

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ ด้วยพีแอลซี โดยที่ผู้วิจัยได้ทำการการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกผู้วิจัยได้แบ่งรายละเอียดต่างๆ ออกเป็น 8 หัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 ความหมายของชุดการสอน
- 2.2 ประโยชน์และคุณค่าของชุดการสอน
- 2.3 ประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน
- 2.4 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอน
- 2.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดฝึก
- 2.6 การวัดและประเมินผลการเรียน
- 2.7 การวัดและประเมินผลงานปฏิบัติ
- 2.8 เนื้อหาหลักที่เกี่ยวข้อง
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของชุดการสอน

จากการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการจัดสร้างชุดการสอนหรือชุดการเรียนการสอน (Instructional Module) นักการศึกษาหลายๆ ท่านได้กล่าวถึงความหมายไว้ดังนี้

ชุดการสอน (Teaching Package) คือ การรวบรวมสื่อการสอนอย่างสมบูรณ์ตามแบบแผนที่ตั้งไว้ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอน ชุดการสอนเป็นสื่อประสมสำเร็จรูป เพื่อให้ครูใช้ในการสอนโดยที่ครูไม่ต้องเตรียมสื่ออื่นๆ หรือวางแผนการสอนใหม่ ภายในชุดการสอนจะมีสื่อและแนะนำวิธีการสอนพร้อมที่จะให้ครูไปใช้สอนได้ทันที โดยไม่มีข้อยุ่งยากใดๆ เพียงแต่ครูพิจารณาว่า จุดมุ่งหมายของชุดการสอนตรงกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ครูก็สามารถนำชุดการสอนไปใช้ได้ (ถัดดา, 2522: 30)

ชุดการเรียนการสอน หมายถึง การวางแผนการสอนโดยใช้สื่อต่างๆ ร่วมกันว่า (Multi media Approach) หรือหมายถึง การใช้สื่อผสม (Multi media) เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้

กว้างขวาง และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยจัดไว้เป็นชุดๆในลักษณะของหรือกล่อง (วาสนา, 2525: 138)

ชุดการสอน(Instructional Module) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อันประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา และวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุดเพื่อจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้และช่วยให้ครูดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกันอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และยังทำให้ประหยัดเวลาในการเตรียมสอนทำให้การสอนเรื่องต่างๆบรรลุวัตถุประสงค์เดียวกันด้วยวิธีเดียวกัน (เสาวนีย์, 2528: 291)

ชุดการสอน เป็นการนำสื่อการเรียนการสอนหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในรูปแบบของสื่อประสม (Multi media) โดยการใช้สื่อประสมนี้เป็นการนำสื่อดัดแปลงประเภทตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมาใช้ ร่วมกับการเรียนการสอนซึ่งอาจเป็นการใช้ร่วมกับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือการศึกษารายบุคคล (กิดานันท์, 2531: 81)

สรุปได้ว่า ชุดการเรียนหรือชุดการสอน หมายถึง ชุดสื่อประสม (Multi media) ที่มีไว้เพื่อ ส่งเสริมการสอนเพื่อการเรียนรู้ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพและ เป็นไปในแนวทางเดียวกัน

2.2 ประโยชน์และคุณค่าของชุดการสอน

ชุดการสอนมีประโยชน์และคุณค่าในการเรียนการสอนอยู่หลายประการ คือ

2.2.1 ชุดการสอนช่วยลดภาระของผู้สอน เมื่อมีชุดการสอนสำเร็จรูปอยู่แล้ว ครูผู้สอนจะ ดำเนิน การสอนตามคำแนะนำที่มีไว้ให้ ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ ครูผู้สอนมีเวลาเตรียมการสอน ทดลอง และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเนื้อหาตามชุดการสอนกำหนด ทำให้ครูมีประสบการณ์กว้างขวางขึ้น ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการสอนของครู

2.2.2 ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน ครูผู้สอนแต่ละคนย่อมมีความรู้ความสามารถ ในการถ่ายทอดความรู้แตกต่างกัน ในเรื่องเดียวกันผู้เรียนอาจได้รับความรู้และรับรายละเอียดต่างๆ เป็นคนละแนวไม่เท่ากัน ชุดการสอนมีจุดมุ่งหมายชัดเจนที่เป็นพฤติกรรม (Behavioral Objective) มีข้อแนะนำกิจกรรมการใช้สื่อ และข้อสอบประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนไว้อย่างพร้อมมูล

2.2.3 ชุดการสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนอย่างเชื่อถือได้ เพราะชุดการสอนผลิต ขึ้นด้วยวิธีการเข้าสู่ระบบ (System Approach) โดยผู้เชี่ยวชาญหลายๆด้าน เช่น ผู้เชี่ยวชาญวิชา เฉพาะนั้นๆ นักเทคโนโลยีทางการศึกษา นักจิตวิทยา ผู้เชี่ยวชาญการวัดผล ครู ผู้เรียน ผู้ปกครอง ร่วมกัน ผลิตชุดการสอนโดยมีการทดลองใช้ และปรับปรุงจนกระทั่งแน่ใจว่าได้ผลดีหลายครั้งใน

สถานการณ์ที่กำหนดไว้ จึงนำออกมาใช้ทุกๆ ไป เพื่อให้แน่ใจว่าครูได้ใช้ชุดการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ (ลักดา, 2522: 31)

2.2.4 ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องกล อวัยวะภายในร่างกาย การเจริญเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ ฯลฯ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี (ชัยยงค์และคณะ, 2523: 121)

2.2.5 ช่วยให้ครูไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมเนื้อหา และสร้างสื่อการสอนขึ้นเอง ช่วยลดภาระของผู้สอน หรือผู้ให้การอบรม เมื่อมีชุดฝึกอบรมสำเร็จรูปแล้ว (ชม, 2524: 99)

2.2.6 สร้างความพร้อม และความเชื่อมั่นแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนได้ผลิตอย่างมีระบบตามขั้นตอน มีประสิทธิภาพและเก็บรักษาไว้เป็นชุดๆ อย่างมีระเบียบสามารถนำไปใช้ได้ตลอดเวลา (สมหญิง, 2529: 72)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดพอสรุปได้ว่า ชุดการสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนอย่างเชื่อถือได้ ลดภาระของผู้สอน ผู้สอนมีเวลาค้นคว้าเพิ่มเติมมากขึ้น ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวทางเดียวกัน ถ่ายทอดเนื้อหาที่ยากได้ ไม่ต้องใช้เวลาคิดค้นมากและทำให้ครูมีความเชื่อมั่นในการสอน

2.3 ประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน

ชุดการสอนแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ 3 ประเภท คือ

2.3.1 ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรมและสื่อการสอนให้ครูใช้ประกอบการสอนแบบบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น เนื่องจากเป็นชุดการสอนที่ครูเป็นผู้ใช้ บางครั้งเรียกว่าชุดการสอนสำหรับผู้สอน ชุดการสอนประกอบคำบรรยายจะมีเนื้อหาเพียงอย่างเดียวโดยแบ่ง เป็นหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น สื่อที่ใช้อาจเป็นแผ่นคำสอน สไลด์ประกอบเสียงบรรยายในเทป แผนภูมิ แผนภาพ ภาพยนตร์ โทรทัศน์และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายตามปัญหา และหัวข้อที่ครูกำหนดไว้เพื่อความเรียบร้อย ในการใช้ชุดการสอนประเภทนี้ มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะกับจำนวนของสื่อการสอน (ไชยยศ, 2526: 197)

ชุดการสอนนี้จะประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ที่สำคัญคือ (วาสนา, 2525: 138-139)

2.3.1.1 คู่มือครูที่ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายละเอียดของเนื้อหาวิชา วิธีดำเนินการสอน รายการบอกชนิด คำแนะนำในการใช้สื่อการสอนตามลำดับและหนังสือประกอบการค้นคว้าสำหรับครู

2.3.1.2 สื่อการเรียนการสอน (Instructional Media) ที่ใช้ประกอบการสอนซึ่งมีหลายชนิดเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมาย

2.3.1.3 แบบฝึกหัดเสริมทักษะ

2.3.1.4 แบบทดสอบที่ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการเรียนการสอน

2.3.2 ชุด การสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดการสอนแบบกิจกรรมที่ยึดระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วย และหัวข้อเรื่องที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มประกอบไปด้วยชุดการสอนที่มีจำนวนเท่ากับศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีหน่วยการเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้นๆ สื่อที่ใช้ในศูนย์จัดไว้ในรูปสื่อประสมอาจใช้สื่อรายบุคคลหรือสื่อสำหรับกลุ่มที่ผู้เรียนทั้งศูนย์จะใช้ร่วมกัน ผู้เรียนที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะที่เริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้วนักเรียนสามารถช่วยเหลือกันและกันเองได้ ระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนหากมีปัญหาผู้เรียนสามารถสอบถามครูได้เสมอ ซึ่งชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่มนี้ประกอบด้วย(ไชยยศ, 2526: 198

2.3.2.1 คู่มือครู ซึ่งจะช่วยให้การสอนแบบศูนย์การเรียน ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในคู่มือครูจะมีคำชี้แจงสำหรับครู สิ่งที่ครูต้องเตรียม บทบาทของนักเรียน การจัดการเรียนพร้อมแผนผัง แผนการสอน แบบฝึกหัดปฏิบัติ (พร้อมเฉลย) การประเมินผล (แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) พร้อมเฉลย

2.3.2.2 แบบฝึกหัดเป็นคู่มือผู้เรียน ที่ใช้ ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน บันทึกคำอธิบายของครูและทำงานตามที่มอบหมายไว้ในกิจกรรมอาจแยกเป็นชุดๆ หรือรวมกันเป็นเล่มก็ได้

2.3.2.3 ในการผลิตชุดการสอนจะมีระบบการผลิต ที่จะต้องมีการแบ่งวิชาเป็นหน่วยแบ่งหน่วย เป็นหัวข้อเรื่อง มีการกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียน การประเมินผล และสื่อการสอน การจัดสื่อการสอนนั้น การทำโดยจำแนกสื่อประเภทต่างๆ ไว้ตามหัวข้อเรื่องและกิจกรรมการเรียนการสอน มีกิจกรรมสำรองสำหรับผู้เรียนที่เรียนเร็วหรือเรียนช้าเกินไปได้ด้วย สื่อการสอนที่จะนำมารวมไว้ในชุดการสอนนั้นต้องไม่ใช่สื่อราคาแพง มีขนาดเล็ก แดกหักได้หรือมีขนาดใหญ่เกินไปหรือเป็นสิ่งมีชีวิต สื่อเหล่านี้กำหนดไว้ในคู่มือครู เพื่อจัดเตรียมไว้ล่วงหน้า

2.3.2.4 แบบทดสอบสำหรับการประเมินผล เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจำนวน 5-10 ข้อ ซึ่งครูนำมาใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน โดยมีกระดาษคำตอบเตรียมไว้ต่างหาก

2.3.3 ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตัวเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้ตามความสามารถและความสนใจของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาจนครบแล้วสามารถทำการทดสอบและประเมินผลความก้าวหน้าได้ด้วยตนเอง ชุดการสอนรายบุคคลจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ คล้ายคลึงกันกับชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม บางครั้งจึงเรียกว่าชุดการเรียน (วาสนา, 2525: 139)

สรุปได้ว่า ประเภทของชุดการสอนมีดังนี้ ชุดการสอนประกอบคำบรรยายและสาธิต ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม และชุดการสอนรายบุคคล ซึ่งมีส่วนประกอบคือ คู่มือครู สื่อการเรียนการสอน ใบแบบฝึกหัด ใบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเอาหลักการต่างๆ มาสร้างชุดฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี มาใช้สอนในเรื่อง การประยุกต์ใช้พีแอลซีในงานควบคุมทางด้านอุตสาหกรรมใน วิชา ระบบอัตโนมัติในโรงงาน 1 โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1. คู่มือครู ประกอบด้วย คำแนะนำในการใช้ แผนการสอน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา ใบงาน ใบให้คะแนน ใบทดสอบภาคปฏิบัติ
2. สื่อการสอน ประกอบด้วย สไลด์ประกอบการสอน และชุดจำลองกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ
3. คู่มือผู้เรียน ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหาและใบงาน

2.4 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอน

สื่อการเรียนการสอน มาจากคำว่า สื่อ (Media) และการเรียนการสอน (Instruction) คำว่าสื่อ หมายถึงตัวกลาง ส่วนคำว่า การเรียนการสอน หมายถึง กระบวนการและเปลี่ยนความรู้ ความคิด และทัศนคติระหว่างครูกับนักเรียน ดังนั้น สื่อการเรียนการสอน จึงหมายถึง ตัวกลางที่ใช้ให้ได้ผลดีตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน (ลัดดา, 2522 : 60)

สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ (กิดานันท์, 2531: 76)

สื่อการเรียน หมายถึง หนังสือเรียน คู่มือการสอน วัสดุอุปกรณ์ สถานที่รวมทั้งกิจกรรมนอกเหนือ (กิจกรรมพิเศษ) กิจกรรมเสริมบางอย่าง เอกสาร สิ่งพิมพ์

นอกจากคำว่า สื่อ แล้วยังมีคำว่า อุปกรณ์ช่วยสอนอีกโดยมีความหมายดังนี้ อุปกรณ์ช่วยสอน (Teaching Aids) หมายถึง อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้เป็นสื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น อุปกรณ์ช่วยสอนมีอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งครูผู้สอนจะต้องตัดสินใจเลือกนำมาใช้เพื่อให้เหมาะสมกับบทเรียน (พิสิฐและธีระพล, 2531: 132)

ในการเรียนการสอนที่ดี จะต้องให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ การใช้สื่อเป็นตัวกลางทำให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติและทักษะไปสู่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษาการสร้างและหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนซึ่งมีดังนี้คือ

2.4.1 ประเภทของสื่อการสอน

การจำแนกประเภทสื่อการสอน หรืออุปกรณ์ช่วยสอนแบบต่างๆ สามารถเขียนจำแนกได้ดังต่อไปนี้ (กิดานันท์, 2531: 78-79)

2.4.1.1 สื่อประเภทวัสดุ (Software) หมายถึงสื่อที่เก็บความรู้ไว้ในตัวเองซึ่งจำแนกย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ

ก. วัสดุประเภทที่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผนที่ ลูกโลก รูปภาพ หุ่นจำลอง ฯลฯ

ข. วัสดุประเภทที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเอง จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นเสียง ฟิล์มภาพยนตร์ สไลด์ ฯลฯ

2.4.1.2 สื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวผ่านที่ทำให้ข้อมูลหรือความรู้ที่อยู่ภายในวัสดุสามารถถ่ายทอดออกมาใช้หรือเรียนรู้ได้ เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เป็นต้น

2.4.1.3 สื่อประเภทเทคนิคและวิธีการ (Techniques and methods) หมายถึงสื่อที่มีลักษณะเป็นแนวคิดหรือรูปแบบขั้นตอน ในการเรียนการสอนซึ่งไม่มีลักษณะเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ แต่ก็สามารถใช้สื่อ วัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นมาช่วยในการดำเนินการได้ เช่น การสอนแบบจุดภาค การจัดระบบ การสาธิต เป็นต้น

การจำแนกตามลักษณะต่างๆ เหล่านี้เป็น การแบ่งหมวดหมู่ หรือจัดประเภทเท่านั้น ส่วนสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยทั่วไปเรียงลำดับตามความถี่ในการใช้ตามชนิดต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้ กระดานดำ (Chalk board) หนังสือตำรา/ใบเนื้อหาและใบงาน (Book or Text / Information and Work Sheet) แผ่นภาพ (Wall chart) แผ่นใส (Transparency) ของจริง (Real object) หุ่นจำลอง (Model) ภาพสไลด์ (Slide) ภาพยนตร์/วิดีโอ (Film/Video)

2.4.2 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอน

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกสื่อ การเรียนการสอนไว้ 5 ประการ คือ สื่อการเรียนการสอนควรมีคุณสมบัติทั้ง 5 ประการคือ (สุชาติ, 2526: 51)

ก. มีความเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน อุปกรณ์ช่วยสอนจะไม่มีประโยชน์เลย ถ้าอุปกรณ์นั้นไม่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่กำหนดไว้

ข. มีความเหมาะสมกับระดับการแสดงออกของผู้เรียน โดยทั่วไปอุปกรณ์การสอนชนิดเดียวกันนั้นอาจจะใช้ได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของผู้ที่จะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น

ค. มีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ สื่อช่วยปรับปรุงส่งถ่ายความรู้ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้ได้ผลดียิ่งขึ้นการให้เนื้อหาที่เป็นรูปภาพต้องมีสื่อช่วยบอกเนื้อหาไม่ใช่โดยการพูดเท่านั้น

ง. ช่วยแนะแนวทางในการเรียน อุปกรณ์การสอนสามารถช่วยแนะแนวทางในการเรียนช่วยให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการได้ง่าย ช่วยการตรวจปรับความเข้าใจและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งาน

จ. สื่อประเภทวัสดุ (Software) ที่สัมพันธ์กับ สื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) อุปกรณ์ทางเทคนิค เช่น เครื่องฉายภาพสไลด์ เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ เครื่องฉายภาพยนตร์ แบบจำลอง หรือ ของจริงทั้งหมดจัดอยู่เป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) ส่วนสื่อใช้คู่กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ภาพสไลด์ แผ่นใส ฟิล์มภาพยนตร์หรือดารา ใบงานต่างๆ จัดอยู่ในเป็นสื่อประเภทวัสดุ (Software) ดังนั้นสื่อประเภทอุปกรณ์ จะไม่มีประโยชน์เลยหากปราศจากสื่อประเภทวัสดุ ที่เหมาะสม

นอกจากนี้ หลักการเลือกสื่อการเรียนการสอนว่า (ไชยยศ 2526: 157)

ก. สื่อต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน

ข. สื่อต้องเหมาะสมกับความรู้ ประสบการณ์และวัยของผู้เรียน

ค. เนื้อหาและวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อน น่าสนใจและทันสมัย

ง. เนื้อหามีความถูกต้อง

จ. เทคนิคการผลิตที่ดี เกี่ยวกับ ขนาด สี เสียง ภาพ ความเป็นจริงและการจูงใจเป็นต้น

หลักการเลือกสื่อการสอน ผู้สอนจะต้องตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนให้แน่นอนเสียก่อนเพื่อใช้วัตถุประสงค์นั้นเป็นตัวชี้้นำในการเลือกสื่อที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีหลักการอื่นๆ เพื่อประกอบการพิจารณาคือ (กิดานันท์ 2531:83)

ก. สื่อต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่สอน

ข. เลือกสื่อที่มีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจและเป็นสื่อที่จะให้ผลต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชานั้น ได้ดีเป็นลำดับขั้นตอน

ค. เป็นสื่อที่เหมาะสมกับวัย ระดับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน

ง. สื่อนั้นควรสะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากจนเกินไป

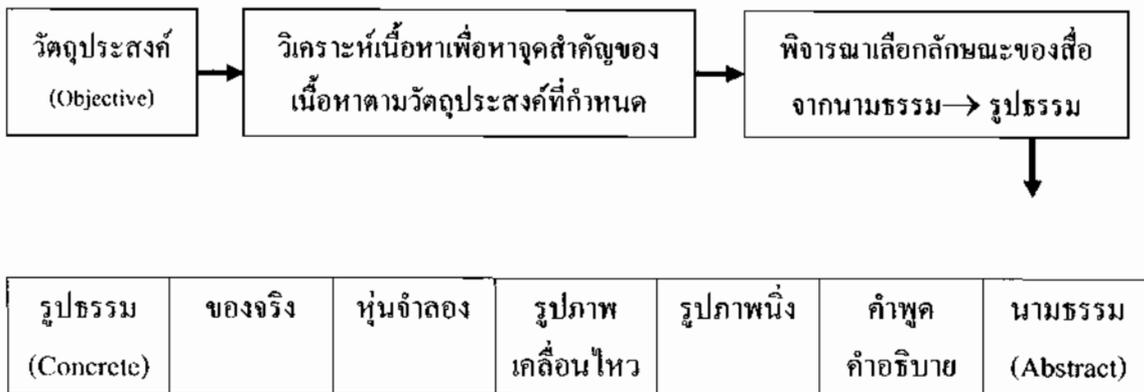
จ. ต้องเป็นสื่อที่มีคุณภาพ เทคนิคการผลิตที่ดี มีความชัดเจนและเป็นจริง

ฉ. มีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือถ้าผลิตเองควรคุ้มกับเวลาและการลงทุน

จากหลักเกณฑ์การเลือกสื่อการเรียนการสอน การเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอนเป็นการเลือกที่เหมาะสม และสำคัญที่สุด ดังนั้น พิสิฐและธีระพล (2531: 168-171) ได้ให้

หลักเกณฑ์และวิธีการในการเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอนไว้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

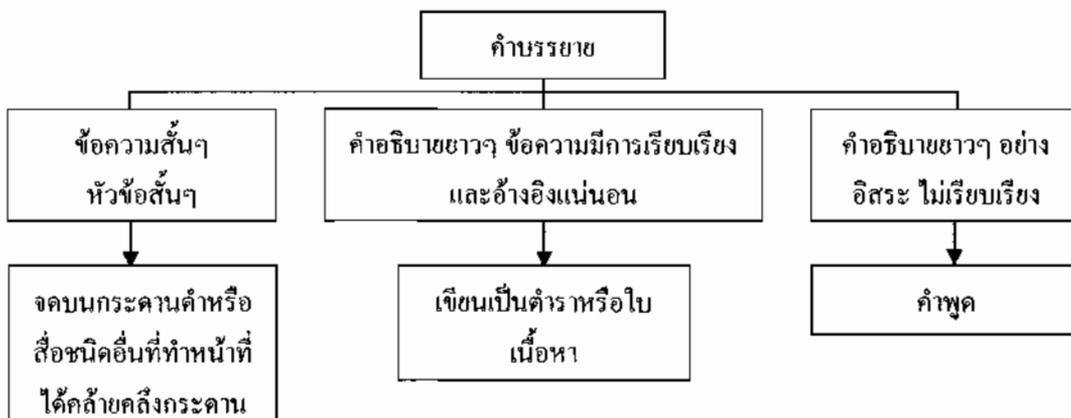
ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาเลือกและสร้างเพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์เนื้อหาของวัตถุประสงค์นั้นๆว่ามีจุดสำคัญของเนื้อหาอะไรบ้าง หลังจากนั้นก็จะพิจารณาเลือกลักษณะของสื่อเรียงจากนามธรรม (Abstract) ไปสู่รูปธรรม (Concrete) ดังในภาพที่ 2-1 หลังจากผ่านกระบวนการพิจารณาในขั้นตอนแล้ว เราก็สามารถระบุลักษณะของสื่อออกมาว่าควรจะเป็นลักษณะใด เช่น คำบรรยาย รูปภาพนิ่ง รูปภาพเคลื่อนไหว หุ่นจำลองหรือของจริง เป็นต้น



ภาพที่ 2-1 แสดงการพิจารณาเลือกชนิดของสื่อ

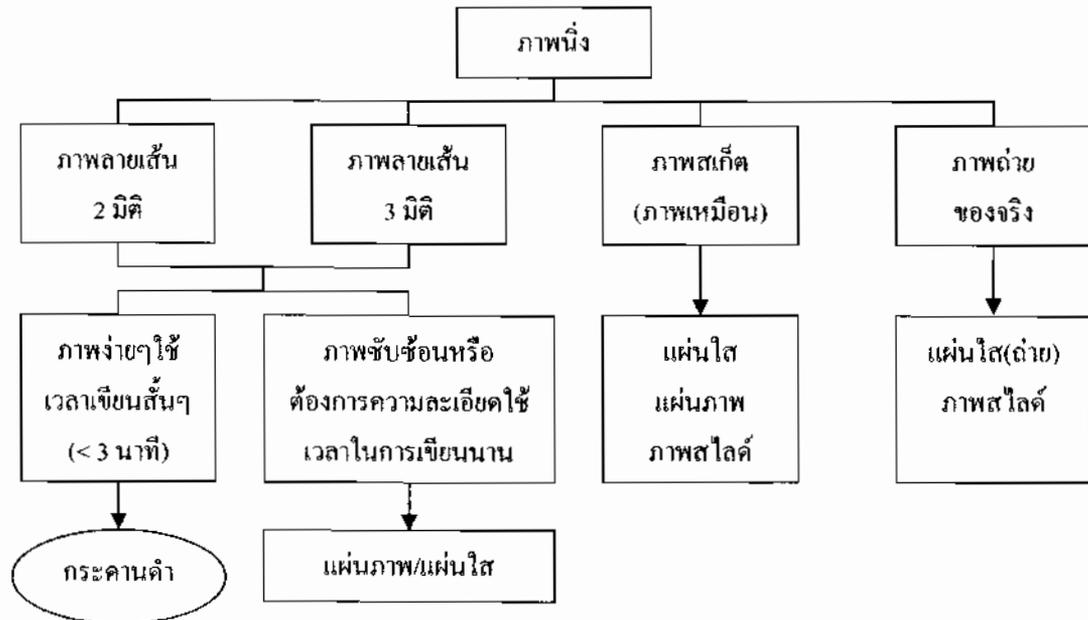
ขั้นตอนที่ 2 เมื่อพิจารณาได้ลักษณะของสื่อตามต้องการในขั้นที่ 1 แล้ว เราสามารถนำมาวิเคราะห์ต่อเพื่อหาประเภทของสื่อที่ต้องการได้ ดังรายละเอียดในภาพต่างๆ ต่อไปนี้

ก. คำบรรยาย



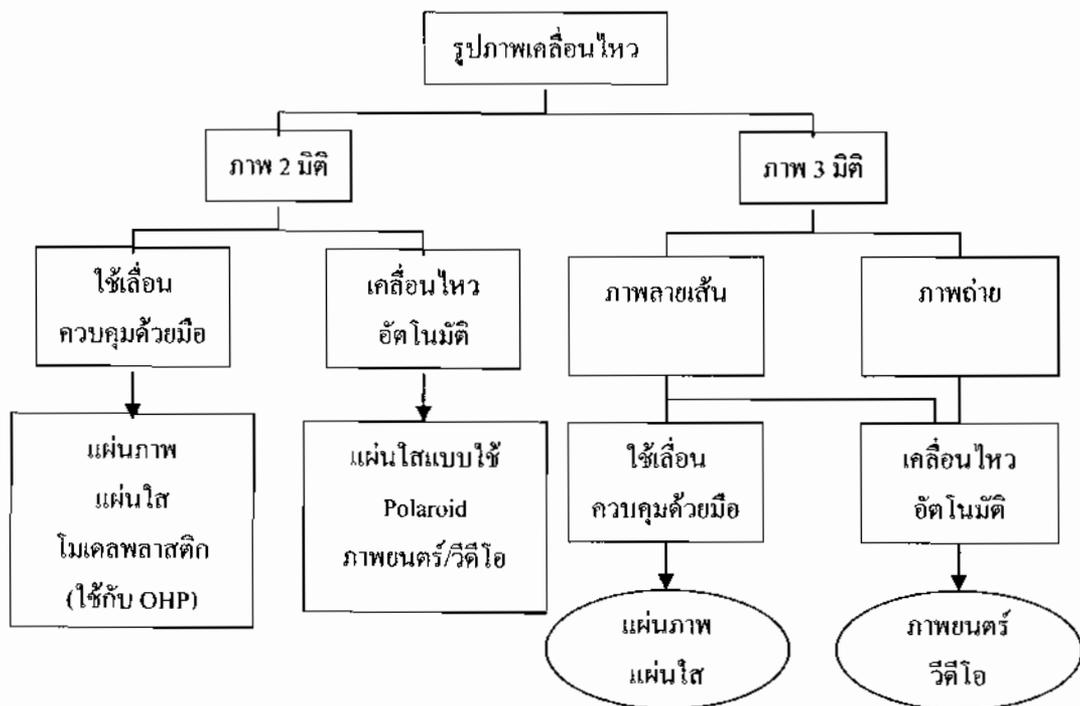
ภาพที่ 2-2 แสดงสื่อประกอบคำบรรยาย

ข. รูปภาบนึ่ง



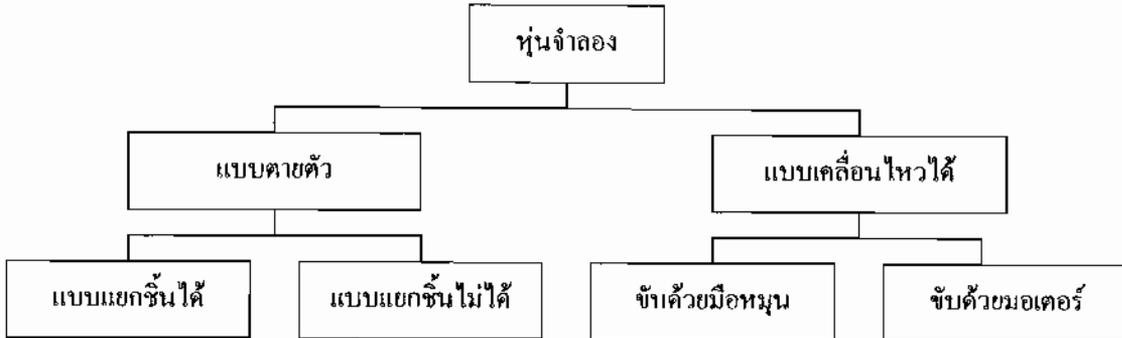
ภพที่ 2-3 แสดงสื่อประเภทรูปภพนึ่ง

ค. รูปภพเคลื่อนไหว



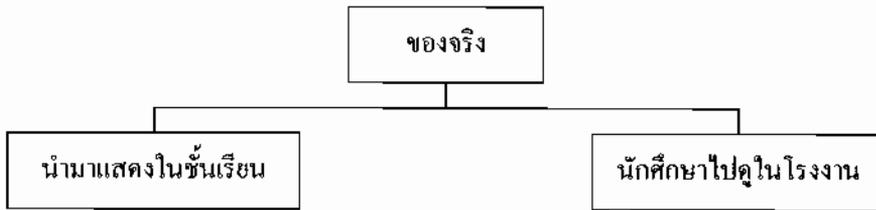
ภพที่ 2-4 แสดงสื่อประกอบภพเคลื่อนไหว

ง. หุ่นจำลอง



ภาพที่ 2-5 แสดงสื่อประเภทหุ่นจำลอง

จ. ของจริง



ภาพที่ 2-6 แสดงสื่อประเภทของจริง

จากการที่ได้ศึกษาเนื้อหาหลักการเลือกสื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนสรุปได้ว่า สื่อมีบทบาทที่สำคัญในการถ่ายทอดความรู้ในการเรียนการสอน สื่อมีความชัดเจนจะสามารถเพิ่มแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะได้รวดเร็วและประหยัดเวลาได้อย่างดี ผู้วิจัยจึงได้นำมาพัฒนาสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง การประยุกต์ใช้พีแอลซีในงานอุตสาหกรรมซึ่งมีลักษณะการเลือกใช้สื่อในการเรียนการสอนดังนี้

1. มีความเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. มีความเหมาะสมกับวัย ระดับสติปัญญาและระดับการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
4. ทำจากวัสดุที่หาง่ายและราคาไม่แพง
5. มีความคุ้มค่ากับเวลาและต้นทุนการผลิต
6. ใช้ง่าย สะดวก ปลอดภัย
7. น่าสนใจและทันสมัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการจัดสร้างคู่มือครู ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดฝึกการเขียน โปรแกรมควบคุมกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี ในหัวข้อ เรื่อง การประยุกต์ใช้ พีแอลซีในงานอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วย คำแนะนำการใช้ แผนการสอน ใบวัตถุประสงค์ ใบเนื้อหา ใบงาน ใบให้คะแนน ใบทดสอบภาคปฏิบัติ และชุดฝึกการเขียน โปรแกรมกระบวนการ จัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติด้วย พีแอลซี การสอน ประกอบด้วย

- ก. สไลด์ ใช้ประกอบการสอนทฤษฎีพื้นฐาน
- ข. ชุดจำลองกระบวนการจัดเก็บชิ้นงานอัตโนมัติ

2.5 ขั้นตอนในการสร้างชุดการสอน

การผลิตชุดการสอนมีขั้นตอนสำคัญ 10 ขั้นตอนด้วยกันคือ (ไชยยศ, 2526: 199)

- 2.5.1 กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหาและประสบการณ์
- 2.5.2 กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนในหนึ่งสัปดาห์หรือสอนได้หน่วยละครั้ง
- 2.5.3 กำหนดหัวข้อเรื่อง ผู้สอน ต้องถามตัวเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์อะไรให้แก่ผู้เรียนบ้าง แล้วกำหนดหัวข้อเรื่องออกมาเป็นหน่วยการสอนย่อย
- 2.5.4 กำหนดหลักการและมโนคติ หลักการและมโนคติที่กำหนดขึ้นต้องสอดคล้องกับหน่วย และหัวข้อเรื่อง โดยสรุปแนวความคิด สารและหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางจัดเนื้อหา มาสอนให้สอดคล้องกัน
- 2.5.5 กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่อง โดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ ต้องมีหลักเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมทุกครั้งไว้
- 2.5.6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลอง เล่นเกมส์ ฯลฯ
- 2.5.7 กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Test) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังผ่านกิจกรรมแล้ว ผู้เรียนได้ เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
- 2.5.8 เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนแต่ละหัวข้อแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ นิยมตั้งไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความจำและไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ เช่น ภาษา

เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมคิดตามระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว

2.5.9 หาประสิทธิภาพชุดฝึก เพื่อประกันว่า ชุดฝึกการเขียนโปรแกรม ผลวิจัยที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้น โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่ว่า การเรียนรู้ เป็นกระบวนการ การเพื่อช่วยเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล สำหรับเกณฑ์มาตรฐานของ บทเรียน สามารถกำหนดได้คร่าวๆ ดังนี้

2.5.9.1 บทเรียนสำหรับเด็กเล็ก ควรกำหนดระหว่างร้อยละ 95-100

2.5.9.2 บทเรียนที่เป็นเนื้อหาวิชาทฤษฎี หลักการ มโนคติ และเนื้อหาพื้นฐานสำหรับ วิชาอื่นๆควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 90-95

2.5.9.3 บทเรียนที่มีเนื้อหาวิชายากและซับซ้อน ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษามากกว่า ปกติ ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 85-90

2.5.9.4 บทเรียนวิชาปฏิบัติ วิชาทดลอง หรือวิชาทฤษฎีที่ปฏิบัติ ควรกำหนดไว้ระหว่าง ร้อยละ 80-85

2.5.9.5 บทเรียนสำหรับบุคคลทั่วไปไม่ระบุกลุ่มเป้าหมายที่แน่นอน ควรกำหนดไว้ ระหว่างร้อยละ 80-85 (มนต์ชัย, 2545: 329-330)

2.5.10 การใช้ชุดฝึกการเขียนโปรแกรม เป็นขั้นการนำ ชุดฝึก ไปใช้ ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบ และปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา การใช้ชุดฝึกมีการกำหนดขั้นตอนดังนี้ (สมหญิง, 2529: 70-71)

2.5.10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2.5.10.2 เข้าสู่บทเรียน

2.5.10.3 ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

2.5.10.4 สรุป

2.5.10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน

จากข้อมูลที่ได้ศึกษาพอสรุปได้ว่า การออกแบบชุดการเรียนรู้การสอนจะทำได้โดยการนำเอา ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร มาออกแบบวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการ สอนคือ

ก. วิเคราะห์งาน (Job Analysis) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ข. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ค. กำหนดเนื้อหาวิชาที่จะสอนให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ง. สร้างใบเนื้อหาและแบบฝึกหัด

จ. จัดแผนการสอนเพื่อกำหนดกิจกรรมของผู้เรียนในช่วงการให้เนื้อหาและขั้นทำแบบฝึกหัด

- ฉ. ออกแบบและสร้างสื่อการสอนให้สอดคล้องกับแผนการสอน
- ช. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.6 การวัดและประเมินผลการเรียน

2.6.1 ความจำเป็นที่ต้องมีการวัดและประเมินผล (พิสิฐและธีระพล, 2531: 180)

จุดประสงค์ที่สำคัญของการเรียนการสอนก็คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างจะถาวรให้แก่ผู้เรียน โดยจะต้องสามารถทำอะไรในสิ่งที่ต้องการได้หลังจากการเรียนการสอนจบลงแล้ว

อย่างไรก็ดี ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน เช่น มีพื้นฐานความรู้/ทักษะเดิมแตกต่างกัน หรือมีความสามารถในการรับรู้เนื้อหาวิชา/ทักษะปฏิบัติให้เท่าเทียมกัน เป็นต้น จึงอาจทำให้ผู้เรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ของบทเรียนไม่เท่าเทียมกัน

ด้วยเหตุนี้ หลังจากการเรียนการสอนในส่วนต่างๆ ของบทเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด ใครควรจะผ่านไปเรียนเนื้อหา/ทักษะอื่นๆ หรือใครบ้างไม่ผ่านควรที่จะศึกษาเนื้อหา หรือฝึกทักษะนั้นๆ อีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะผ่านไปเรียนเนื้อหา/ทักษะอื่นๆ ต่อไป

การวัดประเมินผลการเรียนยังเป็นตัวบ่งชี้ข้อผิดพลาดต่างๆ ในขบวนการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การแก้ไข ปรับปรุงการสอนในบทเรียนต่อไป นอกจากนี้ยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจความสำเร็จผลของตนเองต่อวัตถุประสงค์ที่เรียน และเป็นการเสริมกำลังใจให้แก่ผู้เรียนที่เรียนได้ บรรลุวัตถุประสงค์ ตลอดจนเป็นการตรวจปรับผู้เรียนที่ยังไม่เรียนรู้วัตถุประสงค์ให้มีโอกาสได้รู้ว่าตนเองควรปรับปรุงแก้ไขผลการเรียนตรงจุดใด เพื่อที่จะทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ของบทเรียนนั้นๆ

2.6.2 เครื่องมือ/วิธีวัดการเรียนรู้ของผู้เรียน

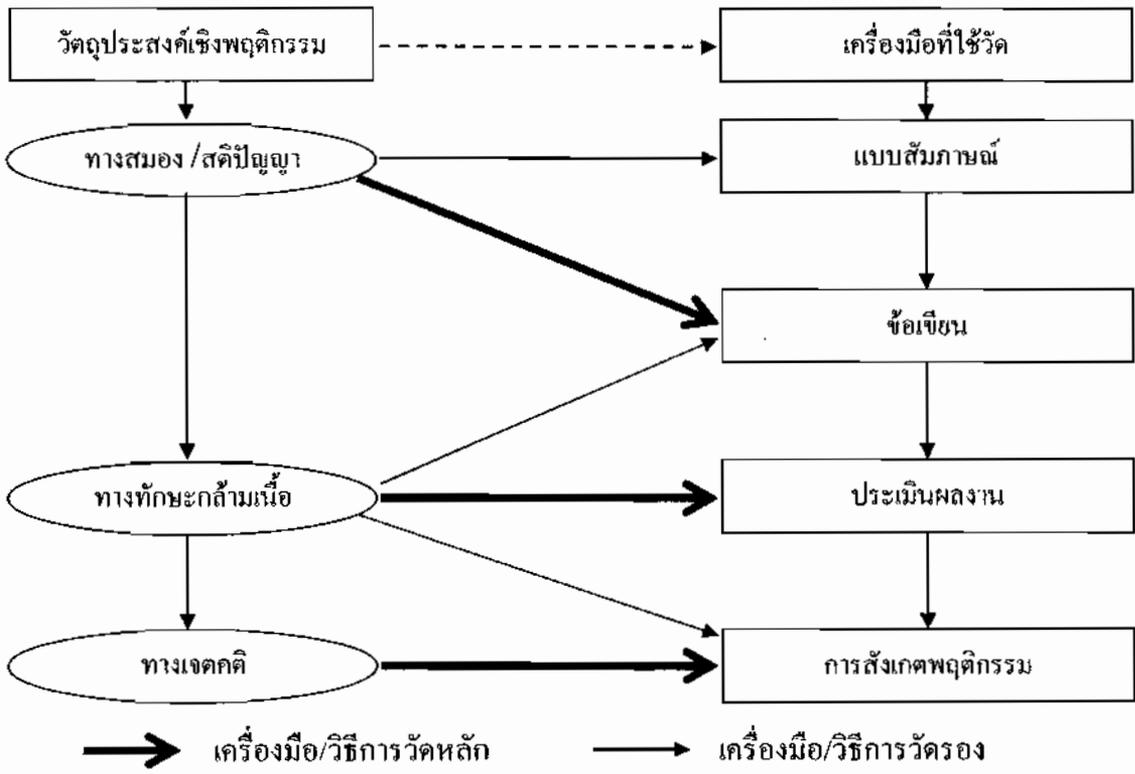
หากจะถามว่าแล้วเราจะมีวิธีใดบ้างในการวัดการเรียนรู้ของผู้เรียน คำตอบก็คงจะได้ว่าอาจใช้แบบทดสอบวัด สอบสัมภาษณ์ หรือให้ผู้เรียนลองทำให้ดูก็ได้ ซึ่งโดยที่แท้จริงแล้วคำตอบเหล่านี้เป็นคำตอบที่ถูกต้องด้วยกันทั้งสิ้น แต่ปัญหาอยู่ที่ว่าแล้วในบทเรียนแต่ละบท จะใช้วิธีการใดวัดผลจึงจะเหมาะสม

ถ้าหากเราพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่สร้างขึ้นแล้ว จะพบว่าบทเรียนบางบทเรียนอาจประกอบด้วยวัตถุประสงค์ที่เน้นความสามารถทางสติปัญญา เช่น หลังจากการเรียนจบลงแล้วผู้เรียนจะสามารถ “อธิบายวิธีการเลือกชนิดของดอกสว่านให้เหมาะสมกับชนิดของวัสดุที่จะเจาะ

ได้” เราอาจวัดผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการเลือกชนิดของคอกส่วาน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือ โดยการสอบปากเปล่าก็ได้ เป็นต้น

แต่ถ้าวัตถุประสงค์ของบทเรียนระบุเอาไว้ว่า หลังจากการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนจะสามารถ “ร่างแบบ (Lay-out) ชิ้นงานก่อนจะได้อุบัติตามแบบกำหนด” การวัดด้วยแบบทดสอบก็คงจะ วัดได้เพียงแต่การใช้ความรู้ในการ ร่างแบบ (Lay-out) ชิ้นงานเท่านั้น ผู้เรียนที่มีความรู้ ตอบคำถาม ได้อุบัติก็มิได้หมายความว่า จะ ร่างแบบชิ้นงาน ได้จริงอุบัติไปด้วย หากแต่จะวัด โดยให้ผู้เรียน ร่างแบบ (Lay-out) ชิ้นงาน ได้จริง ก็จะได้ข้อมูลที่แน่ชัดว่าผู้เรียนสามารถทำได้จริงหรือไม่ ซึ่งจะ ได้คำตอบที่อุบัติต้องแน่นอนมากกว่ามาก

จากตัวอย่างการวัดผล พอสรุปได้ว่าการเลือกวิธีวัดผลการเรียนรู้สำหรับบทเรียนต่างๆ นั้นในขั้นต้นจะต้องพิจารณาที่วัตถุประสงค์ของบทเรียนแต่ละข้อนั้นว่ามุ่งให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ปลายทางอย่างไร ซึ่งอาจพิจารณาได้จากภาพข้างล่าง (พิสิฐและธีระพล 2531: 175)



ภาพที่ 2-7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์การสอนกับเครื่องมือและวิธีการวัดผล

วัตถุประสงค์การสอนที่ต้องการเน้นพฤติกรรมปลายทางด้านความสามารถทางสติปัญญาไป แก้ไขปัญหาต่างๆ ในการทำงาน อาจวัด โดยการสัมภาษณ์หรือ ใช้แบบทดสอบวัดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและข้อจำกัดต่างๆ เช่น ระยะเวลาที่วัด จำนวนผู้เรียนที่จะวัด

ถ้าวัตถุประสงค์การสอนที่ต้องการเน้นพฤติกรรมปลายทางด้านทักษะฝีมือหรือด้านการปฏิบัติงานด้วยความถูกต้อง การวัดที่จะทำได้ข้อมูลเด่นชัดมากที่สุดก็คือ การวัดงานปฏิบัติซึ่งผู้เรียนจะต้องแสดงทักษะฝีมือออกมาให้เห็นว่าทำได้หรือไม่ได้อย่างไร

หากแต่วัตถุประสงค์การสอนต้องการเน้นทางเจตคติให้เกิดแก่ผู้เรียน การวัดโดยใช้แบบทดสอบ หรือให้แสดงให้ดูก็อาจจะทำได้แต่เพียงบางส่วน แต่อาจต้องใช้การสังเกตการณ์ดูพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปนานๆจึงจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องเป็นจริงมากขึ้น

2.7 การวัดและประเมินผลงานปฏิบัติ

2.7.1 การวัดและประเมินผลสำเร็จในการเรียนงานปฏิบัติ (พิสิฐและธีระพล, 2531: 190)

การวัดและประเมินผลสำเร็จในการเรียนงานปฏิบัติ คือการตรวจสอบทักษะปฏิบัติ ซึ่งได้แก่การตรวจสอบความสามารถในการทำงานของผู้เรียนด้วยความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และการทำงานด้วยความปลอดภัย และด้วยความรับผิดชอบต่องานนั้น ตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพสำเร็จของผู้เรียน ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ในใบสั่งงาน หรือในใบแบบงานนอกจากนี้การตรวจสอบผลความสำเร็จของผู้เรียนอาจจะทำได้ 3 ประการ คือ

- ก. การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎี
- ข. การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน
- ค. การตรวจสอบคุณภาพผลงานสำเร็จ

เป็นที่ทราบกันคืออยู่แล้วว่าบทเรียนทักษะปฏิบัติ นั้น ประกอบด้วยทักษะทางภาคปฏิบัติ ความรู้ทางทฤษฎีเชิงปฏิบัติ และทัศนคติที่ดีต่อการทำงานด้วย ดังนั้นการวัดผลและประเมินผลงานปฏิบัติ จึงหนีไม่พ้นการตรวจสอบ ความสามารถของผู้เรียนในพฤติกรรมทั้ง 3 ด้านนี้

การตรวจสอบความสามารถทางด้านความรู้ทางด้านทฤษฎีเชิงปฏิบัติ และทัศนคติ (Performance Test) อาจกระทำได้ด้วยการกำหนดงานให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ซึ่งต้อง การให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทักษะนั้น แล้วผู้สอนก็ทำการตรวจสอบและสังเกตพฤติกรรมในขณะที่ปฏิบัติงานและการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานสำเร็จที่ผู้เรียน ได้กระทำ

การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทฤษฎี กระทำได้ทั้งระหว่างการเรียนการสอนและหลังบทเรียนแล้ว การตรวจสอบความรู้ทางทฤษฎีนี้อาจกระทำได้ด้วยการใช้แบบทดสอบทางข้อเขียน การสัมภาษณ์ การใช้คำถามปลายเปิด การสังเกตการทำงาน หรือการอภิปรายกลุ่มของผู้เรียน การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎีนี้ อาจทำการวัดหรือตรวจสอบในด้านต่างๆ ดังนี้

ก. ความสามารถในการอ่านแบบ ไคอะแกรม สัญลักษณ์ หรือการใช้หนังสือตำราและคู่มือ
ต่างๆในการปฏิบัติงาน

ข. เนื้อหาความรู้ทางด้านทฤษฎีที่สัมพันธ์กัน และความคิดในเหตุผลต่างๆ

ค. ความสามารถในการวิเคราะห์งาน และการวางแผนขั้นตอนการทำงานนั้นๆ

ง. กฎเกณฑ์และหลักความปลอดภัยในการทำงาน

การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงานนี้
รวมไปถึงความสามารถทางกล้ามเนื้อ (Motor skill) และทัศนคติที่ดีต่อการทำงานซึ่งสามารถ
กระทำได้ในระหว่างการปฏิบัติงานของผู้เรียน ด้วยการสังเกตการทำงาน การสัมภาษณ์ หรือการ
อภิปรายของกลุ่มของผู้เรียน การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน อาจทำการวัดหรือ
ตรวจสอบในด้านต่างๆดังนี้

ก. ทักษะด้านความถูกต้อง และความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งรวมถึงการใช้
การบำรุงรักษา และการเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

ข. ความสามารถในการเตรียมงาน และลำดับขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนกระทั่งสำเร็จ

ค. ระยะเวลาในการทำงานจนกระทั่งสำเร็จ

ง. นิสัย ทัศนคติและความขยันในการทำงาน

ในช่วงระหว่างการให้แบบฝึกหัดแก่ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะนั้น ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะใหม่ ในการ
ทำงานโดยประสานร่วมกับทักษะเก่าที่ได้เคยฝึกมาแล้ว ผู้สอนควรสังเกตการณ์การปฏิบัติงาน
ของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ เพื่อจะได้คอยให้คำแนะนำที่จำเป็น และอธิบายเพิ่มเติมในสิ่ง
ที่ผู้เรียนยังเข้าใจไม่ชัดเจน อีกทั้งเป็นการคอยควบคุมมิให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดพฤติกรรมการทำงานที่ไม่
ถูกต้องอันจะคิดเป็นนิสัยไปในภายหลังได้ ผู้สอนจะต้องคอยควบคุมดูแลและแนะนำผู้เรียนในขณะ
ฝึกด้วยการส่งเสริมกิจกรรมที่ถูกต้องและระงับพฤติกรรมที่ไม่ต้องการที่เรียกว่า การเสริมกำลังใจ
(Reinforcement) การเสริมกำลังใจบ่อยๆเป็นสิ่งสำคัญมากต่อความเร็วในการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ
ของผู้เรียน

การควบคุมในขณะที่ฝึกของผู้เรียนนั้น ผู้สอนอาจกระทำได้ 3 ลักษณะ คือ

ก. คอยควบคุมอยู่ข้าง ๆ ตลอดเวลา

ข. มีการควบคุมเป็นระยะๆ

ค. ไม่มีการควบคุมเลย

จะเห็นได้ว่าในกรณีแรกนั้น จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เร็วมาก เพราะผู้เรียนจะ
ได้รับการแนะนำอยู่เสมอในช่วงระยะแรกๆ จนผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และหาข้อบกพร่องของ
ตนเองได้ดี แต่ผู้สอนก็ควรคำนึงไว้ด้วยว่าบางครั้งการแนะนำมากเกินไปก็อาจเป็นที่รำคาญและเกิด

ความไม่แน่ใจขึ้นมาได้ และอีกประการหนึ่งคือความจำกัดของจำนวนผู้สอนซึ่งอาจทำให้เราไม่สามารถจะคอยควบคุมผู้เรียนเพียงคนใดคนหนึ่งได้นานๆ ด้วยเหตุนี้จึงอาจใช้วิธีการควบคุมในกรณีที่ 2 คือ การควบคุมเป็นระยะๆ ซึ่งจะให้ผลได้ดีกว่า ด้วยการที่ผู้สอนคอยเดินดูและควบคุมผู้เรียนทั้งชั้นหรือทั้งกลุ่มสลับหมุนเวียนไป ส่วนในกรณีที่ 3 นั้นผู้สอนที่ดี ควรจะหลีกเลี่ยงโดยเด็ดขาด เพราะการไม่ควบคุมผู้เรียนเลยย่อมจะก่อให้เกิดผลเสียมากกว่า เพราะผู้เรียนจะไม่รู้ว่าตนเองผิดพลาดที่ใดก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดและท้อแท้ใจ อีกทั้งอาจฝึกทักษะในสิ่งที่ผิดไปด้วยการควบคุมการปฏิบัติงานนี้ควรให้การแนะนำมากในช่วงแรกๆ และลดการแนะนำให้น้อยลงเป็นลำดับ เมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีความสามารถมากขึ้น

ผลจากการสังเกตและตรวจสอบความสามารถในการทำงานของผู้เรียนนั้น นอกจากจะให้ผลดีในด้านการเรียนของผู้เรียนแล้ว ยังใช้เป็นข้อมูลในการให้คะแนนการทำงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนด้วย เพราะการประเมินผลการเรียนด้วยการพิจารณาเฉพาะบุคคลงานหรือชิ้นงานไม่สำเร็จ แต่เพียงอย่างเดียวย่อมไม่ถูกต้องนัก

การตรวจสอบคุณภาพผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จ การตรวจสอบคุณภาพผลงานของผู้เรียนนี้กระทำได้หลังบทเรียนเมื่อผู้ปฏิบัติงานเสร็จและนำผลงานนั้นมาส่ง การตรวจสอบคุณภาพผลงานนี้เป็นการประเมินคุณภาพของชิ้นงานที่สำเร็จรูปซึ่งวัดในรูปของความละเอียดประณีตของงาน ความถูกต้อง และความเที่ยงตรงต่อขนาดตามแบบงานทั้งในจุดที่มองเห็น ซึ่งอาจใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบด้วย

การตรวจสอบคุณภาพผลงานสำเร็จนี้ ควรคำนึงถึงความเที่ยงตรงในการตรวจสอบ ด้วยการตรวจคุณภาพ โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบ เช่น การตรวจวัดขนาด (Objective Evaluation) และแม้ในการตรวจโดยใช้ความนึกคิดของผู้ตรวจ (Subjective Evaluation) ซึ่งผู้ตรวจต้องตรวจด้วยใจที่เป็นธรรม และอาจให้ผู้ตรวจหลายคน ซึ่งต้องใช้แบบประเมินผลในการตรวจสอบผลงานนั้น

2.7.2 การตรวจคุณภาพผลงานฝึกปฏิบัติ

ภาระหนักอีกประการหนึ่งของผู้สอนวิชาปฏิบัติโรงงาน ได้แก่การประเมินผลแบบฝึกหัดและชิ้นงานทดสอบที่ได้จัดเตรียมให้แก่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ การประเมินผลแต่ละจุดมีบทบาทต่อกระบวนการเรียนการสอนและเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับผู้เรียนและสำหรับผู้สอน ถ้าหากการประเมินผลนั้นได้กระทำถูกต้องตามกำหนดมาตรฐานที่ตั้งไว้ ก็จะช่วยให้ผู้สอนมีเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ในการวัดผลการศึกษานั้น

วัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการประเมินผลจะบรรลุผลได้เมื่อข้อมูลที่ได้รับการประเมินผลนั้น ได้ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการสอนของผู้สอน ปรับปรุง กระบวนการเรียนรู้ของ

ผู้เรียน และปรับปรุงสภาพและเงื่อนไขในการเรียนรู้ต่างๆ ในการสร้างเกณฑ์มาตรฐานของการตรวจสอบคุณภาพผลงานนั้นผู้สอนควรจะคำนึงถึงว่า

ก. โครงการและงานที่ฝึกนั้นเป็นงานที่ต้องการทักษะตามความต้องการจริงในโรงงานอุตสาหกรรม

ข. บุคลากรที่สอนวิธีการสอนและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ พอเพียงต่อระบบการเรียนการสอน

ค. ผู้เรียนในกลุ่มมีคุณภาพและคุณสมบัติเหมาะสมที่จะเรียนรู้ได้อย่างสำเร็จผล

ง. กลุ่มผู้เรียนมีทัศนคติและความสามารถโดยเฉลี่ยตามความต้องการของโครงการ

หากการประเมินผลมิได้กระทำโดยคำนึงถึงจุดต่างๆ4 ประการที่ได้กล่าวมาข้างต้นระบบของการประเมินผลและการให้คะแนนนั้นก็อาจจะไม่มีความหมายหรือไม่มีค่าเชื่อถือได้และเพื่อให้การประเมินผลเป็นไปในจุดที่เชื่อถือได้ ผู้สอนควรมีแบบประเมินผล งานปฏิบัติเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจผลงานฝึกหรือชิ้นงานทดสอบของผู้เรียนเสมอ และควรจะให้ผู้เรียนได้ทราบถึงจุดที่จะประเมินนั้นด้วย เพราะผู้เรียนจะได้เห็น เป้าหมายในการทำงาน ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และยังเป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้รู้จักประเมินผลตนเองด้วย และในการตรวจคุณภาพของชิ้นงานสำร็จนั้น ควรให้ผู้เรียนได้อยู่ในขณะที่ผู้สอนตรวจผลงานนั้นด้วยเพื่อการแนะนำข้อมูล เพิ่มเติมในการชี้จุดบกพร่องของการทำงานอันเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน

การตรวจผลงานปฏิบัติที่ผู้เรียนได้ฝึกหัด ควรจะสร้างเป็นแบบประเมินผลโดยพิจารณาถึงจุดต่างๆ ดังนี้

ก. ความเที่ยงตรงของขนาดในชิ้นงานฝึก ในระดับที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติ

ข. ขนาดตรงส่วนใดที่เป็นจุดสำคัญและเป็นจุดวิกฤตต่อคุณภาพงาน และการใช้งานของชิ้นงานฝึกนั้น

ค. จุดใดเป็นจุดสำคัญที่ทำให้ชิ้นงานฝึกนั้นสำเร็จรูปขึ้นได้

ง. การให้ความสัมพันธ์ระหว่างความยากในแต่ละจุดการทำงานเมื่อเทียบกับน้ำหนักการประเมินผลในจุดการทำงานนั้น

จ. ทหาระดับงานมาตรฐานที่มีระดับอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียน

ฉ. จะปรับปรุงทักษะอะไร อย่างไร และทำไมจึงปรับปรุงทักษะของผู้เรียนนั้น

เมื่อผู้เรียนได้รู้ถึงจุดต่างๆ ที่พิจารณาข้างต้นนี้ ผู้เรียนก็อาจฝึกทักษะงานได้อย่างเหมาะสมในเวลาที่กำหนด และมีความกระตือรือร้นในจุดที่มีความสำคัญได้มากขึ้น และมีความเชื่อมั่นในงานที่ฝึกมากขึ้น ตลอดจนอาจทำให้เกิดการแข่งขันในการเรียนรู้และในการฝึกหัดของผู้เรียนนั้นได้

ผลการตรวจสอบและประเมินผลงานฝึกปฏิบัติของผู้เรียน จะช่วยให้ข้อมูลแก่ผู้สอนในด้านต่างๆ ดังนี้คือ

- ก. เพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจของผู้เรียนจากการสอน
- ข. การสอนในจุดใดควรให้เพิ่มเติมหรือลดน้อยลง
- ค. วิธีการสอนแบบที่เหมาะสมสำหรับบทเรียนนี้ และบทเรียนที่มีลักษณะคล้ายกัน
- ง. การสอนและการฝึกหัดทักษะควรทำการทบทวนมากน้อยเพียงใด เพื่อเพิ่มคุณภาพ

และประสิทธิภาพ

- จ. เพื่อจำแนกระดับของทักษะปฏิบัติและความรู้ทฤษฎีเชิงปฏิบัติของผู้เรียนทั้งก่อน

และหลังการสอน

- ฉ. เพื่อทราบระดับความสามารถของผู้เรียน

- ช. เพื่อให้ทราบว่าจำเป็นต้องทบทวนความรู้และทักษะแก่ผู้เรียนในการให้งานบรรลุ

ตามวัตถุประสงค์การสอนหรือไม่

ผลการประเมินผลงาน ควรจะได้ชี้แจงหรืออภิปรายกับผู้เรียนให้ทราบไว้เสมอ การชี้แจงและอภิปรายจะทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจ และเป็นแรงกระตุ้นให้สนใจเรียนรู้ต่อไป

ถ้าหากการประเมินผลพบว่า ผู้เรียนไม่สามารถทำงานได้มาตรฐานและเวลาที่กำหนดไว้ ผู้สอนก็ต้องทบทวนจุดที่ตรวจสอบนั้น หรือทบทวนการสอน หรือให้การแนะนำเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนการแก้ไขบทเรียนและการปรับปรุงคุณภาพผู้เรียนเป็นสิ่งที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้สอน

2.7.3 การสร้างแบบทดสอบปฏิบัติ และการสอบภาคปฏิบัติ

2.7.3.1 ข้อแตกต่างระหว่างการสอบภาคปฏิบัติและการฝึกหัดทักษะปฏิบัติมีดังนี้

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างการสอบภาคปฏิบัติกับการฝึกหัดทักษะปฏิบัติ

การสอบภาคปฏิบัติ	การฝึกหัดทักษะปฏิบัติ
1. กระทำเป็นครั้งคราวโดยเฉพาะในระหว่างกลางภาคเรียนหรือปลายภาคเรียน	1. กระทำภายใต้การสอน การควบคุม และการแนะนำจากผู้สอน
2. เป็นการทดสอบทักษะและความสามารถในการทำงาน	2. เป็นการปฏิบัติงานในระหว่างบทเรียน
3. กระทำภายใต้การควบคุมของผู้สอนโดยไม่มีการสอนหรือแนะนำ	3. เป็นการฝึกหัดและเรียนรู้ทักษะในการทำงาน
4. มุ่งเน้นคะแนนในการทำงานและผลงานเป็นหลัก	

ดังนั้นในการสอนภาคปฏิบัติ ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายให้ทำงานตามที่กำหนด ด้วยความปลอดภัย ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ภายใต้กรอบของเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดให้ เช่น ตามเกณฑ์มาตรฐานฝีมือช่าง และภายในเวลาที่กำหนด เป็นต้น โดยไม่มีการให้คำแนะนำหรือให้การสอนแต่อย่างใด

การสอบภาคปฏิบัตินั้นเราจะต้องใช้แบบทดสอบที่ทำให้การวัดการกระทำทางทักษะปฏิบัติของผู้เรียน และความสามารถในการประยุกต์ทักษะต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแบบทดสอบ

2.7.3.2 วิธีการเตรียมแบบทดสอบภาคปฏิบัติ

เราอาจจะเตรียมและสร้างแบบทดสอบภาคปฏิบัติได้ดีด้วยการพิจารณาถึงขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก. กำหนดให้ชัดเจนว่าจะทำการทดสอบอะไร เราต้องการจะวัด ความเที่ยงตรงของขนาดความเร็วในการทำงาน ความสามารถในการวางแผน หรือการใช้เครื่องมือ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ กำหนดไว้ชัดเจนแล้วในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจึงควรสร้างแบบทดสอบตามนั้น

ข. ร่างลำดับการทำงานที่จำเป็นต้องกระทำที่ครอบคลุมตลอดบทเรียนที่ได้ให้ผู้เรียนฝึกไปแล้วรวบรวมมาใช้ในการออกแบบสร้างแบบทดสอบที่มีระดับความยากง่าย และอาศัยทักษะการทำงานในระดับที่ผู้เรียน เคยฝึกมาในระหว่างบทเรียนพร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่ต้องการ เวลาที่กำหนดเป็นต้น

ค. เลือกหรือออกแบบงานที่ให้ผู้เรียนได้กระทำในการสอบเพื่อจะได้วัดทักษะและความสามารถต่างๆ ที่ต้องการจากผู้เรียน

ง. ร่างรายงานและจัดหาวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ และแบบงานที่ผู้เรียนต้องการใช้ในการทดสอบนั้น

จ. หากจะใช้ข้อสอบข้อเขียนด้วย ควรจะเตรียมให้พร้อมและให้ครอบคลุมจุดต่างๆ ที่ต้องการ

ฉ. จัดเตรียมระบบการให้คะแนน ที่จะใช้ในการให้คะแนนการสอบของผู้เรียน

ช. ทบทวนแบบทดสอบที่จัดเตรียมไว้ เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถใช้ทดสอบได้ โดยไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับผู้เรียนนั้น และต้องอยู่ในเวลาที่กำหนดให้ว่าจะต้องสามารถทำงานได้ตามเวลาจริง

แบบทดสอบทักษะที่คืบนั้นควรจะต้องเป็นแบบทดสอบที่ถูกต้องตามหลักการวัดผล และต้องสามารถวัดทักษะความรู้ และความสามารถของผู้เรียนในหลายๆ ด้าน ดังนี้

ก. วัดคุณภาพของชิ้นงานสำเร็จ ซึ่งวัดในรูปของ ความเที่ยงตรงของขนาด ผิดงานการใช้งานได้ของชิ้นงาน ทั้งในจุดที่มองเห็น และจุดที่มองไม่เห็น ซึ่งอาจใช้เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบได้

ข. วัดทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ด้วยความถูกต้องและปลอดภัยรวมถึงการระวังและรักษาเครื่องมืออุปกรณ์นั้นด้วย ซึ่งวัดและประเมินได้ในขณะปฏิบัติงาน

ค. วัดความสามารถในการวิเคราะห์งาน และการวางแผนดำเนินงาน ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งผลงานสำเร็จ

ง. วัดความเร็วและอัตราการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพภายในเวลาที่กำหนด

จ. วัดความสามารถในการตัดสินใจ และการใช้ความรู้แก้ปัญหาในงาน

ฉ. วัดความสามารถในการอ่านแบบงาน ใคอะแกรม สัญลักษณ์ หรือการใช้หนังสือ ตำราและคู่มือต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน

2.7.3.3 การใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัติ

ในการใช้แบบทดสอบภาคปฏิบัตินั้น ควรจะกระทำด้วยความถูกต้อง และมีข้อควรระวังหลายจุด ซึ่งจะขอแนะนำดังต่อไปนี้

ก. ให้แน่ใจว่าผู้เข้าสอบแต่ละคนได้รับวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ แบบงาน ใบสั่งงาน หรือสิ่งเกี่ยวข้องต่าง ๆ ครบถ้วนสมบูรณ์

ข. ต้องให้ผู้เข้าสอบเข้าใจชัดเจนว่าเขาจะต้องทำอะไร และให้ทำงานนั้นด้วยเวลานานเท่าใด

ค. ให้ผู้เข้าสอบเข้าใจอย่างชัดเจนถึงจุดที่จะพิจารณาให้คะแนนด้วย เช่น จะให้คะแนนในด้านเทคนิคการใช้เครื่องมือ และการบำรุงรักษาเครื่องมือด้วย ผู้เข้าสอบนั้นก็ควรจะต้องรู้ก่อนลงมือทำงาน

ง. ต้องแน่ใจว่า เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุ และ อุปกรณ์ต่างๆ ที่จัดให้แก่ผู้สอบแต่ละคนนั้น ไม่แตกต่างกัน และอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้ตามกำหนดมาตรฐาน

จ. ต้องจัดให้มีสภาพเงื่อนไขการทำงานของผู้เข้าสอบแต่ละคนให้ใกล้เคียงกันให้มากที่สุดไม่ว่าจะเป็นการสอบทั้งกลุ่มหรือสอบเป็นรายบุคคล

ฉ. ตรวจสอบเวลาให้ถูกต้อง ถ้าหากต้องการทดสอบความเร็วในการทำงาน

ช. ถ้าหากต้องการจะทดสอบความสามารถในการวางแผน หรือความสามารถในการทำงาน หรือความปลอดภัยในการทำงานและการใช้เครื่องมือ จะต้องใช้วิธีการสังเกตขณะผู้เข้าสอบปฏิบัติงาน และใช้แบบประเมินผลบันทึกจุดบกพร่องด้วยความเที่ยงตรง

ซ. ต้องสร้างบรรยากาศในการสอบที่ดีให้ผู้เข้าสอบมีความรู้สึกสบายใจก่อน

สอบและให้โอกาสผู้เข้าสอบแสดงความสามารถให้เต็มที่ ให้ผู้เข้าสอบมีความรู้สึกว่าผู้สอบไว้ใจ และเชื่อใจในความสามารถของเขาที่จะผ่านการสอบครั้งนั้น

ฉ. ถ้าหากต้องมีการวัดความเที่ยงตรง เช่น ขนาดของงาน ผู้ตรวจให้คะแนนจะต้องใช้ เครื่องมือในการตรวจสอบที่มีความเที่ยงตรงในระดับเดียวกับเครื่องมือของผู้เข้าสอบที่ใช้

ญ. อย่าให้คำแนะนำแก่ผู้เข้าสอบในขณะที่สอบ นอกจากการชี้แจงในจุดที่จำเป็นเท่านั้น

2.7.4 วิธีการให้คะแนนงานปฏิบัติ

ในการตรวจให้คะแนนผลงานปฏิบัติ ทั้งการฝึกทักษะในระหว่างบทเรียนที่ต้องการบันทึกเป็นคะแนน และการตรวจให้คะแนนผลงานสอบภาคปฏิบัติ มีลักษณะและแนวทางที่เหมือนกัน จึงขอกล่าวรวมไปด้วยกันในที่นี้ การให้คะแนนงานปฏิบัติอาจจำแนกเป็นส่วนประกอบใหญ่ๆ 4 ประเด็นด้วยกัน ดังนี้

2.7.4.1 ระบบการให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนการปฏิบัตินั้นอาจแบ่งออกได้เป็น 2 จุด คือ

ก. ประเมินผลโดยอาศัยความนึกคิดของผู้ตรวจ (Subjective Evaluation)

การประเมินผลในจุดนี้เป็นสิ่งที่ไม่ค่อยจะยุติธรรมนัก แต่ก็หลีกเลี่ยงไม่พ้น เพราะในการตรวจผลงานบางจุด เช่น ความสำเร็จของชิ้นงาน รูปร่างภายนอกของชิ้นงาน การใช้เครื่องมือ การลำดับขั้นตอนการวางแผน การปฏิบัติงาน และคุณภาพในการใช้งานของชิ้นงาน เป็นต้น จุดต่างๆ เหล่านี้ไม่มีเครื่องมือมาตรฐานใดๆ มาวัด ได้อย่างถูกต้องต้องอาศัยความนึกคิดของผู้ตรวจเอง ดังนั้นการตรวจในจุดนี้ จึงควรมีผู้ตรวจอย่างน้อย 2 คนร่วมกันให้คะแนน หรือต่างคนต่างให้คะแนน แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนผลงานนั้น

สำหรับคะแนนที่ใช้ในการประเมินผลจุดนี้ ขอแนะนำให้ใช้ชั้นคะแนนดังนี้

- | | | |
|----|-------|--|
| 10 | คะแนน | สำหรับผลงานที่ดี ลักษณะงานดี การใช้งานดี การทำงานดี |
| 6 | คะแนน | สำหรับผลงานพอใช้ ลักษณะงานพอใช้ และใช้งานได้ |
| 1 | คะแนน | สำหรับผลงานใช้ไม่ได้ ลักษณะงานไม่ดี และการใช้งานไม่ได้ |
| 0 | คะแนน | สำหรับกรณีที่ไม่มีผลงานออกมา |

ข. ประเมินผลโดยพิจารณาที่ขนาด (Objective Evaluation)

การประเมินผลจุดนี้มีความเที่ยงตรง แม่นยำ และสามารถยึดถือเป็นมาตรฐานได้ เพราะใช้เครื่องมือในการตรวจสอบได้ การตรวจผลงานจุดนี้ที่เห็นได้ชัดได้แก่ ความเที่ยงตรงของขนาดชิ้นงาน เป็นต้น

สำหรับคะแนนที่ใช้ในการประเมินผลจุดนี้ ขอแนะนำให้ใช้ขั้นคะแนนดังนี้

- | | | |
|----|-------|---|
| 10 | คะแนน | สำหรับขนาดที่อยู่ในพิสัยที่กำหนด |
| 7 | คะแนน | สำหรับขนาดที่อยู่นอกพิสัย ไม่เกิน $\pm 25\%$ ของพิสัย |
| 3 | คะแนน | สำหรับขนาดที่อยู่นอกพิสัย ไม่เกิน $\pm 50\%$ ของพิสัย |
| 1 | คะแนน | สำหรับขนาดที่อยู่นอกพิสัย เกิน $\pm 50\%$ ของพิสัย |
| 0 | คะแนน | สำหรับกรณีที่ไม่มีผลงานออกมา |

2.7.4.2 ตัวคูณ (Factor)

ในกรณีปฏิบัติทักษะในจุดต่างๆ นั้น มักจะพบว่าในแต่ละจุดของชิ้นงานจะมีความยากง่ายในการทำงานไม่เท่ากัน ดังนั้นเราจึงควรจะใช้ตัวคูณเป็นตัวกำหนดน้ำหนักของทักษะต่างๆ เหล่านี้ ตัวคูณนี้ ในที่นี้ขอแนะนำให้ใช้ตัวคูณที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 โดยกำหนดขึ้นตามความสำคัญของทักษะต่างๆ ทักษะใดที่มีความสำคัญมากก็ให้มีค่าตัวคูณมาก ทักษะใดที่มีความสำคัญน้อยก็ให้มีค่าตัวคูณน้อย ดังนั้นคะแนนที่ให้สำหรับ ความสามารถในจุดต่างๆ ให้คูณด้วยตัวคูณ จะเป็นค่าคะแนนที่ควรจะได้จริง เช่นตัวอย่างคะแนนในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-2 แสดงการใช้ตัวคูณเป็นตัวกำหนดความสำคัญของทักษะ

จุดให้คะแนน	คะแนนที่ได้	ตัวคูณ	คะแนนรวม	(คะแนนเต็ม)
จุดที่ 1	7	5	35	(50)
จุดที่ 2	10	5	50	(50)
จุดที่ 3	3	2	6	(30)
		รวม	91	(130)

2.7.4.3 การคิดเกรด (Grading)

การคิดเกรดของงานปฏิบัติอาจให้ได้เป็น 2 แบบ คือ การคิดเกรดเป็นแบบเปอร์เซ็นต์ และการคิดเกรดเป็นดัชนี

ก. การคิดเกรดแบบเปอร์เซ็นต์ เป็นวิธีการคิดโดยเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมที่ได้ กับค่าคะแนนเต็ม ตามสูตรต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ที่ได้} = \frac{\text{คะแนนที่ได้}}{\text{คะแนนเต็ม}} \times 100$$

$$\text{ดังนั้นจากตัวอย่างข้างต้นจะได้ เปอร์เซ็นต์ที่ได้} = \frac{91}{130} \times 100 = 70 \%$$

ข. การคิดเกรดเป็นดัชนี อาจกระทำได้ง่ายโดยใช้การเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ออกมาเป็นดัชนี สำหรับตารางข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างหนึ่งของการคิดเทียบเปอร์เซ็นต์เป็นดัชนี

ตารางที่ 2-3 การคิดเทียบเปอร์เซ็นต์เป็นดัชนี

เปอร์เซ็นต์	ดัชนี	ผลงาน
90 ขึ้นไป	A	ผลงานดีเลิศทุกจุด คุณภาพงานดีมาก
75 ถึง 89	B	ผลงานอยู่ในขั้นใช้ได้ และมีคุณภาพสูงกว่าระดับเฉลี่ย
60 ถึง 74	C	ผลงานอยู่ในขั้นปานกลางและคุณภาพไม่มีจุดใดผิดอย่างเด่นชัด
30 ถึง 59	D	ผลงานอยู่ในขั้นต่ำ คุณภาพงานใช้ไม่ได้
ต่ำกว่า	F	ผลงานไม่สำเร็จหรือไม่มีผลงานออกมา

2.7.4.4 เวลาในการทำงาน (Working Speed)

เวลาที่กำหนดให้ในการสอนภาคปฏิบัตินั้น เป็นเวลาในเกณฑ์เฉลี่ยสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่จะทำงานนั้น ดังนั้นหากมีผู้เข้าสอบบางคนทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนดก็อาจจะต่อเวลาให้อีกได้ แต่ทั้งนี้อย่าต่อเวลาให้เกินกว่า 10% ถ้าเกินนั้นผู้เข้าสอบจะต้องหยุดงาน และหากเวลาที่ใช้ในการทำงาน มากหรือน้อยกว่าเวลามาตรฐานที่กำหนดไว้ก็จะมีผลในการเพิ่มหรือลดคะแนนได้ด้วย การเพิ่มคะแนนควรจะให้เฉพาะผู้ที่ได้เปอร์เซ็นต์รวมเกินกว่า 75% โดยขอแนะนำเกณฑ์ในการให้คะแนนเพิ่มและลดดังนี้ คือ ในแต่ละ 2% ของเวลาที่เร็วขึ้นหรือช้าลงกว่าเวลาที่กำหนด จะได้คะแนนเพิ่มหรือลดลง 1 คะแนน แต่ทั้งนี้ไม่ควรเพิ่มหรือลดคะแนนเกินกว่า 5 คะแนน

2.7.5 สรุป

การประเมินผลงานปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบผลความสำเร็จของผู้เรียน ซึ่งกระทำได้ 3 ประการคือ

- ก. การตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาทฤษฎี
- ข. การตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติงาน
- ค. การตรวจคุณภาพผลงานสำเร็จ

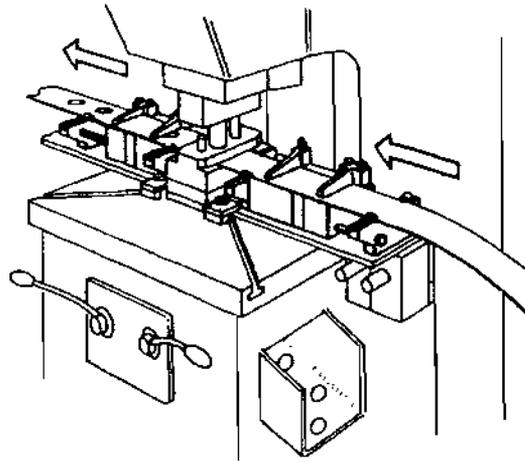
จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ การวัดและประเมินผลการเรียน ผู้วิจัยได้กำหนดการประเมินผล การสอนจาก การฝึกทักษะด้านปฏิบัติ และสอบภาคปฏิบัติ โดยผู้วิจัยได้ให้ความรู้กับผู้เรียนในการ เขียนโปรแกรมSFC การใช้คำสั่งประยุกต์ ในการควบคุมชุดจำลองกระบวนการจัดเก็บชิ้นงาน อัตโนมัติแล้วจะ ให้ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะในการเขียน โปรแกรมควบคุมชุดจำลองกระบวนการจัดเก็บ ชิ้นงานอัตโนมัติเขียนตรวจสอบ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจนครบตามใบงานแล้วให้ผู้เรียนสอบ ภาคปฏิบัติ และนำคะแนนที่ได้ทั้งการฝึกปฏิบัติและการสอบภาคปฏิบัติมาวิเคราะห์หา ประสิทธิภาพของชุดฝึก

2.8 เนื้อหาหลักที่เกี่ยวกับการวิจัย

1. ความหมายของระบบอัตโนมัติ
2. หลักการการออกแบบชุดจำลองในระบบอัตโนมัติ
3. ระบบขับเคลื่อน (Drive system)
4. คุณสมบัติและโครงสร้างของพีแอลซี
5. ระบบเซอร์โวมอเตอร์

2.8.1 ความหมายของระบบอัตโนมัติ

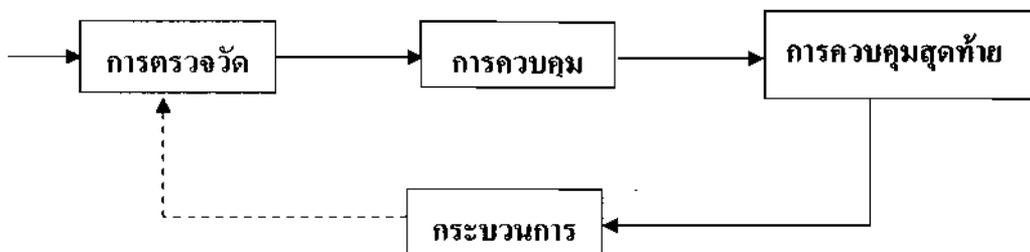
ความหมายของระบบอัตโนมัติ หมายถึง ระบบการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยตัวเอง เมื่อให้สัญญาณเริ่มต้นไม่ว่าระบบจะมีการตั้งโปรแกรม สำเร็จในการทำงานตลอดทั้งระบบ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการทำงานจาก การเปรียบเทียบปริมาณ ของสัญญาณที่เข้ากับปริมาณที่ออกก็ได้ ซึ่งจุดประสงค์โดยทั่วไปของ การควบคุมอัตโนมัติก็คือ เพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพในการผลิต เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน ในการผลิต ควบคุมและวางแผนการผลิตได้ง่ายและประหยัดพื้นที่ของโรงงาน



ภาพที่ 2-8 แสดงตัวอย่าง เครื่องตัดชิ้นงานอัตโนมัติ

2.8.1.1 องค์ประกอบของการควบคุมระบบอัตโนมัติ

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปนั้น จะมีองค์ประกอบหลักๆ ที่สำคัญและคล้ายคลึงกันดังต่อไปนี้ (พรจิต, 2542 : 9-11)



ภาพที่ 2-9 แสดงองค์ประกอบของการควบคุม

การตรวจวัด หมายถึง อุปกรณ์ที่ให้สัญญาณขาออก ซึ่งมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดตัวแปรทางฟิสิกส์ของสิ่งที่ต้องการวัดหรือสั่งงาน

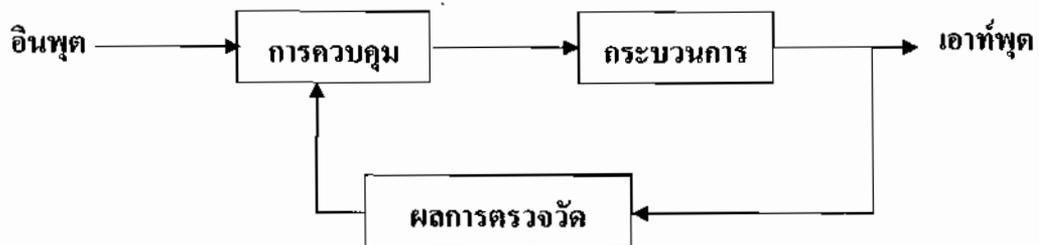
การควบคุม หมายถึง สิ่งที่ทำหน้าที่ออกคำสั่งหรือกำหนดสัญญาณควบคุมตามกฎเกณฑ์ การควบคุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า คำสั่งหรือสัญญาณควบคุมนี้อาจจะเป็นฟังก์ชันกับเวลา หรือฟังก์ชันกับสัญญาณขาเข้าที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัด

การควบคุมสุดท้าย หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับการทำงาน ในการควบคุมส่วนใหญ่ คำสั่งหรือสัญญาณควบคุม จะมีขนาดหรือพลังงานน้อยๆ ส่วนตัวแปรปรับกระบวนการจะมีขนาดหรือพลังงานมาก

กระบวนการ หมายถึง กระบวนการทางฟิสิกส์ที่ต้องการควบคุมให้มีสถานะการทำงานตามต้องการ ในขณะที่สถานะการทำงานหรือสภาพแวดล้อมอาจจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

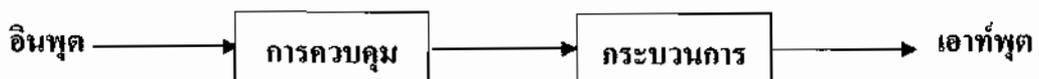
2.8.1.2 ประเภทของการควบคุมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ (พรจิต, 2542 :15)

ก) การควบคุมแบบปิด (Closed Loop) เป็นระบบการควบคุมซึ่งสัญญาณเอาต์พุตจะมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ระบบการควบคุมแบบป้อนกลับนี้อาจจะเป็นสัญญาณเอาต์พุตโดยตรงหรือเป็นสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันของสัญญาณเอาต์พุตก็ได้ ตัวอย่างเช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความดัน การไหล ความเร็ว ให้คงที่ สำหรับการควบคุมในระบบปิดจะใช้เมื่อไม่ทราบถึงการเปลี่ยนแปลง ค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ในระบบโดยไม่คาดคิดมาก่อน และในบางกรณีอาจจะมีทั้งการควบคุมทั้ง 2 แบบ เพื่อให้ระบบทั้งหมดมีผลตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2-10 แสดงการควบคุมแบบปิด (Closed Loop)

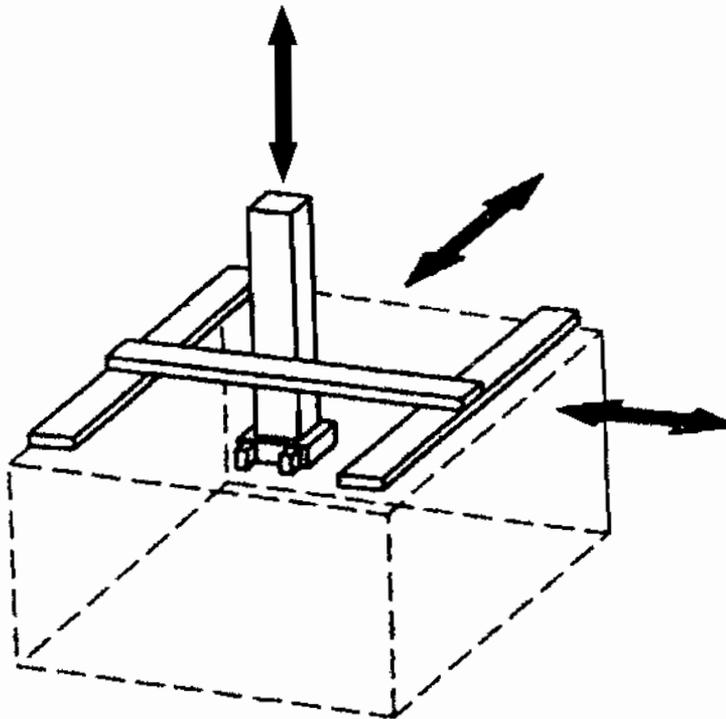
ข) การควบคุมแบบเปิด (Open Loop) เป็นระบบควบคุมที่เอาต์พุตของระบบไม่มีผลต่อการควบคุมเอาต์พุตของระบบจะไม่ถูกวัดหรือถูกป้อนกลับมาเพื่อเปรียบเทียบกับอินพุตตัวอย่างเช่น การควบคุมการเปิดปิดไฟ การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ การควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน ลำเลียง การควบคุมเครื่องซักผ้า การควบคุมสัญญาณไฟจราจร เป็นต้น ระบบควบคุมแบบเปิด นั้นเหมาะสำหรับระบบที่ทราบว่าอินพุตในระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และแน่ใจว่าไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก



ภาพที่ 2-11 แสดงการควบคุมแบบเปิด (Open Loop)

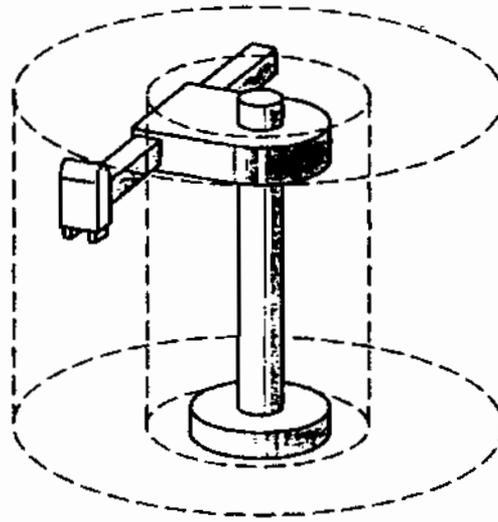
2.8.2 หลักการการออกแบบชุดจำลองในระบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์(แขนกล) ที่สามารถเคลื่อนที่หรือทำงานได้ในทุกๆจุดของพื้นที่เหล่านั้นการที่แขนกลสามารถเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งนั้น เราสามารถที่จะแบ่งประเภทของหุ่นยนต์ตามเรขาคณิตได้ดังต่อไปนี้ (พรจิต 2537 : 10)

2.8.1.1 หุ่นยนต์ที่มีพื้นที่ในการทำงานเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม (Rectilinear or Cartesian Robot Geometry) เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ 3 ทิศทางด้วยกันคือเคลื่อนขึ้นและเคลื่อนลง ซ้ายและขวารวมทั้งหน้าและหลังหรืออาจจะเรียกได้ว่าเคลื่อนที่ในแกน X , Y , Z สำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ประเภทนี้สามารถทำได้ง่ายกว่าการควบคุมประเภทอื่น ๆ ส่วนมากจะใช้ในงานประเภทจับวาง (Pick and Place) และงานประกอบชิ้นส่วนต่างๆดังแสดงใน(ภาพที่2- 12)



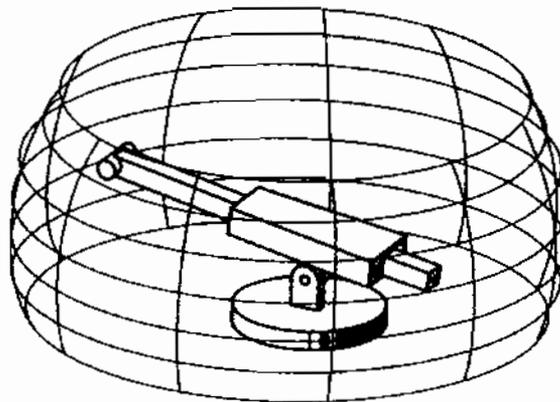
ภาพที่ 2-12 หุ่นยนต์ที่มีพื้นที่ทำงานเป็นรูปสี่เหลี่ยม(Rectilinear or Cartesian Robot Geometry)

2.8.1.2 หุ่นยนต์ที่มีพื้นที่การทำงานแบบทรงกระบอก (Cylindrical Robot Geometry) จะเป็นหุ่นยนต์ที่มีระยการเคลื่อนที่ในแนวเส้นรอบวง ทั้งนี้ก็เพราะแขนกลสามารถหมุนไปได้อย่างรอบตัวรวมทั้งสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงไปหน้าหลังได้ เช่นเดียวกับหุ่นยนต์ที่มีพื้นที่ทำงานแบบทรงรูปทรงสี่เหลี่ยมหุ่นยนต์แบบนี้จะมีแกนอยู่ตรงกลางดังแสดงใน(ภาพที่ 2-13)



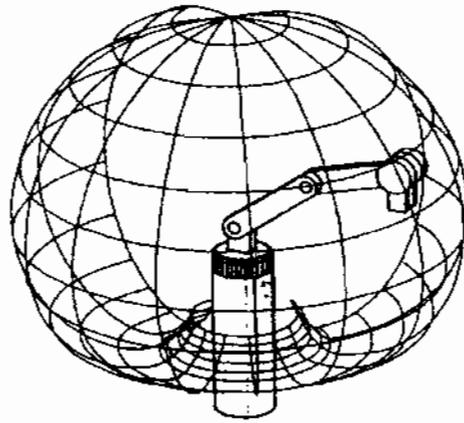
ภาพที่ 2-13 หุ่นยนต์ที่มีพื้นที่การทำงานแบบทรงกระบอก (Cylindrical Robot Geometry)

2.8.1.3 หุ่นยนต์ที่มีพื้นที่การทำงานแบบทรงกลม(Spherical Robot Geometry) จะเป็นหุ่นยนต์ที่มีความยืดหยุ่นสูงกว่าหุ่นยนต์ทั้ง 2 แบบ ที่ผ่านมา เนื่องจากระยะเวลาในการเคลื่อนที่ขึ้นลงนั้นสามารถปรับลดได้ในลักษณะเชิงมุมจึงทำให้พื้นที่ในการทำงานเป็นรูปทรงกลม ดังแสดงใน(ภาพที่ 2-14)



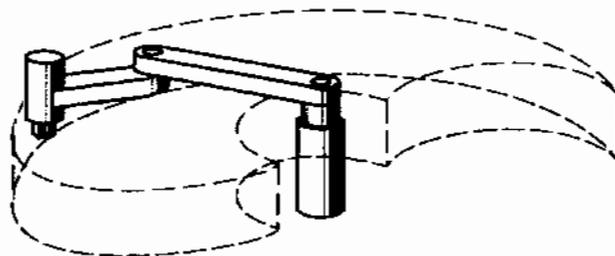
ภาพที่ 2-14 หุ่นยนต์ที่มีพื้นที่การทำงานแบบทรงกลม(Spherical Robot Geometry)

2.8.1.4 หุ่นยนต์ที่แขนเป็นข้อต่อ (Joint Arm Robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีแขนต่อกันเป็นข้อต่อ (Anticulated Arm) เป็นหุ่นยนต์ที่จะประกอบด้วยจุดข้อต่อหมุนทั้งหมดซึ่งจะทำให้มีลักษณะที่คล้ายกับแขนของคนเรามากที่สุด ดังนั้น ความสามารถในการเคลื่อนที่จึงมีเหนือกว่าหุ่นยนต์ประเภทอื่นๆดังแสดงใน(ภาพที่ 2-15)



ภาพที่ 2-15 หุ่นยนต์ที่แขนเป็นข้อต่อ (Joint Arm Robot)

2.8.1.5 หุ่นยนต์สคารา (Scara Robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะแขนกล ที่มีข้อต่อที่ต่อกัน ซึ่งจะแตกต่างกันตรงที่จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวนอนที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของหุ่นยนต์ SCARA ซึ่งเป็นคำย่อมาจาก (Selective Compliance Assembly Robot Arm) หมายถึงการประกอบแขนหุ่นยนต์ที่สามารถเลือกตำแหน่งในการทำงานได้ตามต้องการ หุ่นยนต์ประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีแขนสองหรือสามท่อนซึ่งมีการหมุนได้รอบตัวอยู่ในแนวนอน โดยที่ปลายแขนจะติดอุปกรณ์จับยึด(Gripper)ซึ่งสามารถเคลื่อนตัวขึ้นลงได้ดังแสดงใน(ภาพที่ 2-16)

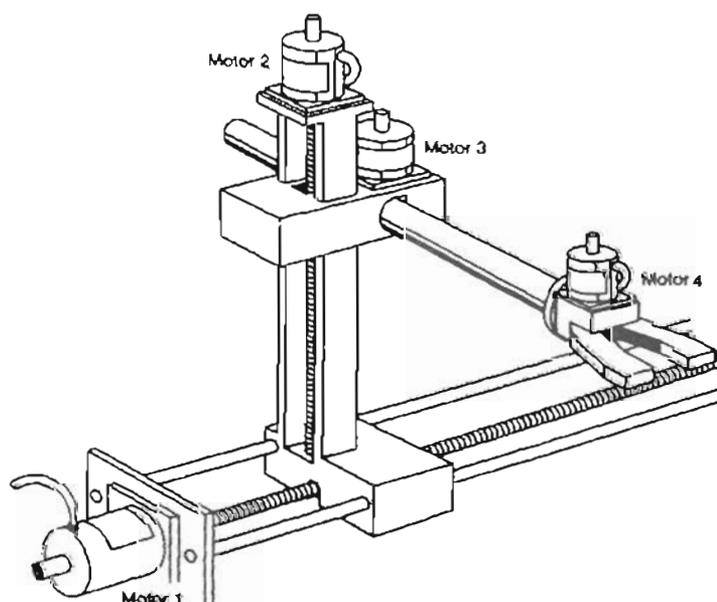


ภาพที่ 2-16 หุ่นยนต์สคารา (Scara Robot)

2.8.3 ระบบการขับเคลื่อน (Drive system) ในการควบคุมหุ่นยนต์หรือเครื่องจักรกลอัตโนมัติ นั้นจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อน ซึ่งในระบบขับเคลื่อนจะขึ้นอยู่กับารออกแบบ และการใช้งาน ซึ่งระบบขับเคลื่อนสามารถแบ่งออกได้ 3 ระบบใหญ่ๆคือ (พรจิต 2537 : 14)

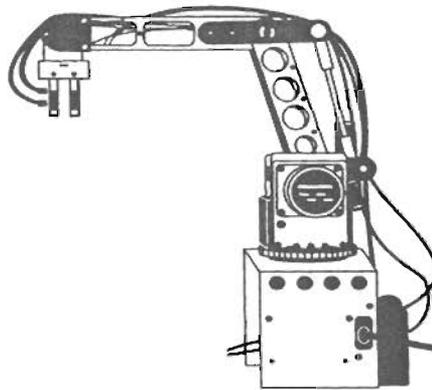
2.8.3.1ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Drive Systems) เป็นระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีการพัฒนาอัตรูปแบบใหม่ๆ ออกมา ทำให้หุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบนี้มีสมรรถนะสูงขึ้น นอกจากนั้นระบบขับเคลื่อนยังมีข้อดี ในการทำงานคือ มีเสียงเงียบ มีขนาดเล็ก และมีราคาถูกกว่า เมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้กับหุ่นยนต์ขนาดเล็กที่เรียกว่าหุ่นยนต์ฝึกหัด (Training Robot) ซึ่งหุ่นยนต์ดังกล่าวจะทำงานได้อย่างแม่นยำมักใช้กับอุตสาหกรรมเบา หรือใช้งานในห้องทดลอง

สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าที่นำมาใช้ ส่วนมากจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยจะใช้ร่วมกับเซนเซอร์หรือทรานสดิวเซอร์ต่างๆ เพื่อใช้ในการตรวจจับตำแหน่ง ความเร็วหรือความเร่ง แล้วส่งสัญญาณไปที่อุปกรณ์ในการควบคุมซึ่งอาจเรียกว่า เซอร์โวมอเตอร์(Servo Motor)นอกจากนี้ยังมีมอเตอร์ที่ใช้กับหุ่นยนต์ไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า (Stepper Motor) มอเตอร์แบบนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับจะใช้สัญญาณ Pulse สั่งงานจากอุปกรณ์โดยตรง ดังแสดงใน(ภาพที่ 2-17)



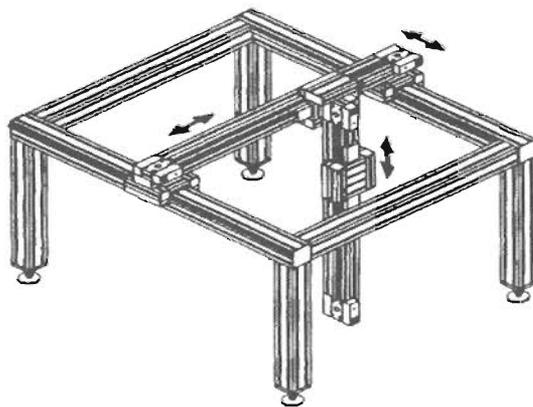
ภาพที่ 2-17 ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electric Drive Systems)

2.8.3.2 ระบบขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกส์ (Hydraulics Drive Systems) เป็นระบบที่ใช้พลังงานไฮดรอลิกส์ ในการควบคุมการทำงานที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมหนัก หุ่นยนต์เหล่านี้จะถูกออกแบบมาให้ใช้ประโยชน์จากการได้เปรียบทางกลของของไหลได้ นอกจากนั้นอุปกรณ์ทำงาน (Acuator) มีทั้งแบบเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและเชิงมุมจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้หุ่นยนต์ประเภทนี้ นำมาใช้เป็นหุ่นยนต์ในภาคอุตสาหกรรมหนักอย่างกว้างขวาง ดังแสดงใน(ภาพที่ 2-18)



ภาพที่ 2-18 ระบบขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulics Drive Systems)

2.8.3.3 ระบบขับเคลื่อนด้วยนิวแมติกส์ (Pneumatics Drive Systems) เป็นระบบที่ใช้พลังงานลมอัดในการส่งถ่ายกำลังให้เกิดการเคลื่อนของหุ่นยนต์ โดยที่ระบบนิวแมติกส์นั้นค่อนข้างได้รับความนิยมมากกว่าหุ่นยนต์ที่ระบบไฮดรอลิกส์ เนื่องจากระบบนิวแมติกส์มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าระบบไฮดรอลิกส์ แต่แรงที่ได้จะต่ำกว่าระบบที่ขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกส์ ดังแสดงใน(ภาพที่ 2-19)



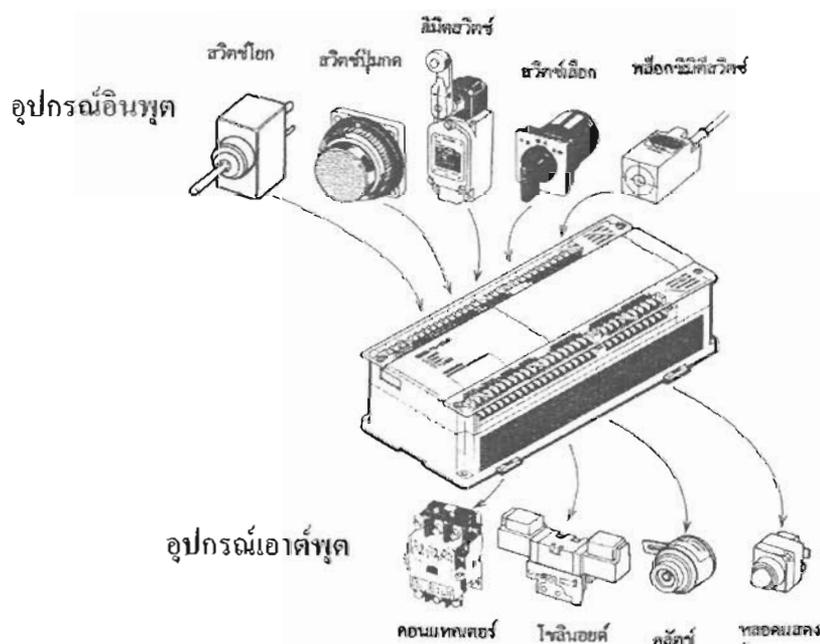
ภาพที่ 2-19 ระบบขับเคลื่อนด้วยระบบนิวแมติกส์ (Pneumatics Drive Systems)

2.8.4 คุณสมบัติและโครงสร้างของพีแอลซี

2.8.4.1 คุณสมบัติของพีแอลซี (กฤษฎา 2534 : 10)

โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC : Programmable Logic Controller) ได้ถูกนำมาใช้ในงานทางด้านอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและระบบการผลิตต่างๆ ในโรงงานให้สามารถทำงานอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังง่ายในการใช้งานและสะดวกในการแก้ไขโปรแกรมการทำงานได้ตลอดเวลา โดยปกติพีแอลซี จะทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยจะป้อนและแก้ไขข้อมูลด้วย คีย์บอร์ด และจะแสดงผลทางจอแสดงภาพ ภายในของพีแอลซี จะมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบโดยสามารถกำหนดเงื่อนไขผ่าน อินพุต และ เอาท์พุต โดยในส่วนของ อินพุต จะต่อร่วมกับสวิตช์ปุ่มกด ลิมิตสวิตช์ เซนเซอร์ และส่วนของ เอาท์พุต สามารถต่อร่วมกับ หลอดไฟ มอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว และอื่นๆ

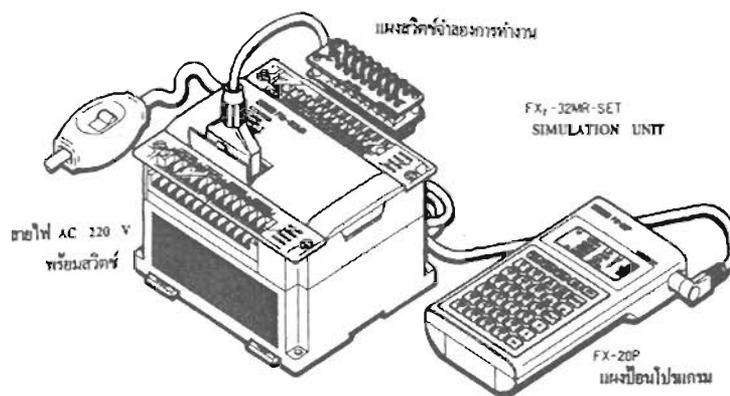
ในการควบคุมการทำงานจะป้อนคำสั่งเข้าไปในพีแอลซี ด้วยซอฟต์แวร์ ซึ่งจะสามารถแก้ไข และตรวจสอบได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะมีอุปกรณ์ต่างๆ ให้เลือกใช้มากมาย เช่น รีเลย์ตัวตั้งเวลา ตัวนับจำนวน สวิตช์ปุ่มกด ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ ดังแสดงได้ใน(ภาพที่ 2-20)



ภาพที่ 2-20 อุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุตที่ใช้ร่วมกับชุดพีแอลซี

2.8.4.1 โครงสร้างของพีแอลซี แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ (กฤษฎา 2534 :11)

ก) หน่วยประมวลผล (CPU : Central Processing Unit) จะมีโครงสร้างเป็น ไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย ซีพียู (CPU) หรือหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ (memory) และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต (input / output) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ หน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุต เป็นวงจรอินพุตและวงจรเอาต์พุต สำหรับต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกหน่วยความจำ ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนที่เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานและส่วนที่เป็นข้อมูลของอุปกรณ์ภายใน ซึ่งใช้ แผงป้อนโปรแกรมหรือคอมพิวเตอร์ต่อเข้ากับ PLC เพื่ออ่านและเขียนโปรแกรมเข้าไปใน หน่วยความจำของ PLC ดังแสดงใน(ภาพที่ 2-21)



ภาพที่ 2-21 แสดงโครงสร้างของชุดพีแอลซี และแผงป้อนโปรแกรม

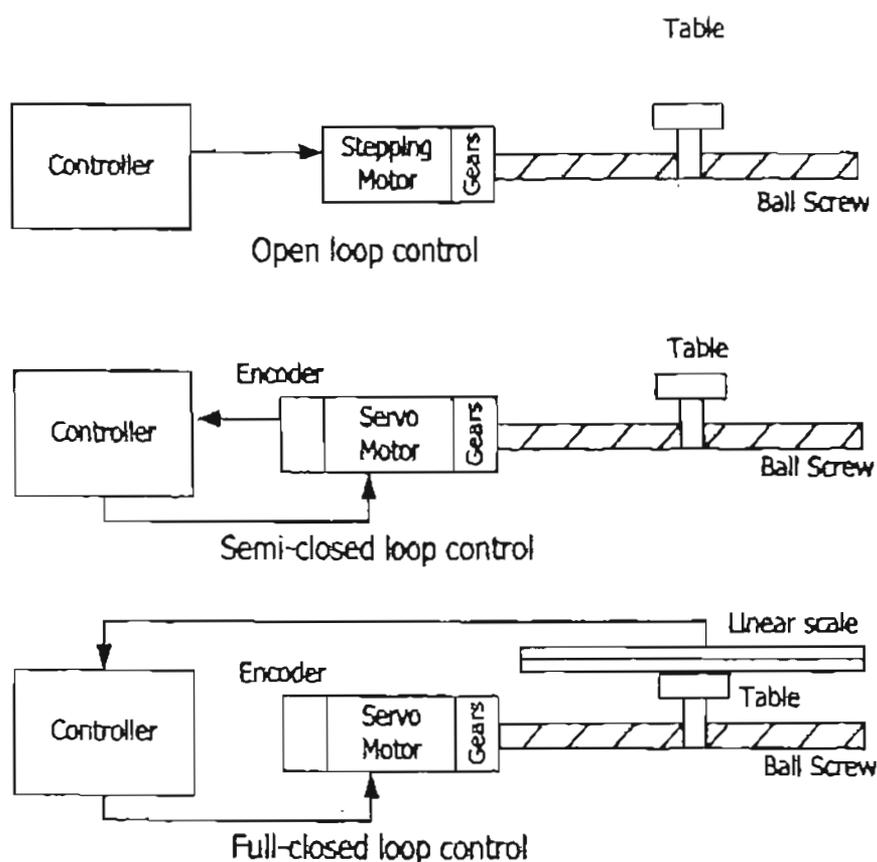
ข) หน่วยอินพุตและเอาต์พุต

อินพุตจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ที่ติดต่อกับภายนอก เช่น สวิตช์ปุ่มกด ลิมิตสวิตช์ รีดสวิตช์ เซนเซอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ โดยอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกแปลงสัญญาณแล้วส่งไปที่ ซีพียู (CPU) ในชุดพีแอลซี เพื่อทำการประมวลผลจากสัญญาณที่ส่งเข้ามาก่อนที่จะส่งสัญญาณ ไปที่ เอาต์พุตไป

เอาต์พุตจะทำหน้าที่เมื่อรับสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลของซีพียู แล้วจะทำการส่งสัญญาณออกไปเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างในระบบอัตโนมัติหรือเครื่องจักรอัตโนมัติ เช่น โซลินอยด์วาล์ว มอเตอร์ หลอดไฟ และอื่นๆ เพื่อให้ทำงานตามคำสั่งของโปรแกรมที่เขียนไว้

2.8.5 ระบบเซอร์โวมอเตอร์(ทานตะวัน 2549 : 1)

เซอร์โวมอเตอร์(Servo Motor) มีจุดเด่นก็คือ ความเร็วและความแม่นยำในการทำงาน ซึ่งเมื่อมองในมุมมองของผู้ใช้งานในฝ่ายผลิตแล้ว ต้องการลดของเสียในกระบวนการผลิตและรวมถึงปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ ต้องมีคุณภาพตัวแปรนั้นก็คือ ความแม่นยำ ในการทำงาน ดังนั้นเซอร์โวมอเตอร์จึงนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรม ที่ต้องการความแม่นยำสูงโดยที่เซอร์โวมอเตอร์สามารถที่จะควบคุมพารามิเตอร์ได้หลายอย่าง เช่น การควบคุมตำแหน่ง ความเร็วแรงบิด หรือแม้แต่เส้นทางการเคลื่อนที่ที่สามารถทำได้ ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นการควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่เซอร์โวมอเตอร์นั้นจะมีตัวนับรอบ(Encoder) ติดอยู่กับเซอร์โวมอเตอร์ด้วยทุกตัว ในเบื้องต้นจะอธิบายถึงหลักการควบคุมตำแหน่ง ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะ การควบคุมได้ 3 แบบดังนี้



ภาพที่ 2-22 ลักษณะการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 3 แบบ

2.8.5.1 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ(ทานตะวัน 2549 : 7)

ก) DC Servo Motor เป็นเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรง

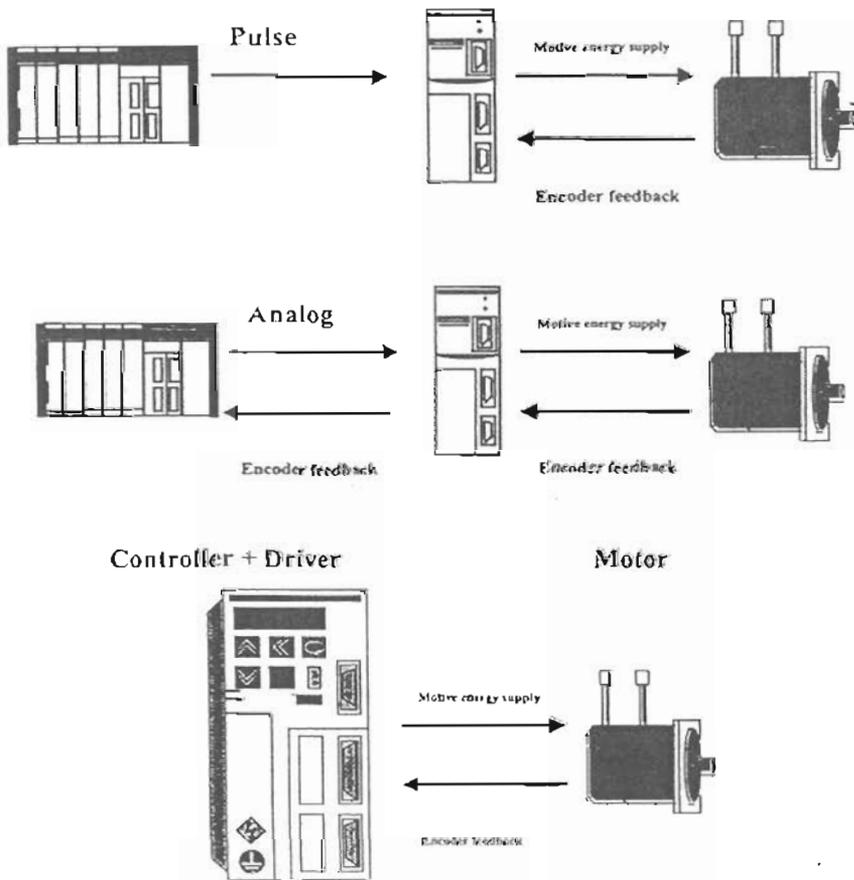
ข) AC Servo Motor เป็นเซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับ

2.8.5.2 อุปกรณ์ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ นั่นก็คือชุดขับ(Driver) ซึ่งมีรูปแบบในการใช้ในการควบคุมได้ 3 แบบดังนี้

ก) ใช้สัญญาณ พัลส์ (Pulse)

ข) ใช้สัญญาณ อนุาลอก(Analog)

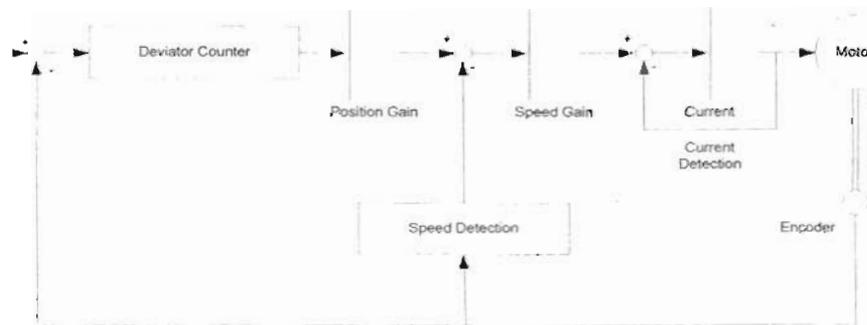
ค) ใช้คอนโทรลเลอร์ และไดร์ขับเคลื่อน (Controller + Driver)



ภาพที่ 2-23 รูปแบบที่ใช้ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

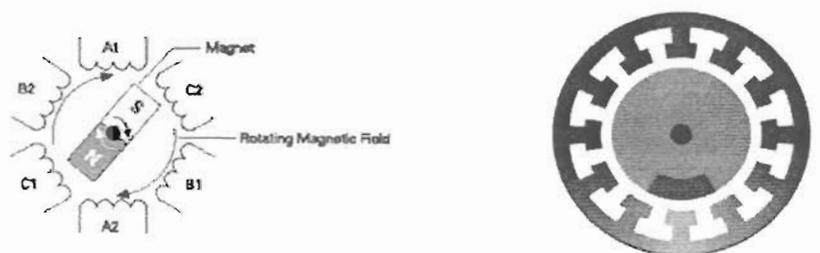
ง) บล็อกไดอะแกรมของชุดขับเซอร์โวมอเตอร์ จากบล็อกไดอะแกรมชุดขับเซอร์โวมอเตอร์จะประกอบด้วย 3 Loop คือ

- 1 การควบคุมกระแสไฟฟ้า Current Control Loop เป็นการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์
- 2 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Speed control loop) เป็นการควบคุมความเร็วของมอเตอร์
- 3 การควบคุมตำแหน่ง(Position Control) เป็นการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์



ภาพที่ 2-24 บล็อกไดอะแกรมของชุดขับเซอร์โวมอเตอร์

2.8.5.3 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์(ทานตะวัน 2549 : 8)



ภาพที่ 2-25 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

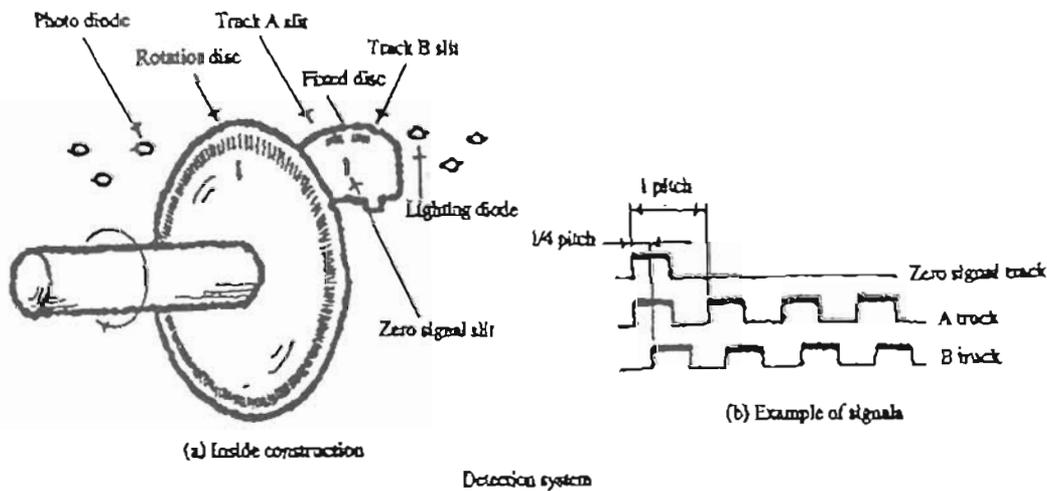
จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงานของ เมื่อป้อนไฟ 3 เฟสเข้าขดลวด จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุน และส่งผลให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรวิ่งตาม) ดังที่กล่าวมาจึงทำให้

มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันไป เช่น Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM) AC Servo motor, AC Brushless, หรือ Brushless Motor เป็นต้น

2.8.5.4 ชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับ (ทานตะวัน 2549 : 10)

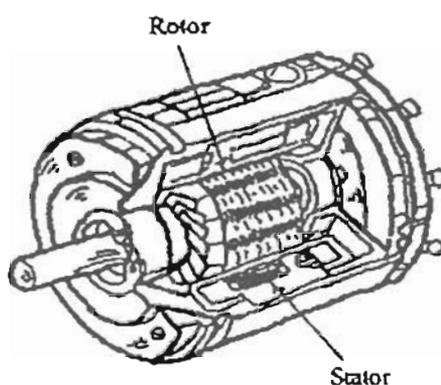
ก) Rotary Encoder เป็นลักษณะการตรวจจับแบบหมุนในแนวแกนดังแสดงในภาพที่ 2-26 ด้านบนลำแสงจะถูกยิงจาก Lighting Diode ผ่าน Fixed Disc ไปยัง Rotation Disc ที่ติดตั้งอยู่บนแกนเพลลา โดยมี Photo Diode เป็นตัวรับแสง ลำแสงจะผ่านรูบน Fixed Disc และ Rotation disc ตามจังหวะการหมุนทำให้ได้สัญญาณไฟฟ้าออกมาจาก photo diode เนื่องจากรูของ A และ B บน Fixed Disc จะต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา ดังนั้นสัญญาณเอาต์พุตทางไฟฟ้าจะได้รูปคลื่นที่ออกมาต่างเฟสกันอยู่ 90 องศาตามรูป ส่วนรูของ Z บน Fixed Disc จะมีเพียงรูเดียวเท่านั้น

ถ้านับค่าพัลส์ที่ได้จากตัว เอ็น โคลด์เคอร์ ก็จะเป็นค่ามุมของการหมุนนั่นเอง ส่วนเอาต์พุตเฟส A และ B ที่ต่างเฟสกันอยู่ 90 องศาจะเป็นตัวชี้ถึงทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ส่วนเฟส Z หรือ Zero signal เป็นตัวชี้ถึงจุด 0 องศาของการหมุน



ภาพที่ 2-26 ลักษณะการตรวจจับแบบ โรตารีเอ็น โคลด์เคอร์ (Rotary encoder)

ข) Resolver เป็นอุปกรณ์ตรวจจับมุมการหมุนโดยอาศัยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดมาจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวโรเตอร์ ส่วนที่ตัวสเตเตอร์จะมีขดลวดอยู่ 2 ขดที่วางทำมุมกันอยู่ 90 องศา เมื่อป้อนไฟเข้าทางขดลวดสเตเตอร์ ขดลวดโรเตอร์ก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นเมื่อเกิดการหมุนของโรเตอร์ มุมของการหมุนที่ต้องการวัดก็จะแปรผันตามความต่างเฟสของแรงดันไฟฟ้า ระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวด สเตเตอร์และ โรเตอร์ดังแสดงใน(ภาพที่2-27)



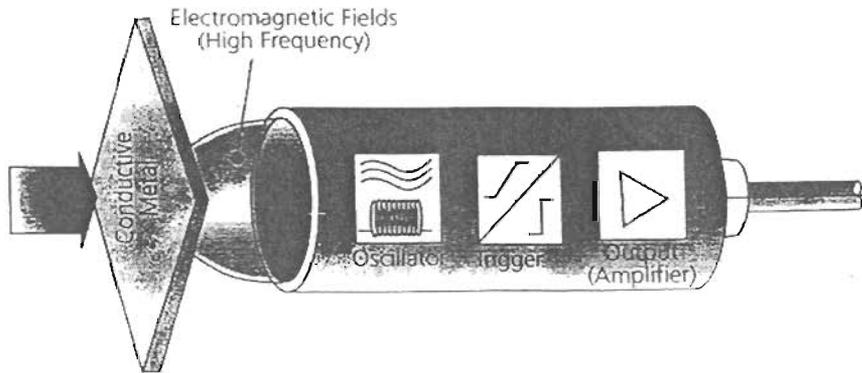
ภาพที่ 2-27 ลักษณะการตรวจจับแบบ Resolver

2.8.6 เซนเซอร์ (SENSOR) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับค่าทางเคมี ฟิสิกส์และกายภาพ แล้วเปลี่ยนค่าต่างๆ เหล่านั้นให้อยู่ในรูปของสัญญาณที่อุปกรณ์ควบคุมสามารถตอบสนองได้ และทรานสดิวเซอร์ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเซนเซอร์(ทานตะวัน 2547 : 6)

2.8.6.1 เซนเซอร์ที่ทำงานแบบไม่สัมผัส (Proximity sensor) เป็นเซนเซอร์อีกกลุ่มหนึ่งที่ทำงาน โดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงาน และสัญญาณที่ได้จะเป็นแบบไบนารี (On-Off) สามารถแบ่งออก 4 แบบตามการใช้งาน

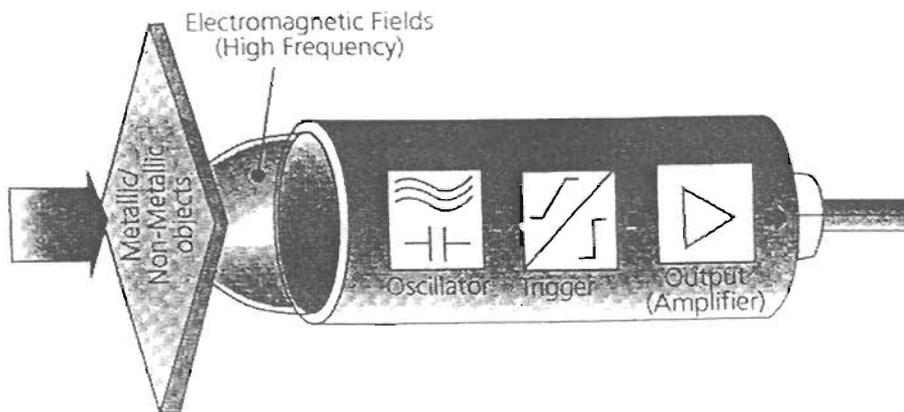
ก) เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำตรวจจับชิ้นงาน (Inductive Proximity Sensor) เป็นเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ จะใช้ขดลวดและวงจรถ่ายเป็นคลื่นความถี่เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างสนามแม่เหล็กที่มีความถี่สูง ในกรณีที่สนามแม่เหล็กส่งสัญญาณไปถึงชิ้นงานซึ่งเป็นชิ้นงานโลหะ เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ ภายในเซนเซอร์จะมีวงจรการทำงาน โดยจะอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำแล้วส่งเข้าวงจรขยายก่อนที่นำไปใช้งาน โดยมี

ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของเซนเซอร์แบบนี้ คือ วงจรกำเนิดความถี่ (Oscillator) วงจรหรือ ส่วนของการประมวลผล (Evaluator) และส่วนขยายสัญญาณ (Amplifier)



ภาพที่ 2-28 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ(Inductive Proximity Sensor)

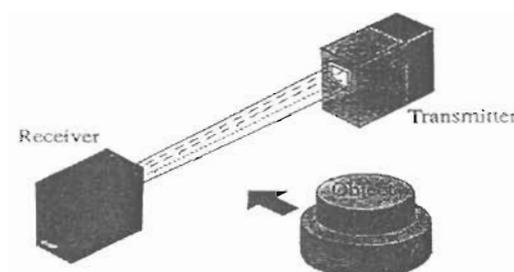
ข) เซนเซอร์แบบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าใช้ในตัวตรวจจับชิ้นงาน (Capacitive Proximity Sensor) เซนเซอร์แบบนี้จะมีหลักการทำงานคล้ายแบบ Inductive แต่จะอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าของความจุ (Capacitance) สามารถใช้ในการตรวจจับชิ้นงานได้เกือบทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นโลหะ , อโลหะ , น้ำ , กระดาษ , พลาสติกบางชนิด



ภาพที่ 2-29 เซนเซอร์แบบใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าตรวจจับชิ้นงาน (Capacitive Proximity Sensor)

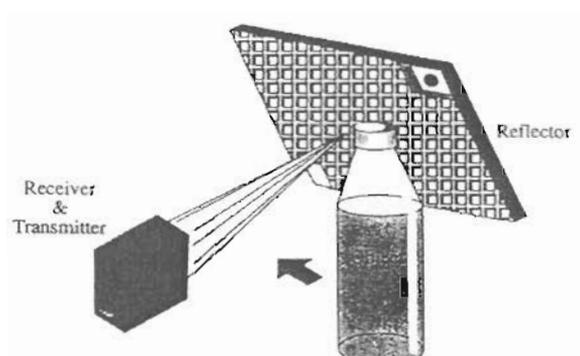
ค) เซนเซอร์แบบที่ใช้แสงในการตรวจจับชิ้นงาน (Optical or Photoelectric)
เซนเซอร์แบบนี้ส่วนใหญ่แล้วจะใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจจับชิ้นงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1 เซนเซอร์แบบแยกตัวส่งและตัวรับสัญญาณ (Separate type) เซนเซอร์แบบนี้จะแยกตัวส่งและตัวรับออกจากกัน ตัวส่งสัญญาณส่วนมากจะใช้ LED(Light Emitting Diode) เป็นกำเนิดสัญญาณแสงและตัวรับสัญญาณ (Photo transistor) ในสภาวะปกติตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณจะอยู่ตรงกัน และหากมีชิ้นงานตัดผ่านแสง ตัวรับสัญญาณก็จะส่งสัญญาณออกสู่ภายนอก



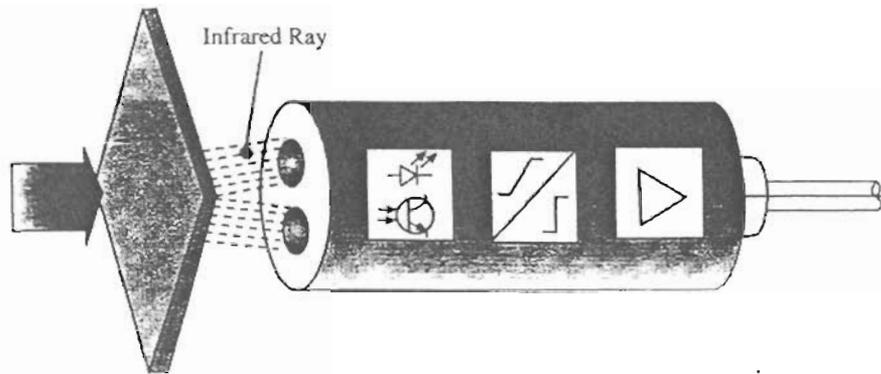
ภาพที่ 2-30 เซนเซอร์แบบแยกตัวส่งและตัวรับสัญญาณ (Separate type)

2 เซนเซอร์แบบใช้แผ่นสะท้อนแสง (Retroreflective type) เซนเซอร์แบบนี้จะรวมตัวส่งและตัวรับสัญญาณไว้ในตัวเดียวกันและใช้แผ่นสะท้อนแสงเป็นอุปกรณ์ช่วยในการสะท้อนแสงในสภาวะปกติรับสัญญาณแสงจะไม่ส่งสัญญาณไฟฟ้าออกภายนอก เว้นแต่มีชิ้นงานตัดผ่านแสง



ภาพที่ 2-31 เซนเซอร์แบบใช้แผ่นสะท้อนแสง (Retroreflective type)

3 เซนเซอร์แบบใช้ชิ้นงานสะท้อนแสง (Reflective type) เซนเซอร์ประเภทนี้จะรวมตัวส่งและตัวรับสัญญาณไว้ในตัวเดียวกัน แล้วใช้ชิ้นงานเป็นตัวการที่จะสะท้อนแสงกลับ ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะน้อยกว่าทั้งสองแบบ โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับพื้นผิวและสีของชิ้นงานเป็นสำคัญ



ภาพที่ 2-32 เซนเซอร์แบบใช้ชิ้นงานสะท้อนแสง (Reflective type)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดการสอน เป็นการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอนหลายๆ เรื่อง ผู้วิจัยพบว่า ชุดการสอนแต่ละเรื่องมีประสิทธิภาพในระดับต่างๆ กัน ดังตัวอย่างงานวิจัยต่อไปนี้

นพดล (2532) ได้ทำการวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องระบบฉีดเขื่อน้ำมันเชื้อเพลิงอิเล็กทรอนิกส์ รหัส ขอย. 9314 หลักสูตรวิชาช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 กรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.84/78.98 ตัวหลังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างจากเกณฑ์กำหนด ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

สุนทร (2535) ได้ทำการวิจัย การสร้างชุดการสอน เรื่องมุมล้อย่น้ำ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2530 กรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพทางภาคทฤษฎี 85.95/82.81และประสิทธิภาพทางภาคปฏิบัติ 87.43/89.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ธนรัตน์ (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดประลองนิวมेटิกส์โรสมไฟฟ้าควบคุม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 84.77/85.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80

ณรงค์ (2539) ได้ทำการวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องเกียร์อัตโนมัติ (ภาคทฤษฎี) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2536 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 86.62/81.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ กำหนด

ไพรัตน์ (2539) ได้ทำการวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องระบบเบรก ABS (Antilock Braking System) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2536 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพ 87.03/80.75 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

เสกสันต์ (2542) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเรื่อง ระบบนิวมेटิกส์ ในรหัสวิชา 31000108 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงกรม อาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.66/87.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและหลังจากการประลองนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ชุด ประลองได้คะแนนดีกว่าก่อนการประลองตามนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.5 โดยใช้ t-test ส่วนด้านความคิดเห็นจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษา อยู่ในเกณฑ์ดี

พงษ์ศักดิ์ (2546) ได้ทำการวิจัย การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชา ช่างซ่อม เครื่องยนต์แก๊สโซลีนหัวฉีด เรื่องการควบคุมระยะเวลาการฉีดเชื้อเพลิง ตามหลักสูตรวิชาชีพพระยะ สัน พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.83/80.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

ประวิทย์ (2549) ได้ทำการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกการเขียน โปรแกรม เครื่องคัดแยกชิ้นงานโดยใช้ SENSORS เป็นตัวตรวจสอบควบคุมโดยพีแอลซี ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.33/84.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80