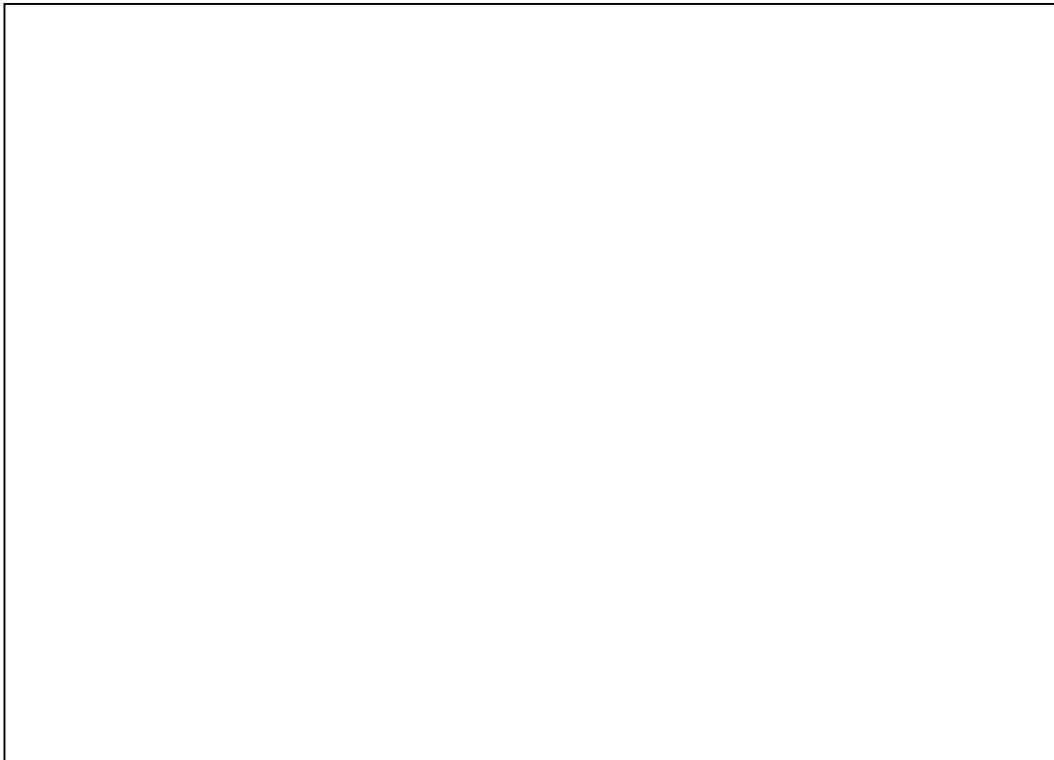
.....

.....

.....

.....

12.3 Print Out รูปที่ทำการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาติดในกรอบที่กำหนดให้



ภาคผนวก ข

- บันทึกข้อความแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินชุดฝึกและใบงาน
- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงานการทดลอง
- หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดฝึก
- แบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์



บันทึกข้อความ

ว.บ.พ. ๑๗
วันที่ ๑๗ พ.ย.
๒๕๕๘

ส่วนราชการ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์
ที่ ขพ. พิเศษ / ๒๕๕๘ วันที่ ๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๘
เรื่อง แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินชุดฝึกและใบงาน

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์
อ้างถึง บันทึกข้อความที่ ขพ. พิเศษ / ๒๕๕๘ ลงวันที่ ๙ พ.ย. ๒๕๕๘

| | |
|--|--------------|
| สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ร่างหนังสือส่งออกถึงผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน | จำนวน ๓ แผ่น |
| ๒. แบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ | จำนวน ๒ แผ่น |
| ๓. แบบประเมินใบงานการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ | จำนวน ๒ แผ่น |

ตามบันทึกข้อความที่อ้างถึง เรื่องรายงานการพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ รายละเอียด
ทราบแล้วนั้น


ในการนี้ ข้าพเจ้าได้จัดทำแบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตาม
เส้นแบบอัตโนมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบแบบประเมิน ดัง
รายนามต่อไปนี้

| | | |
|----------------|-----------|---------------------------------------|
| ๑. นางสาวลักษณ | จันทร์หอม | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ |
| ๒. นายอำนาจ | แสงโชติ | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ |
| ๓. นายอลงกรณ์ | เลิศปัญญา | ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ |

จึงเรียนมาเพื่อโปรด

๑. ทราบและพิจารณาอนุญาต
๒. ลงนามในร่างหนังสือส่งออก

ว่าที่ร้อยเอก 
(พลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์)
ตำแหน่ง ครู อันดับ คศ. ๓

ลงชื่อ 
(นายประดิษฐ์ โชติโรสง)
หัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง




รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงานการทดลอง

1. ดร.ธิปดี ภาสว่าง : ปทส.ครูเทคนิคไฟฟ้าสื่อสาร, คอม.วิศวกรรมไฟฟ้า,
ปรด.วิศวกรรมเครื่องกล
ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. ดร.ดวงทรัพย์ จงใจภักดิ์ : อส.บ.วิศวกรรมไฟฟ้า, ค.อ.ม.ไฟฟ้า, วท.ด.พลังงานทดแทน
ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
3. นายปรัชญา ประยงค์หอม : ปทส.ครูเทคนิคไฟฟ้ากำลัง, ค.อ.ม.ไฟฟ้า
ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
4. นายพิทักษ์ สุธรรม : ปทส.ครูเทคนิคไฟฟ้ากำลัง, คอม.วิศวกรรมไฟฟ้า
ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
5. นายฉัตรวิวัฒน์ ธรรมานุกุล : ปทส.ครูเทคนิคไฟฟ้ากำลัง, วศ.บ.วิศวกรรมไฟฟ้า
ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



ที่ ศธ ๐๖๒๘.๖/ว ๓๗๒๕

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ถนนจिरะ
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์

เรียน ดร.ธิปดี ภาสว่าง ครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบประเมินใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย ว่าที่ร้อยเอกพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำแบบประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๑๑ ปัจจุบันได้ปรับปรุงมาเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ ชื่อวิชาคงเดิมแต่เปลี่ยนรหัสวิชาเป็น ๓๑๐๔ - ๒๑๐๓ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาดังกล่าวนี้

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ ประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังที่แนบมานี้ว่า การสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการแสดงความคิดเห็นของท่านจะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงให้ชุดฝึกให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญเลิศ สัสสี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐ ๔๔๖๑ ๑๐๗๙ ต่อ ๒๐๗

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๑๔๗๒



ที่ ศธ ๐๖๒๘.๖/ว ๓๗๒๕

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ถนนจيزة
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์

เรียน ดร.ดวงทรัพย์ จงใจภักดิ์ ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบประเมินใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย ว่าที่ร้อยเอกพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำแบบประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๑๑ ปัจจุบันได้ปรับปรุงมาเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ ชื่อวิชาคงเดิมแต่เปลี่ยนรหัสวิชาเป็น ๓๑๐๔ - ๒๑๐๓ ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาดังกล่าวนี้

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ ประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังที่แนบมานี้ว่า การสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการแสดงความคิดเห็นของท่านจะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงให้ชุดฝึกให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญเลิศ สัสสี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐ ๔๔๖๑ ๑๐๗๙ ต่อ ๒๐๗

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๑๔๗๒



ที่ ศธ ๐๖๒๘.๖/ว ๓๗๒๕

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ถนนจิระ
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์

เรียน นายปรัชญา ประยงค์หอม ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

| | |
|---|-------------|
| สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ | จำนวน ๑ ชุด |
| ๒. แบบประเมินใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ | จำนวน ๑ ชุด |

ด้วย ว่าที่ร้อยเอกพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำแบบประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๑๑ ปัจจุบันได้ปรับปรุงมาเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ ชื่อวิชาคงเดิมแต่เปลี่ยนรหัสวิชาเป็น ๓๑๐๔ - ๒๑๐๓ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาดังกล่าวนี้

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ ประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังที่แนบมานี้ว่า การสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการแสดงความคิดเห็นของท่านจะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงให้ชุดฝึกให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญเลิศ สีสสี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐ ๔๔๖๑ ๑๐๗๙ ต่อ ๒๐๗

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๑๔๗๒



ที่ ศธ ๐๖๒๘.๖/ว ๓๗๒๕

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ถนนจิระ
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์

เรียน นายฉัตรธีวัฒน์ ธรรมานุกุล ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบประเมินใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย ว่าที่ร้อยเอกพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำแบบประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๑๑ ปัจจุบันได้ปรับปรุงมาเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ ชื่อวิชาคงเดิมแต่เปลี่ยนรหัสวิชาเป็น ๓๑๐๔ - ๒๑๐๓ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาดังกล่าวนี้

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ ประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังที่แนบมานี้ว่า การสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการแสดงความคิดเห็นของท่านจะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงให้ชุดฝึกให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญเลิศ สัสสี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐ ๔๔๖๑ ๑๐๗๔ ต่อ ๒๐๗

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๑๔๗๒



ที่ ศธ ๐๖๒๘.๖/ว ๓๗/๒๕

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ถนนจिरะ
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๑๐ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์

เรียน นายพิทักษ์ สุธรรม ครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบประเมินชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบประเมินใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย ว่าที่ร้อยเอกพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำแบบประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา ๓๑๐๔ - ๒๐๑๑ ปัจจุบันได้ปรับปรุงมาเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ ชื่อวิชาคงเดิมแต่เปลี่ยนรหัสวิชาเป็น ๓๑๐๔ - ๒๑๐๓ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาดังกล่าวนี้

วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่า ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ ประเมินชุดฝึกและใบงานไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังที่แนบมานี้ว่า การสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ฯ ดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการแสดงความคิดเห็นของท่านจะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงให้ชุดฝึกให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญเลิศ สัสสี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ฝ่ายวิชาการ

โทร. ๐ ๔๔๖๑ ๑๐๗๔ ต่อ ๒๐๗

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๑๔๗๒

แบบประเมิน

ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ

ผู้ประเมิน ครูผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์และทำหน้าที่สอนในประเภทวิชา
อุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

คำชี้แจง แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความถูกต้องเหมาะสมของชุดฝึก ไมโครคอนโทรลเลอร์
ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ และใช้ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นแนวทางในการ
ปรับปรุงชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เกณฑ์การประเมิน

- 5 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ มาก
- 3 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง มีความคิดเห็นต่อข้อคำถามในระดับ น้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ตามสภาพความเป็นจริง

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. ตำแหน่ง

- ครูแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์
 ครูแผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง

3. ประสบการณ์การทำงาน

- 1 - 5 ปี 6 - 10 ปี
 11 - 15 ปี มากกว่า 15 ปี

4. ประสบการณ์สอนในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์หรือครูที่ปรึกษาการจัดทำหุ่นยนต์

- 1 - 5 ปี 6 - 10 ปี
 11 - 15 ปี มากกว่า 15 ปี

5. ระดับการศึกษา

- ปริญญาตรี ปริญญาโท
 ปริญญาเอก

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็ก
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ที่เหมาะสมตามความคิดเห็นของท่าน

| ลำดับ ที่ | คำถามความคิดเห็น | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | <u>ด้านตัวหุ่นยนต์</u> | | | | | |
| 1 | รูปร่างลักษณะดึงดูดความสนใจในการใช้ชุดฝึก | | | | | |
| 2 | มีความเหมาะสมกับระดับของนักศึกษาที่ทำการทดลอง | | | | | |
| 3 | ชุดฝึกที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้ดี | | | | | |
| 4 | ชุดฝึกสามารถสร้างประสบการณ์จากการใช้ชุดฝึก | | | | | |
| 5 | ชุดฝึกใช้งานได้สะดวกและเป็นไปตามขั้นตอน | | | | | |
| 6 | ชุดฝึกมีลำดับขั้นตอนสัมพันธ์กับใบงาน | | | | | |
| 7 | มีความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการฝึก | | | | | |
| 8 | มีความปลอดภัยในการทดลอง | | | | | |
| 9 | การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม | | | | | |
| 10 | รูปร่างหรือขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสม | | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

| ลำดับ ที่ | คำถามความคิดเห็น | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | <u>ด้านใบงานการทดลอง</u> | | | | | |
| 1 | มีความสอดคล้องของเนื้อหาใบงานกับวัตถุประสงค์ | | | | | |
| 2 | เนื้อหาทฤษฎีประกอบใบงานมีความเหมาะสมของ | | | | | |
| 3 | เนื้อหาทฤษฎีประกอบใบงานมีความถูกต้อง | | | | | |
| 4 | มีความสอดคล้องของการนำเสนอแต่ละใบงาน | | | | | |
| 5 | มีความสอดคล้องระหว่างวงจรการทดลองกับเนื้อหา | | | | | |
| 6 | มีความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหาประกอบใบงาน | | | | | |
| 7 | มีความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมาย | | | | | |
| 8 | มีความถูกต้องระหว่างวงจรการทดลองกับเนื้อหา | | | | | |
| 9 | มีความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหาแต่ละใบงาน | | | | | |
| 10 | มีความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง | | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

| ลำดับ ที่ | คำถามความคิดเห็น | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | ด้านแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง | | | | | |
| 1 | ข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 2 | จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 3 | คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน | | | | | |
| 4 | คำถามไม่คลุมเครือมีความชัดเจน | | | | | |
| 5 | ความยากง่ายของคำถามมีความเหมาะสม | | | | | |
| 6 | คำตอบมีความลวงเพียงพอ | | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

| ลำดับ ที่ | คำถามความคิดเห็น | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | | | | | |
| 1 | ข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 2 | จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| 3 | คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน | | | | | |
| 4 | คำถามไม่คลุมเครือมีความชัดเจน | | | | | |
| 5 | ความยากง่ายของคำถามมีความเหมาะสม | | | | | |
| 6 | คำตอบมีความลวงเพียงพอ | | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง.....

สถานศึกษา.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาสละเวลาสำหรับการตรวจและประเมินใบงานการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ สำหรับการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงใบงานให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ว่าที่ร้อยเอก พลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์

ภาคผนวก ฅ

- ภาพการพบผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินใบงานและชุดฝึก
- ภาพการพบทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน
- วุฒิบัตรผ่านการอบรมก่อนเลื่อนวิทยฐานะผู้เชี่ยวชาญ

ภาพการพบผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินใบงานและชุดฝึก



พบ นางสาวลักษณ จันทร์หอม ครู คศ.4 ผู้เชี่ยวชาญ



พบ นายอำนาจ แสงโชติ ครู คศ.4 ผู้เชี่ยวชาญ



พบ ดร.อลงกรณ์ เลิศปัญญา ครู คศ.3 ผู้เชี่ยวชาญ

ภาพการพบทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน



ดร.ธิปดี ภาสว้าง ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน



ดร.ดวงทรัพย์ จงใจภักดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน



นายปรัชญา ประยงค์หอม ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน



นายพิทักษ์ สุธรรม ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน



นายฉัตรวิวัฒน์ ธรรมานุกฤต ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินชุดฝึกและใบงาน

ภาคผนวก ญ
เอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการ



การประชุมวิชาการ ระดับชาติ

มอบ.วิจัย ครั้งที่ 11

อาคารเทพรัตนสิริปภา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

13-14 กรกฎาคม 2560

รวมบทคัดย่อ ABSTRACTBOOK



กำหนดการประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 11
ความหลากหลายทางจุลชีวัน : รู้เท่าทันและการประยุกต์

วันพฤหัสบดีที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ.2560

08.00 - 09.00 น. ลงทะเบียน

09.00 - 09.45 น. พิธีเปิด

กล่าวรายงานโดย ผศ.ดร.พรทิพย์ ไวกูม ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายบริการวิชาการ
กล่าวเปิดโดย รศ.ดร.นงนิตย์ อีระวัฒน์สุข อธิการบดีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พิธีมอบรางวัลผลงานวิจัยดีเด่น

09.45 - 10.45 น. บรรยายพิเศษ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ความสำคัญ การรู้เท่าทัน และ
การใช้ประโยชน์ในบริบทประเทศและบริบทโลก

โดย รศ.ดร.นภาพรณ นพรัตน์ภรณ์

นายกสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

10.45 - 11.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

11.00 - 12.00 น. บรรยายพิเศษ เรื่อง Mushroom and its capability for sustainable benefit

โดย Prof.Dr.Tadanori AIMI

Tottori University, Japan

12.00 - 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน ณ ห้อง ballroom C

13.00 - 16.30 น. นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย

- งานวิจัยด้านสุขภาพ ณ ห้อง ballroom AB
- งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ ห้อง U2
- งานวิจัยด้านการศึกษาศูนย์เพาะพันธุ์ปัญญา ณ ห้อง U3
- งานวิจัยด้านการศึกษาศูนย์เพาะพันธุ์ปัญญา ณ ห้อง U6

นำเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ ประเมินการนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ ณ ลานกิจกรรม

การนำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย “งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี”
วันพฤหัสบดีที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ณ ห้อง U2

เวลา 13.00- 16.00 น. ประธาน : ผศ.ดร.รักเกียรติ จิตคดี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

1. การคัดแยกยีสต์และศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อมอะโซ
นางสาวนุรดา สะบาหามาเลาะ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ผลของซิลิกอนต่อคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์และปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าว 4 พันธุ์
ภายใต้สภาวะความเครียดเกลือ
นางสาวนิภาพร บุญชอบ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
3. การตัดแปรรูปเลือกไข่ด้วยกรดสแตยริกเพื่อใช้เป็นสารตัวเติมในยาง
นายจักรวาล คงอ่อน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
4. ผลของการปรับปรุงพื้นผิวเปลือกไข่ต่อสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ
นายบัณฑิต คำศรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
5. การปรับปรุงการผลิตในขั้นตอนการกลายายายืด: กรณีศึกษา
รศ.ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
6. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเคลื่อนที่
อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาไฟฟ้า
นายพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์
7. การพัฒนาระบบรับส่งไฟล์งานบนอินเทอร์เน็ตสำหรับช่วยในการศึกษา กรณีศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รศ.ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
8. ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิงของการคาดผิวด้วยคอนกรีตพูน
นายณัฏกิจ ชารีรัตน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็ก เคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาไฟฟ้า

พลวิรัฐ วัฒนันท์พงษ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

E-mail : Ponvrat@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ชุดฝึกที่สร้างขึ้นประกอบด้วย อุปกรณ์การทดลอง ใบงานการทดลอง แบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพทำโดยนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 15 คน การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทำโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบท้ายใบงานการทดลอง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้น นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพชุดฝึก E_1/E_2 ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดฝึกที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.43/80.57 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

คำสำคัญ : ชุดฝึก หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์



An Implement and to Validate the Efficiency of an Experimental Set for the Topic of Automatic Mobile Robot Operational Control for a Class of Microcontroller, Electrical Power Department

Ponvirat Ratananphong

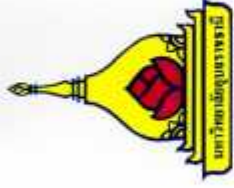
Department of Electrical Power, Buriram Technical College, Vocational Education Commission, Ministry of Education
E-mail : Ponvirat@gmail.com

Abstract

The objectives of this research are to implement and to validate the efficiency of an experimental set for the topic of automatic mobile robot operational control. The developed experimental set consists of experimental hardware, Laboratory instruction manual, and the examination papers after the experiments and after the course. The experimental set learning objectives cover the topic of automatic mobile robot operational control which is a part of microcontroller course. The efficiency validation has been achieved by applying the experimental set to 15 certificate level students, the second year electrical power students who enrolled in the subject of microcontroller opened in the second semester of 2016 academic year at The Buriram Technical College. The experimental set validation can be done by requesting the students to do two tests, after the laboratory test and final test. The results would be brought to verify the efficiency based on E_1/E_2 scheme. The research results reveal that the developed experimental set has the efficiency of 81.43/80.57 which is higher than the standard criteria according to the prior hypothesis.

Keywords : Experimental, Automatic Mobile Robot, Microcontroller





มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มอบเกียรติบัตรนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ว่าที่ร้อยเอกพลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์

ได้นำเสนอผลงานวิจัย

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็ก
เคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาไฟฟ้า

ภาคบรรยาย ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ ๑๑

ณ วันที่ ๑๓ กรกฎาคม พุทธศักราช ๒๕๖๐

(รองศาสตราจารย์ ดร.นงนิตย์ ชีระวัฒน์สุข)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

การประชุมวิชาการ ระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 11
ณ อาคารเทพรัตนสิริปภา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 13-14 กรกฎาคม 2560



การประชุมวิชาการ ระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 11
ณ อาคารเทพรัตนสิริปภา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 13-14 กรกฎาคม 2560



บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. รายงานประจำปี 2546. กรุงเทพฯ : 2546.

กฤษณะ สุวรรณบวร. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองเรื่องการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาคุรุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

กฤษดา ใจเย็น และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไลย์ **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877**. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์,

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. **ชุดการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

กิดานันท์ มลิทอง. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

จริยา เหนียนเฉลย. **เทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2535.

จำนง พุ่มคำ. **การศึกษาปัญหาความต้องการและการใช้สื่อการสอนของอาจารย์แผนกเครื่องกล ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. วิทยานิพนธ์คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาคุรุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2523.

ชม ภูมิภาค. **เทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประสานมิตร, 2526.

ชูศักดิ์ โสชะรา. **การพัฒนาชุดการสอน เรื่องคำสั่งพื้นฐานการควบคุมหุ่นยนต์ วิชาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2553.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เจริญผล, 2544.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. **การสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่ 1-5**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2529.

เชียรศรี วิวิศศิริ. **สื่อสำหรับการศึกษาผู้ใหญ่และการศึกษานอกโรงเรียน**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. **เทคโนโลยีการสอน การออกแบบและพัฒนา**. กรุงเทพมหานคร : เดียนสโตร์, 2533.

_____. **เทคโนโลยีทางการศึกษา หลักการแนวปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2526.

ทองใบ นี้อุ่นจิตร. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์และทักษะการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอบแบบประเวศ และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ คุรุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2548.

- บงกช บุญเจริญ. การศึกษาผลการใช้สื่อการสอนชุด Amazing Word ในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเซนต์หลุยส์ ฉะเชิงเทรา. 2553.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2535.
- บุญรอด ทองสว่าง. พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการรายวิชาหุ่นยนต์เบื้องต้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบสิก สแตมป์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2553.
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม. “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน”. ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษาหน่วยที่ 5. นนทบุรี : บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2545.
- ปรัชวี สวามิวัศค์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการและการแก้สมการโดยใช้ชุดฝึกเสริมทักษะคณิตศาสตร์กับการวัดการเรียนรู้ตามคู่มือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต เชียงราย : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2550.
- เป็รื่อง กุมุท. เทคนิคการฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2521
- ผจญ ชันชะชนะ. การสอนวิชาช่างอุตสาหกรรม. สามเจริญพานิช, 2529.
- เผชิญ กิจระการ. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2). วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2554.
- พลวิรัฐ รัชอนันท์พงษ์. การศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของผู้บริหาร ครูที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำหน้าที่สอนในประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและสาขาอิเล็กทรอนิกส์ สังกัดวิทยาลัยเทคนิค สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เกี่ยวกับความสอดคล้องของจุดประสงค์สาขาวิชาไฟฟ้า มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ จุดประสงค์รายวิชา กับการสร้างและพัฒนาชุดฝึกไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมหุ่นยนต์เล็กเดินตามเส้นแบบอัตโนมัติ. วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2558.
- พณาฤทธิ์ เศรษฐกุล. การศึกษาเกี่ยวกับความต้องการและการใช้สื่อการสอนในการสอนวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของอาจารย์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2521.
- พิมพ์พรรณ เทพสุมาธานนท์. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์, 2531.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
- มณฑล แสงประไพทิพย์. การสร้างชุดการสอนเรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเบื้องต้น ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2537. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. การวัดผลและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

- ยุวดี บุตรวงษ์. **อาชีพะเพินหาสื่อการเรียนรู้ไอซีทีต้นแบบสำหรับจัดการสอนในทศวรรษที่21.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :<http://www.vec.go.th>. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 กรกฎาคม 2558).
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.** คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.
- ลัดดา ศุขปรีดี. **เทคโนโลยีการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.
- ลัดดา ศุขปรีดี. **เทคโนโลยีการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พิมพ์, 2522.
- วรวิทย์ ชุ่มเชย. **ผลการใช้ชุดฝึกทักษะการติดตั้งไฟฟ้า เรื่อง การเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลัง สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพเวียงชัย จังหวัดเชียงราย.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2548.
- วรสุดา บุญยะไวโรจน์. **การพัฒนาทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา เรื่องนำรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. **สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษา และการสอนร่วมสมัย.** กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์, 2531.
- วาสนา ขาวหา. **เทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2522.
- วิทยา ประยงค์พันธ์ และอำนาจ ทองผาสุก, ผู้บรรยาย. **เทคนิคการสอนปฏิบัติ.** คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.
- วิบูลย์ ตามสัญญา. **การศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้บริหารและอาจารย์ในด้านสื่อการเรียนการสอนในวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มภาคกลาง กรมอาชีวศึกษา.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.
- วีรติ อัครวานวัตร. **เอกสารการสอนวิชาวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
- วันชัย ทองสุขโข. **การศึกษาสภาพปัญหาความต้องการใช้สื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษาของครู-อาจารย์และนักศึกษาในวิทยาลัยเทคนิคเขตการศึกษา 9.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.
- วัชรินทร์ เคารพ. **เรียนรู้และเข้าใจสถาปัตยกรรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877.** กรุงเทพฯ : บริษัท อีทีที จำกัด, 2547.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. **ทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.
- ศิริพงษ์ พิทอง. **การใช้สื่อการเรียนการสอนของครูแกนนำในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น.** รายงานการค้นคว้าอิสระ การศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.

- สมบูรณ์ เนียมกล้า. **เรียนรู้และประยุกต์ใช้งาน PIC Microcontroller**. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโพรดักส์ จำกัด, 2549.
- สมบูรณ์ สงวนญาติ. **เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2534.
- สมบูรณ์ ต้นยะ. **การประเมินทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2545.
- สมยศ เจตน์เจริญรักษ์. **การศึกษาข้อมูลประกอบการวางแผนและพัฒนาฝ่ายสื่อการเรียนการสอนของสถานศึกษาอาชีวะ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ศรีนครินทร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2524.
- สาธิต มั่นคง. **การศึกษาสภาพปัญหาความต้องการ การใช้สื่อการสอนของอาจารย์ในคณะทันตแพทยมหาวิทยาลัยขอนแก่น**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.
- สุกัญญา โปธิสุวรรณ. **การพัฒนาแบบฝึกทักษะการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การประถมศึกษา) เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2541.
- สุนันท์ สังข์อ่อนง. **สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2526.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. **การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน**. สำนักพิมพ์โกสินทร์, 2547.
- สุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ. **เอกสารประกอบการบรรยาย การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf> (วันที่ค้นข้อมูล : 14 พฤศจิกายน 2559).
- สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต. **การผลิตวัสดุเทคโนโลยีการศึกษา**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- สุราษฎร์ พรหมจันทร์. **การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.
- สัมพันธ์ พันธุ์พฤกษ์. **การวัดและประเมินผลทางการศึกษา**. ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2557**, 2547.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. **เทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- อนิวรรณ พลรักษ์. **การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน**. ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.

- อภิภู สิทธิภูมิมงคล. การพัฒนาชุดฝึกอบรมการวิจัยชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาและการทดลองใช้นวัตกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.
- อนิวรรณ พลรักษ์. การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.
- อำภา บุญช่วย. การบริหารงานวิชาการในโรงเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ เอสพริ้นติ้งเฮ้าส์, 2537.
- Dale Edgar, **Audiovisual Method in Teaching**. 3 rd.ed., The Dryden Press Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1969. 719 P.
- Dunham, Linda G. “Media Utilization Practices Preferences of Teachers in Area Vocational-Technical School in Oklahoma,” **Dissertation Abstracts International**. 48(1) : 110-A : July, 1987.
- Erickson, Cariton W.H. and David H Curl. **Fundamentals of Teaching with Audio Visual Technology**. 2nd ed. New York :Macmillam, 1972.
- Gerlarch, Vermon S. and Donal P. Ely. **Teaching and Media A Systematic Approach**. New Jersey : Prentice-Hall, 1971.
- Good, Carter V. **Dictionary of Education**. New York : Mc Graw-Hill Book, 1959.
- Herzog. Nancy Am Kolstra. “Language Learning Strategic in an English as a ‘Second Language Junior High School Classroom,” **Dissertation Abstracts International**. 57(1) : 77-A ; July, 1996.
- Tsao. Chen Chen. “The Need Assessment of Central Ohio Secondary Vocational Teachers Educational Technology Competency,” **Dissertation Abstracts International**. 60(8) : 2768-A : February, 2000.

<http://www.microchip.com>