



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม
โดย นายมนัส ปุຍงาม

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย วรพจน์พิสุทธิ)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อนันต์ สืบสำราญ)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

นายมนัส บุญงาม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Name : Mr.Manus Pui-ngam
Thesis Title : Construction and Efficiency Validation of Sensor Training Course for Industrial
Major Field : Electrical Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr. Siripan Thongchai
Assistant Professor Dr.Surupan Tansriwong
Academic Year : 2006

Abstract

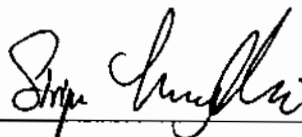
This research was an Experimental Research that aimed to construct and validate the efficiency of training package on Sensor Training Course for Industrial.

The research used the partial important topics of Sensor and Transducer subject and Industrial Electronic subject that was constructed the training package. The training packaged consisted of instructor 's manual , trainee 's manual , test sheet and teaching aid. Samples were 20 applicant who were registered in training course at Leamthong College during 24 -25 March 2007. They did the exercise and post - test during studying and did the test after finished this course. The scores were computed for its efficiency with the formula .

The results showed that this training package has efficiency at 83.66/79.66 which was lower than the set criterion 80/80.

(Total 191 pages)

Keywords : Sensor, Industrial Control System , Training Package



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาไปด้วยความกรุณาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร. สุรพันธ์ ต้นศรีวงษ์ กรรมการที่ปรึกษา ได้กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชา แนะนำวิธีการดำเนินการวิจัย การแก้ปัญหาและเสริมสร้างกำลังใจในการวิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณท่านทั้งสองมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ ผศ. ดร.สินชัย ชินวรรตน์ ดร.อนันต์ เวทย์วัฒนะ อาจารย์นิวัติ สุขศิริสันต์ อาจารย์พรจิต ประทุมสุวรรณ และ ดร.ถวิดา มณีวรรณ ที่ได้กรุณาประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมและให้ข้อเสนอแนะในการสร้างชุดสาธิต และขอขอบคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทองที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการฝึกอบรมให้กับผู้เข้าอบรม

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์วิสูตร งามศิริ อาจารย์สอนประจำวิชาระบบโทรศัพท์ของ ศูนย์ฝึกโทรคมนาคม ที่คอยช่วยแนะนำและให้กำลังใจ ตลอดจนคนในครอบครัวของผู้วิจัยมีส่วนสำคัญที่คอยสนับสนุนทุกอย่าง ในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

มนัส บุญงาม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น	4
1.6 กำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
1.7 ประโยชน์ของการวิจัย	5
บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ความหมายและแนวคิดของการฝึกอบรม	7
2.2 ความหมายและแนวคิดของการฝึกอบรม	8
2.3 ประโยชน์และคุณค่าของชุดฝึกอบรม	9
2.4 ความต้องการฝึกอบรม	10
2.5 ประเภทของการฝึกอบรม	10
2.6 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรม	11
2.7 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม	13
2.8 การวิเคราะห์งาน	14
2.9 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	14
2.10 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อประกอบฝึกอบรม	14
2.11 การวางแผนการฝึกอบรม	21
2.12 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.13 การประเมินผลการฝึกอบรม	23
2.14 ทฤษฎีอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม	23
2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
บทที่ 3. วิธีการดำเนินการวิจัย	37
3.1 ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
3.2 แบบแผนการวิจัย	37
3.3 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	38
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและประเมินผล	38
3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	44
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	46
บทที่ 4. ผลของการวิจัย	51
4.1 ผลของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น	51
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	52
4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบท	53
4.2.2 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม	53
4.2.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม	53
4.2.4 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าอบรม	54
บทที่ 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	59
5.1 สรุปผลการวิจัย	60
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย	60
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ทำงานวิจัย	62
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก ก	67
ลักษณะรายวิชา	68
ภาคผนวก ข	71
ผลการวิเคราะห์หัวข้อในเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลการวิเคราะห์รายละเอียดหัวเรื่องและแหล่งข้อมูล	73
ผลการประเมินความสำคัญของหัวเรื่อง	74
ผลการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวเรื่อง	75
ผลการวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่องและความรู้ของเนื้อหา	81
ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	88
ภาคผนวก ค	95
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์การอบรม	96
ตารางวิเคราะห์การออกข้อสอบ	100
ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ	103
ตารางวิเคราะห์สื่อการอบรม	109
ภาคผนวก ง	121
ผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดเพื่อหาบรรณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	122
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาบรรณความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	126
ผลของค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น	133
ภาคผนวก จ	135
ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทและแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	136
ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน	137
ภาคผนวก ฉ	139
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	140
หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน	141
แบบประเมินชุดสาธิต	146
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการศึกษาอบรม	151

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข	153
ตัวอย่างแผนการอบรม	155
ตัวอย่างเอกสารประกอบการอบรมสำหรับวิทยากร	156
ตัวอย่างสื่อพาวเวอร์พอยต์	164
ตัวอย่างแบบทดสอบหลังอบรม	171
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	173
ภาคผนวก ช	185
ภาพชุดสาริต	186
ภาพแสดงการต่อวงจรอุปกรณ์ตรวจจับทั้ง 5 ประเภท	187
ตัวอย่างภาพสถานที่ประกอบการที่ส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรม	189
ประวัติผู้วิจัย	191

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1 ผลประเมินความเหมาะสมต่อเอกสารประกอบการอบรม	42
3-2 ผลประเมินความเหมาะสมต่อสไลด์ประกอบการอบรม	43
3-3 ผลประเมินความเหมาะสมต่อชุดสาธิต	44
3-4 ตารางฝึกอบรม	45
4-1 รายละเอียดของชุดฝึกอบรม	53
4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบท	54
4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน	55
4-4 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าอบรม	56
ข-1 ผลการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม	72
ข-2 ผลการวิเคราะห์รายละเอียดของหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล	73
ข-3 ผลการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง	74
ข-4 ผลการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง	75
ข-5 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่องและความรู้ของเนื้อหา	81
ข-6 ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	88
ค-1 ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การอบรม	96
ค-2 ผลการวิเคราะห์การออกข้อสอบ	100
ค-3 ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อออกข้อสอบ	103
ค-4 ผลการวิเคราะห์สื่อการสอน	109
ง- 1 ผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดเพื่อหาธรรมชาติความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	122
ง-2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาธรรมชาติความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	126
ง-3 ผลของค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น	133
จ-1 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบท และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง	136

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสดงระดับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา	18
2 -2 แสดงการพิจารณาเลือกลักษณะของสื่อ	18
3-1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย	40
4-1 คู่มือวิทยากร	52
4-2 แสดงการทดสอบชุดฝึกอบรม อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม	52
4 -3 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดอบรม	57
ซ-1 ชุดสาธิตอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม	186
ซ-2 การสาธิตต่อวงจรชุดสาธิต	186
ซ – 3 การต่อวงจรตรวจจับทางแสง	187
ซ – 4 การต่อวงจรตรวจจับประเภทฟร็อกซิมิตี้	187
ซ – 5 การต่อวงจรตรวจจับทางอุณหภูมิ	188
ซ – 6 การต่อวงจรตรวจจับความดัน	188
ซ – 7 การต่อวงจรตรวจจับความเร็ว	188
ซ . 8 ภาพตัวอย่างสถานประกอบการที่ส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรม	189

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในระบบอุตสาหกรรมพื้นฐานของไทยแต่เดิมใช้เครื่องมือและเครื่องจักรที่มีความทันสมัย ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น เร็วขึ้น มีระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้งาน เพื่อเพิ่มกำลังผลิตลดค่าใช้จ่าย แรงงาน ลดการสูญเสียการผลิต ลดการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี จากกระบวนการผลิตที่ใช้แรงงาน ไปเป็นการใช้เครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีที่สูงและทันสมัย ทำให้สถานประกอบการ ต้องการนำ อุปกรณ์ตรวจจับ เข้ามาใช้งานทางด้าน อุตสาหกรรม เกิดปัญหาด้านผู้ปฏิบัติงาน การควบคุม เครื่องจักร และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต ทำให้เกิดปัญหา ขาดแรงงานที่มีความรู้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการในงานอุตสาหกรรม ปัญหาปัจจุบันที่เกิดขึ้นในโรงงาน อุตสาหกรรมได้มีการนำเอาเครื่องจักรที่ทันสมัยเข้ามาใช้แทนแรงงานคนทำให้การทำงานกับระบบ เติมมีปัญหา ในการเรียนรู้ของอุปกรณ์ตรวจจับเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องขึ้น ไม่สามารถ แก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ ส่งผลทำให้การผลิตล่าช้า และไม่ได้คุณภาพ

สาเหตุของปัญหาพบว่า เมื่อผู้ขายหรือผู้ผลิตอุปกรณ์ตรวจจับส่งมอบเครื่องจักรที่มี อุปกรณ์ตรวจจับเป็นส่วนควบคุม ทางบริษัทจะอบรมเฉพาะวิธีการและการใช้งานของเครื่องจักร ตลอดจนการแก้ไขเบื้องต้น เพื่อนำไปสู่การใช้งาน ส่วนใหญ่ เป็นการอบรมวิธีการควบคุมการผลิต ให้เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ การป้องกันอันตราย การทำความสะอาด การบำรุงรักษาตาม กำหนดระยะเวลา แต่เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับมีปัญหา ผู้ใช้จะไม่สามารถเช็คได้ ทำให้เครื่องจักรหยุด ทำงาน ตลอดจนกระบวนการผลิต ที่มีอุปกรณ์ตรวจจับเป็นตัวควบคุม เป็นผลทำให้เกิดความ เสียหายต่อขบวนการผลิต ผู้ปฏิบัติงาน ก็จะเรียกให้ผู้จำหน่าย ให้ไปทำการตรวจเช็คให้ ในบางครั้งปัญหาที่เกิดขึ้น ถ้าผู้ปฏิบัติงาน มีความรู้ทางด้าน อุปกรณ์ตรวจจับ สามารถ ตรวจเช็คใน เบื้องต้นได้สามารถแก้ปัญหาเองได้ เช่นเมื่อระบบเกิดการขัดข้อง ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ควบคุมงาน สามารถตรวจเช็คจุดบกพร่อง เมื่อพบจุดที่เป็นปัญหาหรืออุปกรณ์ที่ชำรุด ก็สามารถเปลี่ยนตัวใหม่ แทนความเสียหายจากการหยุดกระบวนการผลิต ก็จะไม่เกิดขึ้น

แนวทางในการแก้ไข จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น และเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ และออกแบบสอบถามความต้องการ ในการขอฝึกอบรม ความคิดเห็นของผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติงาน ที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรและซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่มีความต้องการในเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับ เมื่อกระบวนการผลิตมีปัญหา ให้มีความรู้ในระดับที่สามารถตรวจเช็คในระบบเบื้องต้นและออกแบบแก้ไขในบางส่วนได้ ดังนั้นผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงาน ควรต้องมีความรู้ และทักษะ ในระดับที่สามารถ ตรวจเช็ค อ่านและออกแบบวงจรพื้นฐานได้ ตลอดจนสามารถตรวจเช็คข้อบกพร่องของอุปกรณ์ตรวจจับ เมื่อกระบวนการผลิตเกิดการขัดข้อง ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว คือจัดการฝึกอบรมให้มีความรู้ และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบงานที่ใช้อุปกรณ์ตรวจจับเป็นส่วนสำคัญในการทำงาน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดฝึกอบรม อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม เพื่อแก้ปัญหา ดังกล่าว ผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาในด้านความรู้ความสามารถของช่างเทคนิค และผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องจักรต่อไป

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น และแบบสอบถามความต้องการ โดยการสัมภาษณ์ช่างเทคนิค ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมและซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าในสถานประกอบการจำนวน 12 แห่งในเขตนิคมอุตสาหกรรมบางกะดี ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ ซึ่งสามารถสรุปประเด็นปัญหาสำคัญๆ ได้ คือ

1. ช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับในสถานประกอบการยังขาดความรู้ ความเข้าใจ ขาดการฝึกอบรม และความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาของอุปกรณ์ตรวจจับ เหตุผลหลักมา จากช่างเทคนิคที่จบการศึกษามาได้เรียนแค่ภาคทฤษฎีซึ่งขาดการปฏิบัติจริง

2. ขาดความรู้ในทางเทคนิคเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษาที่ใช้ในการปรับปรุงการใช้งาน ของอุปกรณ์ตรวจจับประเภทที่ใช้งานอยู่อย่างแท้จริง

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญที่จะต้องให้ช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับ สำหรับงานอุตสาหกรรมสถานประกอบการ เข้ารับการฝึกอบรมในเรื่องดังกล่าว เพราะมีความ จำเป็นที่จะต้องนำความรู้พื้นฐานและหลักการของอุปกรณ์ตรวจจับแบบต่างๆ ไปใช้เป็นแนวทางใน การทำงานและเป็นพื้นฐานในการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องนี้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป เพื่อที่จะ สามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาของคุณภาพระบบงานได้ จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยพิจารณาแล้ว เห็นว่าการสร้างชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับ ให้เป็นมาตรฐาน จะมีผลทำให้ผู้เข้ารับการ ฝึกอบรมมีผลสัมฤทธิ์ของการอบรมที่สูงขึ้น และเป็นประโยชน์ในการทำงานได้ต่อไป

1.2 วัดดูประสงคในการวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับ สำหรับใช้ฝึกอบรมช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับให้มีความรู้ความเข้าใจในการทำงานสามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาในการทำงาน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถที่จะนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ชุดฝึกอบรมเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1.4.1 คู่มือวิทยากร ได้แก่ เอกสารสำหรับวิทยากร ซึ่งประกอบด้วย แผนการฝึกอบรม ใบวัดดูประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบทดสอบหลังการฝึกแต่ละหัวข้อพร้อมเฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมพร้อมเฉลย

1.4.2 เอกสารประกอบการฝึกอบรม ได้แก่ เอกสารสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ใบวัดดูประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบทดสอบหลังการฝึกแต่ละหัวข้อ

1.4.3 สื่อการฝึกอบรม ได้แก่ สื่อนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ (Presentation) และชุดสาธิต อุปกรณ์ตรวจจับทั้ง 5 ประเภทพร้อมคู่มือ โดยมีเนื้อหาที่นำมาใช้ในการฝึกอบรมประกอบด้วย 6 หัวข้อเรื่อง ดังนี้

1. หลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์ตรวจจับ
2. อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง
3. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษิมีตี้สวิทช์
4. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทอุณหภูมิ
5. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน
6. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ในการวิจัยครั้งนี้ให้ถือว่าความแตกต่างระหว่างเพศ อายุ ประสบการณ์การทำงานและตำแหน่งงานนั้น ไม่นำมาประกอบค่านึงถึงผลกระทบต่องานวิจัย
2. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ถือว่าได้กระทำไปด้วยดุลยพินิจจากความรู้สึกันแท้จริง

1.6 คำจำกัดความในการวิจัย

1.6.1 ชุดฝึกอบรม หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับดำเนินการฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับซึ่งประกอบด้วย

1.6.1.1 คู่มือวิทยากร หมายถึง เอกสารสำหรับวิทยากรที่ประกอบด้วยแผนการฝึกอบรม ใบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบทดสอบหลังการฝึกแต่ละหัวข้อพร้อมเฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมพร้อมเฉลย

1.6.1.2 เอกสารประกอบการฝึกอบรม หมายถึง เอกสารสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ประกอบด้วย ใบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบทดสอบหลังการฝึกแต่ละหัวข้อ

1.6.1.3 สื่อและชุดสาริต หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบคำอธิบาย เพื่อให้เห็นลำดับขั้นตอนของการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแต่ละประเภทประกอบด้วย คู่มืออธิบายการทำงานและทดลอง ชุดนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์

1.6.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม หมายถึง คุณภาพของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำไปใช้ในการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดขึ้นในสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรม โดยหาจากค่าเฉลี่ยจากคะแนนของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมดในการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรมแต่ละหัวข้อโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรมโดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมภายหลังการฝึกอบรมเสร็จ โดยคิดเป็นร้อยละ

1.6.3 ผู้เข้ารับการฝึกอบรม หมายถึง ช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในส่วนของติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าในสถานประกอบการ

1.6.4 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอน ฝึกอบรม หรือปฏิบัติงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับไม่น้อยกว่า 5 ปีและมีวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ฝึกอบรมช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถให้ความรู้แก่นักศึกษา และผู้ที่สนใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับได้เป็นอย่างดี

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างชุดฝึกอบรมอุปกรณ์ตรวจจับ สำหรับช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร และผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างฝึกอบรม แบ่งออกได้เป็น 15 หัวข้อ ตามลำดับดังนี้

- 2.1 ความหมายและแนวคิดการฝึกอบรม
- 2.2 ความหมายและแนวคิดของชุดฝึกอบรม
- 2.3 ประโยชน์และคุณค่าของชุดฝึกอบรม
- 2.4 ความต้องการฝึกอบรม
- 2.5 ประเภทของการฝึกอบรม
- 2.6 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรม
- 2.7 การหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม
- 2.8 การวิเคราะห์งาน
- 2.9 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 2.10 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อประกอบฝึกอบรม
- 2.11 การวางแผนการฝึกอบรม
- 2.12 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ
- 2.13 การประเมินผลการฝึกอบรม
- 2.14 ทฤษฎีอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม
- 2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและแนวคิดของการฝึกอบรม

การฝึกอบรม (Training) เป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งต่อการประกอบอาชีพมนุษย์ เพราะ จะช่วยให้สามารถก้าวทันสมัยกับวิทยาการใหม่ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปในสังคมปัจจุบันเป็นการเพิ่มพูนความรู้ความสามารถเพื่อทำให้สามารถปฏิบัติงานหรือประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การฝึกอบรมได้มีผู้ให้ความหมายไว้ต่างๆ กันดังนี้

การฝึกอบรม หมายถึง การพัฒนาหรือฝึกฝนอบรมบุคคลให้เหมาะสมหรือเข้าทำงานหรือการทำงานเพื่อปฏิบัติงานดียิ่งขึ้น (วิจิตร, 2537 : 30)

การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการที่จัดขึ้นเพื่อให้บุคคลได้เรียนรู้ และมีความชำนาญเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมุ่งให้บุคคลรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ เพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลไปในทางที่ต้องการ (ทวีป, 2538 : 15)

จากความหมายต่างๆ ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ พอสรุปได้ว่า การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการที่จัดขึ้นเพื่อเพิ่มพูนความรู้ด้านใดด้านหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากไม่รู้ ให้มีความรู้ในเรื่องนั้นได้

2.2 ความหมายและแนวคิดของชุดฝึกอบรม

ชุดฝึกอบรม (Training Packages) หรืออีกนัยหนึ่งคือ ชุดการสอน (Learning Packages) เป็นบทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง ระบบการผลิตและการนำเสนอประเภทที่สอดคล้องกับหน่วยวิชาและหัวเรื่อง เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นับว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งจะช่วยจัดใ้ผู้เรียนการเรียนการสอนในการฝึกอบรมบางประการได้ (วิจิตร, 2537 : 7)

การฝึกอบรมเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ดังนั้น ส่วนประกอบของชุดการสอนจึงมีส่วนที่คล้ายกันกับชุดฝึกอบรม ดังมีผู้รู้ได้กล่าวไว้หลายๆ ท่านดังนี้

ชุดการสอน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันประกอบด้วยวัตถุประสงค์ เนื้อหา วัสดุ อุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุดๆ เพื่อจัดกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้สอนดำเนินการสอนที่มีคุณภาพเท่าเทียมกันอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และยังทำให้ประหยัดเวลาในการเตรียมการสอนทำให้สอนเรื่องนั้นๆ บรรลุวัตถุประสงค์เดียวกันด้วยวิธีเดียวกัน และช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (เสาวนีย์, 2526 : 291)

ชุดการสอน เป็นการนำเสนอการสอนหลายประเภทรวมกัน ในรูปแบบสื่อประสม (Multimedia) โดยการใช้สื่อประสมนี้เป็นการนำโสตทัศนูปกรณ์ ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป มาใช้รวมกันในการเรียนการสอน ซึ่งอาจจะเป็นการใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่ หรือการศึกษาหลายบุคคล (กิดานันท์, 2543 : 81)

2.3 ประโยชน์และคุณค่าของชุดฝึกอบรมหรือชุดการสอน

1. ชุดการสอนช่วยลดภาวะของผู้สอน เมื่อมีชุดการสอนสำเร็จอยู่แล้ว ครูผู้สอนจะดำเนินการสอนตามคำแนะนำที่มีไว้ให้ ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาทำสื่อการสอนใหม่ ทำให้ครูผู้สอนมีเวลาเตรียมการสอน ทดลอง และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในเนื้อหาตามชุดการสอนที่กำหนดทำให้ครูมีประสบการณ์กว้างขวางขึ้น ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพในการสอนของครู
2. ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในแนวเดียวกัน ครูผู้สอนแต่ละคนย่อมมีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้แตกต่างกัน ในเรื่องเดียวกันผู้เรียนอาจได้รับความรู้และได้รับรายละเอียดต่างๆ เป็นคนละแนวไม่เท่ากัน ชุดการสอนมีจุดมุ่งหมายชัดเจนที่เป็นพฤติกรรม (Behavioral Objective) มีข้อเสนอแนะกิจกรรมใช้สื่อ และข้อสอบประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนไว้อย่างพร้อมมูล
3. ชุดการสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการสอนอย่างเชื่อถือได้ เพราะชุดการสอนผลิตขึ้นด้วยวิธีการเข้าสู่ระบบ (System Approach) โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน เช่น ผู้เชี่ยวชาญวิชาเฉพาะนั้นๆ นักเทคโนโลยีการศึกษา นักจิตวิทยา ผู้เชี่ยวชาญการวัดผล ครู ผู้เรียน ผู้ปกครอง ร่วมกันผลิตชุดการสอนโดยการทดลองใช้และปรับปรุง จนกระทั่งแน่ใจว่าได้ผลดีในสถานการณ์ที่กำหนดไว้จึงจะนำออกมาใช้ทั่วไป เพื่อให้แน่ใจว่าครูได้ใช้ชุดการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ช่วยให้ครูถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง เช่น การทำงานของเครื่องกล อวัยวะภายในร่างกาย การเจริญเติบโตของสัตว์ชั้นต่ำ ฯลฯ ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี
5. ช่วยให้ครูไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมเนื้อหา และสร้างสื่อการเรียนการสอนขึ้นใช้เองช่วยลดภาระของผู้สอนหรือผู้ให้การอบรม เมื่อมีชุดฝึกอบรมสำเร็จรูปแล้ว
6. สร้างความพร้อม และความเชื่อมั่นแก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนได้ผลิตอย่างมีระบบ อย่างมีประสิทธิภาพและเก็บรักษาไว้เป็นชุดๆ อย่างมีระเบียบสามารถนำไปใช้ได้ทุกเวลา
7. ได้รับความสนใจ เพราะมีการใช้เทคโนโลยีหรือสื่อการสอนหลายอย่างรวมกันและ ผู้เข้าอบรม หรือผู้เรียน ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมระหว่างการอบรม หรือการเรียนรู้ด้วยตนเอง
8. ช่วยให้การกำหนด เวลาและงบประมาณค่าใช้จ่ายในด้านวัสดุ อุปกรณ์ของการอบรมในแต่ละครั้งได้แน่นอน (ลัดดา, 2522 : 31)

2.4 ความต้องการฝึกอบรม

วิจิตร (2537 : 65) กล่าวถึงวิธีหาข้อมูลความต้องการการฝึกอบรมเพื่อนำมาวิเคราะห์ในการสร้างหลักสูตรฝึกอบรมมักจะใช้วิธีการหรือเครื่องมืออย่างเดียวกันกับการวิจัยนั่นคืออาจใช้

1. การสังเกต (Observe)
2. การสัมภาษณ์ (Interview)
3. ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire)
4. การสำรวจ (Survey)
5. การทดสอบ (Test)
6. การศึกษาเอกสาร (Documentary)
7. รายงานบันทึกเอกสารที่ให้เห็นปัญหา

สรุป จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นของพนักงานในสถานประกอบการ ที่ตอบแบบสอบถามเป็นลักษณะความต้องการการฝึกอบรมระดับรายบุคคล เพื่อเป็นการเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

2.5 ประเภทของการฝึกอบรม

จำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การอบรมปฐมนิเทศ (Orientation) เป็นการฝึกอบรมพนักงานใหม่ระยะเริ่มแรก เพื่อให้คุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมรวดเร็วยิ่งขึ้น

- 1.1 เพื่อแนะนำให้อัปเดตสถานที่ทำงานใหม่
- 1.2 เพื่อนำมาให้ทราบถึงระเบียบข้อบังคับต่างๆ ของหน่วยงานนั้น
- 1.3 เพื่อให้ทราบถึงการจัดการโดยทั่วไปของหน่วยงานนั้น
- 1.4 เพื่อเสริมสร้างขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน
- 1.5 เพื่อส่งเสริมปริมาณผลผลิตของงานให้สูงขึ้นมีผิดพลาดน้อย
- 1.6 เพื่อให้รู้จักคุ้นเคยกับผู้ร่วมงาน

2. การฝึกอบรมในงาน เป็นการสอนให้ลงมือปฏิบัติงานจริง

- 2.1 อธิบายให้ทราบถึงหลักและวิธีโดยทั่วไป
- 2.2 สาธิตให้ดูจากของจริง
- 2.3 ให้ผู้รับการฝึกทดลองปฏิบัติ
- 2.4 แก้ไขข้อบกพร่องและชี้แจงให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทราบ

2.5 ติดตามผลการทดลองปฏิบัติงานและให้ทดลองทำซ้ำหลายๆ ครั้งจนแน่ใจว่าจะสามารถทำได้ด้วยตนเอง

3. การฝึกอบรมเพื่อเพิ่มพูนทักษะ และความรู้ในงาน (Job Skill and Knowledge) เป็นการฝึกอบรมเพื่อให้คนมีฝีมือในการปฏิบัติงาน

3.1 เพื่อเพิ่มพูนสมรรถภาพในการทำงาน

3.2 เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการคนงานที่มีฝีมือ

3.3 เพื่อวิเคราะห์ปัญหาทางวิชาการ

3.4 เพื่อพัฒนาฝีมือในการปฏิบัติงานให้ทันกับเครื่องมือเครื่องใช้ใหม่

สรุป จากการศึกษารายละเอียดประเภทของการฝึกอบรมต่างๆ ในส่วนของงานวิจัยครั้งนี้ จะตรงกับการฝึกอบรม ประเภทการฝึกอบรมในงาน และการอบรมเพื่อเพิ่มพูนทักษะความรู้ในงาน เพราะเป็นขบวนการที่จะแก้ปัญหาในส่วนของการขาดทักษะ และความรู้ของพนักงานในการทำงานเกี่ยวกับระบบควบคุมเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยอุปกรณ์ตรวจจับ ในส่วนอ่านวงจร ตรวจสอบ และแก้ไขวงจรพื้นฐานได้

2.6 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลการพัฒนาชุดฝึกอบรมจากนักวิชาการฝึกอบรมหลายท่านที่ได้แสดงความคิดเห็นและรูปแบบการฝึกอบรมไว้ดังนี้

1. พิจารณาวิเคราะห์ความจำเป็นในการฝึกอบรมด้วยความถูกต้องระมัดระวัง (Discrimination of Training Need)
2. ได้รับความร่วมมือสนับสนุนจากองค์กรที่เกี่ยวข้อง (Organizational Related Training)
3. วางแผนการฝึกอบรมอย่างระมัดระวัง (Planning for Training Work)
4. กำหนดวัตถุประสงค์การฝึกอบรมที่ชัดเจนที่ความคาดหวังอะไร เมื่อฝึกอบรมสิ้นสุด (Establishment of Training Objectives)
5. กำหนดคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยกำหนดให้มีวุฒิการศึกษา ประสิทธิภาพที่ใกล้เคียง (Establishment of Rigid Trainee Attendance Criteria)
6. สร้างบรรยากาศการฝึกอบรมแบบผู้ใหญ่ (Establishment of an Adult Learning Climate)

7. กำหนดเจ้าหน้าที่ฝึกอบรมโดยกำหนดบุคคลที่มี ความรู้ ความสามารถในการ ฝึกอบรม (Training Relevance)

8. ประเมินผลและติดตามผลโดยพิจารณาจากความจำเป็นในการฝึกอบรม วัตถุประสงค์ และมาตรฐานของผู้ฝึกอบรม (Evaluation)

ทวีป (2536 : 31) ได้สรุปรูปแบบการฝึกอบรมซึ่งเรียกว่า Training Designed Evaluation Model ดังมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

1. วิเคราะห์ความต้องการของหน่วยงาน เพื่อจะได้ทราบถึงปัญหาและความต้องการของกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจน
2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมที่ชัดเจนก่อน
3. สร้างหลักสูตรแล้วกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และความต้องการ
4. เลือกเทคนิควิธีการที่จะใช้ในการฝึกอบรม เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหาที่มีอยู่ โดยหลักการแล้วจะต้องแปลงเนื้อหาเป็นกิจกรรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่รวดเร็วขึ้น
5. เตรียมการออกแบบและจัดทำเครื่องมือที่จะใช้ในการประเมินผล โดยแบ่งได้

2 ลักษณะ คือ

5.1 ประเมินก่อนที่จะมีการฝึกอบรม เป็นการประเมินความรู้พื้นฐานทักษะเพื่อ เปรียบเทียบกับการประเมินที่ได้จากหลังการฝึกอบรมจบสิ้นลง

5.2 ประเมินผลขณะฝึกอบรม สามารถที่จะแบ่งได้ 3 ส่วน

- 5.2.1 ประเมินผลด้านการจัดการ
- 5.2.2 ประเมินผลสัมฤทธิ์ในการฝึกอบรม
- 5.2.3 ประเมินผลวิทยากรผู้ให้การฝึกอบรม

6 ขั้นตอนดำเนินการฝึกอบรม

7 การประเมินผล

8 ข้อมูลเพื่อการปรับปรุง

จากข้อมูลที่ได้ศึกษา พอสรุปเป็นแนวทางของการพัฒนาชุดฝึกอบรมได้ดังนี้

1. ศึกษาความต้องการที่แท้จริงของพนักงานในสถานประกอบการ เพื่อหาข้อมูล ความต้องการฝึกอบรม โดยใช้แบบสอบถามไปยังพนักงานของสถานประกอบการที่ทำงานด้าน ความคุมอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor)

2. นำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์ในด้านความต้องการในการฝึกอบรม

3. ศึกษาเอกสาร ตำรา คู่มือและจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อกำหนดหัวข้อการฝึกอบรม
4. กำหนดหัวเรื่องการฝึกในแต่ละหน่วย ว่าจะให้ความรู้และทักษะอะไรแก่ผู้เรียนบ้างและกำหนดหัวเรื่องออกมาเป็นหัวข้องานการฝึกอบรม
5. กำหนดวัตถุประสงค์ โดยการวิเคราะห์งานให้สอดคล้องกับหัวข้องาน โดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จากการวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การตอบคำถาม ทำแบบฝึกหัด
7. ออกแบบและผลิตสื่อการสอน วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่วิทยากรใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนแต่ละหัวข้องานแล้วจึงนำไปทดลองหาคุณภาพ
8. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินให้ตรงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์และแบบทดสอบการปฏิบัติงาน เพื่อให้วิทยากรทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
9. ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาประเมินชุดฝึกอบรม เพื่อพิจารณาความสอดคล้องการกำหนดวัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ การเลือกและผลิตสื่อการสอนและปรับตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ชุดฝึกอบรมที่มีคุณภาพก่อนนำไปทำการทดลองใช้
10. การตรวจคุณภาพชุดฝึกอบรม โดยนำชุดฝึกอบรมที่ได้ปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาของชุดฝึกอบรมและปรับปรุงส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด
11. เก็บรวบรวมข้อมูลนำชุดฝึกอบรม ที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

2.7 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

2.7.1 ชุดฝึกอบรม (Training Package) หมายถึง ระบบการผลิตและการนำเสนอประเภทที่สอดคล้องกับหน่วยวิชาและหัวเรื่องเพื่อช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมในการเรียนรู้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.7.2 ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ได้จากชุดฝึกอบรม โดยการคำนวณจากคะแนนในการทำแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 /80

2.7.3 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึงระดับคะแนนเฉลี่ยในชุดการสอนที่คาดหวังของผู้วิจัยที่กำหนดจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม โดยกำหนดดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมได้ถูกต้องโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ผู้ได้เข้ารับการฝึกอบรม สามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ถูกต้องโดยคิดเป็นร้อยละ

2.8 การวิเคราะห์งาน

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์งานคือ การจำแนกขอบเขต และลำดับขั้นของงานที่จะสอนว่าจะให้ผู้เรียนรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติเพียงใด โดยจัดทำรายละเอียดของความสามารถในงานว่ามีกี่ขั้นตอน การทำงานจนสำเร็จ จากนั้นก็จำแนกความสามารถออกเป็นช่องรายละเอียดของความรู้และทักษะ ตลอดจนนำไปวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามลำดับ

2.9 การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ส่วนประกอบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ดีต้องมีข้อความที่สื่อความหมายได้ดี อ่านแล้วเข้าใจตรงกันว่าพฤติกรรมจากผู้เรียนคืออะไร ภายใต้เงื่อนไขหรือขอบเขตอย่างไร ด้วยเกณฑ์หรือมาตรฐานแสดงออกแค่ไหนจึงจะเห็นที่ยอมรับได้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สมบูรณ์จึงประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ส่วน คือ

1.1 การแสดงออกหรือพฤติกรรมของผู้เรียน

1.2 เงื่อนไขหรือขอบเขตในการแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการ

1.3 เกณฑ์หรือมาตรฐานขั้นต่ำในการแสดงพฤติกรรมตามเงื่อนไขนั้นๆ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอาจจะไม่ต้องระบุเงื่อนไขและ/หรือมาตรฐานไว้ก็ได้ ถ้าหากว่าอ่านแล้วได้ความหมายที่ชัดเจนจะระบุไว้หรือไม่ ก็ดีความได้ตรงกัน ก็ไม่จำเป็นต้องระบุเงื่อนไข

และ/หรือมาตรฐานไว้บนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่องค์ประกอบที่สำคัญจะต้องระบุเอาไว้เสมออีกคือ การแสดงออก หรือพฤติกรรมของผู้เรียน

2. วัตถุประสงค์ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.1 วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียน ในการนำความรู้ไปใช้งาน ไปแก้ไขปัญหา หรือความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill)

2.2 วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำงานหรือทักษะฝีมือ (Physical Skill)

2.3 วัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นพฤติกรรมการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม (Interactive Skill)

3. ระดับของวัตถุประสงค์ (Taxonomic Levels)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 3 ประเภท ยังแบ่งออกเป็นหลายระดับ ตามความยากง่ายของการแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งเรียกว่า Taxonomic Level (ดังในแผนภูมิที่ 1)

3.1 ความสามารถทางสติปัญญา (Intellectual Skill) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความสามารถทางสติปัญญา แบ่งความยากเป็น 3 ระดับ คือ

3.1.1 ระดับฟื้นฟูความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการฟื้นฟู (Recall) ความรู้ (Knowledge) ต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาในลักษณะการลอกเลียน โดยการเขียนหรือเล่า

3.1.2 ระดับประยุกต์ความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีลักษณะเดียวกับสิ่งที่เคยมีประสบการณ์แล้วโดยวิธีการพูด เขียน อธิบาย ฯลฯ

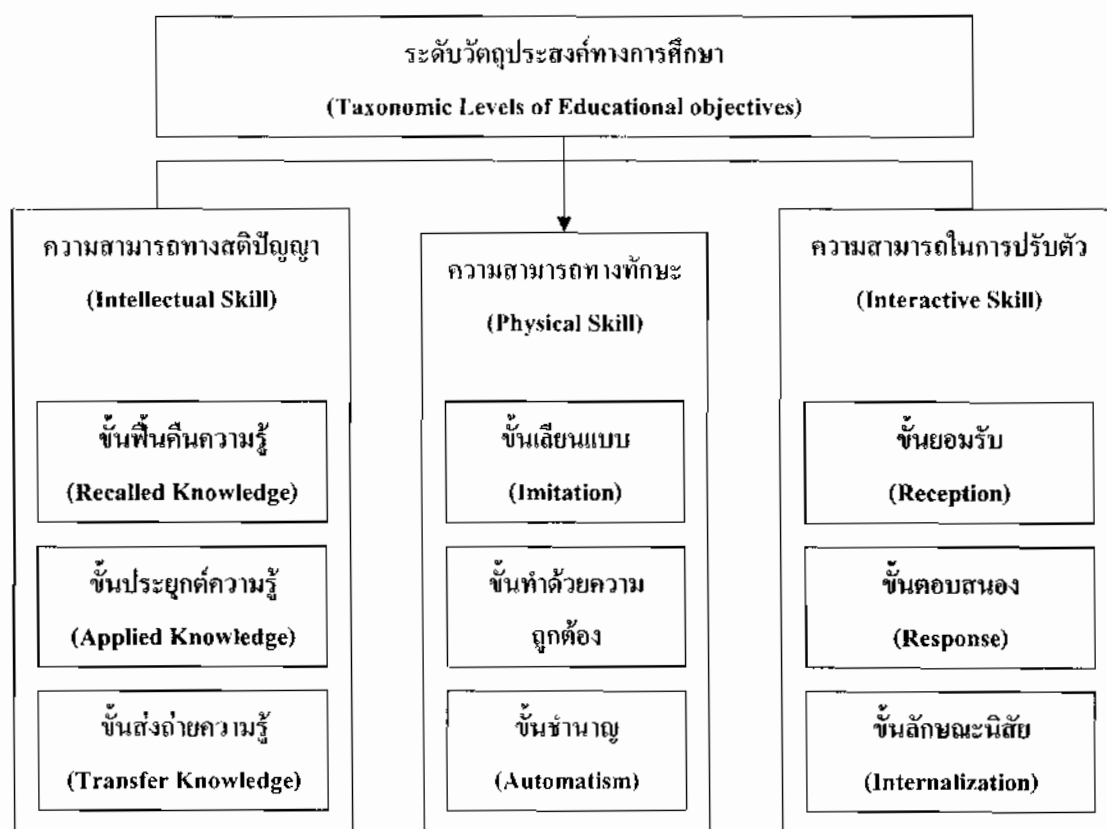
3.1.3 ระดับส่งถ่ายความรู้ เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้น ความสามารถของเรียนในการส่งถ่ายความรู้ไปแก้ปัญหาในสิ่งใหม่ๆ ซึ่งปัญหาดังกล่าวยังไม่เคยถูกถกกันมาก่อน โดยการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ หรือสรุปผล

3.2 ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อ (Physical Skill) วัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งอาจแบ่งระดับความยากเป็น 3 ระดับจากง่ายไปยากได้ดังนี้

3.2.1 ระดับเลียนแบบ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อเหมือนรูปแบบที่เคยเห็น ได้ฟังมาได้ถูกต้อง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงท่าทาง

3.2.2 ระดับทำด้วยความถูกต้อง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อที่ได้ฝึกมา โดยอาจเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อก็ได้ แต่อาจมีเค้าโครงเดิมอยู่ และได้ผลงานที่ถูกต้องสมบูรณ์

3.2.3 ระดับชำนาญ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงทักษะทางกล้ามเนื้อตามที่เคยมีประสบการณ์มาโดยถูกต้องชำนาญเป็นไปโดยอิสระ ซึ่งอาจจะแตกต่างจากรูปแบบเดิม บางส่วน หรือทั้งหมด



ภาพที่ 2-1 แสดงระดับวัตถุประสงค์ทางการศึกษา (Taxonomic Levels of Educational)

1.3 ความสามารถในการด้านพฤติกรรมปรับตัว (Interactive Skill) เป็นวัตถุประสงค์ที่กล่าวถึงพฤติกรรมในการแสดงออกซึ่งความรู้สึก (Feeling) ต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ ซึ่งอาจแบ่งระดับออกเป็น 3 ระดับ จากง่ายไปยากดังนี้

3.3.1 ระดับขั้นยอมรับ เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความสนใจใส่ต่อสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็นได้ทำ โดยมีความยินดีหรือภาระจิตใจที่พร้อมจะรับสิ่งเร้าหรือให้ความสนใจสิ่งเร้านั้น

3.3.2 ระดับขั้นตอนสนอง เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความเต็มใจ ความพอใจสนองตอบ ซึ่งผู้เรียนจะพยายามทำปฏิกิริยาตอบสนองบางอย่างที่เขาชอบรับ

3.3.2 ระดับขั้นเป็นลักษณะนิสัย เป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมในการแสดงออก ซึ่งความรู้สึก ความสำนึกในคุณค่าของสิ่งต่างๆ ด้วยความพอใจจนกลายเป็นความนิยมชมชอบเชื่อถือสิ่งนั้นเป็นลักษณะนิสัย (สุราษฏร์, 2531 : 72) จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอน มีความจำเป็นจะต้องกำหนดความสามารถของผู้เรียนก่อนที่จะจบจบวนการเรียนการสอนลง ในส่วนการฝึกอบรมก็เช่นกัน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะเป็นตัวกำหนดความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ให้สามารถตรวจสอบได้ หรือวัดผลได้รวมถึงแนวทางในวิธีการฝึกอบรมด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ที่มีความเหมาะสมจริงๆ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม ก่อนนำไปสร้างชุดฝึกอบรมเพื่อใช้ในการฝึกอบรมต่อไป

2.10 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อประกอบการฝึกอบรม

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกสื่อการเรียนการสอนมี 5 ประการ คือ สื่อการเรียนการสอน
จะต้อง

1. มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ช่วยสอนจะไม่มีประโยชน์เลย ถ้าอุปกรณ์นั้นไม่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่กำหนดไว้
2. มีความเหมาะสมกับระดับการแสดงออกของผู้เรียน
3. มีความเหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ สื่อช่วยปรับปรุงการส่งถ่ายความรู้ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้ได้ผลยิ่งขึ้น การให้เนื้อหาที่เป็นรูปภาพจะต้องมีสื่อช่วย ไม่ใช่บอกเนื้อหาโดยการพูดเท่านั้น
4. ช่วยแนะแนวทางในการเรียน อุปกรณ์ช่วยจะสามารถช่วยแนะแนวในการเรียนรู้ได้ง่าย
5. สื่อเบา (Software) ที่สัมพันธ์กับสิ่งหนัก (Hardware) อุปกรณ์ทางเทคนิค เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพโป่งใส เครื่องฉายภาพยนตร์จัดอยู่ในประเภทสื่อหนัก ส่วนสื่อที่ใช้คู่กับอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ เช่น ภาพสไลด์ แผ่นใส फिल्मภาพยนตร์ หรือตำรา ใบงานต่างๆ จัดอยู่ใน

6. ประเภทสื่อเบ้าทั้งสิ้น สื่อหนักต่างๆ จะไม่มีประโยชน์เลย หากปราศจากสื่อเบ้าที่เหมาะสม (สุชาติ,2526:51)

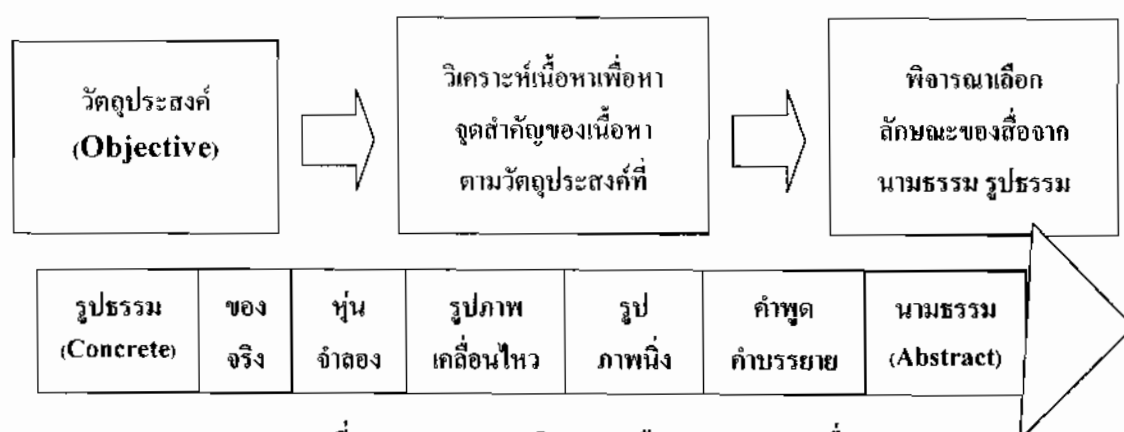
ในการเลือกใช้สื่อการสอนแต่ละครั้ง ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของสื่อการสอนแต่ละชนิดในเรื่องต่อไปนี้ (สุนันท์,2526 : 17-18)

1. มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การสอน
2. มีความเหมาะสมกับวัย ระดับสติปัญญาและประสบการณ์ของผู้เรียน
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
4. มีความทันสมัยและน่าสนใจ
5. ใช้ได้สะดวกและปลอดภัย
6. เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่พอหาได้ในราคาไม่แพงเกินไป
7. มีความคุ้มค่ากับเวลาและต้นทุนในการผลิต

การเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์

พิสิฐและธีระพล (2529 : 168-171) ได้ให้หลักเกณฑ์และวิธีการในการเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ไว้เป็น 2 ขั้นตอน ใหญ่ๆ คือ

1. ในการพิจารณาเลือกหรือสร้างสื่อให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการสอน จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ที่เนื้อหาของวัตถุประสงค์นั้นๆ ว่ามีจุดสำคัญของเนื้อหาอะไรบ้าง หลังจากนั้นก็พิจารณาเลือกลักษณะของสื่อ เรียงลำดับจากนามธรรม ไปสู่รูปธรรม ดังในแผนภูมิที่ 2



ภาพที่ 2-2 แสดงการพิจารณาเลือกลักษณะของสื่อ

หลังจากผ่านขบวนการพิจารณาในขั้นต้นแล้ว เราก็สามารถระบุลักษณะของสื่อออกมาได้ว่าควรจะเป็นลักษณะใด เช่น คำบรรยาย รูปภาพนิ่ง รูปภาพเคลื่อนไหว หุ่นจำลอง หรือของจริง เป็นต้น

2. เมื่อพิจารณาได้ลักษณะของสื่อตามต้องการในขั้นที่ 1 แล้วสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อที่จะกำหนดวิธีการที่จะสื่อให้ผู้สื่อบุคคลอื่นได้รับรู้ในกระบวนการเรียนการสอน

2.1 คำบรรยายเป็นข้อความสั้นๆ จะใช้วิธีที่จะสื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้โดยการจดบนกระดานดำ หรือใช้สื่อชนิดอื่นที่ทำหน้าที่คล้ายกระดานดำ คำบรรยายที่เป็นคำอธิบายยาวๆ ข้อความมีการเรียบเรียงและอ้างอิงแน่นอน จะใช้วิธีการที่จะสื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้โดยการเขียนเป็นตำราหรือใบเนื้อหาและคำบรรยายที่เป็นคำยาวๆ อย่างอิสระไม่เรียงเรียง จะใช้วิธีการสื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้โดยใช้คำพูด

2.2 รูปภาพนิ่งเป็นภาพถ่ายเส้น 2 มิติ ลักษณะเป็นภาพง่ายๆ ใช้เวลาเขียนสั้นไม่เกิน 3 นาที จะใช้วิธีการสื่อให้ผู้เรียนรับรู้โดยการเขียนบนกระดานดำ รูปภาพนิ่งที่เป็นลายเส้น 3 มิติ ลักษณะเป็นภาพซับซ้อนหรือต้องการความละเอียดที่ใช้เวลาเขียนนานมากกว่า 3 นาที จะใช้วิธีการสื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้โดยเขียนลงแผ่นใส หรือถ่ายเป็นภาพสไลด์

2.3 รูปภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพ 2 มิติ ซึ่งเคลื่อนไหวโดยใช้มือจะใช้วิธีการสื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้โดยการทำแผ่นภาพ หรือทำลงแผ่นใส แผ่นพลาสติก หรือทำเป็นหุ่นจำลองพลาสติก (ใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ) รูปภาพเคลื่อนไหวที่เป็นภาพ 2 มิติ ซึ่งเคลื่อนไหวโดยอัตโนมัติใช้วิธีการสื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ โดยการทำเป็นภาพลงแผ่นใส ใช้ร่วมกับโพลาลอยด์หรือทำเป็นภาพยนตร์ หรือทำเป็นวิดีโอรูปภาพเคลื่อนไหวที่เป็นภาพ 3 มิติ จะใช้วิธีสื่อให้ผู้เรียนรับรู้โดยการทำเป็นภาพยนตร์หรือทำเป็นวิดีโอ

2.4 หากสื่อต่างๆ ยังไม่สามารถให้รายละเอียดที่สมจริงชัดเจนได้ ก็ต้องสื่อโดยใช้ของจริงมาแสดงในการสอน หรือถ้ามีขนาดใหญ่ซับซ้อนไม่สะดวก ก็นำไปดูของจริงในโรงงาน

1. ใบเนื้อหา

การสร้างใบเนื้อหามีข้อคำนึง ดังนี้

- 1.1 เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์โดยตรงเท่านั้น
- 1.2 ใช้คำง่ายๆ
- 1.3 มีเหตุผลมีข้ออ้างอิงตามความจำเป็น
- 1.4 ใช้ประโยคสั้นๆ กระชับรัด

1.5 เมื่อใดสามารถใช้รูปภาพแทนคำบรรยายได้ให้ใช้ทันที

1.6 คำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพต้องสมบูรณ์พอที่ให้ถอดเนื้อหาออกจากรูปภาพได้

1.7 เนื้อหาทุกตอนอ่านแล้วเข้าใจได้โดยไม่ต้องอธิบายปากเปล่าเพิ่มเติม

2. ใบงาน

จำแนกตามลักษณะของวิชาได้ 3 ประเภทดังนี้

2.1 ใบงานสำหรับทฤษฎี ใบงานประเภทนี้จำแนกลักษณะการใช้งานได้ 2 ชนิด คือ

2.1.1 ใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าของการเรียนระหว่างสอน ใบงานชนิดนี้ส่วนใหญ่จะออกแบบเป็นลักษณะคำถามแบบปรนัย หรืออัตนัยตอบสั้นๆ เท่านั้น

2.1.2 วัดปริมาณเนื้อหาให้ได้มากในเวลาอันจำกัด ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการตรวจปรับความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.1.3 ใช้วัดความก้าวหน้าทางการเรียนหลังสอน ใบงานชนิดนี้ส่วนใหญ่จะออกแบบเป็นลักษณะคำถามแบบอัตนัยหรือการให้เงื่อนไข จุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้งาน หรือการส่งถ่ายความรู้ หรือเพื่อการฝึกทักษะทางสมอง เวลาที่ใช้ในการทำงานชนิดนี้ใช้เวลามาก

2.2 ใบงานสำหรับวิชาทดลอง ใบงานชนิดนี้สามารถจำแนกตามลักษณะการใช้งานได้ 2 ชนิด คือ

2.2.1 ใช้ประกอบการสอนปกติ ใบงานชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นตารางสำหรับกรอกข้อมูลจากการทดลองคำถามเกี่ยวกับการสรุปผลการทดลอง เป็นต้น

2.2.2 ใช้สำหรับเรียนด้วยตนเอง ใบงานชนิดนี้จะมีข้อเสนอแนะในการทดลองผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง และทำการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในใบงานมีตารางบันทึกข้อมูลและคำถามเพื่อสรุปผลการทดลอง

3. ของจริง

จากเอกสารประกอบการฝึกอบรมเกี่ยวกับการออกแบบ การสร้าง และวิธีใช้สื่อการสอนของกองฝึกอบรมทั่วไป ฝ่ายฝึกอบรมการไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย ในเรื่องวิธีใช้ของจริงประกอบการสอน ตามปกติแล้วของจริงที่ใช้ประกอบการสอน ครูผู้สอนมิได้ซื้อโดยตรงเพื่อประกอบการสอนถ้าไม่จำเป็น ส่วนมากจะหยิบยืมมาจากโรงฝึกงานซึ่งจัดเป็นสื่อประกอบการสอนโดยไม่ต้องลงทุน ถ้าสามารถยืมจากหน่วยงานอื่นๆ ที่มีใช้งานอยู่แล้วได้

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ทำให้ได้ข้อคิดในการเลือกและจัดทำสื่อประกอบการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมบรรลุวัตถุประสงค์ ใช้สะดวก คุ่มค่า ลดต้นทุนในการสร้างควรเป็นสื่อ ประสม ได้แก่ แผ่นใส ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ เพื่อให้การดำเนินการฝึกอบรมเป็นไป ตามเป้าหมายและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และนำเสนอแผ่นใสมีอุปกรณ์นำเสนอ 2 อย่าง คือ เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ (Overhead) และการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์

2.11 การวางแผนการฝึกอบรม

การวางแผนการฝึกอบรม คือการเตรียมการในการฝึกอบรม โดยการกำหนดล่วงหน้าว่าจะใช้ ทรัพยากรอย่างไรในการฝึกอบรมให้บรรลุเป้าหมายของการฝึกอบรม ได้แก่

1. การกำหนดหลักสูตร
 - 1.1 วัตถุประสงค์
 - 1.2 หัวข้อเรื่องที่ฝึกอบรม
 - 1.3 วิธีการ
 - 1.4 เวลา
 - 1.5 บุคลากร (ผู้ฝึก)
 - 1.6 สื่อ โสตทัศน เอกสาร อุปกรณ์ วัสดุ
 - 1.7 การติดตามและการประเมินผล
2. การจัดดำเนินการฝึกอบรม ตารางสอน ตารางอบรม
3. การกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับผู้ฝึกอบรม เช่น จำนวน คุณสมบัติ เกณฑ์การคัดเลือก
4. ผลที่คาดว่าจะได้รับจากความสำเร็จในการฝึกอบรม
5. การวางแผนประมาณค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม
 - 5.1 ค่าใช้จ่ายรวม
 - 5.2 ค่าใช้จ่ายแต่ละประเภท
 - 5.3 ความต้องการเงินทุนหมุนเวียนในการฝึกอบรม
6. การกำหนดขั้นตอนการดำเนินการและผู้รับผิดชอบ ตั้งแต่การเตรียมการไปจนถึง การเสร็จการฝึกอบรม (วรพจน์, 2536 : 60)

เทคนิคที่ใช้ในการฝึกอบรม

เทคนิคการฝึกอบรม หมายถึง วิธีการสอนการอบรมในรูปแบบต่างๆ ที่จะทำให้ผู้รับการฝึกอบรม เกิดการเรียนรู้ เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวรตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมมีวัตถุประสงค์ที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร ไปตามวัตถุประสงค์นั้น

ดังนั้น เทคนิคของการสอนแต่ละอย่างย่อมจะเหมาะสมกับบางวิชา บางกลุ่ม บางระดับ การศึกษา ช่วงระยะเวลา ฯลฯ ฉะนั้นผู้สอนจึงต้องเลือกใช้เพื่อให้เกิดผลมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ มิใช่เคยใช้ เคยสอนอย่างไร ได้ผลหรือไม่ได้ผล ก็ยังใช้วิธีเดิมหรือไม่ใช้วิธีใหม่ๆ บ้างเลย เทคนิคการฝึกอบรมจึงมีความสำคัญต่อการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรและยังมีผลไปถึงการจูงใจให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

เจ้าหน้าที่ฝึกอบรม วิทยากรผู้มีหน้าที่บริหาร โครงการฝึกอบรมทุกระดับ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิค การฝึกอบรมรูปแบบต่างๆ เพื่อจะได้จัดการฝึกอบรมได้อย่างเหมาะสม เกิดประโยชน์ มีผลต่อการฝึกอบรมที่ดีกว่าเทคนิคในการฝึกอบรมที่ใช้กันทั่วไป (วิจิตร, 2537 : 136)

2.12 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ

คุณภาพของเครื่องมือที่ต้องตรวจสอบและวิธีการหาค่า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ค่าความยากง่าย (Difficulty) (ลิวน และ อังคณา, 2538 : 209) เครื่องมือที่จะต้องหาค่าความยากง่ายนั้น ส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือวัดทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) เช่น แบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบความถนัด เป็นต้น ข้อคำถามที่ถือว่ามีความยากง่ายที่ใช้ได้ จะมีค่า P ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ถ้า P มีค่าต่ำกว่า 0.20 ถือว่าข้อคำถามนั้นยากเกินไป และถ้า P มีค่ามากกว่า 0.80 ถือว่าข้อคำถามนั้นง่ายเกินไป

2. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (ลิวนและอังคณา, 2538 : 210) ข้อคำถามใดในเครื่องมือวัดมีอำนาจจำแนกดี หมายถึงข้อคำถามนั้นสามารถแบ่งนักเรียนหรือกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน

3. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) (รัตนา, 2536 : 135) คือ ลักษณะที่เครื่องมือสามารถวัดได้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าวัดสิ่งที่ลักษณะอย่างเดียวกันจะต้องให้ผลเหมือนกัน จะวัดกี่ครั้งก็ได้ผลเช่นเดิม

2.13 การประเมินผลการฝึกอบรม

การประเมินผลการฝึกอบรมเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการฝึกอบรม เพราะจะทำให้ทราบว่าผลการอบรมนั้นเป็นอย่างไร บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่มากนักน้อยเพียงใด คำนวณหรือไม่และผลประโยชน์ที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะได้รับเป็นอย่างไร ประการสุดท้ายเพื่อรวบรวมข้อมูลในการปรับปรุงการอบรมในโอกาสต่อไป

การประเมินผลในความหมายของการฝึกอบรม หมายถึง การวัดและค้นหาคุณค่าที่ได้จากการฝึกอบรม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

การประเมินผลที่ดี จะเป็นเครื่องช่วยให้ทราบถึงอุปสรรค ข้อขัดข้องและวัดความสามารถในการฝึกอบรม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

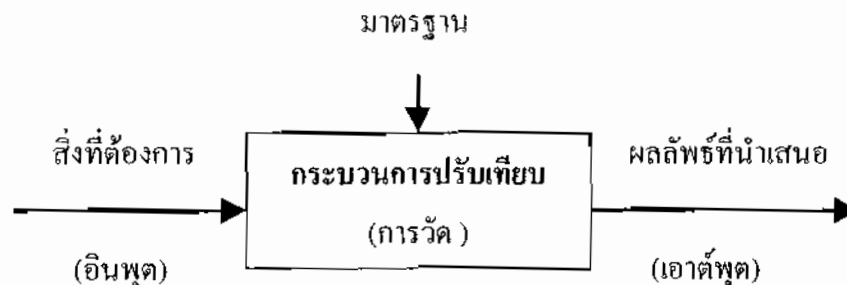
ประโยชน์ของการประเมินผล

1. การประเมินผลจะบอกเจ้าหน้าที่ฝึกอบรมว่า โครงการนี้บรรลุถึงวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงไร
2. การประเมินผลจะช่วยจัดวิธีการอบรมว่าดีแล้วหรือไม่ ซึ่งหมายถึงความเหมาะสมของวิทยาการและอื่นๆ
3. การประเมินผลช่วยให้ทราบว่า โครงการนั้นคุ้มค่าใช้จ่ายหรือไม่
4. การประเมินผลจะมีประโยชน์ในการประชาสัมพันธ์ และเป็นประโยชน์ต่อการฝึกอบรม
5. การประเมินผลจะมีประโยชน์ในการตัดสินใจว่า การฝึกอบรมแต่ละครั้งนั้นเกิดขึ้นเพราะความจำเป็นจริงหรือไม่ และเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานนั้นๆ เพียงใด (น้อย, 2524 :116)

2.14 ทฤษฎีอุปกรณตรวจสอบสำหรับงานอุตสาหกรรม (พจนานฎ, 2545)

1. หลักการเบื้องต้นของอุปกรณตรวจสอบ

การวัดเป็นพื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกสาขา การวัดเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ ในความเป็นจริงแล้วได้มีการพัฒนารูปแบบและหลักการของการวัดขึ้นมาจากอดีตพร้อมๆ กับวิวัฒนาการของมนุษยชาติที่มีการค้นพบหรือศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ เพื่อดัดแปลงหรือพยายามควบคุมธรรมชาติให้อ่อนแอต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์รวมไปถึงกระบวนการควบคุมการผลิตในงานอุตสาหกรรม



2. วัตถุประสงค์ของการวัด

2.1 การวัดเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ จะเห็นได้ว่าความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกทางกายภาพนั้น เราได้รับโดยผ่านขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ดังกล่าวจะแทนคุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่ถูกวัด หากมีการรวบรวม จัดลำดับหมวดหมู่ก็สามารถที่จะทำการทดลองครั้งแล้วครั้งเล่าได้ เกิดความเข้าใจและมั่นใจ แปรผลที่จากการทดลองแสดงในรูปกฎทางวิทยาศาสตร์

2.2 การวัดเพื่อการควบคุม การวัดจะช่วยให้การควบคุมระบบ ซึ่งในกรณีนี้จะต้องทำการวัดในลักษณะซ้ำๆ หรือต่อเนื่องและบ่อยครั้งโดยอัตโนมัติ ระบบดังกล่าวได้เพิ่มจำนวนของการใช้ ตั้งแต่การควบคุมกระบวนการและการควบคุมการผลิตเครื่องจักรกลจนถึงเครื่องใช้ภายในบ้าน เราจะพบว่าในสายงานการผลิตสมัยใหม่จะใช้อุปกรณ์การวัดและระบบวัดจำนวนมากขึ้นตามลำดับ การวัดเพื่อการควบคุม

3. การแบ่งหน้าที่การทำงานของระบบการวัดค่า โดยทั่วไประบบการวัดจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พื้นฐาน เป็นอุปกรณ์หลักๆ ในระบบ ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์พื้นฐานของระบบการวัดค่าทั้งหมด อันประกอบไปด้วย

3.2 ทรานสดิวเซอร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนตัวแปรอินพุตที่ต้องการให้ไปอยู่ในรูปของสัญญาณอื่นที่ใช้งานได้สะดวกกว่า เช่น เปลี่ยนจากอุณหภูมิเป็นค่าความต้านทาน จากความเป็นกรด-ด่าง ให้กลายเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นต้น

2.2.3 ตัวรับสภาพสัญญาณ หรือ อุปกรณ์ปรับแต่งตัวกลางในสำหรับการปรับสภาพสัญญาณทางด้านเอาต์พุตของทรานสดิวเซอร์ให้ไปอยู่ในรูปของสัญญาณอื่นที่เหมาะสม อาจแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณมาตรฐานสำหรับระบบการควบคุมอัตโนมัติ เช่น ทำให้สัญญาณใหญ่ขึ้น, เรียบขึ้น เป็นต้น อุปกรณ์แสดงข้อมูลของสัญญาณ ใช้สำหรับแสดง

รายละเอียดของตัวแปรที่จะวัดค่า ให้อยู่ในรูปของจำนวนที่เข้าใจ เช่น ลิตร/นาที่ มิลลิแอมป์ เป็นต้น

4. อุปกรณ์เสริม อยู่ร่วมกับระบบการวัดค่าที่สร้างขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดงานธรรมชาติของเทคนิคในการวัด เป็นต้น โดยหลักๆ จะประกอบไปด้วย

4.1 อุปกรณ์สอบเทียบเพื่อทำการสอบเทียบอุปกรณ์ให้ทำงานถูกต้องเสมอ

4.2 แหล่งจ่ายกำลังงานภายนอก เพื่อให้ให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ เช่น จ่ายให้กับทรานสดิวเซอร์ ตัวรับสภาพสัญญาณ อุปกรณ์ประมวลสัญญาณ หรือ อุปกรณ์ป้อนกลับ

4.3 อุปกรณ์ป้อนกลับ ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงจำนวนทางกายภาพที่วัดได้ โดยอุปกรณ์ป้อนกลับนี้อาจเป็นโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ปรับสมดุลด้วยตัวเองหรือวงจรวิสโตมบริดจ์ เพื่อให้มันปรับสภาพตัวเองโดยอัตโนมัติ

5. การแบ่งชนิดของทรานสดิวเซอร์

ทรานสดิวเซอร์แบ่งได้หลายประเภทแล้วแต่หลักการที่ใช้แบ่ง แต่มีวิธีหนึ่งที่นิยมแบ่งคือดูตัวแปรทางด้านเข้าที่พุด ในการแบ่งตามวิธีดังกล่าวนี้ มีประโยชน์สำหรับการที่จะเลือกวงจรปรับสภาพสัญญาณ โดยจะมีทั้งเป็นอุปกรณ์ประเภท พาสซีฟ (Passive Equipment) และประเภทกำเนิดพลังงานโดยตัวมันเอง (Self-Generating)

5.1 หลักการปรับสภาพสัญญาณแบบแอนะล็อก (Principle of Analog Signal Conditioning) เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดตัวแปร ต้องทำหน้าที่เปลี่ยนรายละเอียดของตัวแปรให้อยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้าหรือสัญญาณนิวเมติก พบว่าธรรมชาติได้ให้ข้อดีกับวัตถุบางอย่าง กล่าวคือ เมื่อตัวแปรทางพลวัตมีการเปลี่ยนแปลง และเข้ามากระทบตัวมันจะทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป เช่น พบว่าค่าความต้านทานของแคดเมียมซัลไฟด์ จะแปรผกผันกับค่าความเข้มของแสง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก็ไม่ใช่เชิงเส้น จึงต้องมีตัวปรับสภาพสัญญาณทาง แอนะล็อกให้ไปอยู่ในรูปที่จำเป็นและสามารถนำไปเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ส่วนอื่นภายในรูปของการควบคุมกระบวนการได้ง่าย

5.2 การเปลี่ยนระดับสัญญาณ อุปกรณ์เปลี่ยนระดับสัญญาณที่เห็นใช้งานมากที่สุดได้แก่ตัวขยายสัญญาณ (Amplifier) หรือตัวลดทอนสัญญาณ (Attenuator) แรงเคลื่อนโดยทั่วไปในด้านการควบคุมกระบวนการจะมีผลการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณช้า จึงมักต้องใช้วงจรขยายไฟกระแสดตรงหรืออุปกรณ์ประเภทที่มีผลตอบสนองต่อความถี่ต่ำมาช่วย ข้อสำคัญในการเลือกตัวขยายคือ อิมพีแดนซ์ทางด้านอินพุตซึ่งรับค่า (หรือข้อมูล) จากเซ็นเซอร์ ด้วยเหตุที่ว่า สัญญาณดังกล่าวจะ

ถูกแสดงให้เป็นค่าของตัวแปรกระบวนการด้วยเสมอ ดังนั้นจึงอาจเกิดการ โหลดคิง (Loading Effect) ระหว่างสัญญาณที่ถูกวัดและค่าตัวแปร ในระบบ

5.3 การทำสัญญาณเป็นเชิงเส้น (Linearization) มีสองแบบคือแบบวงจร แอนะล็อกใช้กับงานในช่วงแคบ ๆ ส่วนในระบบสมัยใหม่ๆ สามารถจัดการได้โดยการป้อนให้กับคอมพิวเตอร์แล้วใช้ซอฟต์แวร์เป็นตัวจัดการโดยที่คอมพิวเตอร์สมัยใหม่สามารถทำงาน ได้ใกล้เคียงกับเวลาจริง (Real-time) มาก

5.4 การแปลงสัญญาณ (Conversion) เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากวงจรหรืออุปกรณ์หนึ่งอาจจะไม่ตรงกับความต้องการของอีกวงจรหนึ่งจึงแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากค่าหนึ่งไปสู่อีกค่าหนึ่ง เช่น แปลงจากค่าความต้านทานไปเป็นสัญญาณกระแส หรือแปลงจากกระแสไปเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นต้น

5.5 การกรองและการสมดุลของอิมพีแดนซ์ (Filtering and Impedance Matching) โดยปกติสัญญาณที่ใช้งานทางอุตสาหกรรม เช่น ความถี่ขนาด 50 Hz ในสายจะเกิดทรานเซียนในขณะเริ่มเดินมอเตอร์ เป็นสาเหตุให้เกิดพัลส์และสัญญาณที่ไม่ต้องการในรูปของการควบคุมกระบวนการจึงจำเป็นต้องใช้วงจรความถี่สูงผ่าน (High-pass) หรือวงจรกรองแบบนอตช์ฟิลเตอร์ (Notch Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออกจากรูป การกรองทำได้โดยใช้วงจรประเภทพาสซีฟ ซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำเท่านั้น หรือวงจรประเภทแอคทีฟที่ใช้หลักการขยายสัญญาณและการป้อนกลับ

6. วงจรประเภทพาสซีฟ (Passive Circuits)

มีอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์จำนวนมากที่สามารถใช้กับวงจรบริดจ์และวงจรแบ่งแรงเคลื่อนได้ เช่น สเตรนเกจ อาร์ทีดี เทอร์มิสเตอร์ แอลดีอาร์ เป็นต้น เพื่อปรับสภาพสัญญาณดังกล่าววงจรบริดจ์จึงเป็นวงจรประเภทแรกที่จะพิจารณาหลังจากนั้นจึงพิจารณาวงจรอื่นๆ แล้วแต่วัตถุประสงค์ โดยทั้งวงจรบริดจ์และวงจรแบ่งแรงเคลื่อนจัดเป็นวงจรพาสซีฟชนิดหนึ่ง

6.1 วงจรแบ่งแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Voltage Divider Circuit)

วงจรแบ่งแรงเคลื่อนทั่วไปแสดงได้ดังภาพที่ 1.3 ซึ่งพบบ่อยในงานที่ใช้เปลี่ยนค่าความต้านทานให้ไปอยู่ในรูปของสัญญาณแรงเคลื่อน แรงเคลื่อนที่ได้จากวงจรนี้หาได้โดยความสัมพันธ์จาก

$$V_D = \frac{R_2 V_s}{R_1 + R_2}$$

เมื่อ V_s = แรงเคลื่อนที่จ่าย

R_1, R_2 = ตัวต้านทานแบ่งแรงเคลื่อน R_2

ดังนั้นหากประยุกต์ใช้งานก็คือการนำตัวเซ็นเซอร์มาใส่แทนที่ R_1 และ R_2 นั่นคือค่าความต้านทานที่ถูกนำมาใส่จะเป็นตัววัดตัวแปรทางกายภาพบางค่าที่อาศัยหลักการดังกล่าวได้ เช่น เทอร์มิสเตอร์ เป็นต้น

2. อุปกรณ์ตรวจจับทางแสง

อุปกรณ์ตรวจจับทางแสง แบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกันกล่าวคือ ประเภทที่เปลี่ยนแปลงค่าความนำโดยแสง (Photo Conductive) ประเภทที่สร้างแรงดันไฟฟ้าโดยใช้แสง (Photo Voltaic) และประเภทส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วยแสง (Photo Emissive)

โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสงโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ กล่าวคือ ประกอบด้วย (1) วงจรกำเนิดคลื่นหรือพัลส์ความถี่สูง (2) แหล่งกำเนิด ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ LED (3) อุปกรณ์รับแสง โดยส่วนมากจะใช้โฟโตไดโอด หรือโฟโตทรานซิสเตอร์ (4) อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (preamplifier) (5) อุปกรณ์เปรียบเทียบสัญญาณจากแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่ และสัญญาณจากตัวรับแสง (logic operation) (6) อุปกรณ์แยกแยะสัญญาณให้ทำงานหรือไม่ทำงาน (7) หลอดไฟแสดงการทำงาน (8) เอาต์พุตและวงจรป้องกัน (9) แหล่งจ่ายแรงดันจากภายนอก (10) วงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่

อุปกรณ์ตรวจจับทางแสง แบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกันกล่าวคือ ประเภทที่เปลี่ยนแปลงค่าความนำโดยแสง (Photo Conductive) ประเภทที่สร้างแรงดันไฟฟ้าโดยใช้แสง (Photo Voltaic) และประเภทส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วยแสง (Photo Emissive)

2.1 อุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความนำ (Photo Conductive Detector)

หนึ่งในหลายๆ แบบของอุปกรณ์ตรวจจับทางแสงที่ธรรมดาที่สุด ก็คือ การใช้หลักการที่ว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความนำ (conductivity) ของสารกึ่งตัวนำด้วยความเข้มของการส่องแสง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าความนำนี้จะปรากฏอยู่ในรูปของความต้านทาน

2.1.1 โฟโตรีซิสเตอร์ (Photo Resistor) หากพิจารณาลึกลงในสารกึ่งตัวนำของอุปกรณ์ตรวจจับทางแสง พบว่าโฟตอนจะถูกดึงดูดและปลดปล่อยอิเล็กตรอนจากวาเลนซ์ (Valence) ไปยังแถบความนำ (Conduction Band) จำนวนอิเล็กตรอนมากมายเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยเข้าไปยังแถบความนำ ทำให้ค่าความต้านทานของสารกึ่งตัวนำลดลงโดยที่ค่าความต้านทานดังกล่าวนี้จะแปรผกผันกับค่าความเข้มของแสง

3. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทฟร็อกซิมิตี้

ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ คือ อุปกรณ์ตรวจจับที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดแบบหนึ่งดังต่อไปนี้คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสงเสียงและสัญญาณลม ส่วนการนำอุปกรณ์ตรวจจับไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่นำไปตรวจจับตำแหน่ง ระดับ ขนาดและรูปร่าง นอกจากนั้นยังสามารถส่งสัญญาณไปให้ตัวนับจำนวนของชิ้นงานได้ รวมไปถึงการนำไปใช้งานด้านความปลอดภัยไม่ว่าจะเป็นโรงงานหรือตามที่พักอาศัย อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ตรวจจับประเภทนี้จะใช้กับงานควบคุมเสียเป็นส่วนใหญ่

1. เซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor)

เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ หรือเรียกว่า อินดักทีฟเซนเซอร์ เป็นเซนเซอร์อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อชิ้นงานหรือวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น

1.1. ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำจะประกอบด้วย (1). วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง (oscillator) (2). วงจรหรือส่วนประกอบของการประมวลผล (evaluator) (3). วงจรแยกแยะสถานะและการสั่งงาน (trigger) (4). หลอดไฟแสดงสถานะในการทำงาน (status display) (5). วงจรขยายสัญญาณและป้องกันด้านเอาต์พุต (output with protective circuit) (6). แรงดันไฟฟ้าจากภายนอก (external voltage) (7) . วงจรรักษาระดับแรงดันภายในให้คงที่ (internal constant supply) (8). ส่วนหรือพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจจับซึ่งมีขดลวดอยู่ภายใน (active zone; coil) (9). เอาต์พุตของเซนเซอร์

1.2. หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ที่บริเวณหัวของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณี ที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวเหนี่ยวนำ

การตรวจจับมาตรฐานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ หาได้โดยการใช้แผ่นเหล็กอ่อน (mild steel) เป็นวัตถุนำหากเป็นวัตถุที่ต้องการตรวจจับเป็นโลหะชนิดอื่น เช่น อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดงระยะการตรวจจับก็จะน้อยลงและสามารถหาค่าได้โดยการนำเอาตัวประกอบ (factor) คูณด้วยระยะตรวจจับมาตรฐาน ตัวอย่าง เช่นค่าตัวประกอบของเหล็กอ่อนเท่ากับ 1 ทองเหลือง 0.35 ทองแดงเท่ากับ 0.25 ดังนั้นหากระยะตรวจจับมาตรฐาน (เหล็กอ่อน) เท่ากับ 10

มิลลิเมตร เมื่อนำไปตรวจจับทองเหลืองก็จะเป็น 3.5 และทองแดงเป็น 2.5 มิลลิเมตรตามลำดับ เป็นต้น

1.3 รายละเอียดทางเทคนิค

ในการนำเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำมาใช้งาน จำเป็นต้องที่ต้องทราบรายละเอียดหรือข้อมูลทางด้านเทคนิค ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์และประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

- ระยะการตรวจจับ Sensing Rang คือระยะที่เมื่อแผ่นโลหะที่ตรวจจับเคลื่อนเข้ามาใกล้ด้านหน้าของส่วนที่ตรวจจับ แล้วมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น On เป็น Off Off เป็น On
- ระยะตรวจจับทั่วไป (Nominal Sensing Rang ; Sn) คือค่าระยะตามคุณลักษณะโดยคิดไม่คิดเรื่องผลกระทบจากภายนอก
- ระยะการตรวจจับ (Real Sensing Rang ;Sr)ซึ่งวัดค่าได้โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟตามที่กำหนด อุณหภูมิ ระยะการจับจริงระยะตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ (Useful Sensing ;Su) เป็นระยะที่มีการตรวจจับเป็นมาตรฐาน EN 50010
- ระยะตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Rang ;Sw)คือ ระยะที่เซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างปกติ
- ค่าในการชดเชยระยะที่ถูกต้อง ระยะ ตรวจจับทั่วไป (Sn) ของเซนเซอร์สามารถจะตรวจจับวัตถุได้ตามระยะตรวจจับได้โดยใช้แผ่นเหล็กอ่อน (Mild steel) เป็นวัตถุสำหรับถูกตรวจจับ
- ค่าความสามารถในการกระทำซ้ำ (Repeatability) สามารถหาได้โดย การวัดสองครั้งติดต่อกันภายใต้สภาวะที่กำหนดของ EURO-NORM ซึ่งเซนเซอร์ควรมีระยะการตรวจจับเท่ากัน
- ค่าฮิสเตอร์รีซิสของการตัดต่อ (Switching Hysteresis) คือระยะความแตกต่างระหว่างเซนเซอร์ (on) กับการหยุดทำงาน (off) เมื่อนำแผ่นโลหะที่ใช้ทดสอบเคลื่อนเข้ามาใกล้หรือถอยห่างจากบริเวณด้านหน้าส่วนตรวจจับของเซนเซอร์ค่าฮิสเตอร์รีซิสจะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของระยะการตรวจจับจริง

1.4 เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบทำงานทางเดียว

ในงานบางลักษณะเราไม่สามารถที่จะใช้เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบธรรมดาได้ ซึ่งเซนเซอร์แบบนี้มีความแตกต่างจากแบบธรรมดา คือ จะประกอบด้วยขดลวด 2 ขด วงจรสร้างความถี่ทั้งสองตัวจะถูกล็อกซึ่งกันและกันทางอิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้มีเพียงแฉ่ตัวเดียวที่ทำงานในแต่ละช่วงเวลา เมื่อวัตถุซึ่งเป็นโลหะผ่านพื้นที่ตรวจจับทำให้การลดทอนสัญญาณของขดกำเนิดความถี่เรียงลำดับ ความแตกต่างของกระแสในขดลวดจะเป็นตัวกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ โดยการนำมาทำเป็นอุปกรณ์ควบคุมแบบเรียงลำดับซึ่งใช้เพลาลูกเบี้ยวเป็นตัวกำหนดในการให้สัญญาณ

2. เซนเซอร์แบบชนิดเก็บประจุ (Capacitive Sensor)

เซนเซอร์แบบชนิดเก็บประจุ หรือเรียกว่าคาปาซิทีฟเซนเซอร์เป็นเซนเซอร์ที่วัดการเปลี่ยนแปลง ค่าความจุ (Capacitance) ที่วัตถุที่เป็นโลหะและไม่ใช่โลหะ โครงสร้างทั้งภายนอกและภายในคล้ายกับเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำแตกต่างกันตรงหลักการในการตรวจจับ กล่าวคือ เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าความจุ ซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุชนิดหนึ่งเข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์สนามไฟฟ้าที่บริเวณส่วนตรวจจับของเซนเซอร์กำเนิดขึ้น โดยใช้ Active electrode และ earth electrode นอกจากนั้นยังมี อิเล็กโทรดชดเชย ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันและชดเชยผลของความชื้นที่ด้านหน้าบริเวณตรวจจับถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณนี้ ค่าความจุของวงจรกำเนิดความถี่ก็จะเปลี่ยนแปลงไปดังรูปแสดงภาพตัดขวางส่วนหัว (ส่วนตรวจจับ) ของเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ และการเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า active electrode อิเล็กโทรดชดเชย earth electrode ตัวเรือน

เซนเซอร์แบบชนิดเก็บประจุ สามารถจับวัตถุตัวกลางได้ทั้งที่เป็นโลหะและไม่เป็นโลหะ สถานะการทำงาน (on) และ (off) นั้นเกิดจากการแยกแยะสถานะของวงจรกำเนิดความถี่ว่ามีการออสซิลเลเตอร์หรือไม่ เช่นเดียวกับเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ ตรวจจับโดยใช้แผ่นโลหะเป็นวัตถุตัวกลาง เมื่อตัวกลางเป็นวัตถุชนิดอื่นระยะทางก็จะแตกต่างกันออกไป โดยคูณด้วยค่าตัวประกอบ (factor)

3. การติดตั้งเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำและแบบชนิดเก็บประจุ

การติดตั้งดังกล่าวสามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ แบบฝัง (flush) และแบบติดตั้งภายนอกหรือไม่ฝัง (non-flush)

3.1 การติดตั้งเซนเซอร์รูปทรงกระบอก

3.1.1 การติดตั้งแบบฝัง (flush) สามารถติดตั้งให้ด้านหน้าส่วนตรวจจับเสมอกับโลหะที่ยึดได้โดยด้านตรงข้ามของเซนเซอร์ไม่ควรมีโลหะอื่นอยู่ใกล้กว่า 3 เท่าของระยะตรวจจับและในกรณีที่ติดตั้งเซนเซอร์หลายตัวระยะห่างของแต่ละตัวควรมีค่ามากกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเซนเซอร์ดังภาพการติดตั้งแบบไม่ฝัง (non-flush)

เมื่อกำหนดให้

- d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซนเซอร์
- $2 \times S_n$ = ส่วนปลายของหัวตรวจจับจะต้องสูงจากโลหะ เป็น 2 เท่าของระยะตรวจจับ
- $3 \times S_n$ = ส่วนปลายของหัวตรวจจับไม่ควรมีโลหะอื่นอยู่ใกล้กว่า 3 เท่าของระยะตรวจจับ
- $3 \times d$ = ระยะห่างทั้งสองด้านของเซนเซอร์ควรมีระยะมากกว่า 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเซนเซอร์
- $2 \times d$ = การติดตั้งเซนเซอร์ 2 ตัวไว้ใกล้กันควรมีระยะห่างเป็น 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเซนเซอร์

3.1.2 การติดตั้งเซนเซอร์รูปทรงสี่เหลี่ยม

เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน EURO (EN 50026) ในการติดตั้งชิดเข้ากับโลหะในแบบฝัง (flush) และ แบบไม่ฝัง (non-flush) สิ่งที่ต้องระวังคือในการติดตั้งแบบไม่ฝัง (non-flush) การติดตั้งตรงข้ามกันต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 8 เท่าของการตรวจจับกรณีติดตั้งเซนเซอร์ในแนวเดียวกันต้องมีระยะห่างเป็น 2 เท่าของความกว้างของตัวเซนเซอร์ขณะที่ การติดตั้งแบบฝัง (flush) การติดตั้งแบบฝัง ในแนวเดียวกันต้องมีระยะห่างเป็น 1 เท่าของความกว้างของตัวเซนเซอร์

4. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทอุณหภูมิ

หน่วยในการวัดพลังงานความร้อนเดิมคือ “ร้อน” และ “เย็น” ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการใช้งานสมัยใหม่ ปัจจุบันหน่วยของการวัดพลังงานที่เหมาะสมคือ “จูล” ซึ่งเป็นหน่วยในระบบ SI คำนี้อาจจะขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุ เพราะมันจะเป็นตัวบอกปริมาณในการเก็บความร้อน ส่วนการวัดพลังงานความร้อนเฉลี่ยต่อโมเลกุลก็มีหน่วยเป็นจูลเช่นเดียวกัน

1 สเกลของอุณหภูมิสัมบูรณ์ (Absolute Temperature Scale) การกำหนดสเกลอุณหภูมิสัมบูรณ์เป็นการกำหนดอุณหภูมิศูนย์ของวัตถุขณะที่ไม่มีพลังงานความร้อนหลงเหลืออยู่ในวัตถุแต่น้อย ซึ่งมีใช้งานกัน 2 สเกลด้วยกันคือ : สเกลเคลวิน (K) และสเกลแรงเกิล(R) สเกล

ของอุณหภูมินี้ที่ 1 K จะมีค่ามากกว่า 1°R ซึ่งอัตราส่วนของจำนวน 2 จำนวนจะมีความสัมพันธ์กันดังนี้คือ

$$^{\circ}\text{K} = \frac{180}{100} (^{\circ}\text{R}) - \frac{9}{5} (^{\circ}\text{R})$$

ดังนั้น การแปลงสเกลก็จะกำหนดได้เป็น

$$T(^{\circ}\text{K}) = \frac{9}{5} T(^{\circ}\text{R})$$

เมื่อ $T(^{\circ}\text{K})$ = อุณหภูมิในหน่วย $^{\circ}\text{K}$
 $T(^{\circ}\text{R})$ = อุณหภูมิในหน่วย $^{\circ}\text{R}$

2. ตัวตรวจจับอุณหภูมิ โดยใช้หลักการการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (Resistance Temperature Detectors; RTD)

อาร์ทีดี คือ ตัวเซนเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะ ซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เรียกว่า “สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนอุณหภูมิแบบบวก” (Positive Temperature Coefficient ;PTC) นอกจากนี้อาร์ทีดียังมีชื่อเรียกได้อีกอย่างว่า “เทอร์โมมิเตอร์แบบค่าความต้านทาน” (Resistance Thermometers)

ความนำ (conductivity) ความนำของโลหะใดๆ จะเป็นฟังก์ชันกับค่าของอุณหภูมิ ในทางกลับกันค่าความต้านทานจำเพาะ (Resistivity) ซึ่งเป็นส่วนกลับของความนำ ก็จะเปลี่ยนแปลงแบบจะเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิในย่านอุณหภูมิห้อง เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง และเงิน และ จะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 0.4% เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลวิน

2.1 โครงสร้างและหลักการทำงานของตัวตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้หลักการการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (RTD)

2.1.1 ชนิดของอาร์ทีดี (Type of RTD)

โลหะที่มีค่าความต้านทานจำเพาะต่ำมักจะถูกนำมาใช้เป็นวัสดุอาร์ทีดีโดยปกติ อาร์ทีดีสามารถแบ่งออกได้เป็นหลาย ๆ แบบ แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะชนิดที่แบ่งตามวัสดุที่ใช้ทำ ซึ่งโลหะที่ใช้ทำอาร์ทีดีจะมีดังต่อไปนี้

1. แพลทินัม เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด เขียนบอกไว้เป็น PT ได้แก่ PT-10 , PT-100 , PT-1000 ความไวต่ำ ราคาแพงมากเมื่อเทียบกับนิเกิลซึ่งมีความ มีความไวมากกว่าและราคาถูกกว่า
2. ทองคำและเงิน ธาตุทั้งสองมีค่าความต้านทานจำเพาะต่ำ
3. ทั้งสแตนมีค่าความต้านทานจำเพาะสัมพัทธ์สูง มักใช้การวัดอุณหภูมิที่มีค่าสูง เพราะหากใช้ที่อุณหภูมิปกติจะมีความแปรปรวนและยากต่อการใช้งาน
4. นิเกิล ใช้กับย่านวัดอุณหภูมิสูงๆ มีความเป็นเชิงเส้นต่ำทำให้เกิดค่าดริฟต์ (Drift) ถ้าเวลา นอกจากนี้ยังมีวัสดุชนิดอื่น ๆ ที่ใช้อารัตติได้แก่ เหล็ก เป็นต้น

5. อุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ในการวัดและตรวจวัดความดัน

ความดัน คือ แรงที่ของไหลที่กระทำต่อผิวของภาชนะที่กระจายไปทั่วพื้นผิวทั้งหมด ในแนวตั้งฉากกับผิวของภาชนะบรรจุนั้น ถ้าเรากำหนดให้ F คือแรงที่กระทำ A คือพื้นที่ที่แรงกระทำ P คือความดันที่เกิดขึ้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ว่า

$$P = F/A$$

1. หน่วยวัดความดัน

แรงที่กระทำ 1 N (Newton) ลงบนพื้นที่ 1 จะได้ความดันเท่ากับ 1 Pa (Pascal) ผู้ที่กำหนดหน่วยความดันนี้ขึ้นมาก็คือ Blaise Pascal และต่อมาได้มีผู้คิดค้นหน่วยวัดความดันขึ้นมา อีกหลายหน่วยด้วยกัน ซึ่งในที่นี้จะแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยวัดความดันแต่ละหน่วยเข้าด้วยกัน ดังต่อไปนี้

2. กฎของปาสกาล (Pascal's Law)

กฎของปาสกาลจะใช้เกี่ยวกับความดันของของไหลที่หยุดนิ่งและอยู่ในที่ปิดล้อม โดยมีใจความ สำคัญคือ เมื่อไม่คำนึงถึงแรงโน้มถ่วงหรือน้ำหนักของของไหล ความดันในของไหลที่หยุดนิ่งจะมีค่าเท่ากันทุกจุด ถ้าเพิ่มความดันที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของของไหลแล้วความดันนี้จะถูกส่งผ่าน ไปยังทุกๆส่วนของของไหลได้เทียบเท่ากันหมด

1N/m^2	= 1 Pa
10^5Pa	= 1 bar
0.068947 bar	= 1 Psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
0.981 bar	= 1kgf/cm^2
1.01325 bar	= 1 atm (ความดันบรรยากาศ)

3. ความดันสถิต

ความดันสถิต หมายถึง ความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักและความสูงของของไหล ในสมัยเดียวกันกับ ปาสกาล มีนักวิทยาศาสตร์ชื่อ ทอริเซลลิ (Torricelli) พบว่าถ้าเจาะรูที่ก้นถังที่มีน้ำเต็มถึง น้ำจะไหลออกด้วยความเร็วสูงสุดและอัตราการไหลก็จะค่อยๆลดลงตามระดับน้ำที่ลดต่ำลง จากเหตุการณ์ดังกล่าวจึงสามารถกล่าวได้ว่า ความสูงของระดับน้ำจะทำให้เกิดความดัน Torricelli เรียกความดันนี้ว่า ความดันเนื่องจากความสูงของของไหล (pressure head)

6. อุปกรณ์ตรวจจับความเร็ว

1. มาตรฐานวัดความเร็วรอบหรือ เทคโคมิเตอร์

ต่างจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั่วไป คือ มาตรฐานวัดความเร็วรอบมีความต้องการที่แน่นอนดังนี้

1. แรงดันเอาต์พุตต้องเป็นสัดส่วนกับความเร็วรอบของเพลลา ภายใต้การควบคุมแบบเชิงเส้น
2. เอาต์พุตต้องเป็นอิสระจาก การกระเพื่อมของแรงดัน ซึ่งขึ้นอยู่กับภาระหมุนและสัญญาณรบกวน (Random Voltage Changes (noise))
3. โวลเตจเกรเดียนต์ (อัตราส่วนของแรงดันเอาต์พุต ต่ออัตราเร็วเพลลา อินพุต (input shaft speed)) ต้องเสถียรตลอดช่วงอุณหภูมิการใช้งาน

2. เซนเซอร์วัดความเร็วรอบแบบ เทคโคมิเตอร์

2.1. เทคโคมิเตอร์ชนิดไฟตรง (DC Techometer) เป็นที่นิยมในการใช้งาน ซึ่งได้แก่ความง่ายในการใช้งาน และแรงดันเอาต์พุตที่ได้จะเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการ

ปรับปรุงสัญญาณ เอาต์พุตน้อย หรือไม่ต้องการใช้เลย มีขดลวดสเตเตอร์แบบ แม่เหล็กถาวร และใช้ขดลวดพันเมื่อจะใช้งานก็ป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าไป โดยทั่วไปแล้วเทคโคมิเตอร์ที่เป็นแบบ แม่เหล็กถาวรจะให้แรงดันเอาต์พุต 3-7 โวลต์ ต่อความเร็ว 1,000 ต่อนาที ในขณะที่ขดลวด สเตเตอร์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าจะให้เอาต์พุตออกมา 10- 20 โวลต์ที่ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาทีและ ทิศทางในการเคลื่อนที่จะเป็นตัวบอกขั้วแรงดันเอาต์พุตที่ได้ ความแม่นยำจะอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.25 % ของค่าสูงสุดเทคโคมิเตอร์ (Tachometer) เทคโคมิเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวรมันเมื่อเพลามี การหมุนจะให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าตรง ออกมาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วในการหมุนของเพล่า หากนำเพล่าของเทคโคมิเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับ(Coupling) มอเตอร์แล้ว จะสามารถใช้ควบคุม อัตราเร็วของมอเตอร์ให้เกิดมี การป้อนกลับ (Feedback) กลับไปยังคอนโทรลเลอร์และมีค่า เป็น สัดส่วนของความเร็วของมอเตอร์ การวัดอัตราเร็วของเพล่าจะใช้เมกเนติกฟลักซ์เซนเซอร์แม่เหล็ก ที่ต่อกับเพล่า ขดลวดขนาดเล็กใกล้กับแม่เหล็กจะรับพัลส์แต่ละครั้งที่แม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่าน โดยการ วัดความถี่ของพัลส์ความเร็วของเพล่าสามารถคำนวณได้แรงดันเอาต์พุตของขดลวด ฟลักซ์มีขนาด เล็กจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณ

ในการใช้แปร่งถ่าน และคอมมิวเตเตอร์เป็นตัวผ่านสัญญาณจาก โรเตอร์ไปสู่ภายนอกทำให้ เกิดปัญหาขึ้นเนื่องจากแปร่งถ่านเมื่อใช้ไปนานๆจะเกิดการสึกหรอ จึงต้องมีการบำรุงรักษาอยู่ เสมอ และอีกประการหนึ่งคือ การเกิดประกายไฟที่หน้าสัมผัสจะทำให้เทคโคมิเตอร์สร้างความถี่ สูง ออกมาทำให้เกิดคลื่นความถี่รบกวนสัญญาณคลื่นวิทยุ (Radio –Frequency Interference ; RFI) ซึ่งเป็นปัญหาที่เราจะต้องออกแบบวงจรป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น

2.1.2 เทคโคมิเตอร์ไฟสลัป(AC Tachometer) สำหรับบางงานที่ไม่สามารถใช้ เทคโคมิเตอร์แบบแปร่งถ่านได้ เราจะต้องพิจารณาเลือกใช้เทคโคมิเตอร์ไฟสลัปแทน ซึ่งเป็นแบบ ที่ไม่มีแปรงถ่านบางครั้งเรียกว่าเป็นแบบแม่เหล็กถาวร ซึ่งประกอบไปด้วยขดลวดปฐมภูมิและ ทุติยภูมิ วางทำมุมกันอยู่บนสเตเตอร์ และโรเตอร์นี้จะเป็นแบบกรงกระรอก หรือรูปถ้วย ทำจาก โลหะที่มีค่าความนำสูง

2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกอบรมอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับช่างซ่อม บำรุง ดังต่อไปนี้

สมชาย (2537 : 56) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างชุดฝึกอบรมหลักสูตรระยะสั้น วิชา นิยมเมคสำหรับช่างอุตสาหกรรม” ซึ่งเป็นพนักงานของสถานประกอบการในนิคมอุตสาหกรรม

บางชิ้น ส่วนใหญ่พบว่าไม่เคยผ่านการฝึกอบรมจากที่อื่นมาก่อน ทำการปฏิบัติงานด้านซ่อมและบริการยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร แต่เมื่อได้รับการอบรมหลักสูตรระยะสั้นแล้ว ทำให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้ในวิชานิวเมติกเพิ่มขึ้น ผลปรากฏว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.78/85.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

สมัย (2540 : 47) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพคู่มือการประลองโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์” เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการวิจัยปรากฏว่า คู่มือการประลองโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์(Programmable Logic Control) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.50/82.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

จากการศึกษาเอกสาร และงานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกอบรม ชุดฝึกอบรมเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่มีประโยชน์และคุณค่าสูง สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ มีคุณค่าดีพอที่จะนำมาใช้ฝึกอบรมและการสอน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอาหลักการต่างๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดฝึกอบรมระบบอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมโดยชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นประกอบด้วย

1. คู่มือวิทยากร หมายถึง คำแนะนำในการใช้ชุดฝึกอบรม คุณสมบัติผู้เข้าร่วมอบรม เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกอบรม แผนการฝึกอบรม แผนการอบรม แบบฝึกหัด แบบทดสอบ เฉลยแบบฝึกหัด และเฉลยแบบทดสอบ

2. ชุดฝึกอบรม หมายถึง เอกสารประกอบการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ประกอบด้วย ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดภาคทฤษฎีและปฏิบัติแบบทดสอบ

3. ชุดสื่อ หมายถึง สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม ประกอบด้วย ซีดีที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปแบบโปรแกรมเพาเวอร์พอยท์ (Microsoft PowerPoint)

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญที่จะต้องให้ช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในส่วนของการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าในสถานประกอบการเข้ารับการฝึกอบรมในเรื่องดังกล่าว เพราะมีความจำเป็นที่จะต้องนำความรู้พื้นฐาน และหลักการของอุปกรณ์ตรวจจับไปใช้เป็นแนวทางในการทำงานและเป็นพื้นฐานในการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องนี้ในระดับที่สูงขึ้น เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาของคุณภาพระบบการควบคุมได้ต่อไป

4. ชุดสาธิต เป็นการจำลองการทำงานจากภาคทฤษฎีมาใช้ประกอบการเรียนการอบรมทั้ง 6 หัวข้อ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจ และลดจินตนาการของผู้เรียน พร้อมคู่มือ (ดังภาพที่ 4-1 หน้า 50)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม โดยศึกษาจากผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการอบรมทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 แบบแผนการวิจัย
- 3.3 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางและประโยชน์ต่อการวิจัย ดังต่อไปนี้

- 3.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรม การสร้างชุดฝึกอบรมหรือชุดการสอน
- 3.1.2 ศึกษาเอกสาร หรือตำราที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม
- 3.1.3 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

3.2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาเป็นกลุ่มทดลองเข้ารับการอบรมตามระยะเวลาที่กำหนด โดยการใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย เอกสารประกอบการอบรม สไลด์ประกอบการอบรม และชุดฝึกอบรมอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้นยังมีแบบทดสอบให้ผู้เข้ารับการอบรม

ทำเมื่อได้รับความรู้จบในแต่ละหัวเรื่องและเมื่อเสร็จสิ้นเนื้อหาครบทุกหัวเรื่องรวมถึงได้สังเกตการทำงานจากชุดสาธิตเสร็จสิ้นแล้วผู้เข้ารับการอบรมจะได้ทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรมเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการอบรม

3.3 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ พนักงานช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานที่ควบคุมเครื่องจักร และซ่อมบำรุงในสถานที่ประกอบการ ในจังหวัดปทุมธานี

กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมเครื่อง และเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจจับ จากสถานประกอบการในจังหวัดปทุมธานีที่สมัครเข้าอบรมด้วยความสมัครใจ จำนวน 20 คน ณ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมนี้ จะประกอบด้วยเครื่องมือทั้งหมด 4 ชนิด ดังนี้ คือ เครื่องมือชนิดแรกที่เป็นเอกสารประกอบการอบรม มีจำนวน 2 ฉบับ ฉบับแรกเป็นเอกสารที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เนื้อหาประกอบการอบรมให้กับผู้เข้ารับการอบรม ส่วนอีกฉบับเป็นเอกสารประกอบการอบรมสำหรับวิทยากรใช้เป็นแนวทางในการให้เนื้อหา เครื่องมือชนิดที่สองเป็นสไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างขึ้นเป็นแบบสไลด์สำหรับงานเสนอด้วยโปรแกรม ไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยต์ (Microsoft PowerPoint) เครื่องมือที่สาม คือ ชุดสาธิตสร้างขึ้นมาด้วยอุปกรณ์จริง แต่มีขนาดเล็ก วัตถุประสงค์ในการสร้างชุดสาธิตประกอบการอบรมในหลักสูตรนี้ เพื่อช่วยลดการจินตนาการของผู้เข้ารับการอบรมให้มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นเมื่อผู้เข้ารับการอบรมได้รับการถ่ายทอดเนื้อหาครบทุกหัวเรื่องแล้ว เครื่องมือชนิดสุดท้ายคือ แบบทดสอบพร้อมเฉลยจำนวน 2 ชุด ชุดแรกเป็นแบบทดสอบหลังบทเรียนที่ 6 หัวเรื่อง ส่วนชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังฝึกอบรมเพื่อใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของผู้เข้าอบรม

สำหรับลำดับขั้นในการสร้างเครื่องมือวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นได้ดังภาพที่ 3-1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 ศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาใช้ประกอบเป็นหลักสูตร โดยการศึกษาจากหนังสือตำราที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ประสบการณ์ในการทำงานของผู้วิจัย

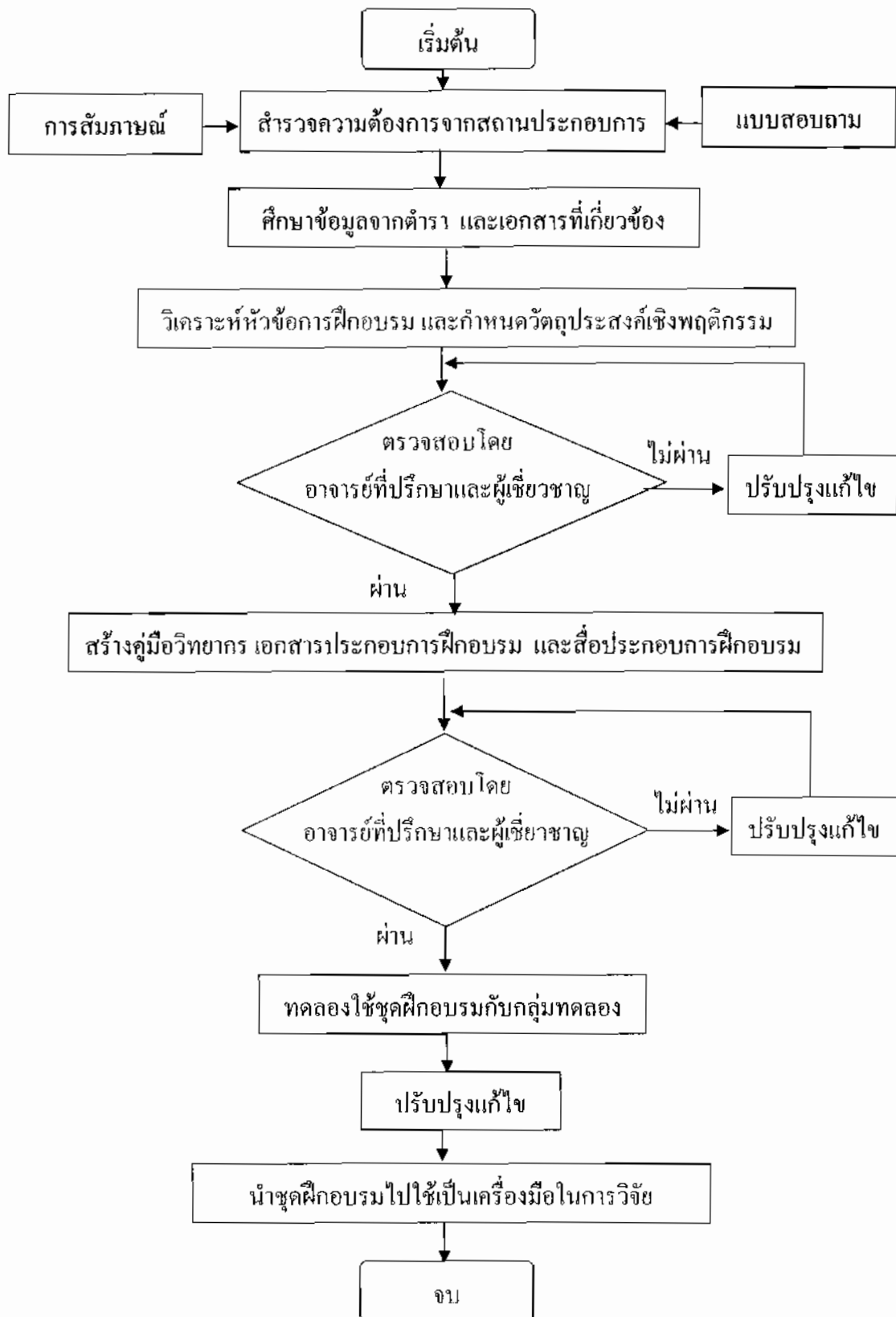
3.4.2 กำหนดหัวเรื่องและเนื้อหา โดยอาศัยข้อมูลการศึกษาหลักสูตรและแยกแยะงานทำให้ได้หัวเรื่องที่ประกอบเป็นหลักสูตร ได้แก่ หัวเรื่องที่ 1 อุปกรณ์ตรวจจับเบื้องต้น หัวเรื่องที่ 2

อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง หัวเรื่องที่ 3 อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษิณี หัวเรื่อง 4 อุปกรณ์ตรวจจับประเภทอุณหภูมิ หัวเรื่องที่ 5 อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว หัวเรื่องที่ 6 อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความความเร็ว ในแต่ละหัวเรื่องจะพิจารณาแยกแยะออกเป็นหัวข้อและความรู้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและสร้างแบบทดสอบ

3.4.3 การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำหัวข้อความและความรู้ที่ได้จากการศึกษาหลักสูตร มาเป็นหลักในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อระบุให้ผู้เข้าอบรมได้เกิดการเรียนรู้ในหัวข้อนั้นๆ และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างไร ในแต่ละหัวเรื่องมีจำนวนของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังนี้ หัวเรื่องที่ 1 จำนวน 6 วัตถุประสงค์ หัวเรื่องที่ 2 จำนวน 10 วัตถุประสงค์ หัวเรื่องที่ 3 จำนวน 6 วัตถุประสงค์ หัวเรื่องที่ 4 จำนวน 8 วัตถุประสงค์ หัวเรื่องที่ 5 จำนวน 13 วัตถุประสงค์ หัวเรื่องที่ 6 จำนวน 6 วัตถุประสงค์

3.4.4 การสร้างเอกสารประกอบการฝึกอบรม เมื่อได้หัวเรื่องหลัก หัวข้อย่อย ความรู้ รวมถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหัวข้อย่อย ดำเนินการรวบรวมเนื้อหาวิชาและความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมเกิดการเรียนรู้ และมีความก้าวหน้าในการอบรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ความรู้ในหัวเรื่องต่างๆ ได้มาจากหนังสืออ้างอิงที่น่าเชื่อถือ หนังสือที่ ผู้แต่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น รวมถึงประสบการณ์ในการทำงานของผู้วิจัย นำมาผสมผสานจนได้เนื้อหาวิชาที่เหมาะสม

3.4.5 จัดทำสไลด์ประกอบการอบรม สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงานนำเสนอชื่อ ไมโครซอฟท์เพาเวอร์พอยท์ (Microsoft Power Point) จะใช้เนื้อหาจากเอกสารประกอบการอบรมตามวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมและความรู้ที่ต้องการ



ภาพที่ 3-1 ลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดฝึกอบรม

3.4.6 แบบทดสอบหลังบทเรียนพร้อมเฉลย เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้และความก้าวหน้าทางการอบรม โดยให้ผู้เข้ารับการอบรมทำเมื่อจบเนื้อหาในแต่ละหัวเรื่องในการสร้างนั้นจะสร้างขึ้นให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าความสอดคล้องระหว่าง 0.6 – 1 คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 ที่กำหนดไว้ในแต่ละหัวเรื่อง ข้อสอบแบบปรนัยคำตอบมี 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ในหัวเรื่องที่ 1 มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 7 ข้อ หัวเรื่องที่ 2 มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ หัวเรื่องที่ 3 มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 11 ข้อ หัวเรื่องที่ 4 มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อ และหัวเรื่องที่ 5 มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 15 ข้อ หัวเรื่องที่ 6 มีจำนวนข้อสอบ 7 ข้อ

3.4.7 แบบทดสอบหลังฝึกอบรมพร้อมเฉลย เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมหลังจากได้รับเนื้อหาครบทุกหัวเรื่อง รวมถึงได้ศึกษาจากชุดสาธิตแล้ว จะใช้แบบทดสอบนี้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของผู้เข้ารับการอบรมทุกคน แบบทดสอบสร้างขึ้นตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมือนแบบทดสอบหลังบทเรียน ข้อสอบเป็นแบบอัตนัย คำตอบมี 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวนข้อสอบมีทั้งหมด 60 ข้อ

3.4.8 ชุดสาธิต ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อลดจินตนาการให้มีความชัดเจนในส่วนของ ผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ตรวจจับ ทั้ง 5 ประเภท ตามคุณสมบัติของแต่ละหัวข้อที่นำมาวิจัยและชุดจ่ายไฟ รวม 6 แผงใส่แผ่นเบกาไลท์ขนาดมาตรฐาน (ดังรูปภาพสาธิต) และได้้นำเอาอุปกรณ์ตรวจจับมาติดพร้อมต่อหัว Input และ Output ออกมาใช้งานตามคุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจจับนั้น ๆ และมีคู่มือใช้ในการทดลองร่วมกับชุดสาธิตทุกขั้นตอนช่วยลดการจินตนาการของผู้อบรมได้มาก

3.4.9 การตรวจโดยอาจารย์ที่ปรึกษา ในทุกขั้นตอนของการสร้างเครื่องมือวิจัยทุกชนิด ผู้วิจัยได้นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและแก้ไขตามข้อเสนอแนะตลอดเวลา เมื่อสร้างเครื่องมือเสร็จสมบูรณ์แล้ว และผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา จึงนำเครื่องมือวิจัยไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4.10 การสร้างแบบประเมิน เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นประกอบการอบรม โดยสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อเอกสารประกอบการอบรมทั้งสองฉบับคือ เอกสารประกอบการอบรมสำหรับผู้เข้ารับการอบรม และเอกสารประกอบการอบรมสำหรับวิทยากร ความคิดเห็นต่อสไลด์ประกอบการอบรมที่สร้างเป็นแบบสไลด์ (Microsoft Power Point) และความคิดเห็นต่อชุดสาธิต รายการประเมินพิจารณา

จากตารางที่ 3-1 จะเห็นได้ว่าผลการประเมินเอกสารประกอบการอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน จาการายการประเมินทั้งหมด 9 รายการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 นั่นคือ เอกสารประกอบการอบรม หลักสูตรนี้มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ 3-2 ผลประเมินความเหมาะสมต่อสไลด์ประกอบการอบรม(สไลด์พาวเวอร์พอยต์)

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความสามารถ						
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		5	4	3	2	1		
1	ความถูกต้องของเนื้อหา		5				4.00	มาก
2	ความครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา	1	3	1			4.00	มาก
3	ความเพียงพอของปริมาณเนื้อหา สไลด์		4	1			3.80	มาก
4	ขนาดสี และรูปแบบของตัวอักษร		5	1			3.80	มาก
5	ความสัมพันธ์ของภาพประกอบการอธิบายเนื้อหา		3	2			3.60	มาก
6	สีของภาพ และกราฟ		2	3			3.40	ปานกลาง
7	สีของพื้นหลัง		2	3			3.40	ปานกลาง
8	ความสะดวกในการใช้ประกอบการอบรม	1	3	1			4.00	มาก
9	สนใจให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรม		1	4			3.20	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย							3.69	มาก

จากตารางที่ 3-2 จะเห็นได้ว่าผลการประเมินสไลด์ประกอบ โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน จาการายการประเมินทั้งหมด 9 รายการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 นั่นคือ สไลด์(Microsoft Power Point) ประกอบการอบรมหลักสูตรนี้มีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ 3-3 ผลประเมินความเหมาะสมต่อชุดสาธิต

ข้อที่	รายการประเมิน	ผลประเมินความสามารถ						ระดับความเหมาะสม
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	
		5	4	3	2	1		
1	ความสอดคล้องเนื้อหา กับวัตถุประสงค์	1	3	1			4.00	มาก
2	ขนาดของชุดสาธิต		1	4			3.20	ปานกลาง
3	คំแหล่งแล้วการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ		2	3			3.40	ปานกลาง
4	วัสดุที่นำมาสร้างชุดสาธิต		1	4			3.20	ปานกลาง
5	ความแข็งแรงทนทานของชุดสาธิต		4		1		2.80	ปานกลาง
6	ความสะดวกในการใช้งาน		1	4			3.20	ปานกลาง
7	ความสะดวกในการจัดเก็บและบำรุงรักษา		2	2	1		3.20	ปานกลาง
8	ความปลอดภัยจากการใช้ชุดสาธิต		2	3			3.40	ปานกลาง
9	ูงใจให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรม	1	1	3			3.60	มาก
10	ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการอบรม		4	1			3.80	มาก
11	การนำชุดสาธิตไปประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆ			4	1		2.60	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย							3.31	ปานกลาง

จากตารางที่ 3-3 จะเห็นได้ว่าผลการประเมินชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ประเมินทั้งหมด 11 รายการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31 นั่นคือ สไลด์ (Microsoft Power Point) ประกอบการอบรมหลักสูตรนี้มีความเหมาะสมปานกลางจากผลการประเมินรวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงเครื่องมือวิจัยทุกชนิด ประกอบด้วยรายการดังนี้

- แก้ไขคำและข้อมูลที่พิมพ์ผิด
- แก้ไขความถูกต้องของเนื้อหา สัญลักษณ์ต่างๆ
- แก้ไขข้อมูลในตารางและจัดรูปภาพให้สอดคล้องกัน
- จัดรูปแบบเอกสารให้มีความเหมาะสม

3.5 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม การทำงานระบบอุปกรณ์ตรวจจับ ได้มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.5.1 นำเครื่องมือวิจัยที่ผ่านการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญและผ่านการทดลองใช้แบบทดสอบ โดยผู้เข้าอบรมเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว มาจัดทำรูปแบบเอกสารประกอบการอบรมสำหรับวิทยากร

จัดเตรียมไว้ให้วิทยากรจำนวน 3 เล่ม เพราะในการอบรมจะใช้วิทยากรที่เชี่ยวชาญในเนื้อหาที่ประกอบในหลักสูตร 3 ด้านด้วยกัน คือ แบบทดสอบทั้งสองชุดจัดเตรียมสำเนาครบตามจำนวนผู้เข้าอบรม สไลด์ (Microsoft Power Point) ประกอบการอบรมจัดเก็บไว้ใน ซีดี-รอม ส่วนชุดสาธิตและคู่มือได้ติดตั้งไว้ด้านหน้าห้องอบรม

3.5.2 จัดทำการศึกษาอบรม ณ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งฝ่ายแนะแนวได้ประชาสัมพันธ์ในส่วนของการเรียนแบบเทียบโอนประสบการณ์เป็นหน่วยกิต ในวันที่ 24 -25 มีนาคม พ.ศ. 2550

3.5.4 จัดฝึกอบรมระยะเวลา 2 วัน ตามแผนการฝึกอบรมที่ระบุไว้ในเอกสารประกอบการอบรมสำหรับวิทยากร (ตามตารางที่ 3-4)

ตารางที่ 3-4 ตารางฝึกอบรม (อุปกรณ์ตรวจสอบสำหรับงานอุตสาหกรรม)

วันที่	เวลา	หัวข้อ	วิทยากร
24 มี.ค. 2550	08.00 - 9.30	หลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์ตรวจสอบ / แบบฝึกหัดท้ายบท	อ.มนัส ปุຍงาม
	9.45 - 11.30	อุปกรณ์ตรวจสอบประเภททางแสง / แบบฝึกหัดท้ายบท	อ.มนัส ปุຍงาม
	11.45 - 12.45	พักกลางวัน	-
	13.00 - 14.30	อุปกรณ์ตรวจสอบประเภทพรีอิกซ์มิเตอร์ / แบบฝึกหัดท้ายบท	อ.มนัส ปุຍงาม
	14.35 - 16.15	อุปกรณ์ตรวจสอบประเภททางอุณหภูมิ / แบบฝึกหัดท้ายบท	อ.มนัส ปุຍงาม
25 มี.ค. 2550	08.00-10.00	อุปกรณ์ตรวจสอบประเภทความดัน / แบบฝึกหัดท้ายบท	อ.มนัส ปุຍงาม
	10.15-12.05	อุปกรณ์ตรวจสอบประเภทความเร็ว / แบบฝึกหัดท้ายบท	อ.มนัส ปุຍงาม
	12.05-13.00	พักกลางวัน	-
	13.00-14.00	ทดลองชุดสาธิต / ถามตอบ	อ.มนัส ปุຍงาม
	14.15 - 15.45	ทดสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์	-
	16.00	ปิดการอบรม	ครูใหญ่ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง

3.5.5 ในระหว่างการศึกษาอบรม เมื่อวิทยากรเสร็จสิ้นการอบรมในแต่ละหัวเรื่องแล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบหลังบทเรียนทุกหัวเรื่อง นำผลคะแนนที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

3.5.6 หลังเสร็จสิ้นการอบรมในทุกหัวเรื่อง รวมถึงผู้เข้ารับการอบรมได้ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์สำหรับงานอุตสาหกรรมจากชุดสาริตที่จัดเตรียมไว้ให้แล้วให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบอีกครั้ง ด้วยแบบทดสอบหลังฝึกอบรมทั้งหมด นำผลคะแนนที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งหมด

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลของชุดฝึกอบรม ดังนี้คือ

วิเคราะห์คะแนนเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. หาความยากง่าย (Difficulty) ในสมการที่ (3-1) และอำนาจจำแนก (Discrimination) ในสมการที่ (3-2) ของแบบทดสอบ (ส้วน,2538 :210-211)

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

P = ค่าระดับความยากง่ายของแบบทดสอบ

R = จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบข้อนั้นทั้งหมด

$$D = \frac{R_U - R_L}{N_U} \quad (3-2)$$

D = ค่าอำนาจจำแนก

R_U = จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องในกลุ่มเก่ง

R_L = จำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ถูกต้องในกลุ่มอ่อน

N_U = จำนวนคนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบควรอยู่ที่ 0.2-0.8 และขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับคือ ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

2. การหาค่าเฉลี่ย (ถ้วนนและอังกณน , 2538 : 73)

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

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \text{คะแนนเฉลี่ย} \\ \sum X &= \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด} \\ N &= \text{จำนวนข้อมูล}\end{aligned}$$

3 . ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ถ้วนนและอังกณน , 2538 : 79)

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

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม SIA (Simple Item Analysis) ในการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) ในสมการที่ (3-3) และ (3-4) โดยใช้สูตร (KR-21) ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson) (ถ้วนน, 2538:199)

$$(s_r)^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} \quad (3-3)$$

$$r_{rr} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\bar{x}(n-\bar{x})}{n(s_r)^2} \right] \quad (3-4)$$

r_{rr} = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อในแบบทดสอบ

$\sum x$ = ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย

$\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
 $(S)^2$ = ค่าความแปรปรวนของคะแนน
 N = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม SIA (Simple Item Analysis) ในการวิเคราะห์หาค่าเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

5. การวิเคราะห์ผลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้ (มณฑล, 2545: 60)

มีความเห็นว่า	สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	1
มีความเห็นว่า	ไม่แน่ใจ	กำหนดคะแนนเป็น	0
มีความเห็นว่า	ไม่สอดคล้อง	กำหนดคะแนนเป็น	-1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-5)$$

เมื่อ	IOC	คือ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruent)
	$\sum R$	คือ	ค่าผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑ์การแปลความหมายดัชนีความสอดคล้อง มีดังนี้

0.50 ถึง 1.00	หมายถึง	สอดคล้อง
-0.50 ถึง 0.49	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1.00 ถึง -0.49	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

6. การแปลความหมายของแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เข้ารับการอบรม (ชูศรี, 2544:75) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	4.51-5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	3.51-4.50	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	2.51-3.50	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.51-2.50	หมายถึง	น้อย
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่	1.00-1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

7. หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ในสมการที่ (3-5) และ (3-6)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \% \quad (3-6)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} \% \quad (3-7)$$

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในชุดฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดหลังการอบรมแต่ละหัวข้อเรื่อง

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่วัดได้ในชุดฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

$\sum x$ = คะแนนรวมของผู้เข้ารับการอบรมจากการทำแบบฝึกหัดหลังการอบรม

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เข้ารับการอบรมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

N = จำนวนผู้เข้าอบรมทั้งหมด

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างการอบรม

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับ สำหรับงานอุตสาหกรรมโดยเสนอผลการวิจัยออกเป็น ขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมี 4 ส่วนดังนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบท

4.2.2 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

4.2.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

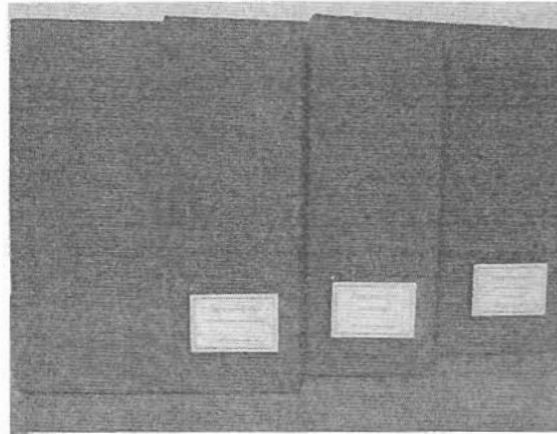
4.2.4 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

4.1 ผลของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 6 หัวเรื่อง คือ

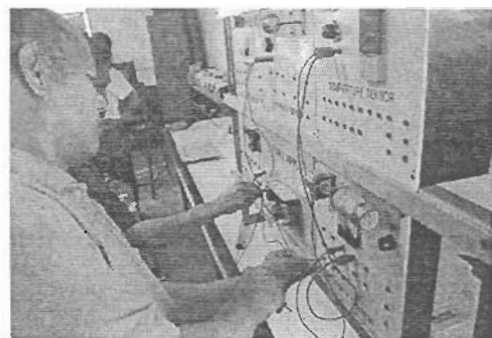
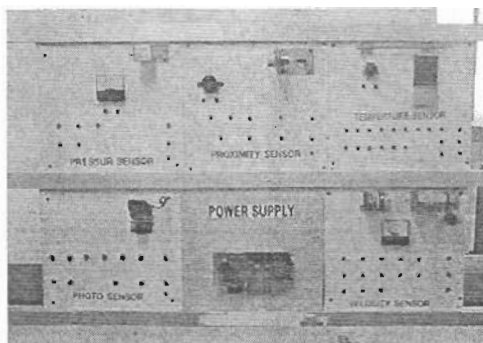
1. หลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์ตรวจจับ
2. อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง
3. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษมิติ
4. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทอุณหภูมิ
5. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน
6. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว

4.1.1 คู่มือวิทยากร ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ตารางปฏิบัติการ ใบเนื้อหา แบบนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ และ แบบทดสอบ พร้อมเฉลย



ภาพที่ 4-1 ถุงมือวิทยากร

4.1.2 สื่อการอบรม ได้แก่โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ร่วมกับชุดสาธิตที่มีโครงสร้างหลักอยู่ 5 ส่วน ประกอบอยู่บนแผงแป้กเกมีทั้งหมด 5 ประเภท คือ อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษิมิต์ อุปกรณ์ตรวจจับประเภทอุณหภูมิ อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน และอุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว ดังรูปที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 แสดงการทดลองชุดฝึกอบรม อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

4.1.3 แบบทดสอบท้ายบท และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์พร้อมเฉลย

สรุปรายละเอียดของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 รายละเอียดของชุดฝึกอบรม

เรื่องที่	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม จำนวน (ข้อ)	ใบ เนื้อหา จำนวน (หน้า)	เพาเวอร์ พ้อยท์ (สไลด์)	ชุด สาธิต จำนวน (ชุด)	แบบทดสอบ ท้ายบท จำนวน (ข้อ)	แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน (ข้อ)
1	6	21	90	-	7	7
2	10	40	60	1	10	10
3	6	12	46	1	11	11
4	8	19	64	1	10	10
5	13	15	64	1	15	15
6	6	7	36	1	7	7
รวม	49	114	360	5	60	60

จากตารางที่ 4-1 ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 6 เรื่อง มีจำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 49 ข้อ ใบเนื้อหาจำนวน 114 หน้า ภาพนิ่งจำนวน 360 สไลด์ ชุดสาธิตจำนวน 5 ชุด แบบทดสอบท้ายบททั้ง 6 หัวเรื่อง จำนวน 60 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 60 ข้อ

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบท

การวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบท เพื่อศึกษาความก้าวหน้าระหว่างก่อนเรียน หลังเรียนจบในบทเรียนนั้นๆ โดยการนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบท มาหาค่าคะแนนเฉลี่ย แล้วคิดเป็นค่าร้อยละ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบท้ายบท

หัวข้อเรื่อง	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	ผลรวมของ คะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
เรื่องที่ 1	20	7	112	5.6	80
เรื่องที่ 2	20	10	165	8.25	82.50
เรื่องที่ 3	20	11	180	9	81.81
เรื่องที่ 4	20	10	168	8.4	84
เรื่องที่ 5	20	15	263	13.15	87.66
เรื่องที่ 6	20	7	116	5.8	82.85
รวม	20	60	1004	50.20	83.66

จากตารางที่ 4-2 ค่าคะแนนที่มีค่าสูงสุดคือแบบทดสอบท้ายบทที่ 5 โดยคิดเป็นร้อยละ 87.66 รองลงมาได้แก่แบบทดสอบท้ายบทที่ 6 โดยคิดเป็นร้อยละ 82.85 และต่ำสุดได้แก่แบบทดสอบท้ายบทที่ 1 โดยคิดเป็นร้อยละ 80 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมทุกแบบทดสอบท้ายบท คิดเป็นร้อยละ 83.66 (รายละเอียดในภาคผนวก จ 128-129)

4.2.2 ผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

จากการนำชุดฝึกอบรมหลักสูตร อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เมื่อจบการอบรมในทุกหัวข้อแล้วให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

4.2.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

จากการดำเนินการทดลองโดยใช้ชุดฝึกอบรม เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบททุกหัวเรื่องรวมกัน โดยคิดเป็นร้อยละ 83.66 และได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรมครบทุกหัวเรื่องโดยคิดเป็นร้อยละ 79.66 ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

รายการ	N	Σx	$\bar{x}$	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบท	20	1004	50.20	83.66
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	956	47.80	79.66

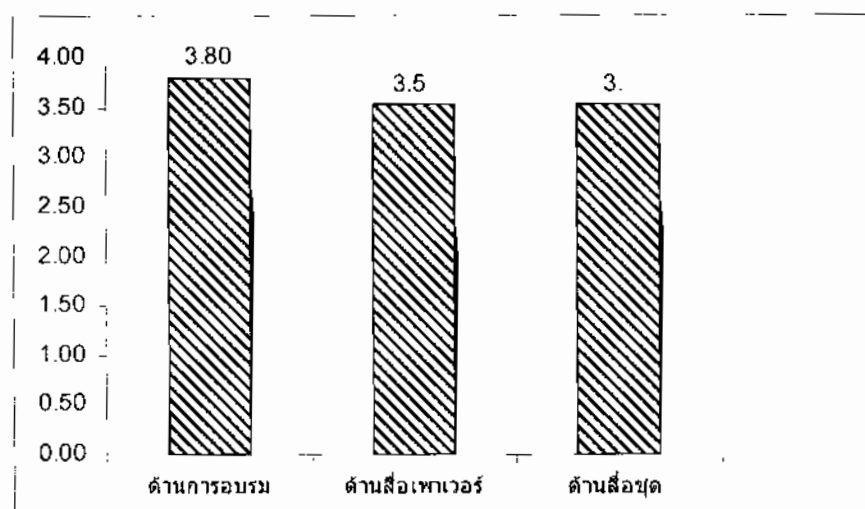
จากตารางที่ 4-3 กลุ่มตัวอย่าง ทำข้อสอบในแบบทดสอบท้ายบทได้ถูกต้องเฉลี่ย ร้อยละ 83.66 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรกที่กำหนดไว้และทำข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 79.66 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (รายละเอียดในภาคผนวก จ 134-135)

4.2.4 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

การวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของผู้เข้าอบรม โดยให้ผู้เข้าอบรมที่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนโดยชุดฝึกอบรม ตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในด้านการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน ได้แก่ งานนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ และชุดสาธิต เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เข้าอบรมที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกอบรม ปรากฏผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
	ด้านการอบรม			
1	เนื้อหาที่ใช้ในการอบรมมีไม่มากหรือน้อยเกินไป	4.22	0.65	มาก
2	การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	4.32	0.69	มาก
3	เนื้อหาที่ใช้ในการอบรมมีความน่าสนใจ	3.10	0.81	ปานกลาง
4	ใบเนื้อหาที่ได้รับอ่านเข้าใจง่าย ขนาดตัวอักษรเหมาะสม และมีภาพชัดเจน	3.25	0.83	ปานกลาง
5	เวลาที่ใช้ในการอบรมมีระยะเวลาที่เหมาะสม	4.15	0.73	มาก
6	แบบทดสอบท้ายบท และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความยากง่ายเหมาะสม	4.27	0.71	มาก
7	หลังจากจบการอบรมท่านได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม	4.30	0.64	มาก
8.	หลังจากจบการอบรมท่านสามารถนำความรู้ไปใช้ได้	2.77	0.69	ปานกลาง
	ด้านสื่อที่ใช้ในการอบรม (Power point)	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1	ส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และรวดเร็ว	4.12	0.72	มาก
2	การเรียงลำดับของกรอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ	4.15	0.73	มาก
3	ภาพมีความสัมพันธ์กับการบรรยาย	4.02	0.86	มาก
4	ภาพวงจร และสีสันมองเห็นได้ชัดเจน	2.70	0.68	ปานกลาง
5	สีสันของตัวอักษรมีความเด่นชัดเหมาะสมน่าสนใจ	2.67	0.82	ปานกลาง
	ด้านสื่อที่ใช้ในการอบรม (ชุดสาธิต)	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1	สัญลักษณ์ของชุดฝึกอบรมมองเห็นได้ชัดเจน	3.97	0.76	มาก
2	มองเห็นการสาธิตในระหว่างการอบรมได้ชัดเจน	2.87	0.88	ปานกลาง
3	ชุดสาธิตส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	4.25	0.70	มาก
4	การใช้งานสะดวก และมีความปลอดภัย	3.85	0.73	มาก
5	มีกิจกรรมร่วมในการสาธิต	2.70	0.85	ปานกลาง



ภาพที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เรียนด้วยชุดฝึกอบรม

จากตารางที่ 4-4 จะเห็นว่าผู้เข้าอบรมมีความคิดเห็นต่อชุดฝึกอบรม เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับ สำหรับงานอุตสาหกรรม ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านการอบรม ปรากฏว่าการจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.32) รองลงมาคือหลังจากจบการอบรมผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม (4.30) แบบทดสอบท้ายบท และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความยากง่ายเหมาะสม (4.27) และหลังจากจบการอบรมท่านสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (2.77) ในภาพรวมของด้านการอบรมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

ด้านสื่อที่ใช้ในการอบรม (เพาเวอร์พอยต์ และชุดสาธิต) ปรากฏว่าชุดสาธิตส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็วมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.25) การเรียงลำดับของกรอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ (4.15) สัญลักษณ์ของชุดฝึกอบรมมองเห็นได้ชัดเจน (3.97) และสีสันทันของตัวอักษรมีความเด่นชัดเหมาะสมน่าสนใจ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (2.67) ในภาพรวมของด้านสื่อที่ใช้ในการอบรมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

และจากภาพที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เรียนด้วยชุดฝึกอบรม ในด้านการอบรมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (3.80) รองลงมาคือ ด้านสื่อที่ใช้ในการอบรม (Power point) (3.53) และด้านสื่อที่ใช้ในการอบรม (ชุดสาธิต) (3.53) เช่นกัน ซึ่งทั้งสามด้านมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในการฝึกอบรมให้กับพนักงานและช่างเทคนิคที่ทำงานอยู่ในสถานประกอบการ

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับใช้ในสถานประกอบการในเขต จังหวัดปทุมธานี โดยทำการเลือกสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คนที่สมัครใจมาเข้าอบรมซึ่งมีผู้สนใจมากเพราะสามารถเทียบโอนประสบการณ์กันได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้นคือ ชุดฝึกอบรมเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมซึ่งประกอบด้วย คู่มือวิทยากร ได้แก่ แผนการฝึกอบรม ใบวัดดูประสภะกิจเชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบทดสอบหลังการฝึกอบรมแต่ละหัวข้อพร้อมเฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมพร้อมเฉลย เอกสารสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ได้แก่ ใบวัดดูประสภะกิจเชิงพฤติกรรม ใบเนื้อหา แบบทดสอบหลังการฝึกแต่ละหัวข้อ และสื่อการฝึกอบรม ได้แก่ สื่อนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ (Presentation) และชุดสาธิตอุปกรณ์ตรวจจับทั้ง 5 ประเภท

วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้น กับช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับในสถานประกอบการในเขตนิคมอุตสาหกรรมบางกะดี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 20 คน เข้ารับการฝึกอบรมในระหว่างวันที่ 24-25 มีนาคม 2550 รวมทั้งสิ้น 2 วัน หลังจากทำการฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อเสร็จ ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบสำหรับหัวข้อนั้นๆ และเมื่อจบการฝึกอบรมแล้ว ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรม (Post- test) อีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการฝึก อบรมแต่ละหัวข้อและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึกอบรมมาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม และมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า ชุดฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมมีประสิทธิภาพ 83.66/79.66 โดยตัวแรกมีประสิทธิภาพสูงกว่าค่า 80 ส่วนตัวหลังมีค่าต่ำกว่าค่า 80 ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานการวิจัย

สรุปได้ว่า ชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานตามหลักสูตรการฝึกอบรมอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม ให้กับพนักงานช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในส่วนของการควบคุมเครื่องจักรตลอดจนช่างเทคนิคในสถานประกอบการได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าชุดการฝึกอบรมเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมแต่ละหัวข้อ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.66 และค่าประสิทธิภาพตัวหลังซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.66 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ (วิชาช่าง) ในกรณีที่ไม่สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จริงๆ เนื่องจากมีตัวแปรที่ไม่อาจจะควบคุมได้ เช่น สภาพห้องที่ใช้ฝึกอบรม ความพร้อมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ฯลฯ ก้อนุโลมให้มีค่าผิดพลาดได้จากที่กำหนดไว้ ประมาณ 2-2.5 เปอร์เซนต์ (ซูเกียร์ดี, 2535: 12-17) ซึ่งจะเห็นว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีเกณฑ์เฉลี่ยที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จึงถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า การที่ค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อเรื่องสูงกว่าเกณฑ์ตัวแรกที่กำหนดไว้ในสมมติฐานการวิจัยอาจเป็นเพราะ เรื่องที่นำมาใช้ในการฝึกอบรมเป็นเรื่องที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องนำไปใช้งานจริง และหัวข้อเรื่องก็ได้มาจากการต้องการของช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการของผู้เข้ารับการอบรม มีผลทำให้ได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ วิจิตร (2537: 65) ที่ได้กล่าวถึงวิธีการหาข้อมูลความต้องการฝึกอบรมเพื่อนำมาวิเคราะห์ในการสร้างหลักสูตรฝึกอบรมว่า อาจใช้

การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การสำรวจ การทดสอบ และการศึกษาจากเอกสารรายงานบันทึกเอกสารก็ได้ นอกจากนี้ในการฝึกอบรม ผู้วิจัยได้นำหลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อมาใช้ในการจัดทำสื่อที่น่าสนใจ โดยจัดทำเป็นรูปภาพ และมีใบเนื้อหาที่ชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย สีสันทันตึง มองเห็นชัดเจน จึงช่วยทำให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจเนื้อหาได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับสุชาติ (2526: 51) ที่กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อประกอบการฝึกอบรมไว้ว่า ควรมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ เหมาะสมกับระดับการแสดงออกของผู้เข้ารับการฝึกอบรม เหมาะสมกับเนื้อหาความรู้ และอีกประการหนึ่งที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพตัวแรกสูงกว่าเกณฑ์ คือเทคนิคที่ใช้ในการฝึกอบรม วิทยากรได้ใช้เทคนิคหลายวิธี เช่น บรรยาย สาธิต บทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง จึงทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจจนเกิดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวรเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับวิจิตร (2537: 136) ที่ได้กล่าวถึงเทคนิคที่ใช้ในการฝึกอบรมไว้ว่า เทคนิคการสอนแต่ละอย่างย่อมจะเหมาะกับบางวิชา บางกลุ่ม บางระดับอายุ การศึกษาช่วงระยะเวลา ฯลฯ ฉะนั้นวิทยากรจึงต้องเลือกใช้เพื่อให้เกิดผลมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ มิใช่เคยใช้เคยอบรมอย่างไร ได้ผลหรือไม่ได้ผลก็ยังใช้วิธีเดิมหรือไม่ใช้วิธีใหม่ ๆ บ้างเลย เทคนิคการฝึกอบรมจึงมีความสำคัญต่อการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร และยังมีผลไปถึงการจูงใจให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม

สำหรับประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากคะแนนการทดสอบหลังการฝึกอบรมสูงกว่าเกณฑ์น้อยกว่า เมื่อเทียบกับค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้นั้น อาจเป็นเพราะว่าการสอบหลังการฝึกอบรมเป็นการสอบเนื้อหาทั้งหมด ซึ่งมีข้อสอบปริมาณที่ค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับการทำแบบทดสอบหลังการฝึกอบรมแต่ละหัวข้อ และระยะเวลาที่ได้ฝึกอบรมที่ผ่านมาแล้ว จะมีผลต่อการจำ การลืม และข้อสอบตัวลงที่ดี จึงมีผลต่อคะแนนที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำได้ ซึ่งในเรื่องนี้ผู้ฝึกอบรมควรหาเทคนิค วิธีการ ที่จะใช้ช่วยแก้ไขปัญหานี้ ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงขึ้นมากขึ้นต่อไป

ส่วนในเรื่องแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรม พบว่าส่วนใหญ่มีความเห็นด้วยอย่างยิ่ง คือ หัวข้อการฝึกอบรมมีความน่าสนใจ สื่อที่ใช้ประกอบช่วยให้เข้าใจและสื่อความหมายได้ดี และเนื้อหามีความเหมาะสม แบบฝึกหัด และใบงาน สถานการณ์อบรมเหมาะสม ตลอดจนวิทยากรมีความรู้ ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมไปพัฒนางานได้จากข้อมูลดังกล่าวอภิปรายได้ว่า ทั้งนี้เพราะการสร้างชุดฝึกอบรมนั้นได้จัดทำขึ้นอย่างมีขั้นตอน และได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างดี และผู้เชี่ยวชาญช่วยในการตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขจึงทำให้ได้ชุดฝึกอบรมที่สมบูรณ์ สำหรับใช้ในการฝึกอบรม

จึงทำให้ผู้เข้ารับการอบรมแสดงความคิดในทางบวก และส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมประสบผลตามวัตถุประสงค์ในการฝึกอบรมด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ ดังนี้ คือ

5.3.1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 วิทยากรที่จะใช้ชุดการฝึกอบรมนี้ ก่อนการฝึกอบรมควรศึกษารายละเอียดเนื้อหา และข้อเสนอแนะการใช้งานของสื่อประกอบการอบรม เพื่อใช้เวลาในการฝึกอบรมเป็นไปตามแผนการอบรม และจะทำให้การฝึกอบรมมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

5.3.1.2 ในการออกแบบชุดสาธิต ต้องใช้แบบหรือวงจรให้เหมือนหรือใกล้เคียงกับวงจรที่ใช้งานจริง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำชุดสาธิต ควรมีคุณภาพดี หาง่ายในท้องตลาดและมีใช้งานอย่างแพร่หลายในงานด้านอุตสาหกรรม

5.3.1.3 ควรนำชุดฝึกอบรม เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม ไปใช้เพื่อประกอบการฝึกอบรมเรื่องอื่นๆ ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของ การควบคุมเครื่องจักรเพื่อให้การมีการถ่ายทอดความรู้ และสนับสนุนกิจกรรมการผลิตให้มีคุณภาพ ในสถานประกอบการ หน่วยงาน องค์กร นักเรียน หรือผู้ที่สนใจ

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้จะทำงานวิจัย

5.3.2.1 ควรมีการติดตามผล การนำความรู้ ทักษะ ที่ได้รับจากการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมไปใช้ในงานจริงว่าได้ผลแค่ไหน เพียงใด เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ติดตาม ประเมินผล เพื่อปรับปรุงงานที่ทำไปแล้ว

5.3.2.2 ควรมีการจัดสร้างชุดฝึกอบรมเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคุณภาพของระบบการควบคุมแบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการฝึกอบรม

5.3.2.3 ควรมีการประสานงานกับโรงงานอุตสาหกรรมให้มาก เพื่อลดภาระการซื้อวัสดุอุปกรณ์ที่มีราคาแพง

5.3.2.4 สดช่องว่างการเรียนรู้ระบบโรงงานในเรื่องของเทคโนโลยีใหม่ๆ ชุดฝึกอบรม เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ ดังนี้ คือ

5.3.2.5 ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ ก่อนการฝึกอบรมควรศึกษารายละเอียดเนื้อหา และข้อเสนอแนะการใช้งานของสื่อประกอบการอบรม เพื่อใช้เวลาในการฝึกอบรมเป็นไปตามแผนการอบรม และจะทำให้การฝึกอบรมมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

5.3.2.6 ในการออกแบบชุดสาธิต ต้องใช้แบบหรือวงจรให้เหมือนหรือใกล้เคียงกับวงจรที่ใช้งานจริง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำชุดสาธิต ควรมีคุณภาพดี หาง่ายในท้องตลาดและมีใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม

5.3.2.7 ควรนำชุดฝึกอบรม เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมไปใช้เพื่อประกอบการฝึกอบรมเรื่องอื่นๆ ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในสถานประกอบการทุกแห่ง และให้มีการถ่ายทอดความรู้ในสถานประกอบการ หน่วยงาน องค์กร นักเรียน หรือผู้ที่สนใจ

5.3.2.8 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้จะทำงานวิจัยต่อไป ควรมีการติดตามผล การนำความรู้ ทักษะ ที่ได้รับจากการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมไปใช้ในงานจริงว่าได้ผลแค่ไหนเพียงใด เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ติดตาม ประเมินผล เพื่อปรับปรุงงานที่ทำไปแล้ว

5.3.2.9 ควรมีการจัดสร้างชุดฝึกอบรมเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม เพื่อนำไปใช้ในการฝึกอบรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

จักรศิริ ปิยะพินิลสิทธิ์. การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. www.watpon.com, 2544.

ชูศรี วงศ์รัตน์. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เจริญผล, 2544.

ทวีป อภิสิทธิ์. เทคนิคการเป็นวิทยากร และนักฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พับลิคบิสเนสพรีน, 2536.

น้อย ศิริโชติ. เทคนิคการฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2524.

บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. คู่มือการจัดทำวิทยานิพนธ์.

กรุงเทพมหานคร: 2544.

พจนานฎ สุวรรณณิ. เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์เบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2545.

พิสิฐ เมฆาภักทร และธีระพล เมฆากุล. ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2529.

รัตนา ศิริพานิช. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536.(อัดสำเนา)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2538.

ลัดดา สุขปรีดี. เทคโนโลยีทางการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2522.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์กราฟอาร์ต, 2525.

วิจิตร อาวะกุล. การฝึกอบรม. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สมศักดิ์ กิรดิฐนิเศรษฐ์. หลักการใช้เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : ส. เอเชียเพรส จำกัด, 2540.

เสาวณีย์ ศึกษบัณฑิต. หน่วยการเรียนรู้การสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.

- เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์. วิธีการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
- สุราษฎร์ พรหมจันทร์. การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2530.
- การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา. ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2531.
- สุชาติ ศิริสุขไพบูลย์. การสอนทักษะภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของหลักสูตร และ
ลักษณะรายวิชา ระบบควบคุมสำหรับงานอุตสาหกรรม

ลักษณะรายวิชา

หลักสูตร	อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม
รหัสหลักสูตร	-
วัตถุประสงค์	1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงาน ของอุปกรณ์ตรวจจับ เบื้องต้น 2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี ต่างๆที่ใช้งานของอุปกรณ์ตรวจจับในงานอุตสาหกรรม
คุณสมบัติผู้เข้าอบรม	เป็นพนักงานบริษัทที่ทำงานเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจจับในสถาน ประกอบการ ที่ สมัครใจมาอบรม ตามที่ได้ประชาสัมพันธ์ตลอดจน การแนะนำเพื่อต้องการให้ผู้เข้าอบรมที่สนใจในเรื่อง อุปกรณ์ ตรวจจับ ณ โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จังหวัดปทุมธานี
หัวข้อวิชา	1. หลักการเบื้องต้นอุปกรณ์ตรวจจับ 1. อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง 2. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอิกซิมิต์ 3. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทอุณหภูมิต 4. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน 5. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว
วิธีการประเมิน	เวลาเรียนและผลการทดสอบ
เกณฑ์ประเมินผล	เวลาเข้าอบรมไม่ต่ำกว่า 80 % ผลการทดสอบไม่ต่ำกว่า 60 %

จำนวนผู้เข้าอบรม	20 คน
ระยะเวลาในการอบรม	2 วัน
ลักษณะรายวิชา	ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจำเบื้องต้นที่มีบทบาทสำคัญในการผลิต ตลอดจนการควบคุมเครื่องจักร ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับที่นิยมใช้สำหรับงานอุตสาหกรรมตามที่ผู้วิจัยได้สำรวจความต้องการดังนี้
คำอธิบายรายวิชา	หลักการเบื้องต้นอุปกรณ์ตรวจวัดเป็นอุปกรณ์ที่มีบทบาทในงานอุตสาหกรรม ในการผลิตสินค้าตลอดจนการตรวจนับจำนวนเป็นไปอย่างแม่นยำและถูกต้อง ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน โดยแบ่งประเภทการใช้งานออกเป็นสัดส่วนตามขบวนการผลิต และสภาพภาวะที่เหมาะสม กับงานนั้น ๆ นอกจากนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

ผลการวิเคราะห์รายละเอียดหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล

ผลการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

ผลการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง

ผลการวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่องและความรู้ของเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หลักสูตร อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

รายการหัวข้อวิชา มีหัวข้อวิชาทั้งหมด 6 ข้อดังแสดงในตารางดังนี้

ลำดับที่	หัวข้อวิชา	จำนวนคาบ
1	อุปกรณ์ตรวจจับเบื้องต้น	2
2	อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง	2
3	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษมิติ	2
4	อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางอุณหภูมิ	2
5	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน	2
6	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว	2

ตารางที่ ข-2 ผลการวิเคราะห์รายละเอียดของหัวข้อเรื่องและแหล่งข้อมูล

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล			
		1	2	3	4
1	อุปกรณ์ตรวจจับเบื้องต้น	/	/	/	/
2	อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง	/	/	/	/
3	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษิมิติ	/	/	/	/
4	อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางอุณหภูมิ	/	/	/	/
5	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน	/	/	/	/
6	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว	/	/	/	/

แหล่งข้อมูล :

1. หลักสูตรรายวิชา
2. หนังสือ ตำราเอกสาร และคู่มือ
3. ผู้เชี่ยวชาญ
4. ประสบการณ์ของผู้สอน

ตารางที่ ข-3 การประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	ความสำคัญ		
		1	2	3
1	อุปกรณ์ตรวจจับเบื้องต้น	X	I	O
2	อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง	X	I	O
3	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษิณี	X	I	O
4	อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางอุณหภูมิ	X	I	O
5	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน	X	I	O
6	อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว	X	I	O

หมายเหตุ

- 1 คือ ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน
- 2 คือ ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง
- 3 คือ ช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ

- X คือ มาก
I คือ ปานกลาง
O คือ น้อย

ตารางที่ ข – 4 แสดงการประเมินความสำคัญและรายละเอียดเนื้อหาของหัวข้อเรื่อง

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง : หลักการเบื้องต้นของเซนเซอร์

ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	ความสำคัญ		
		1	2	3
1.	ความหมายของเซนเซอร์และวัตถุประสงค์ของการวัด	X	O	O
2.	วงจรปรีคัมป์และวงจรแบ่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับงานเซนเซอร์			
	2.1 หลักการปรับสภาพสัญญาณแบบแอนาล็อก	X	I	O
	2.2 วงจรประเภทพาสซีฟ	X	I	O
3.	หลักการขยายสัญญาณ			
	3.1 ออปแอมป์	X	I	O
	3.2 วงจรขยายความแตกต่างสัญญาณในงานเครื่องมือวัด	X	I	O
	อุตสาหกรรม			
4.	การแบ่งชนิดของเซนเซอร์	X	I	O

หมายเหตุ

1: ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน

2 : ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานให้ถูกต้อง

3: ช่วยส่งเสริมผู้เรียนมีเจตคติที่ดี

ความสำคัญ :

X : มาก

I : ปานกลาง

O : น้อย

ตารางที่ ข – 4 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับทางแสง

ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	ความสำคัญ		
		1	2	3
1.	ธรรมชาติของแสง			
	1.1 โฟตรอน	X	O	O
	1.2 ความเข้มของแสง	X	O	O
	1.3 กำลัง	X	O	O
	1.4 การหักเห	X	O	O
2.	อุปกรณ์วัดและตรวจจับทางแสง			
	2.1 โฟโตรีซิสเตอร์	X	O	O
	2.2 โฟโตไดโอด	X	I	O
	2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์	X	I	O
3.	อุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าเองได้	X	O	O
4.	อุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้แสงกระตุ้นการส่งจ่าย	X	O	O
5.	เซนเซอร์ชนิดใช้แสง			
	5.1 ชนิดของตัวรับแสงและส่งแสง	X	I	O
	5.2 โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับแสง	X	I	O
	5.3 เซนเซอร์ลำแสงผ่านตลอด	X	I	O
	5.4 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	X	I	O
	5.5 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	X	I	O
6.	หลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมและการประยุกต์ใช้งาน	X	O	O

ตารางที่ ข – 4 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หัวเรื่อง : อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทพรีอักษิมิตส์

ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	ความสำคัญ		
		1	2	3
1.	ความหมายของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทพรีอักษิมิตส์	X	O	O
2.	เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ			
	2.1 ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	X	O	O
	2.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	X	I	O
3.	เซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟ			
	3.1 ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟ	X	O	O
	3.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟ	X	I	O
4.	ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซนเซอร์แบบฮอลล์เอฟเฟกต์	X	I	O
5.	การติดตั้งเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำและแบบชนิดคาปาซิทีฟ			
	5.1 พรีอักษิมิตส์เซนเซอร์กับการต่อใช้งาน	X	I	O
	5.2 พรีอักษิมิตส์เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น	X	I	O
	5.3 พรีอักษิมิตส์เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น	X	I	O
	5.4 พรีอักษิมิตส์เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น	X	I	O
	5.5 การต่อพรีอักษิมิตส์เซนเซอร์แบบอนุกรมกัน	X	I	O
	5.6 การต่อพรีอักษิมิตส์เซนเซอร์แบบขนานกัน	X	I	O
6.	การประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ที่ใช้การวัดและตรวจจับประเภทพรีอักษิมิตส์	X	I	O

ตารางที่ ข – 4 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับอุณหภูมิ

ลำดับ ที่	หัวข้อเรื่อง (Topic)	ความสำคัญ		
		1	2	3
1.	การวัดอุณหภูมิ	X	I	O
2.	ตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (RTD)			
	2.1 โครงสร้างของ (RTD)	X	O	O
	2.2 การประยุกต์ใช้งานของ RTD	X	I	O
3.	ตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล			
	3.1 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล	X	O	O
	3.2 การประยุกต์ใช้งานของเทอร์โมคัปเปิล	X	I	O
4.	ตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์			
	4.1 โครงสร้างของเทอร์มิสเตอร์	X	O	O
	4.2 การประยุกต์ใช้งานของเทอร์มิสเตอร์	X	I	O
5.	ไอซีเซนเซอร์วัดและตรวจจับอุณหภูมิ	X	O	O

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หัวเรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดัน

ลำดับ	หัวข้อเรื่อง	1	2	3
1	ความดันและรูปแบบของความดัน			
	1.1 หน่วยวัดความดัน	X	O	O
	1.1 กฎของปาสคาล	X	O	O
	1.2 ความดันสถิต	X	O	O
	1.3 รูปแบบความดัน	X	O	O
2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันมาโนมิเตอร์			
	2.1 มาโนมิเตอร์แบบตัว U	X	O	O
	2.2 มาโนมิเตอร์แบบเวกซ์	X	O	O
	2.3 มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง	X	O	O
	2.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของมาโนมิเตอร์	X	O	O
3	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันบูร์ดอง			
	3.1 บูร์ดองแบบตัว C	X	I	O
	3.2 บูร์ดองแบบก้นหอย	X	O	O
	3.3 ขดซ้อน	X	O	O
	3.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของบูร์ดอง	X	O	O
4	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันไดอะแฟรม			
	4.1 สวิตช์ความดัน	X	O	O
	4.2 ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าความจุ	X	O	O
	4.3 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของไดอะแฟรม	X	O	O
5	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันเบลโลว์			
	5.1 หลักการทำงานของเบลโลว์	X	I	O
	5.2 การประยุกต์ใช้งานของเบลโลว์	X	O	O
	5.3 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียเบลโลว์	X	O	O

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หัวข้อเรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว

ลำดับ	หัวข้อเรื่อง	1	2	3
1	ความหมายของความเร็ว	X	O	O
2	หลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว	X	O	O
3	หลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเชิงเส้น(LVT)	X	I	O
4	ค่าของ Break frequency ของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงเส้น (LVT)	X	I	O
5	หลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุม	X	I	O
6	หลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเพคโคมิเตอร์	X	O	O
7	คำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุม	X	O	O
8	หลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้	X	I	O

ตารางที่ ข- 5 เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่องและความรู้ของเนื้อหา

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : หลักการเบื้องต้นของเซนเซอร์

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	TK		
		R	A	T
หลักการเบื้องต้นของเซนเซอร์				
1.ความหมายของเซนเซอร์และวัตถุประสงค์ของการวัด	1.1 ความหมายของ เซนเซอร์และวัตถุประสงค์ของการวัด	I		
2.วงจรบริดจ์และวงจรแบ่งแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับงานเซนเซอร์	2.1 หลักการปรับสภาพสัญญาณแบบอะนาลอก 2.3 วงจรประเภทพาสซีฟ	X X		
3.หลักการขยายสัญญาณ	3.1 ออปแอมป์ 3.2 วงจรขยายความแตกต่างสัญญาณในงานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม		I I	
4. การแบ่งชนิดของเซนเซอร์	4.1 การแบ่งชนิดของเซนเซอร์	X		

หมายเหตุ :

TK = ระดับความรู้

R= พื้นต้นความรู้

X = สำคัญมาก

A= การประยุกต์ความรู้

I = สำคัญ

T = การส่งถ่ายความรู้

O = ไม่สำคัญ

ตารางที่ ข- 5 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับทางแสง

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	TK		
		R	A	T
เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับทางแสง				
1.ธรรมชาติของแสง	1.1 โฟตรอน	X		
	1.2 ความเข้มของแสง	X		
	1.3 กำลัง	X		
	1.4 การแผ่รังสี	I		
2.อุปกรณ์วัดและตรวจจับทางแสง	2.1 อุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความนำ	X		
	2.1 โฟโตรีซิสเตอร์	X		
	2.2 โฟโอดีไดโอด	X		
	2.3 โฟโอดีทรานซิสเตอร์	X		
3.อุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าเองได้	3.1 อุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าเองได้	X		
4.อุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้แสงกระตุ้นการส่งจ่ายกระแส	4.1 อุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้แสงกระตุ้นการส่งจ่ายกระแส	X		
5.เซนเซอร์ชนิดใช้แสง	5.1 ชนิดของตัวรับแสงและส่งแสง	X		
	5.2 โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับแสง	X		
	5.3 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	X		
	5.4 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	X		
	5.5 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	X		
6.หลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมและการประยุกต์ใช้งาน	6.1 หลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมและการประยุกต์ใช้งาน		X	

ตารางที่ ข- 5 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทฟร็อกซิมิตี้สวิทช์

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	TK		
		R	A	T
เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทฟร็อกซิมิตี้สวิทช์				
1.ความหมายของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทฟร็อกซิมิตี้สวิทช์	1.1 ความหมายของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทฟร็อกซิมิตี้สวิทช์	X		
2.เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	2.1 ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	X		
	2.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	X		
3.เซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟ	3.1 ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟ	X		
	3.1 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟ	X		
4. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเซนเซอร์แบบฮอลล์ เอฟเฟกต์	4.1 ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบฮอลล์ เอฟเฟกต์	X		
	4.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบฮอลล์ เอฟเฟกต์	X		
5. การติดตั้งเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำและแบบชนิดคาปาซิทีฟ	5.1 ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์กับการต่อใช้งาน	X		
	5.2 ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น		I	
	5.3 ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น		I	
	5.4 ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น		I	
	5.5 การต่อฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์อนุกรมกัน		I	
	4.6 การต่อฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ขนานกัน		I	
5.การประยุกต์ใช้งาน	5.1 การประยุกต์ใช้งาน		X	

ตารางที่ ข- 5 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับอุณหภูมิ

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	TK		
		R	A	T
เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับอุณหภูมิ				
1. การวัดอุณหภูมิ	1.1 การวัดอุณหภูมิ	X		
2. ตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (RTD)	2.1 โครงสร้างของ RTD 2.4 การประยุกต์ใช้งานของ RTD	X	X	
3. ตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล	3.2 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล 3.3 การประยุกต์ใช้งานของเทอร์โมคัปเปิล	X	X	
4. ตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์	4.1 โครงสร้างของ เทอร์มิสเตอร์ 4.2 การประยุกต์ใช้งานของ เทอร์มิสเตอร์	X	X	
5. ไอซีเซนเซอร์วัดและตรวจจับอุณหภูมิ	5.1 ไอซีเซนเซอร์อุณหภูมิ	X		

ตารางที่ ข- 5 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดัน

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	TK		
		R	A	T
เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดัน				
1. ความดันและรูปแบบของความดัน	1.1 หน่วยวัดความดัน	X		
	1.2 กฎของปาสกาล	I		
	1.3 ความดันสถิต	I		
	1.4 รูปแบบความดัน	I		
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันมาโนมิเตอร์	2.1 มาโนมิเตอร์แบบตัว ยู	X		
	2.2 มาโนมิเตอร์แบบเวลล์	X		
	2.3 มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง	X		
	2.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของมาโนมิเตอร์		X	
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันบูร์ดอง	3.1 บูร์ดองแบบตัว C	X		
	3.2 บูร์ดองแบบก้นหอย	X		
	3.3 ขดซ้อน	X		
	3.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของบูร์ดอง		X	
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันไดอะเฟรม	4.1 สวิตช์ความดัน	X		
	4.2 ชนิดเปลี่ยนแปลงค่าความจุ	X		
	4.3 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของไดอะเฟรม		X	
5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดันเบลโลว์	5.1 หลักการทำงานของเบลโลว์	X		
	5.2 การประยุกต์ใช้งานของเบลโลว์	X		
	5.3 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียเบลโลว์		X	

ตารางที่ ข- 5 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	TK		
		R	A	T
เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว				
1. บอกความหมายของความเร็วได้	1. ความหมายของความเร็ว	I		
2. บอกหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วได้	1. หลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว	X		
3.อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ เชิงเส้น (LVT) ได้	2. หลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ เชิงเส้น (LVT)	X		
4. คำนวณค่าของ Break frequency ของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงเส้น (LVT) ได้	3. คำนวณค่าของ Break frequency ของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงเส้น (LVT)	X		

ตารางที่ ข- 5 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว

เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง	ความรู้ที่ต้องการ	TK		
		R	A	T
เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว				
5. อธิบายหลักการการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุมได้	4. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุม	X		
6. อธิบายหลักการการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเทค โคมิเตอร์ได้	5. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเทค โคมิเตอร์ -De เทคโคมิเตอร์ -Ac เทคโคมิเตอร์	X	X	
7. คำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุมได้	6. คำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุม			
8. บอกหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้	7. บอกหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder	X		

ตารางที่ ข- 6 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : หลักการเบื้องต้นของเซนเซอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ(LS)		
	R	A	T
1. บอกความหมายของเซนเซอร์และวัตถุประสงค์ของการวัดได้	I		
2. อธิบายหลักการปรับสภาพสัญญาณแบบแอนะล็อกได้	X		
3. บอกหลักการคำนวณค่าของวงจรประเภทพาสซีฟได้	X		
4. บอกหลักการขยายสัญญาณโดยการใช้โอปแอมป์ได้		X	
5. อธิบายวงจรขยายความแตกต่างสัญญาณในงานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม ได้	X		
6. บอกหลักการแบ่งชนิดของเซนเซอร์ ได้	X		

หมายเหตุ :

LS = ระดับความสำคัญ

R= พื้นต้นความรู้

X = สำคัญมาก

A= การประยุกต์ความรู้

I = สำคัญ

T = การส่งถ่ายความรู้

O – ไม่สำคัญ

ตารางที่ ข- 6 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับทางแสง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ(LS)		
	R	A	T
1. อธิบายหลักการธรรมชาติของแสง ได้	X		
2. บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้ได้รีซิสเตอร์ ไฟโต้ไดโอด และไฟโต้ทรานซิสเตอร์ ได้	X		
3. บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าเองได้	X		
4. บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้แสงกระตุ้นการส่งจ่ายกระแสได้	X		
5. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดตัวรับแสงและส่ง แสงได้	X		
6. อธิบายโครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับแสงได้	X		
7. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงผ่านตลอดได้	X		
8. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงสะท้อนกลับได้	X		
9. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบตรวจจับโดยตรงได้	X		
10. บอกหลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมและการประยุกต์ใช้งาน ได้		X	

ตารางที่ ข- 6 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทพรีอักษิมิตส์วิตช์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ(LS)		
	R	A	T
1. บอกความหมายเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทพรีอักษิมิตส์วิตช์ ได้	X		
2. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำได้	X		
3. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟได้	X		
4. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบฮอลล์ เอฟเฟกต์ได้	X		
5. บอกหลักการต่อใช้งานของพรีอักษิมิตส์เซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 ,3 ,4 เส้น ได้		X	
6. บอกหลักการติดตั้งเซนเซอร์แบบแบบเหนี่ยวนำและแบบชนิดคาปาซิทีฟ แบบพรีอักษิมิตส์ การต่ออนุกรมกันและขนานกันได้		X	
7. อธิบายหลักการประยุกต์ใช้งาน ได้		X	

ตารางที่ ข- 6 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับอุณหภูมิ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ(LS)		
	R	A	T
1. บอกหลักการวัดอุณหภูมิได้	X		
2. อธิบายโครงสร้างของตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (RTD) ได้	X		
3. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของ RTD ได้		X	
4. อธิบายโครงสร้างของตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ได้	X		
5. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเทอร์โมคัปเปิล ได้		X	
6. อธิบายโครงสร้างของตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ ได้	X		
7. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเทอร์มิสเตอร์ ได้		X	
8. อธิบายหลักการทำงานของไอซีเซนเซอร์วัดและตรวจจับอุณหภูมิได้	X		

ตารางที่ ข- 6 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความดัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ(LS)		
	R	A	T
1. บอก หน่วยวัดความดัน ได้	X		
2. บอกกฎของปาสคาล ได้	I		
3. บอกความดันสถิต ได้	I		
4. อธิบายรูปแบบความดัน ได้	X		
5. อธิบายหลักการทำงานของมาโนมิเตอร์แบบต่างๆได้	X		
6. บอกข้อดีข้อเสียของมาโนมิเตอร์ได้	X		
7. อธิบายหลักการทำงานของบูร์ดองแบบต่างๆได้	X		
8. บอกข้อดีข้อเสียของบูร์ดองได้	X		
9. อธิบายหลักการทำงานของไดอะแฟรมแบบต่างๆได้	X		
10. บอกข้อดีข้อเสียของไดอะแฟรมได้	X		
11. อธิบายหลักการทำงานของเบลโลว์ได้	X		
12. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเบลโลว์ได้	X		
13. บอกข้อดีข้อเสียเบลโลว์ ได้	X		

ตารางที่ ข- 6 (ต่อ)

หลักสูตร การฝึกอบรม เรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

เรื่อง : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสำคัญ(LS)		
	R	A	T
1. บอกความหมายของความเร็วได้	I		
2. บอกหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วได้	X		
3. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ เชิงเส้น (LVT) ได้	X		
4. กำหนดค่าของ Break frequency ของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงเส้น (LVT) ได้	X	X	
5. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุมได้	X		
6. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเทค โคมิเตอร์ได้	X		
7. กำหนดค่าต่างๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุมได้	X	X	
8. บอกหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้	X		

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การอบรม

ผลการวิเคราะห์การออกข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์สื่อการสอน

ตารางที่ ก-1 แสดงผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การอบรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
เรื่องที่ 1 หลักการเบื้องต้นของเซนเซอร์				17
1. บอกความหมายของเซนเซอร์และวัตถุประสงค์ของการวัดได้	R	I	2	
2. อธิบายหลักการปรับสภาพสัญญาณแบบแอนะล็อกได้	R	X	3	
3. บอกหลักการคำนวณค่าของวงจรประเภทพาสซีฟได้	R	X	3	
4. บอกหลักการขยายสัญญาณ โดยการใช้ออปแอมป์ได้	A	X	3	
5. อธิบายวงจรขยายความแตกต่างสัญญาณในงานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม ได้	R	X	3	
6. บอกหลักการแบ่งชนิดของเซนเซอร์ ได้	R	X	3	
เรื่องที่ 2 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภททางแสง				27
1. อธิบายหลักการธรรมชาติของแสงได้	R	I	2	
2. บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าได้	R	X	3	
3. บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าเองได้	R	X	3	
4. บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้แสงกระตุ้นการส่งจ่ายกระแสได้	R	I	2	
5. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดตัวรับแสงและส่งแสงได้	R	X	3	
6. อธิบายโครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับแสงได้	R	I	2	
7. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงผ่านตลอด	R	X	3	
8. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงสะท้อนกลับ	R	X	3	
9. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบตรวจจับโดยตรง	R	X	3	
10. บอกหลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมและการประยุกต์ใช้งาน	R	X	3	

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
เรื่องที่ 3 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทพรีอักษิมิตี				21
1. บอกความหมายเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทพรีอักษิมิตีสวีตซ์ ได้	R	X	3	
2. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำได้	R	X	3	
3. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟได้	R	X	3	
4. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบฮอลล์ เอฟเฟกต์ได้	R	X	3	
5. บอกหลักการต่อใช้งานของพรีอักษิมิตีเซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 ,3 ,4 เส้น ได้	A	X	3	
6. บอกหลักการติดตั้งเซนเซอร์แบบแบบเหนี่ยวนำและแบบชนิดคาปาซิทีฟ แบบพรีอักษิมิตี การต่ออนุกรมกันและขนานกันได้	A	X	3	
7. อธิบายหลักการประยุกต์ใช้งาน ได้	A	X	3	
เรื่องที่ 4 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทอุณหภูมิ				23
1.บอกหลักการวัดอุณหภูมิได้	R	I	2	
2. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (RTD) ได้	R	X	3	
3. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของ RTD ได้	A	X	3	
4. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลได้	R	X	3	
5. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้	A	X	3	
6. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้	R	I	3	
7.บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเทอร์มิสเตอร์ได้	A	X	3	
8.อธิบายหลักการทำงานของไอซีเซนเซอร์อุณหภูมิได้	R	I	3	

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
เรื่องที่ 5 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความดัน				33
1. บอกหน่วยความดันได้	R	X	3	
2. บอกกฎของปาสคาลได้	R	X	3	
3. บอกความดันสถิตได้	R	I	2	
4. อธิบายรูปแบบความดันได้	R	I	2	
5. อธิบายหลักการทำงานของมาโนมิเตอร์แบบต่าง ๆ ได้	R	I	2	
6. บอกข้อดีข้อเสียของมาโนมิเตอร์ได้	R	X	3	
7. อธิบายหลักการทำงานของบูร์ดองแบบต่าง ๆ ได้	R	I	2	
8. บอกข้อดีข้อเสียของบูร์ดองได้	R	X	3	
9. อธิบายหลักการทำงานของไคอะแฟรมได้	R	I	2	
10. บอกข้อดีข้อเสียของไคอะแฟรมได้	R	X	3	
11. อธิบายหลักการทำงานของเบลโลว์ได้	R	X	3	
12. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเบลโลว์ได้	R	X	3	
13. บอกข้อดีข้อเสียของเบลโลว์ได้	R	I	2	
เรื่องที่ 6 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความเร็ว				20
1. บอกความหมายของความเร็วได้	R	I	2	
2. บอกหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วได้	R	I	2	
3. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ เชิงเส้น (LVT) ได้	R	X	3	
4. กำหนดค่าของ Break frequency ของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงเส้น (LVT) ได้	A	X	3	
5. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุมได้	R	X	3	

ตารางที่ ค-1 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	321	รวม
เรื่องที่ 6 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความเร็ว				
6. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเทคโนโลยีได้	R	X	3	
7. คำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุมได้	A	X	3	
8. บอกหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้	X	I	2	

ตารางที่ ค-2 แสดงการวิเคราะห์การออกข้อสอบ

แสดงการวิเคราะห์ข้อสอบ

Content		<i>Level of intellectual Skill</i>			Point	Note	Item
		Recall	Apply	Transfer			
Topic 1	1.	X (1)			17	1	7
	2.	X (1)				1	
	3.	X (1)				1	
	4.		X (2)			2	
	5.	X (1)				1	
	6.	X (1)				1	
Topic 2	1.	I (0)			27	ตัด	
	2.	X (1)				1	
	3.	X (1)				1	
	4.	X (1)				1	
	5.	X (1)				1	
	6.	X (1)				1	
	7.	X (1)				1	
	8.	X (1)				1	
	9.	X (1)				1	
	10.		X (2)			2	

ตารางที่ ก-2 (ต่อ)

Content		<i>Level of intellectual Skill</i>			Point	Note	Item
		Recall	Apply	Transfer			
Topic 3	1.	X (1)			20	1	11
	2.	X (2)				2	
	3.	X (1)				1	
	4.	X (1)				1	
	5.		X (2)			2	
	6.		X (2)			2	
	7.		X (2)			2	
Topic 4	1.	1 (0)			23	ตัด	10
	2.	X (1)				1	
	3.		X (2)			2	
	4.	X (1)				1	
	5.		X (2)			2	
	6.	X (1)				1	
	7.		X (2)			2	
	8.	X (1)				1	

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

Content		Level of intellectual Skill			Point	Note	Item
		Recall	Apply	Transfer			
Topic 5					33		
	1.	I (1)				1	
	2.	I (1)				1	
	3.	I (0)				ตัด	
	4.	X (1)				1	
	5.	X (1)				1	
	6.		X (2)			2	15
	7.	X (1)				1	
	8.		X (2)			2	
	9.	X (1)				1	
	10.		X (2)			2	
	11.	X (1)				1	
	12.	X (1)				1	
	13.		X (1)			1	
Topic 6					20		
	1.	I (1)				0	
	2.	X (1)				1	
	3.	X (1)				1	
	4.		X (1)			1	
	5.	X (1)				1	7
	6.	X (1)				1	
	7.		X (1)			1	
	8.	X (1)				1	
รวมเต็ม		102	42		144		
รวมข้อสอบ		35	25				60

ตารางที่ ค-3 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ				
เรื่อง : หลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์ตรวจจับ				
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวนข้อสอบ	ข้อสอบข้อที่
1.บอกความหมายของเซนเซอร์และวัตถุประสงค์ของการวัดได้	R	I	1	1
2.อธิบายหลักการปรับสภาพสัญญาณแบบแอนะล็อกได้	R	I	1	2
3.บอกหลักการคำนวณค่าของวงจรประเภทพาสซีฟได้	R	I	1	3
4.บอกหลักการขยายสัญญาณ โดยการใช้โอปแอมป์ได้	A	X	2	4,5
5.อธิบายวงจรขยายความแตกต่างสัญญาณในงานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม ได้	R	I	1	6
6.บอกหลักการแบ่งชนิดของเซนเซอร์ ได้	R	I	1	7

หมายเหตุ

LS : ระดับวัตถุประสงค์

R : พื้นความรู้

A : การประยุกต์

T : การส่งถ่ายทอดความรู้

ระดับความสำคัญ

X : มาก ค่าคะแนนเท่ากับ 3

I : ปานกลาง ค่าคะแนนเท่ากับ 2

O : น้อย ค่าคะแนนเท่ากับ 1

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ				
เรื่อง : อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภททางแสง				
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	IS	XIO	จำนวนข้อสอบ	ข้อสอบข้อที่
อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภททางแสง				
1.อธิบายหลักการทำงานของแสงได้	R	I	0	ตัด
2.บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความนำ โพโตรีซิสเตอร์ โฟโต้ไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์ได้	R	I	1	33
3.บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าเองได้	R	I	1	34
4.บอกหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้แสงกระตุ้นการส่งจ่ายกระแสได้	R	I	1	35
5.บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดตัวรับแสงและส่งแสงได้	R	I	1	36
6.อธิบายโครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับแสงได้	R	I	1	37
7.บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงผ่านตลอด	R	I	1	38
8.บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงสะท้อนกลับ	R	I	1	39
9.บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบตรวจจับโดยตรง	R	I	1	40
10.บอกหลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมและการประยุกต์ใช้งาน	A	I	2	41,42

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ				
เรื่อง : อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทพรีอักษิมิตี				
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ข้อที่
อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทพรีอักษิมิตี				
1. บอกความหมายเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับประเภทพรีอักษิมิตีสวิตช์ ได้	R	I	1	43
2. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำได้	R	I	2	44,45
3. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบชนิดคาปาซิทีฟได้	R	I	1	46
4. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานเซนเซอร์แบบฮอลล์ เอฟเฟกต์ได้	R	I	1	47
5. บอกหลักการต่อใช้งานของพรีอักษิมิตีเซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 ,3 ,4 เส้น ได้	A	I	2	48,49
6. บอกหลักการติดตั้งเซนเซอร์แบบแบบเหนี่ยวนำและแบบชนิดคาปาซิทีฟ แบบพรีอักษิมิตี การต่ออนุกรมกันและขนานกันได้	A	I	2	50,51
7. อธิบายหลักการประยุกต์ใช้งาน ได้	A	I	2	52,53

ตารางที่ ก-3 (ต่อ)

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ				
เรื่อง : อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทอุณหภูมิ				
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวน ข้อสอบ	ข้อสอบ ข้อที่
อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทอุณหภูมิ				
1.บอกหลักการวัดอุณหภูมิได้	R	I	0	ตัด
2. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (RTD) ได้	R	I	1	23
3. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของ RTD ได้	A	I	2	24,25
4. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลได้	R	I	1	26
5. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้	A	I	2	27,28
6. อธิบายโครงสร้างของตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้	R	I	1	29
7.บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเทอร์มิสเตอร์ได้	A	I	2	30,31
8.อธิบายหลักการทำงานของไอซีเซนเซอร์อุณหภูมิได้	R	I	1	32

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

การวิเคราะห์วัดคุณสมบัติเชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ				
เรื่อง : อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความดัน				
วัดคุณสมบัติเชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวนข้อสอบ	ข้อสอบข้อที่
อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความดัน				
1. บอกหน่วยความดันได้	R	I	1	8
2. บอกกฎของปาสกาลได้	R	I	1	9
3. บอกความดันสถิตได้	R	I	0	ตัด
4. อธิบายรูปแบบความดันได้	R	I	1	10
5. อธิบายหลักการทำงานของมาโนมิเตอร์แบบต่าง ๆ ได้	R	I	1	11
6. บอกข้อดีข้อเสียของมาโนมิเตอร์ได้	R	I	2	12,13
7. อธิบายหลักการทำงานของบูร์ดองแบบต่าง ๆ ได้	R	I	1	14
8. บอกข้อดีข้อเสียของบูร์ดองได้	R	I	2	15,16
9. อธิบายหลักการทำงานของไคอะแฟรมได้	R	I	1	17
10. บอกข้อดีข้อเสียของไคอะแฟรมได้	R	I	2	18,19
11. อธิบายหลักการทำงานของเบลโลว์ได้	R	I	1	20
12. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเบลโลว์ได้	R	I	1	21
13. บอกข้อดีข้อเสียเบลโลว์ได้	R	I	1	22

ตารางที่ ก - 3 (ต่อ)

การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการออกข้อสอบ				
เรื่อง : อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความเร็ว				
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	LS	XIO	จำนวนข้อสอบ	ข้อสอบข้อที่
อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความเร็ว				
1.บอกความหมายของความเร็วได้	R	I	0	ตัด
2.บอกหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วได้	R	I	1	54
3.อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ เชิงเส้น (LVT) ได้	R	I	1	55
4.คำนวณค่าของ Break frequency ของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงเส้น (LVT) ได้	A	I	1	56
5.อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุมได้	R	I	1	57
6.อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเทค โคมิเตอร์ได้	R	I	1	58
7.คำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุมได้	A	I	1	59
8.บอกหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้	R	I	1	60

ตารางที่ ค-4 ตารางวิเคราะห์สื่อการอบรม

เรื่องที่ 1 หลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์ตรวจจับ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน คำ	Power Point	ชุด สาธิต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่ เลือก
1. บอกความหมายของอุปกรณ์ตรวจจับและวัตถุประสงค์ของตรวจจับ	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดเวลาในการเขียนและลดเวลาเรียน
2. อธิบายหลักการปรับสภาพสัญญาณแบบแอนะล็อกได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลดเวลาเรียน
3. บอกหลักการคำนวณหาค่าของวงจรประเภทพาสซีฟได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นผลการคำนวณค่าและลดเวลาเรียน
4. บอกหลักการขยายสัญญาณโดยการใช้ออปแอมป์ได้	X	X	X	I	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยให้เห็นผลของการทำงาน

หมายเหตุ : ระดับความสำคัญของสื่อ

X คือ เหมาะสมมากที่สุด

I คือ เหมาะสมปานกลาง

O คือ เหมาะสมน้อยที่สุด

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 1 หลักการเบื้องต้นของอุปกรณ์ตรวจจับ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาธิต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
5. อธิบายวงจรขยายความ แตกต่างสัญญาณในงาน เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อให้เห็น ความแตกต่าง ของสัญญาณ
6. บอกหลักการแบ่งชนิดของ เซนเซอร์ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดจินตนาการ และเวลาของ ผู้เรียน

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 2 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภททางแสง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาริต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
1. อธิบายหลักการธรรมชาติ ของแสงได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาของ ผู้เรียน
2. บอกหลักการทำงานของ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่า ความนำไฟฟ้าได้รีซิสเตอร์ โฟโต้ไดโอด และโฟโต้ ทรานซิสเตอร์	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
3. บอกหลักการทำงาน อุปกรณ์ตรวจจับแสงที่ผลิต แรงดันไฟฟ้าเองได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
4. บอกหลักการทำงาน อุปกรณ์ตรวจจับชนิดใช้ แสงกระตุ้นการส่งจ่าย กระแสได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
5. บอกหลักการของเซนเซอร์ ชนิดตัวรับแสงและส่งแสง ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 2 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภททางแสง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาธิต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
6. อธิบายโครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับแสงได้	X	X	X	I	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
7. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงผ่านตลอดได้	X	X	X	I	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
8. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบลำแสงสะท้อนกลับ	X	X	X	I	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
9. บอกหลักการของเซนเซอร์ชนิดแบบตรวจจับโดยตรงได้	X	X	X	I	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
10. บอกหลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมและการประยุกต์ใช้งาน	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 3 อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษิมีตี

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน คำ	Power Point	ชุด สาริต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
1.บอกความหมายเซนเซอร์ที่ใช้ ในการวัดและตรวจจับประเภท พรีอักษิมีตีได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน
2.อธิบายส่วนประกอบและ หลักการทำงานเซนเซอร์แบบ เหนี่ยวนำได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
3.อธิบายส่วนประกอบและ หลักการทำงานเซนเซอร์แบบ ชนิดคาปาซิตีฟได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
4.อธิบายส่วนประกอบและ หลักการทำงานเซนเซอร์แบบ ฮอลล์เอฟเฟกต์ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
5.บอกหลักการติดตั้งเซนเซอร์ แบบเหนี่ยวนำและแบบชนิด คาปาซิตีฟแบบพรีอักษิมีตีการ ต่ออนุกรมกันและขนานกันได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
6. อธิบายหลักการประยุกต์ใช้ งานได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดจินตนาการ และเวลาของ ผู้เรียน

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 4 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทอุณหภูมิ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน คำ	Power Point	ชุด สาริต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
1. บอกหลักการวัดอุณหภูมิ ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดเวลาในการ เขียน และลดเวลา เรียน
2. อธิบายโครงสร้างของตัว ตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้ หลักการเปลี่ยนแปลงค่า ความต้านทาน (RTD) ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	ลดจินตนาการ และช่วยให้ เห็นภาพ
3. บอกหลักการประยุกต์ใช้ งานของ RTD ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
4. อธิบายโครงสร้างของตัว ตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้ เทอร์มิสเตอร์ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	ลดจินตนาการ และช่วยให้ เห็นภาพ
5. บอกหลักการประยุกต์ใช้ งานของเทอร์มิสเตอร์ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดเวลาของ ผู้เรียน

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 4 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทอุณหภูมิ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาริต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
6. อธิบายโครงสร้างของตัววัดและตรวจจับอุณหภูมิโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพช่วย ลดจินตนาการ ของผู้เรียน
7. บอกหลักการประยุกต์ใช้งานของเทอร์มิสเตอร์ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดเวลาของ ผู้เรียน
8. อธิบายหลักการทำงานของไอซีเซนเซอร์วัดและตรวจจับอุณหภูมิได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาของ ผู้เรียน

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 5 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความดัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาธิต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
1. บอกหน่วยความดันได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน
2. บอกความหมายของกฎของ ปาสคาลได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน
3. บอกความหมายของควม ดันสถิตได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน
4. อธิบายรูปแบบความดันตาม มาตรฐานสากลได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน
5. อธิบายหลักการทำงานของ มาโนมิเตอร์แบบต่าง ๆ ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็น ปรากฏการณ์ และลด จินตนาการ

ตารางที่ ก-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 5 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความดัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาธิต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
6.บอกข้อดีข้อเสียของนาโน มิเตอร์ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วย จินตนาการ และลดเวลา เรียน
7.อธิบายหลักการทำงานของ บูร์ดแบบต่าง ๆ ได้	X	X	X	I	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพที่ ชัดเจนและลด จินตนาการ ของผู้เรียน
8.บอกข้อดีข้อเสียของบูร์ดอง ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วย จินตนาการ และลดเวลา เรียน
9.อธิบายหลักการทำงานของ ไดอะแฟรมได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ผลช่วยลด จินตนาการ ของผู้เรียน
10.บอกข้อดีข้อเสียของ ไดอะแฟรมได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 5 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความดัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาธิต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่เลือก
11.อธิบายหลักการทำงานของ เบล โลว์ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นผลและ เพื่อช่วยลด จินตนาการ ของผู้เรียน
12.บอกหลักการประยุกต์ใช้ งานของเบลโลว์ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด จินตนาการ และลดเวลา เรียน
13.บอกข้อดีข้อเสียเบลโลว์ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ลดเวลาในการ เขียนเนื้อหา และเวลาของ ผู้เรียน

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

เรื่องที่ 6 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความเร็ว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ใบ เนื้อหา	กระดาน ดำ	Power Point	ชุด สาธิต	สื่อที่ เลือกใช้	เหตุผลที่ เลือก
1.บอกความหมายของความเร็ว ได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	เพื่อช่วยลด เวลาเรียน
2.บอกหลักการพื้นฐานของ เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและ ตรวจจับความเร็วได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	ลด จินตนาการ ของผู้เรียน
3.อธิบายหลักการทำงานของ เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและ ตรวจจับความเร็วเชิงมุมได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	เห็นภาพและ ช่วยลด จินตนาการ ของผู้เรียน
4.อธิบายหลักการทำงานของ เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและ ตรวจจับความเร็วแบบเทคโค มิเตอร์ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	ลด จินตนาการ ของผู้เรียน
5.คำนวณค่าต่าง ๆ ของวงจร ความเร็วเชิงมุมได้	X	X	X	O	ใบเนื้อหา Power Point	ทราบค่าการ คำนวณ เห็นภาพและ
6.บอกหลักการทำงานของ เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและ ตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้	X	X	X	X	ใบเนื้อหา Power Point	ช่วยลด จินตนาการ ของผู้เรียน

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์แบบฝึกหัดและแบบทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (D) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง-1 การวิเคราะห์แบบฝึกหัดเพื่อหาธรรมชาติความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่	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	+1	5	1
	2	2	+1	+1	+1	+1	+1	3	1
	3	3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	5	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	4	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	4	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	6	5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	7	6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	8	7	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	9	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	10	9	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
		10	+1	+1	+1	+1	+1	3	0.6

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	3	+1	-1	+1	+1	+1	5	1
		2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	3	4	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6
	4	5	+1	0	+1	+1	-1	4	0.8
	5	6	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
		7	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	6	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		9	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	7	10	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
		11	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
	3	2	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
		3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	4	4	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6
	5	5	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6
		6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	7	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	7	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		9	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	8	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนวัตถุประสงค์ในข้อนั้น ๆ (บุญเชิด, 2527: 69)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินแบบฝึกหัดทั้งหมด 60 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91

ตารางที่ ง-2 การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทที่	วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	2	+1	+1	+1	+1	+1	3	1
	3	3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	5	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	9	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	4	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	11	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	6	12	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	7	13	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	8	14	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	9	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	10	16	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
		17	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

บทที่	วัตถุประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	IOC
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3	1	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		20	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
	3	21	-1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	4	22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	5	23	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
		24	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	6	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		26	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	7	27	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
		28	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	29	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
	3	30	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
		31	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	4	32	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6
	5	33	-1	+1	+1	+1	+1	3	0.6
		34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	35	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
	7	36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
		37	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
	8	38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	1	39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	41	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ

$\sum R$ คือ ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ค่าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ถ้าค่าดัชนีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนวัตถุประสงค์ในข้อนั้น ๆ (บุญเชิด, 2527: 69)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่ประเมินแบบทดสอบทั้งหมด 60 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า ระหว่าง 0.6 – 1.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95

ผลการตรวจคะแนนและการวิเคราะห์ข้อสอบจากผลการทดลองใช้

ข้อสอบจำนวน 63 ข้อ ผู้เข้าสอบจำนวน 27 คน

ตอนที่ 1 :

พนักงาน	คะแนนดิบ	Z-Score	t-Score
คนที่ 1	20	-0.90	41.03
คนที่ 2	57	1.24	62.36
คนที่ 3	20	-0.90	41.03
คนที่ 4	61	1.47	64.67
คนที่ 5	53	1.01	60.05
คนที่ 6	58	1.29	62.94
คนที่ 7	25	-0.61	43.92
คนที่ 8	55	1.12	61.21
คนที่ 9	57	1.24	62.36

คนที่ 10	20	-0.90	41.03
คนที่ 11	29	-0.38	46.22
คนที่ 12	20	-0.90	41.03
คนที่ 13	24	-0.67	43.34
คนที่ 14	21	-0.84	41.61
คนที่ 15	58	1.29	62.94
คนที่ 16	24	-0.67	43.34
คนที่ 17	24	-0.67	43.34
คนที่ 18	20	-0.90	41.03
คนที่ 19	58	1.29	62.94
คนที่ 20	59	1.35	63.51
คนที่ 21	20	-0.90	41.03
คนที่ 22	22	-0.78	42.19
คนที่ 23	26	-0.55	44.49
คนที่ 24	59	1.35	63.51
คนที่ 25	23	-0.72	42.76
คนที่ 26	20	-0.90	41.03
คนที่ 27	27	-0.49	45.07

ตอนที่ 2 : สถิติพื้นฐาน

คะแนนเฉลี่ย (Mean) = 35.56

ค่ามัธยฐาน (Median) = 25.00

ค่าฐานนิยม (Mode) = 4.00 (ประมาณจาก $\text{Mode} = 3\text{Median} - 2\text{Mean}$)

พิสัย (Range) = 41 (คะแนนสูงสุด = 61 , คะแนนต่ำสุด = 20)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) = 17.350

ความเบ้ (Skewness) = 0.253

ความโด่ง (Kurtosis) = 1.338

ตอนที่ 3 : คุณภาพของแบบสอบ

ค่าความเชื่อมั่น = 0.968

ค่าความยาก (Difficulty) และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ข้อ 1	0.59	0.29	ยากพอเหมาะ	จำแนกพอใช้
ข้อ 2	0.78	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 3	0.70	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 4	0.56	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 5	0.63	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 6	0.89	0.29	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 7	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 8	0.59	0.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 9	0.59	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 10	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 11	0.59	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 12	0.67	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 13	0.56	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 14	0.63	0.14	ค่อนข้างง่าย	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 15	0.52	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 16	0.67	0.71	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 17	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 18	0.59	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 19	0.59	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 20	0.41	0.14	ยากพอเหมาะ	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 21	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 22	0.56	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 23	0.67	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 24	0.67	0.71	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 25	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ข้อ 26	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 27	0.37	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 28	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 29	0.44	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 30	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 31	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 32	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 33	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 34	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 35	0.81	0.29	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 36	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 37	0.44	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 38	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 39	0.44	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 40	0.63	0.57	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 41	0.48	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 42	0.74	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 43	0.37	1.00	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
ข้อ 44	0.48	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 45	0.85	0.29	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
ข้อ 46	0.74	0.29	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ข้อ 47	0.67	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 48	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 49	0.78	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 50	0.41	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 51	0.33	-0.57	ค่อนข้างยาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 52	0.52	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 53	0.52	0.71	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 54	0.44	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ข้อ 55	0.48	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 56	0.41	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 57	0.48	0.57	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 58	0.41	1.00	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 59	0.70	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 60	0.19	-0.43	ยากมาก	จำแนกได้ไม่ดี
ข้อ 61	0.70	0.43	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
ข้อ 62	0.41	0.86	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
ข้อ 63	0.59	0.43	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นำไปใช้ได้ คือ 1 2 3 4 5 7 9 10 11 12 13 15 16 17 18 19 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30 31 32 33 34 36 37 38 39 40 41 42 43 44 46 47 48 49 50 52 53 54 55 56 57 58 59 61
62 63 จำนวน 56 ข้อ

ตารางที่ 3-3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก
และค่าความเชื่อมั่น

	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
ค่าต่ำสุด	0.39	0.29	0.968
ค่าสูงสุด	0.78	1	
ค่าเฉลี่ย	0.59	0.645	

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบท
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดอบรม

ตารางที่ จ-1 ผลการวิเคราะห์คะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทและแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้สอบคนที่	คะแนนแบบทดสอบท้ายบท						คะแนน แบบทดสอบ ท้ายบท	คะแนน แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์
	เรื่อง ที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่อง ที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	เต็ม 60	เต็ม 60
	เต็ม 7	เต็ม 10	เต็ม 11	เต็ม 10	เต็ม 15	เต็ม 7		
1	5	9	10	7	13	6	50	50
2	6	9	9	9	13	6	52	48
3	6	9	10	9	12	5	51	46
4	6	9	9	9	13	6	52	55
5	6	10	10	9	14	5	54	56
6	5	9	10	8	14	6	52	46
7	6	8	10	9	13	6	52	50
8	5	9	9	8	13	13	49	47
9	6	6	10	9	13	5	49	55
10	5	6	11	8	12	6	48	44
11	6	9	8	8	13	5	49	53
12	5	9	9	8	14	6	51	50
13	5	8	10	8	13	6	50	47
14	6	8	9	8	13	6	50	42
15	6	6	8	8	14	6	48	49
16	6	7	6	8	13	6	46	45
17	5	10	10	8	14	6	53	46
18	5	8	8	9	13	6	49	40
19	6	8	6	9	13	7	49	41
20	6	8	8	9	13	6	50	46
รวม	112	165	180	168	263	116	1004	956
เฉลี่ย	5.6	8.25	9	8.4	13.15	5.8	50.20	47.8
ร้อยละ	80	82.50	81.81	84	87.66	80.85	83.66	79.66

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบท้ายบท (E_1)

$$\begin{aligned}\sum X &= \sum X_1 + \sum X_2 + \sum X_3 + \dots + \sum X_6 \\ &= 112 + 165 + 180 + 168 + 263 + 116 \\ &= 1004\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A &= A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \\ &= 7 + 10 + 11 + 10 + 15 + 7 \\ &= 60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E_1 &= \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100 \\ &= \frac{1004}{20} \times 100 \\ &= 83.66\%\end{aligned}$$

ประสิทธิภาพตัวแรก = 83.66%

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)

จากตาราง ที่ จ-1

$$\begin{aligned}\sum F &= 965 \\ N &= 20 \\ B &= 60 \\ E_2 &= \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100 \\ &= 965 \\ &= \frac{32}{60} \times 100 \\ &= 79.66\%\end{aligned}$$

ประสิทธิภาพตัวหลัง = 79.66 %

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน
หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการสอน
แบบประเมินชุดการสอน
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรม

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมอุปกรณ์ตรวจจับ
สำหรับงานอุตสาหกรรม

1. ผศ.ดร. สิ้นชัย ชินวรรตน์ ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงาน : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. อาจารย์นิติ สุขศิริสันต์ ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงาน : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์
ไฟฟ้าสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. ดร.อนันต์ สืบสำราญ ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงาน : ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
(สาขาแมคคาทรอนิกส์)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. ดร.ธิดา มณีวรรณ ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงาน : สถาบันวิทยาหุ่นยนต์ ภาคสนาม สจข. 2003
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. อาจารย์พรจิต ประทุมสุวรรณ ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงาน : ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
(สาขาแมคคาทรอนิกส์)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่ ศธ 0525.3(2)/13



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 141
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

21 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ
การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม

เรียน ศศ.ดร.สินชัย ชินวรรณ

ด้วยนามนี้ส ปุขงาม นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์
ตรวจจับในงานอุตสาหกรรม โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ คันธีวงศ์ - กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง
ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำ
วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาคือไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวங์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/13



ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พินุดสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

21 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์นิติ สุขศิริสันต์

ด้วยนายมนัส ปุຍงาม นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์ตรวจจับในงานอุตสาหกรรม โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ คันธีรวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวณิช)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/ ๔3



143
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

21 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ
การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์ ดร.อนันต์ สืบสำราญ

ด้วยนายมนัส ปุ้ยงาม นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
ครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์
ตรวจจับในงานอุตสาหกรรม โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ธงชัย ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง
ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำ
วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวong)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/๒



ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

21 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ
การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์พรจิต ประทุมสุวรรณ

ด้วยนายมนัส ปุองาม นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์
ตรวจจับในงานอุตสาหกรรม โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร ขงชัย ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันศรีวงษ์ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง
ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำ
วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

โทร/โทรสาร 0-2587-8255

ที่ ศธ 0525.3(2)/๒



145
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

21 กุมภาพันธ์ 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ
การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม

เรียน อาจารย์ ดร.ธิดา มณีวรรณ

ด้วยนายมนัส ปุยงาม นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชา
ครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์
ตรวจจับในงานอุตสาหกรรม โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพรรณ ชงชัย ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ดันสรวิชัย กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง
ของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบ การวิเคราะห์สื่อ และชุดฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำ
วิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์จร อินวัญ)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

แบบประเมินชุดสาริต

แบบประเมินชุดการสอนนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการ
การอบรมเรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอนและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

- ศักยภาพการอบรม
- ด้านใบเนื้อหา
- ด้านแบบทดสอบหลังอบรม
- ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- ด้านสื่อการสอน (ชุดสาริต , ชุดนำเสนอสื่อการสอนเพาเวอร์พอยต์)

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย “ / ” ลงในวงเล็บหน้าข้อความที่ตรงกับความจริง

1. ระดับการศึกษา	(...) ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า (...) ปริญญาโท หรือเทียบเท่า (...) ปริญญาเอก หรือเทียบเท่า (...) อื่นๆ โปรดระบุ.....
2. ประสบการณ์ในการสอน	(...) 5-10 ปี (...) มากกว่า 10 ปี แต่ไม่เกิน 15 ปี (...) มากกว่า 15 ปี
3. วิชาสอนที่เกี่ยวข้อง	(...) เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม (...) เซนเซอร์ทรานสดิวเซอร์ (...) โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (...) อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม (...) วิชาอื่นๆ โปรดระบุ.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาริตและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อชุดอบรม อุปกรณ์ตรวจจับ โดยพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย “/” ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ระดับความคิดเห็น

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านแผนการอบรม					
1	รูปแบบแผนการสอนศึกษาเข้าใจง่าย	...	...	...	...	...
2	การกำหนดวัตถุประสงค์ชัดเจน	...	...	...	...	...
3	กำหนดกลยุทธ์ในการสอนชัดเจน	...	...	...	...	...
4	กำหนดรูปแบบการนำเสนอชัดเจน	...	...	...	...	...
5	กำหนดรายละเอียดของเนื้อหาชัดเจน	...	...	...	...	...
6	นำไปปฏิบัติตามแผนการสอนได้	...	...	...	...	...

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านใบเนื้อหา					
1	เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์รายวิชา	...	...	...	...	...
2	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	...	...	...	...	...
3	การเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสม	...	...	...	...	...
4	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา	...	...	...	...	...
5	ภาพประกอบมีความชัดเจนเหมาะสม	...	...	...	...	...
6	เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสม	...	...	...	...	...
7	เนื้อหามีความถูกต้อง	...	...	...	...	...
8	การจัดรูปแบบของเนื้อหามีความเหมาะสม	...	...	...	...	...

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบ(หลังเรียน)					
1	ออกข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	...	...	...	...	...
2	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	...	...	...	...	...
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน	...	...	...	...	...
4	คำถามชัดเจนไม่คลุมเครือ	...	...	...	...	...
5	คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	...	...	...	...	...
6	คำตอบมีความลวงเพียงพอ	...	...	...	...	...

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการอบรม					
1	คำถามตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	...	...	...	...	...
2	จำนวนข้อสอบเหมาะสมกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	...	...	...	...	...
3	คำถามและคำตอบมีเป้าหมายที่ชัดเจน	...	...	...	...	...
4	คำถามชัดเจน ไม่คลุมเครือ	...	...	...	...	...
5	คำถามมีความยากง่ายเหมาะสม	...	...	...	...	...
6	คำตอบมีตัวลวงเพียงพอ	...	...	...	...	...

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ด้านสื่อการอบรม (การนำชุดสาธิตมาใช้)					
1	มีขนาดเหมาะสมเห็นการสาธิตได้ชัดเจน	...	...	...	...	...
2	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	...	...	...	...	...
3	การใช้งานสะดวกและปลอดภัย	...	...	...	...	...
4	วัสดุที่ใช้ผลิตอุปกรณ์ที่มีอยู่ทั่วไปและหาซื้อง่าย	...	...	...	...	...
5	มีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การสอน	...	...	...	...	...

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

ข้อที่	คำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	<u>ด้านสื่อการอบรม (นำเสนอด้วย Power Point)</u>					
1	มีขนาดเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	...	...	...	...	...
2	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	...	...	...	...	...
3	วงจรและตัวอักษรมีขนาดเหมาะสมกับมาตรฐาน	...	...	...	...	...
4	การเรียงลำดับของแต่ละวัตถุประสงค์มีความสัมพันธ์กัน	...	...	...	...	...
5	ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาอย่างเหมาะสม	...	...	...	...	...
6	สีที่ใช้มีความน่าสนใจและชัดเจน	...	...	...	...	...

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

...../...../.....

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้ารับการอบรม

1) ด้านการเรียนการสอน

ข้อที่	ข้อความความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.1	ปริมาณเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนมีไม่มากหรือน้อยเกินไป					
1.2	การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน					
	เนื้อหาที่ใช้สอนมีความน่าสนใจ					
1.3	ใบเนื้อหาที่ได้รับอ่านเข้าใจง่ายไม่สับสน					
1.4	โดยขนาดตัวอักษรเหมาะสม และมีภาพชัดเจน					
1.5	เวลาที่ใช้สอนมีระยะเวลาที่เหมาะสม					
1.6	แบบทดสอบท้ายบท และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความยากง่ายเหมาะสม					
1.7	หลังจากจบบทเรียนท่านได้รับความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิม					
1.8	หลังจากจบบทเรียนท่านสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ได้					

ข้อเสนอแนะ.....

หมายเหตุ	5	หมายถึงระดับ ดีมาก	4	หมายถึงระดับ ดี
	3	หมายถึงระดับ ปานกลาง	2	หมายถึงระดับ พอใช้
	1	หมายถึงระดับ ปรับปรุงแก้ไข		

2) ด้านสื่อการอบรม (Power Point)

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
2.1	ส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว					
2.2	การเรียงลำดับของกรอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ					
2.3	ภาพมีความสัมพันธ์กับบรรยาย					
2.4	ภาพวงจรและสีสังเกตเห็นได้ชัดเจน					
2.5	สีของตัวอักษรมีความเด่นชัดเหมาะสม น่าสนใจ					

ข้อเสนอแนะ.....

3) ด้านสื่อการอบรม (ชุดสาธิต)

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
3.1	สัญลักษณ์ของชุดการสอนมองเห็นได้ชัดเจน					
3.2	มองเห็นการสาธิตในระหว่างเรียนได้ชัดเจน					
3.3	ชุดสาธิตส่งเสริมให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว					
3.4	การใช้งานสะดวก และมีความปลอดภัย					
3.5	มีกิจกรรมร่วมในการสาธิต					

ข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการอบรม

ตัวอย่างเอกสารประกอบการอบรมสำหรับวิทยากร

ตัวอย่างสื่อเพาเวอร์พอยต์

ตัวอย่างแบบทดสอบหลังอบรม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการอบรม

หัวข้อเรื่อง 6 : อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความเร็ว

เวลา 10.15 – 12.05 น. : 2 ชม. อบรมเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2550

ลำดับ	รายละเอียดเนื้อหา	ใบ เนื้อหา	ผู้มีวิทยากร			คู่มือสื่อ	วิธีการอบรม			เวลา	
			แบบ ฝึกหัด	ในงาน	แบบ ทดสอบ		บรรยาย	ถาม ตอบ	สาธิต ทดลอง	ชม.	นาที
	บทที่ 6 อุปกรณ์ตรวจจับและการวัดประเภทความเร็ว									2	
	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม										
	1.บอกความหมายของความเร็วได้	P.90	-	-	1	F.1-2	✓	✓			
	2.บอกหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วได้	P.91	-	-	-	F.3-8	✓	✓			
	3.อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุมได้	P.92	-	-	2	F.9-12	✓	✓	✓		
	4.อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบทศโคมิตอร์ได้	P.93	-	-	3-4	F.13-16	✓	✓	✓		
	5.คำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุมได้	P.94	-	-	5	F.17-20	✓	✓	✓		
	6.บอกหลักการการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้	P.95-96	-	-	6-7	F.21-36	✓	✓	✓		

ตัวอย่างเอกสารประกอบการอบรมสำหรับวิทยากร

เอกสารการฝึกอบรม

หลักสูตร การฝึกอบรมเรื่องอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

หัวเรื่องที่ 6 เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว

เวลาที่สอน 1.30 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม :

1. บอกความหมายของความเร็วได้
2. บอกหลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วได้
3. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วเชิงมุมได้
4. อธิบายหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบเทค โค มิเตอร์ได้
5. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ของวงจรความเร็วเชิงมุมได้
6. บอกหลักการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็วแบบ Encoder ได้

1. ความเร็ว (Velocity)

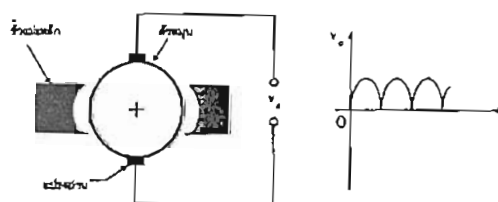
หมายถึงอัตราส่วนระหว่างระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ หรือการขจัด ของวัตถุ ต่อช่วงเวลาที่ใช้ ความเร็วมีปริมาณเป็นเวกเตอร์

1.1 หลักการพื้นฐานของเซ็นเซอร์ตรวจจับความเร็ว

เซนเซอร์ตรวจวัดความเร็วแบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ เซนเซอร์ที่ใช้วัดการเคลื่อนที่รอบจุดหมุน หรือวัดความเร็วเชิงมุม และเซนเซอร์ที่ใช้วัดการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงหรือแบบเชิงเส้น ซึ่งในที่นี้ พิจารณาเฉพาะ การวัดการเคลื่อนที่แบบเชิงมุม(ความเร็ว) เท่านั้น

2.1 เซนเซอร์วัดความเร็วรอบแบบ เทคโคมิเตอร์

2.1.1. เทคโคมิเตอร์ชนิดไฟตรง (DC Techometer) เป็นที่นิยมในการใช้งาน ซึ่งได้แก่ความง่ายในการใช้งาน และแรงดันเอาต์พุตที่ได้จะเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการปรับปรุงสัญญาณ เอาต์พุตน้อย หรือไม่ต้องการใช้เลย มีขดลวดสเตเตอร์แบบ แม่เหล็กถาวร และใช้ขดลวดพินเมื่อจะใช้งานก็ป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าไป โดยทั่วไปแล้วเทคโคมิเตอร์ที่เป็นแบบแม่เหล็กถาวรจะให้แรงดันเอาต์พุต 3-7 โวลต์ ต่อความเร็ว 1,000 ต่อนาที ในขณะที่ขดลวดสเตเตอร์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าจะให้เอาต์พุตออกมา 10- 20 โวลต์ที่ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาทีและทิศทางในการเคลื่อนที่จะเป็นตัวบอกชั่วแรงดันเอาต์พุตที่ได้ ความแม่นยำจะอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.25 % ของค่าสูงสุดเทคโคมิเตอร์ (Techometer) เทคโคมิเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวรนั้นเมื่อเพลามีการหมุนจะให้ค่าแรงเคลื่อนไฟตรง ออกมาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วในการหมุนของเพล หากนำเพลของเทคโคมิเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับ(Coupling) มอเตอร์แล้ว จะสามารถใช้ควบคุมอัตราเร็วของมอเตอร์ให้เกิดมี การป้อนกลับ (Feedback) กลับไปยังคอนโทรลเลอร์และมีค่า เป็นสัดส่วนของความเร็วของมอเตอร์ ดังภาพที่ 6.3 การวัดอัตราเร็วของเพลจะใช้เมกเนติกฟิสิกส์ เซนเซอร์แม่เหล็กที่ต่อกับเพล ขดลวดขนาดเล็กใกล้กับแม่เหล็กจะรับพัลส์แต่ละครั้งที่แม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่าน โดยการวัดความถี่ของพัลส์ความเร็วของเพลสามารถคำนวณได้แรงดันเอาต์พุตของขดลวด ฟิสิกส์ขนาดเล็กจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณดังภาพที่ 6. 4



ภาพที่ 6.2 เทคโคมิเตอร์ชนิดแม่เหล็กถาวร



ภาพที่ 6.1 การวัดความเร็ว

(ก) เซนเซอร์สำหรับการวัดความเร็วเชิงเส้น (ข) เซนเซอร์สำหรับการวัดความเร็วเชิงมุม

พื้นฐานสำหรับการสร้างเซนเซอร์เพื่อการวัดความเร็วเชิงเส้นและความเร็วเชิงมุมคือหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ดังภาพ สมการพื้นฐานที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันที่ถูกสร้างขึ้นกับความเร็วของตัวนำในสนามแม่เหล็กสามารถเขียนได้เป็น

$$v_T = BLV \quad (6.1)$$

เมื่อ v_T = เป็นแรงดันที่สร้างขึ้น(emf)
 B = เป็นความหนาแน่นของฟลักซ์ในทิศตั้งฉากกับความเร็ว
 L = คือความยาวของลวดตัวนำ
 V = คือความเร็วของขดลวดตัวนำ

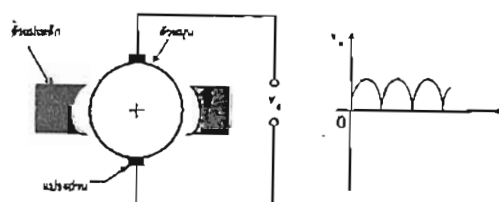
2. มาตรฐานวัดความเร็วรอบหรือ เทคโอมิเตอร์

ต่างจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั่วไป คือ มาตรฐานวัดความเร็วรอบมีความต้องการที่แน่นอนดังนี้

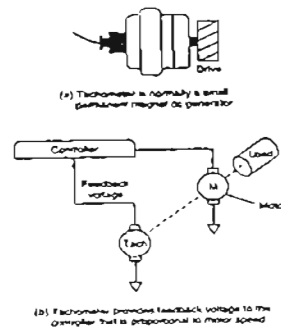
1. แรงดันเอาต์พุตต้องเป็นสัดส่วนกับความเร็วรอบของเพลลา ภายใต้การควบคุมแบบเชิงเส้น
2. เอาต์พุตต้องเป็นอิสระจาก การกระเพื่อมของแรงดัน ซึ่งขึ้นอยู่กับภาระและสัญญาณรบกวน (Random Voltage Changes (noise))
3. โวลเตจเกรเดียนต์ (อัตราส่วนของแรงดันเอาต์พุต ต่ออัตราเร็วเพลลา อินพุท (input shaft speed)) ต้องเสถียรตลอดช่วงอุณหภูมิการใช้งาน

2.1 เซนเซอร์วัดความเร็วรอบแบบ เทคโคมิเตอร์

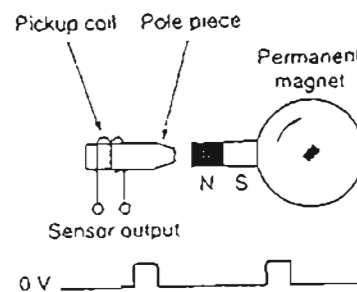
2.1.1. เทคโคมิเตอร์ชนิดไฟตรง (DC Techometer) เป็นที่นิยมในการใช้งาน ซึ่งได้แก่ความง่ายในการใช้งาน และแรงดันเอาต์พุตที่ได้จะเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการปรับปรุงสัญญาณ เอาต์พุตน้อย หรือไม่ต้องการใช้เลย มีขดลวดสเตเตอร์แบบ แม่เหล็กถาวร และใช้ขดลวดพันเมื่อจะใช้งานก็ป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าไป โดยทั่วไปแล้วเทคโคมิเตอร์ที่เป็นแบบแม่เหล็กถาวรจะให้แรงดันเอาต์พุต 3-7 โวลต์ ต่อความเร็ว 1,000 ต่ออนาที ในขณะที่ขดลวดสเตเตอร์ที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าจะให้เอาต์พุตออกมา 10- 20 โวลต์ที่ความเร็ว 1,000 รอบต่ออนาทีและทิศทางในการเคลื่อนที่จะเป็นตัวบอกขั้วแรงดันเอาต์พุตที่ได้ ความแม่นยำจะอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.25 % ของค่าสูงสุดเทคโคมิเตอร์ (Techometer) เทคโคมิเตอร์ที่เป็นแม่เหล็กถาวรนั้นเมื่อเพลามีการหมุนจะให้ค่าแรงเคลื่อนไฟตรง ออกมาเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วในการหมุนของเพลานำเพลาลงของเทคโคมิเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับ(Coupling) มอเตอร์แล้ว จะสามารถใช้ควบคุมอัตราเร็วของมอเตอร์ให้เกิดมี การป้อนกลับ (Feedback) กลับไปยังคอนโทรลเลอร์และมีค่า เป็นสัดส่วนของความเร็วของมอเตอร์ ดังภาพที่ 6.3 การวัดอัตราเร็วของเพลาก็ใช้เมกเนติกฟลักซ์ เซนเซอร์แม่เหล็กที่ต่อกับเพลาลง ขดลวดขนาดเล็กใกล้กับแม่เหล็กจะรับพัลส์แต่ละครั้งที่แม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่าน โดยการวัดความถี่ของพัลส์ความเร็วของเพลาก็สามารถคำนวณได้แรงดันเอาต์พุตของขดลวด ฟลักซ์มีขนาดเล็กจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณดังภาพที่ 6. 4



ภาพที่ 6.2 เทคโคมิเตอร์ชนิดแม่เหล็กถาวร



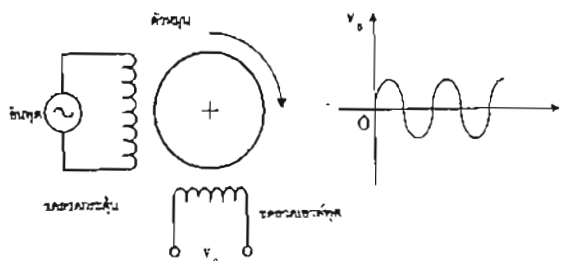
ภาพที่ 6.3 การต่อเทคโอมิเตอร์ไฟตรงเพื่อควบคุมความเร็วของมอเตอร์



ภาพที่ 6.4 แมกเนติกอัฟเซนเซอร์

ในการใช้แปรงถ่าน และคอมมิวเตเตอร์เป็นตัวผ่านสัญญาณจาก โรเตอร์ไปสู่ภายนอกทำให้เกิดปัญหาขึ้นเนื่องจากแปรงถ่านเมื่อใช้ไปนานๆจะเกิดการสึกหรอ จึงต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เสมอ และอีกประการหนึ่งคือ การเกิดประกายไฟที่หน้าสัมผัสจะทำให้เทคโอมิเตอร์สร้างความถี่สูง ออกมาทำให้เกิดคลื่นความถี่รบกวนสัญญาณคลื่นวิทยุ (Radio-Frequency Interference ; RFI) ซึ่งเป็นปัญหาที่เราจะต้องออกแบบวงจรป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น

2.1.2 เทคโอมิเตอร์ไฟสลับ(AC Tachometer) สำหรับบางงานที่ไม่สามารถใช้เทคโอมิเตอร์แบบแปรงถ่านได้ เราจะต้องพิจารณาเลือกใช้เทคโอมิเตอร์ไฟสลับแทน ซึ่งเป็นแบบที่ไม่มีแปรงถ่านบางครั้งเรียกว่าเป็นแบบแม่เหล็กถาวร ซึ่งประกอบไปด้วยขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ วางหุ้มกันอยู่บนสเตเตอร์ และโรเตอร์นี้จะป็นแบบกรงกระรอก หรือรูปถ้วย ทำจากโลหะที่มีค่าความนำสูง แสดงดังภาพ 6.5

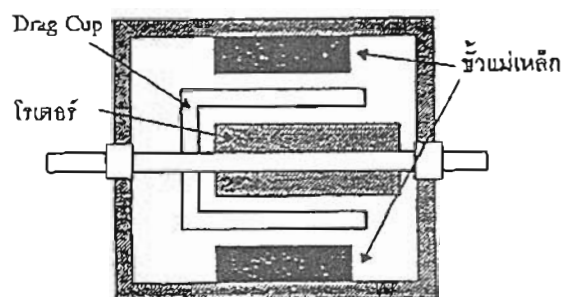


ภาพที่ 6.5 วงจรการทำงานของเทคโคมิเตอร์ไฟสลัป

การทำงานทำคล้ายกับหม้อแปลงที่เชื่อมโยงกันแบบแปรค่าได้ (Variable Coupling Transformer) ซึ่งสัมพันธ์การเชื่อมโยงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของเพลลา เมื่อขดลวดอินพุตถูกกระตุ้นด้วยแรงดัน AC และแรงดัน AC ก็จะปรากฏที่เอาต์พุตของขดลวดทุติยภูมิ ขนาดของแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นที่ขดทุติยภูมิจะเปลี่ยนตามความเร็วของเพลลาที่หมุน

เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงกระแสสลับ 50Hz ให้กับขดลวดปฐมภูมิจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตัดกับขดลวดตัวนำที่โรเตอร์เกิดเป็นกระแสไหลวนที่ตัวโรเตอร์ขึ้นสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เมื่อโรเตอร์ยังอยู่กับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นก็ยังไม่ตัดกับขดลวดทุติยภูมิทำให้ไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้นกับขดลวดทุติยภูมิแต่เมื่อโรเตอร์เกิดการหมุนก็จะทำให้สนามแม่เหล็กจากโรเตอร์ไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิเกิดเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ ซึ่งการทำงานนี้จะเหมือนกับหม้อแปลง คือเป็นการเคลื่อนที่สนามแม่เหล็ก ให้ตัดขดลวดตัวนำที่อยู่กับที่ นั่นเอง โดยทั่วไปแล้วขดลวดทุติยภูมิและขดปฐมภูมิจะวางทำมุมกันอยู่ 90 องศา ทำให้สัญญาณเอาต์พุตที่ขดลวดทุติยภูมิต่างเฟสกับไฟเลี้ยงที่จ่ายให้กับขดลวดปฐมภูมิเมื่อเราหมุนโรเตอร์ที่มีทิศทางหนึ่งนั้นจะทำให้สัญญาณเอาต์พุตมีเฟสต่างกับไฟเลี้ยงอยู่ 90 องศา ถ้าหมุนกลับทิศของโรเตอร์จะทำให้มุมต่างเฟสกลับเป็น 180 องศาทันที โดยสัญญาณเอาต์พุตตอนนี้จะล่าหลังสัญญาณไฟเลี้ยงอยู่ 90 องศา ทำให้เราสามารถที่จะตรวจสอบทิศทางการหมุนได้จากมุมเฟสของสัญญาณเอาต์พุตนี้

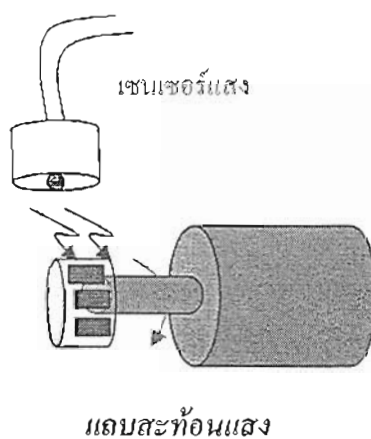
การนำเอา เทค โคมิเตอร์ไฟสลัปมาใช้แก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นกับเทคโคมิเตอร์ไฟตรงซึ่งต้องใช้แปลงถ่าน แต่ขณะเดียวกัน การนำไปใช้งานเราจะต้องมีอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น ชุดแปลงสัญญาณ และชุดกรองสัญญาณ จึงสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้



ภาพที่ 6.6 โครงสร้างของเทคโคมิเตอร์ไฟฟ้า

เซนเซอร์วัดความเร็วส่วนใหญ่แล้วในการใช้งานจะต้องมีการสัมผัสกับเพลาคือส่วนของส่วนที่ต้องการวัด ซึ่งอาจจะสร้างปัญหาในทางกล ซึ่งอาจจะคิดถึงพื้นที่ในการวัดทำให้ต้องการเนื้อพื้นที่มากขึ้น การเชื่อมต่อระหว่างเฟือง หรือสายพานที่จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ หรือแม้แต่ความเลื้อยของน้ำหนักของเซนเซอร์เอง

ปัญหาต่างๆ เหล่านี้จะแก้ไขได้โดยการใช้เซนเซอร์เชื่อมต่อกับแสง ในการใช้งานจะใช้แถบสะท้อนแสง เล็ก ๆ (Infrared) และมีตัวรับแสงสะท้อนที่ได้จากแถบสะท้อนแสงนี้เอาต์พุตที่ได้จะเป็นสัญญาณ พัลส์



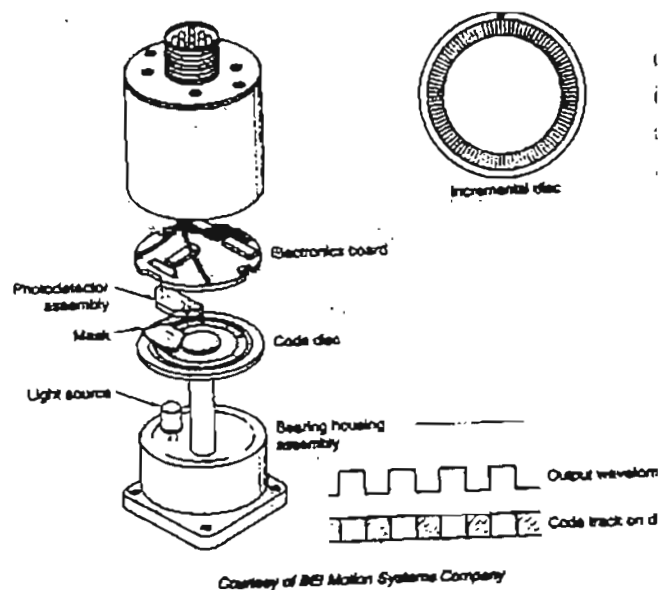
ภาพที่ 6.7 แสดงการต่อเซนเซอร์การวัดสะท้อนจากเพล

3. เอ็นโคเดอร์ เซนเซอร์ (Encoder Sensor)

เอ็นโค๊ดเดอร์ เซนเซอร์ เป็นการเปลี่ยนการหมุนเชิงเส้นและ การหมุนเป็น สัญญาณดิจิทัล ดังแสดงในภาพที่ 6.8 เอ็นโค๊ดเดอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- อินทรีमेंด เอ็นโค๊ดเดอร์ (Incremental encoder) ทำหน้าที่ส่งผ่าน ปริมาณเฉพาะของพัลส์แต่ละรอบของการหมุนของอุปกรณ์
- แอปโซลูท เอ็นโค๊ดเดอร์ (Absolute encoder) ซึ่งให้ไบนารีโค้ดเฉพาะแต่ละ ตำแหน่งเชิงมุมของอุปกรณ์

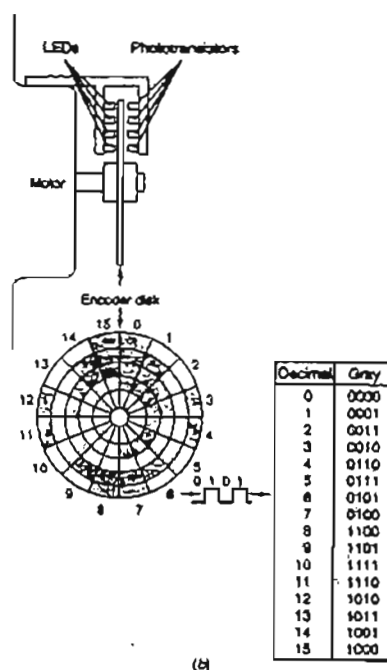
อินทรีमेंด เอ็นโค๊ดเดอร์ แบบแสง ในภาพที่ 6.8 จะให้อนุกรมสัญญาณพัลส์ขณะที่เพลลาหมุน เอ็นโค๊ดเดอร์ดิสค์ (encoder disk) จะขัดจังหวะแสงในขณะที่เพลลาหมุน ซึ่งมีความไวสูงและแม่นยำ (100 ถึง 4000 พัลส์ต่อการหมุน 1 รอบ)



ภาพที่ 6.8 อินทรีमेंด เอ็นโค๊ดเดอร์ แบบแสง

แอปโซลูท เอ็นโค๊ดเดอร์แบบแสง ดังภาพที่ 6.9 มีหลักการทำงานคล้าย ๆ กับแบบแรก ยกเว้นการติดตาม (trace) เอ็นโค๊ดเดอร์ดิสค์มากกว่าเมื่อสแกนในลักษณะขนาน การติดตาม เช่นนี้จะให้ข้อมูลเชิงมุมในรูปไบนารีโค้ด จำนวนการติดตามจะสอดคล้องกับสเต็ปของการ

หมุน การติดตามกำหนดไว้เป็นเกรย์โค้ด (Gray code) โค้ดดังกล่าวนี้มีข้อได้เปรียบคือจะเกิดพัลส์ 1 บิต ที่เปลี่ยนไปหนึ่งสเต็ป จึงทำให้เกิดการถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 6.9 แอปโซลูตเอ็นโค้ดเดอร์แบบแสง

เมื่อพิจารณาภาพที่ 6.9 จำนวนพัลส์ที่ได้จากเอาต์พุตของเอ็นโค้ดเดอร์สามารถจัดให้สอดคล้องกับการเคลื่อนที่เชิงกลตามที่ต้องการได้ ตัวอย่างได้แก่ การแบ่งการหมุนของเพลลาเป็น 100 ส่วน เราสามารถเลือกเอ็นโค้ดเดอร์ที่พัลส์ 100 คลื่นต่อการหมุน 1 รอบ เมื่อให้ตัวนับ (Counter) นับการหมุนจะทำให้เราสามารถบอกได้ว่าเพลลาหมุนได้กี่รอบ

แบบทดสอบหลังอบรม

อุปกรณ์ตรวจจับ สำหรับงานอุตสาหกรรม

คำชี้แจง 1. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณทุกชนิด

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

เรื่องที่ 6 : เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดและตรวจจับความเร็ว

1. หลักการพื้นฐานของเซนเซอร์ตรวจจับความเร็ว ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
 - ก. สมการพื้นฐานแรงดันจะสัมพันธ์กับกระแส
 - ข. สมการพื้นฐานแรงดันจะสัมพันธ์กับแม่เหล็ก
 - ค. สมการพื้นฐานแรงดันจะสัมพันธ์ความเร็วและกระแส
 - ง. สมการพื้นฐานแรงดันจะสัมพันธ์ความเร็วและความยาวของฟลัก
2. การทำงานของ LVT ข้อใดไม่มีผลต่อการตอบสนอง
 - ก. ความถี่
 - ข. ความเร็ว
 - ค. แรงดัน
 - ง. จำนวนกระแส
3. เซนเซอร์ LVT มีค่าความเหนี่ยวนำ 16 mH มีความต้านทาน $10\ \Omega$ มีความไว 10 mV / (cm/s) จงหาค่า Break frequency (f_c) เมื่อใช้กับเครื่องบันทึกที่ค่าความต้านทาน $1.2\ k\Omega$ ให้ค่าความผิดพลาดไม่เกิน 5% จงหาความถี่ที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลง
 - ก. 10.6 kHz
 - ข. 11.8 kHz
 - ค. 11.9 kHz
 - ง. 12 kHz
4. ข้อใดไม่ใช่หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบความเร็วเชิงมุม
 - ก. หม้อแปลงไฟฟ้า
 - ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ค. มอเตอร์ไฟฟ้า
 - ง. เทลโคมิเตอร์
5. Dc เทลโคมิเตอร์ ใช้หลักการทำงานในข้อใด
 - ก. ค่า Dc ที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับความเร็ว
 - ข. ค่า Dc ที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับแหล่งจ่ายอินพุต
 - ค. ค่า Dc ที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับจำนวนพัลส์
 - ง. ค่า Dc ที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับความถี่รอบ

6.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขับสายพานคอนเวอร์เตอร์ มีความเร็วรอบสูงสุด 1,800 r/min

ต้องการตรวจวัดความเร็วรอบ มีความละเอียด 1 r/min และอ่านค่าทุกๆ 1000 ms จะมีจำนวนพัลส์ต่อรอบเท่าใด

- ก. 300 พัลส์/ รอบ ข. 600 พัลส์/ รอบ
ค. 3,000 พัลส์/ รอบ ง. 6,000พัลส์/ รอบ

7. ข้อใดไม่ใช่หลักการการทำงานของเซนเซอร์แบบ Encoder sensor

- ก. เปลี่ยนการหมุนเป็นเชิงเส้น
ข. หมุนเพลเป็นสัญญาณดิจิทัลได้
ค. ส่งสัญญาณเป็นเฉพาะพลัซ
ง. ส่งสัญญาณเป็น LVT

ເຈດີຍ

1.ก 2. ข 3. ข 4.ก 5.ก. 6. ข

แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน

เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 60 ข้อ

2. เวลาทั้งหมด 90 นาที

3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณทุกชนิด

4. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เซนเซอร์ในทางอุตสาหกรรมมีความหมายอย่างไร

ก. อุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณ

ข. อุปกรณ์ที่ตรวจวัดสัญญาณ

ค. อุปกรณ์ที่ตรวจวัดและส่งสัญญาณ

ง. อุปกรณ์ที่เป็นตัวแปรทางกายภาพ

2. วัตถุประสงค์ของการแปลงสัญญาณเพื่อ

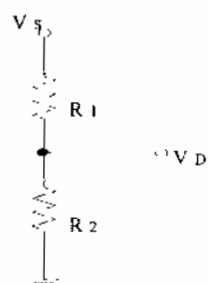
ก. แปลงค่าที่ต้องการวัด

ข. แปลงสิ่งที่ต้องการวัดไปเป็นค่าที่ต้องการ

ค. แปลงค่าสัญญาณตัวหนึ่งไปเป็นอีกค่าที่ได้มาตรฐาน

ง. แปลงสัญญาณจากความต้านทานเป็นสัญญาณกระแสเป็นต้น

3. จากวงจรกำหนดให้ $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ $V_s = 10 \text{ V}$ ให้ R_2 เป็นตัวเซนเซอร์ ซึ่งมีค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงจากช่วง $10 \text{ k}\Omega$ ถึง $20 \text{ k}\Omega$ ค่าแรงเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงจะอยู่ในช่วงใด เมื่อให้ $R_2 = 13 \text{ k}\Omega$ และ $R_2 = 18 \text{ k}\Omega$



ก. $3.4 \text{ V} - 4 \text{ V}$

ข. $3.5 \text{ V} - 4.1 \text{ V}$

ค. $3.9 \text{ V} - 4.7 \text{ V}$

ง. $3.93 \text{ V} - 4.73 \text{ V}$

4. ข้อใดเป็นหลักการขยายสัญญาณแบบกลับขั้วของอปแอมป์ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. หากไม่มีการป้อนสัญญาณป้อนกลับจะมีกระแสไหลผ่านสูง

ข. หากไม่มีการป้อนกลับค่าของ V_O จะมีค่าเป็น 0

ค. หากไม่มีการป้อนกลับและ + ลงกราวด์ $V_{in} > 0$ เอาต์พุตมีค่าเป็น บวก

ง. หากไม่มีการป้อนกลับและ + ลงกราวด์ $V_{in} < 0$ เอาต์พุตมีค่าเป็น บวก

5. สิ่งใดที่ไม่มีผลต่อการขยายสัญญาณ โดยการใช้อปแอมป์
 - ก. แรงเคลื่อนอินพุตออฟเซต
 - ข. กระแสเข้าพุตออฟเซต
 - ค. กระแสอินพุตออฟเซต
 - ง. กระแสไบอัสอินพุต
6. หลักของการขยายความแตกต่างสัญญาณในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้อุปกรณ์ประเภทใดเป็นตัวขยาย
 - ก. ไอซี
 - ข. ออปแอมป์
 - ค. ทรานซิสเตอร์
 - ง. มอสเฟต
7. ข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่มีผลต่อการแบ่งชนิดของเซนเซอร์
 - ก. แบ่งตามความต้องการพลังงาน
 - ข. แบ่งตามลักษณะและกลไกในการทำงาน
 - ค. การเปลี่ยนแปลงพลังงาน
 - ง. การติดตั้งของเซนเซอร์
8. ข้อใดไม่ใช่หน่วยวัดความดัน
 - ก. $1 \text{ atm} = 1.001325 \text{ บาร์}$
 - ข. ปาสกาล
 - ค. นิวตัน
 - ง. บาร์
9. กฎของปาสคาลมีหลักการสำคัญในการพิจารณาอย่างไร
 - ก. ความดันที่ไม่เท่ากัน
 - ข. คำนึงถึงแรงโน้มถ่วงของโลก
 - ค. ของไหลที่อยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง
 - ง. ของไหลที่หยุดนิ่งและไม่คำนึงถึงแรงโน้มถ่วงของโลก
10. ความดันดิเฟอเรนเชียลมีลักษณะเช่นไร
 - ก. ความดันที่มีค่าเท่ากันหมด
 - ข. ความดันที่มีค่าเท่ากับ 0
 - ค. ความดันที่มีค่าต่างระหว่าง จุดสองจุด
 - ง. ค่าของความดันที่อยู่ระหว่างความดันสุญญากาศและความดันบรรยากาศ
11. มาโนมิเตอร์ที่ถูกออกแบบให้สามารถวัดค่าความดันต่ำ ๆ ได้ คือข้อใด
 - ก. มาโนมิเตอร์แบบตัว U
 - ข. มาโนมิเตอร์แบบเวลล์
 - ค. มาโนมิเตอร์แบบท่อเดียว
 - ง. มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง

12. ข้อใดเป็นข้อเสียของมาโนมิเตอร์
 - ปรับระดับการใช้งานก่อนการใช้งาน ข. เป็นอุปกรณ์ป้องกัน
 - ใช้สำหรับวัดค่าความดันต่ำ ง. ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมี
13. ข้อดีของมาโนมิเตอร์ คือข้อใด
 - ก. เลือกของเหลวที่ความหนาแน่นต่าง ๆ กันได้
 - ข. มีการป้องกันแรงดันเกินพิศด
 - ค. ไม่เกิดค่าดิเฟอเรนเชียล
 - ง. วัดค่าความดันได้ในย่านสูง ๆ
14. บูร์ดองที่เหมาะสมสำหรับงานที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าอย่างรวดเร็วคือข้อใด
 - ก. บูร์ดองแบบก้นหอย ข. บูร์ดองแบบขดซ้อน
 - ค. บูร์ดองแบบตัว C ง. บูร์ดองแบบตัว C ที่มีไดอะแฟรมต่อร่วม
15. ผลเสียของบูร์ดองที่ต้องอาศัยชุดเพื่องขับในการวัดความดัน คือข้อใด
 - ก. ระยะเวลาวัดสั้น ข. วัดค่าความได้มาก
 - ค. วัดค่าความดันได้หลายอย่าง ง. ได้ค่าความดันต่ำได้ไม่ดี
16. ข้อดีของบูร์ดองแบบขดซ้อนคือข้อใด
 - ก. ให้ระยะเวลาเคลื่อนที่สั้นที่สุด ข. ให้ระยะเวลาเคลื่อนที่ยาวที่สุด
 - ค. มีการเคลื่อนที่ด้วยการโก่งตัว ง. ใช้สปริงในการช่วยในการยืดเกาะ
17. การทำงานของไดอะแฟรมมีหลักการอย่างไร
 - ก. ใช้หลักการโก่งตัว จากความดันไปในทิศทางที่ตรงกันข้าม
 - ข. ค่าความไวในการวัดสูงกว่าเครื่องมือวัดความดันตัวอื่นๆ
 - ค. ใช้หลักการ โก่งตัว ไปตามทิศทางและขนาดของแรงดัน
 - ง. สามารถวัดค่าความดันต่ำ ๆ เท่านั้น
18. ไดอะแฟรมมีข้อเด่นกว่าบูร์ดอง อย่างไร
 - ก. ทนต่อความดันได้มากกว่า ข. ทนต่อความไม่เป็นเชิงเส้นได้ดี
 - ค. สารที่ใช้วัดมีความดันต่ำกว่า ง. ทนต่อความดันได้น้อยกว่า

19. ข้อดีของไดอะแฟรมที่ส่งผลต่อการทำงาน คือข้อใด
- ใช้วัดค่าความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
 - ใช้วัดค่าความดันที่แตกต่างกันได้
 - ความถี่ที่ใช้จะต่ำกว่าค่าความดันในระบบ
 - ให้ผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความดันต่ำ
20. ข้อใดเป็นหลักการการทำงานของเบลโลว์
- เปลี่ยนความดันเป็นแรงเคลื่อน
 - เปลี่ยนความดันเป็นสัญญาณ
 - เปลี่ยนความดันเป็นการเคลื่อนที่
 - เปลี่ยนความดันเป็นกระแส
21. จากคุณสมบัติของเบลโลว์ข้อใดที่สามารถประยุกต์ใช้กับระบบงานควบคุมประเภทนิวเมติกส์
- ใช้กับอุปกรณ์อ่านค่าความดันสูง ๆ ได้ดี
 - มีขนาดเล็กจึงรับและส่งแรงขับได้น้อย
 - ใช้วัดความดันอยู่ในย่าน 45-60 PSI
 - มีขนาดเล็กทำให้ส่งและรับแรงขับของอุปกรณ์ที่มีความดันต่ำ ๆ ได้ดี
22. ข้อบกพร่องของเบลโลว์ในการนำไปใช้งานคือข้อใด
- วัดค่าความดันได้สูงเกินพิกัด
 - ต้องชดเชยของอุณหภูมิ
 - ช่วงการเริ่มวัดของสเกลมีค่าเป็น 1 เสมอ
 - คุณสมบัติไม่เปลี่ยนทำให้ผลการวัดไม่ตรงตามที่ต้องการ
23. วัสดุในข้อใดที่ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ผลิต RTD เพราะเหตุใด
- แพลทินัม เพราะความไวต่ำ
 - ทองคำ เพราะมีความอ่อนตัว
 - นิเกิล เพราะใช้กับย่านอุณหภูมิสูง ๆ
 - ทั้งสแตน เพราะมีค่าความต้านทานจำเพาะสัมพัทธ์สูง
24. RTD แบบใดที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ต่อใช้งานที่ต้องการความถูกต้องสูง
- แบบ 2 สาย
 - แบบ 3 สาย
 - แบบ 4 สาย
 - แบบ 4 สายลงกราวด์

31. การประยุกต์ใช้งานของเทอร์มิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม มีหลักการอย่างไร
- เมื่ออุณหภูมิลดความต้านทานลด
 - อุณหภูมิเพิ่มค่าความต้านทานลดลง
 - ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตาม
 - อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเหนือจุดเรสโสตความต้านทานจะลดลง
32. หลักการที่นำมา ไอซีเซนเซอร์อุณหภูมิมาใช้งานอุตสาหกรรมข้อใด ไม่ถูกต้อง
- ให้กระแสสูงกว่าตัววัดแบบอื่น
 - มีความเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิ
 - ความคงที่ของอุณหภูมิ
 - ให้สัญญาณเอาต์พุตสูง
33. การทำงานของโฟโตไดโอด มีหลักการทำงานเกี่ยวข้องกับโฟโตทรานซิสเตอร์อย่างไร
- ใช้โฟโตไดโอดในการทำงานแทน
 - ใช้โฟโตไดโอดส่งสัญญาณแสงกระทบ
 - ใช้โฟโตไดโอดตกกระทบรอยต่อ B-E
 - ใช้โฟโตไดโอดตกกระทบรอยต่อ B-C
34. หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เอง การออกแบบให้กระแสลัดวงจรเพื่อวัดอุณหภูมิข้อใด
- ได้ค่าความต้านทานภายในคงที่
 - ได้ค่าความเข้มแสง
 - ได้ค่าความเข้มแสงเป็นเชิงเส้นกับความต้านทาน
 - ได้ค่าความต้านทานที่มีแปรตามความเข้มของแสง
35. เซนเซอร์ชนิดใช้แสงกระตุ้น ข้อใดที่ใช้หลักการทำงานโดยอาศัยความเข้มแสง
- | | |
|---------------------|-------------------|
| ก. โฟโตทรานซิสเตอร์ | ข. โฟโตรีซิสเตอร์ |
| ค. ริงส์แกมมา | ง. เลเซอร์ |

36. แสงอินฟราเรดมีหลักการทำงานอย่างไร

- ก. แยกแยะความต่างของสีได้ชัดเจน
- ข. ความเข้มสูงจะส่งแสงได้ไกล
- ค. สามารถส่งทะลุวัตถุทุกชนิดได้
- ง. สามารถมองได้ช่วยตามปลา

37. ส่วนประกอบของโครงสร้างในข้อใดที่มีความสำคัญต่อเซนเซอร์ชนิดรับส่งแสงมากที่สุด

- ก. แหล่งกำเนิด
- ข. อุปกรณ์รับแสง
- ค. อุปกรณ์ส่งสัญญาณ
- ง. แหล่งจ่ายแรงดันจากภายนอก

38. หลักการในข้อใดที่เป็นผลดีของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด

- ก. สีของวัตถุมีผลกระทบต่อการทำงาน
- ข. สามารถตรวจจับวัตถุโปร่งใสได้
- ค. ความแม่นยำสูง
- ง. เนื้อที่ในการติดตั้ง

39. หลักการในข้อใดของเซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับที่มีผลเสียต่อการใช้งาน

- ก. ความแม่นยำมีความถูกต้องต่ำ
- ข. ไม่ต้องใช้แผ่นสะท้อนแบบพิเศษ
- ค. ผิวของวัตถุมีผลต่อการสะท้อนกลับมากกว่าแบบอื่น ๆ
- ง. ผิวของวัตถุมีผลต่อการสะท้อนกลับน้อยกว่าแบบอื่น ๆ

40. หลักการของเซนเซอร์ชนิดตรวจจับโดยตรงวัตถุที่มีค่าตัวคูณประกอบที่ดีที่สุดคือข้อใด

- ก. โลหะที่สะท้อนแสงได้
- ข. กระจกสีสะท้อนแสง
- ค. โลหะอะลูมิเนียม
- ง. กระจกแข็ง

41. การนำเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอดไปใช้งานสิ่งใดต้องคำนึงถึงมากที่สุด คือข้อใด

- ก. รูปร่างของวัตถุที่ตรวจจับ
- ข. วัตถุที่จะตรวจจับ
- ค. ความนำของวัตถุ
- ง. สีและผิวของวัตถุ

42. การนำเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรงไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติในข้อใด
- การติดตั้ง
 - คุณสมบัติของแสง
 - คุณสมบัติของวัตถุ
 - ระยะห่างของการติดตั้งของวัตถุ
43. คุณลักษณะของ พรอกซิมิตี้ ซีไอใดกล่าวไม่ถูกต้อง
- เป็นเซนเซอร์ที่ตรวจวัดโดยไม่สัมผัสชิ้นงาน
 - เป็นเซนเซอร์ที่รับ-ส่งพลังงานรูปใดรูปหนึ่ง
 - เป็นเซนเซอร์ที่ตรวจจับความนำของวัตถุ
 - นำไปใช้ในการตรวจนับชิ้นงาน
44. หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำจะมีลักษณะคล้ายกับเซนเซอร์แบบใด
- ตัวเหนี่ยวนำ
 - ออสซิลเลเตอร์
 - สเตรนเกจ
 - แสง
45. ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำทางเดียวต่างจากแบบเหนี่ยวนำธรรมดาอย่างไร
- มีขดลวดประกอบ 1 ชุดต่ออนุกรม
 - มีขดลวดประกอบ 2 ชุดต่ออนุกรม
 - สร้างวงจรความถี่ทำงาน 2 ตัว
 - กระแสในขดลวดกำหนดทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุ
46. เซนเซอร์แบบเก็บประจุอาศัยหลักการทำงานในข้อใด
- การส่งสัญญาณความถี่
 - การกำเนิดความถี่
 - การออสซิลเลเตอร์
 - การแปลงสัญญาณคลื่นเป็นสัญญาณเสียง
47. เมื่อสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ในสถานะเท่ากัน ฮอลล์ เอฟเฟกเซนเซอร์ แรงที่กระทำบนลำอิเล็กตรอนมีลักษณะอย่างไร
- การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะเบนขึ้นเนื่องจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
 - สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะหักล้างกันหมด อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ตรงไป
 - ทิศทางของสนามไฟฟ้าและทิศทางของกระแสจะมีทิศทางเดียวกัน
 - แรงที่กระทำเนื่องจากสนามไฟฟ้าจะหักล้างกันหมด

48. การต่อเซนเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้น นำไปใช้กับโหนดประเภทใดบ้าง
- ก. โซลินอยล์
 - ข. สัญญาณแสง
 - ค. ขดลวดเหนี่ยวนำ
 - ง. อุปกรณ์ทางแสง
49. การต่อเซนเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น มีหลักการอย่างไร
- ก. การเพิ่มพื้นที่
 - ข. การประหยัดพื้นที่
 - ค. การเพิ่มจุดรับสัญญาณ
 - ง. เพื่อไม่ให้สภาวะการทำงาน NO ,NC อยู่ในตัวเดียวกัน
50. ข้อใดเป็นหลักการต่อเซนเซอร์แบบอนุกรมในสภาวะการทำงาน
- ก. แรงดันตกคร่อมลดลง
 - ข. เซนเซอร์ตัวใดตัวหนึ่งทำงาน ก็ได้
 - ค. เซนเซอร์ที่ต่อมาก ๆ กระแสจะมาก
 - ง. เซนเซอร์ต้องทำงานครบทุกตัววงจรจึงจะทำงานได้
51. เหตุใดการต่อเซ็นเซอร์แบบขนานจึงต่อได้มากกว่าการต่อแบบอนุกรม
- ก. แรงดันเท่ากัน
 - ข. ผลรวมของกระแสรั่วไหลต่ำกว่า
 - ค. ผลรวมของกระแสรั่วไหลสูงกว่า
 - ง. ผลรวมของแรงดันตกคร่อมมากกว่าแหล่งจ่าย
52. การประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์แบบพรีอักษิมีตี้ สามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมใดบ้าง
- ก. งานประเภทการนับวัตถุเฉพาะตัวนำ
 - ข. งานประเภทการควบคุมแบบเรียงลำดับ
 - ค. งานประเภทที่ไม่มีการออัสซิเลเตอร์
 - ง. งานประเภทการตรวจจับสัญญาณ

53. การนำเซนเซอร์ประเภทอิมิตีฟไปใช้งาน ข้อใดไม่มีผลต่อการตอบสนอง
- การสั้นของวัตถุ
 - การซ็อก
 - การเคลื่อนที่ของท่าเกิด
 - การจ่ายค่ากระแสต่ำๆ เลี้ยงวงจร
54. เซนเซอร์ที่ใช้วัดการเคลื่อนที่รอบจุดหมุน มีพื้นฐานเดียวกับเซนเซอร์ตรวจจับความเร็วแบบใด
- วัดความเร็วเชิงเส้น
 - วัดความเร็วเชิงมุม
 - วัดความเร็วที่เป็นการเหนี่ยวนำ
 - วัดความเร็วประเภทของการขจัด
55. ค่า ω_c เกิดจากการทำงานของเซนเซอร์แบบ LVT ในสถานะใด
- สถานะที่ค่าความถี่สูงสุด
 - สถานะที่ความต้านทานเพิ่ม
 - สถานะที่ความยาวของขดลวดเพิ่ม
 - สถานะที่ความถี่มีการตอบสนองเท่ากัน
56. เซนเซอร์ LVT มีความเหนี่ยวนำ 20 mH ค่าความต้านทาน $1\text{ k}\Omega$ มีความไว $100\text{mV}/(\text{cm/s})$ จงหาค่าของ Break frequency (f_c) เมื่อใช้กับเครื่องบันทึกที่มีความต้านทาน $2\text{ k}\Omega$ ให้ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5%
- 23.1 kHz
 - 23.98 kHz
 - 24 kHz
 - 24.2 kHz
57. หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แบบความเร็วเชิงมุมข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- จ่ายกระแสเข้ากับอุปกรณ์ได้เลย
 - การเปลี่ยนความถี่เป็นกำลังไฟฟ้า
 - การเปลี่ยนความเร็วรอบเป็นกำลังไฟฟ้า
 - การเปลี่ยนแปลงขนาดของขดลวดเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้า

58. ข้อใดเป็นหลักการทำงานของ Ac เทคโคมิเตอร์

- ก. สนามแม่เหล็กเกิดจากการที่โรเตอร์เคลื่อนที่ตามขดลวดทุติยภูมิ
- ข. สนามแม่เหล็กเกิดจากการที่โรเตอร์เคลื่อนที่ตัดขดลวดทุติยภูมิ
- ค. ขดลวดเกิดการเหนี่ยวนำเนื่องจากรางตำแหน่งมุมของโรเตอร์
- ง. สัญญาณที่ได้จะล้าหลังกันอยู่ 180 องศา

59. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขับสายพานคอนเวอร์เตอร์มีความเร็วรอบสูงสุด 2,000 r/min

ต้องการวัดความเร็วรอบ ซึ่งมีความละเอียด 1 r/min และอ่านค่าทุก ๆ 100 ms จงหาค่าจำนวนพัลส์ต่อรอบ

- ก. 600 พัลส์/รอบ ข. 600.5 พัลส์/รอบ
- ค. 600.6 พัลส์/รอบ ง. 600.8 พัลส์/รอบ

60. แอปโซลูตเอ็นโค้ดเตอร์ มีหลักการทำงานอย่างไร

- ก. ให้ข้อมูลการอ่านรอบเป็นรูปแบบไบนารีโค้ด
- ข. การหมุนของเพลาจะขึ้นอยู่กับการกลั่นแกล้ง
- ค. การติดตามจะสอดคล้องกับสตีปการหมุนเป็นรูปแบบเกรย์
- ง. การติดตามจะสอดคล้องกับสตีปการหมุนเป็นรูปแบบไบนารี

เฉลย
แบบทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน

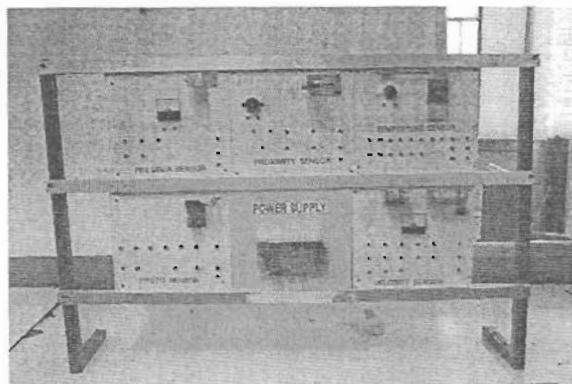
1. ง	21.ง	41.ก
2. ง	22.ข	42.ง
3. ง	23.ข	43.ง
4. ค	24.ค	44.ค
5. ข	25.ก	45.ง
6. ง	26.ง	46.ข
7. ค	27.ก	47.ข
8. ง	28.ค	48.ก
9. ค	29.ข	49.ข
10. ง	30.ก	50.ง
11. ค	31.ง	51.ก
12. ก	32.ค	52.ง
13. ก	33.ง	53.ง
14. ก	34.ง	54.ข
15. ข	35.ก	55.ง
16. ค	36.ข	56.ข
17. ก	37.ข	57.ข
18. ง	38.ค	58.ก
19. ค	39.ก	59.ค
20. ง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

ภาคผนวก ข

แบบชุดสาริต

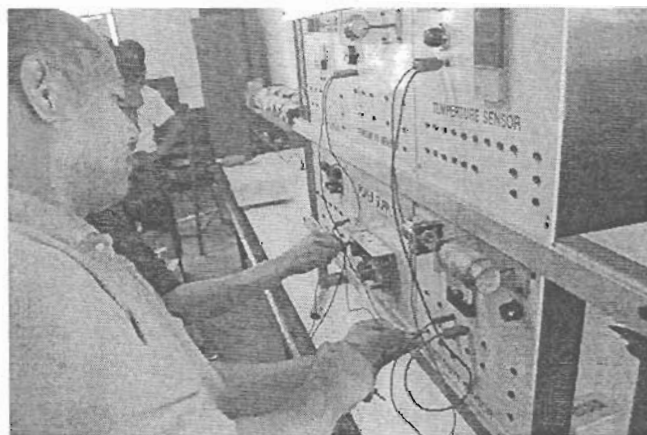
ภาพแสดงการต่อวงจรอุปกรณ์ตรวจจับทั้ง 5 ประเภท

ตัวอย่างภาพสถานประกอบการที่ส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรม



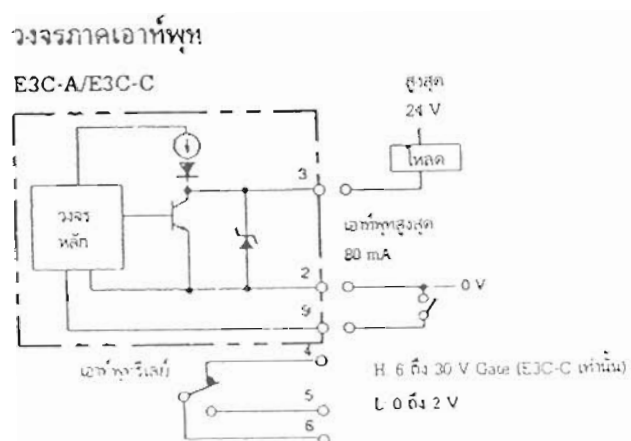
ภาพที่ ข-1 ชุดสาธิตอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วย

1. อุปกรณ์ตรวจจับประเภททางแสง
2. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทพรีอักษิมีตี้
3. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทอุณหภูมิ
4. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความดัน
5. อุปกรณ์ตรวจจับประเภทความเร็ว

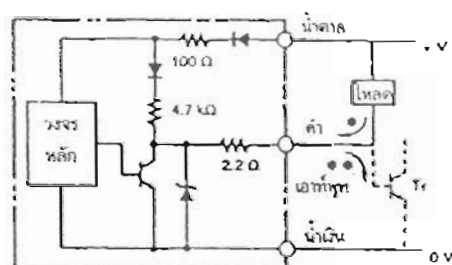


ภาพที่ ข-2 การสาธิตต่อวงจรชุดสาธิตอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม

ภาพแสดงการต่อวงจรอุปกรณ์ตรวจจับทั้ง 5 ประเภท

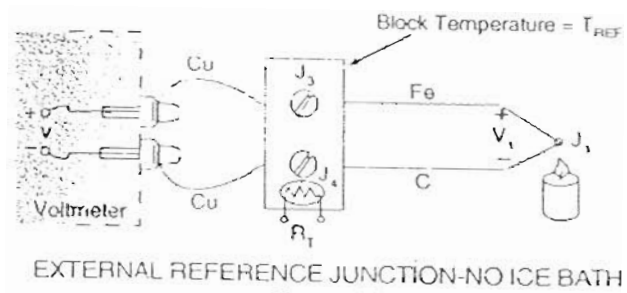


ภาพที่ ข-3 การต่อวงจรตรวจจับทางแสง

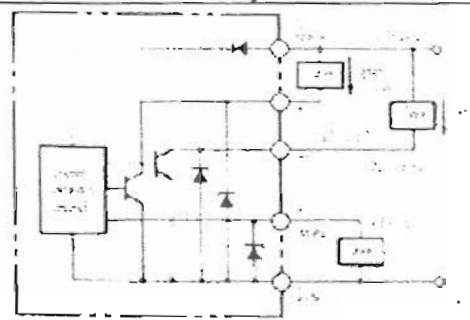


- * สูงสุด 200 mA (กระแสโหลด)
- ** เมื่อต่อกับวงจร Tr

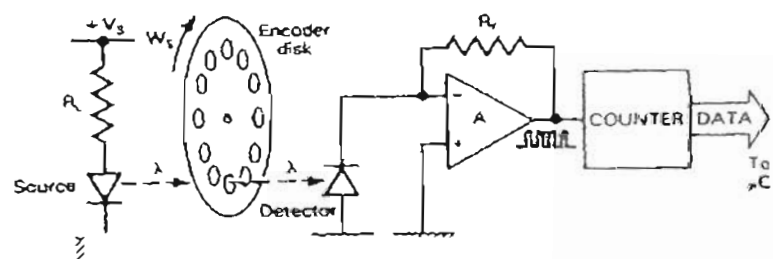
ภาพที่ ข-4 การต่อวงจรตรวจจับประเภทพรีอ็อกซิมีตี้



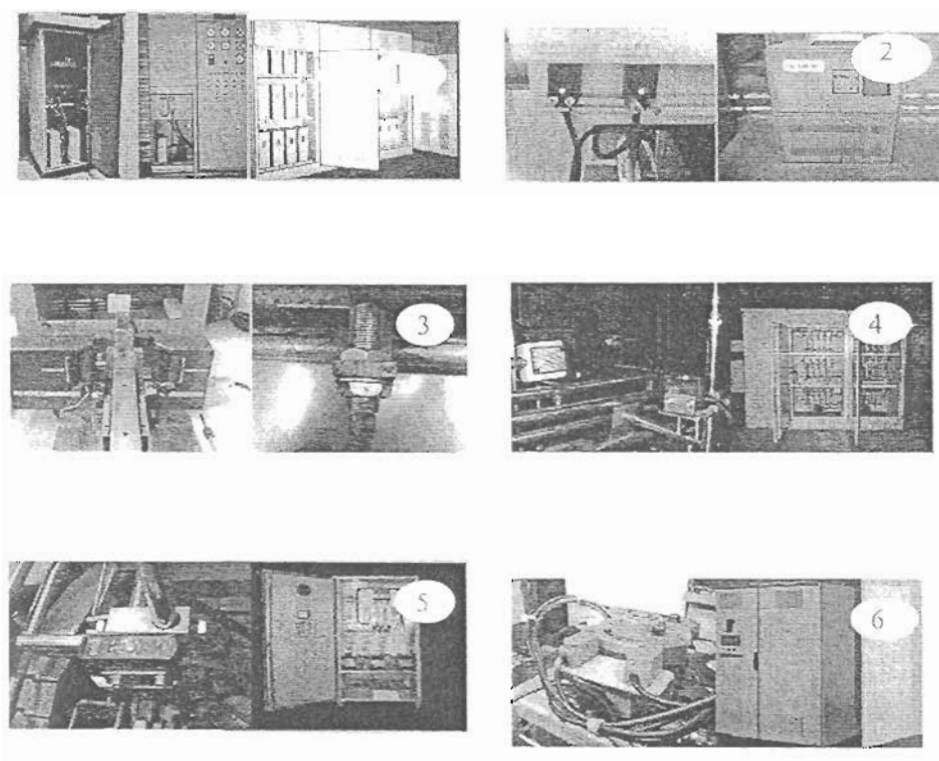
ภาพที่ ข-5 การต่อวงจรตรวจจับทางอุณหภูมิ



ภาพที่ ข-6 การต่อวงจรตรวจจับความดัน



ภาพที่ ข-7 การต่อวงจรตรวจจับความเร็ว



ภาพที่ ๘ - 8 ภาพตัวอย่างสถานประกอบการที่ส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรม

1. บริษัท โอเวอร์ซีส์ เรยอง อินดัสเตรียล จำกัด
2. บริษัท เมดิโกลฟส์ จำกัด
3. บริษัท การ์ดเนีย ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด
4. บริษัท โตชิบา ดิสเพลย์ ไวส์ (ประเทศไทย) จำกัด
5. บริษัท นิเคออิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด
6. บริษัท เออีว่า (ประเทศไทย) จำกัด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายมนัส ปุຍงาม
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์ตรวจจับสำหรับงานอุตสาหกรรม
 สาขาวิชา : ไฟฟ้า

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2505 ที่บ้านเลขที่ 83 หมู่ 1 ตำบล เขาสมอคอน อำเภอ ท่าวุ้ง จังหวัดลพบุรี บิดาชื่อ นายเปลื้อง ปุຍงาม มารดาชื่อนางอำนวย ปุຍงาม มีพี่น้องทั้งหมด 4 คน เป็น บุตรคนที่ 2 ที่อยู่ปัจจุบัน 103/87 ม.1 ตำบล บางกร่าง อำเภอ เมือง จังหวัดนนทบุรี 1100

ประวัติการศึกษาจบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม กรุงเทพมหานคร ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จากวิทยาลัยเทคนิคนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี ระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงานเป็นอาจารย์สอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงใน คณะช่างอุตสาหกรรม สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ ณ.โรงเรียนเทคโนโลยีแหลมทอง จังหวัดประทุมธานี