

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อม
ภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

TRAINING PACKAGE FOR INSTALLATION OF THE CLEAN ROOM
ENVIRONMENT INSPECTION SYSTEM OF HARD DISK DRIVE INDUSTRY



กพ.
๑๓๕๖
๒๕๕๓

คทพ.
เลขทะเบียน 117135
วันเดือนปี 24 ส.ค. 2554

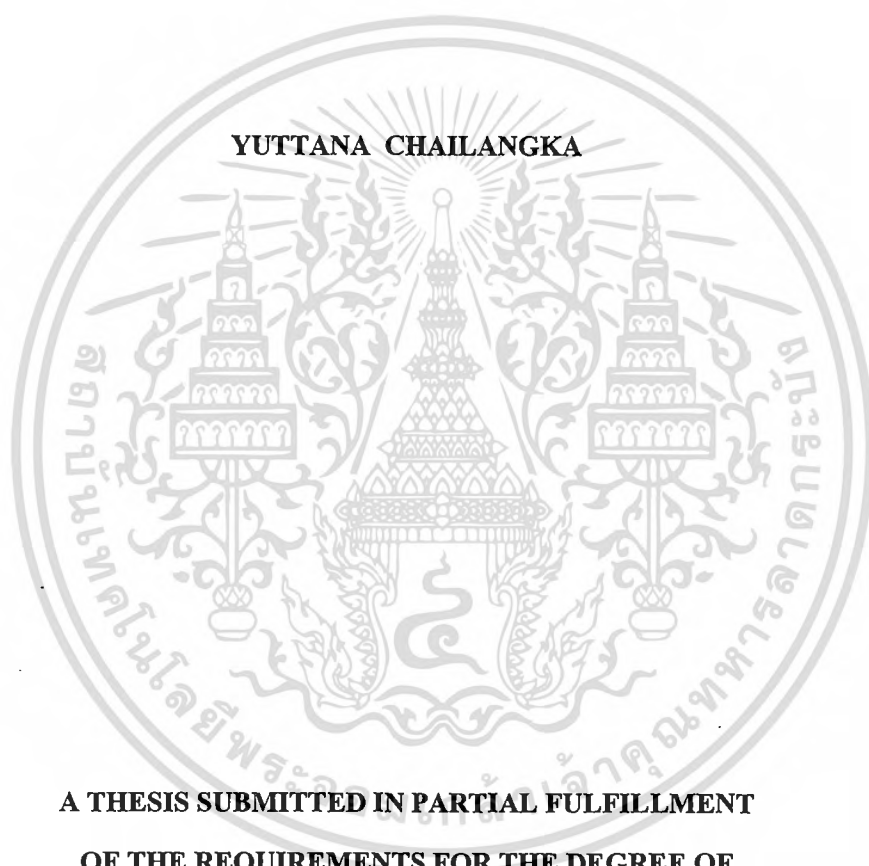
b. 1233A339
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
KMITL-2010-ED-M-231-118
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TRAINING PACKAGE FOR INSTALLATION OF THE CLEAN ROOM
ENVIRONMENT INSPECTION SYSTEM OF HARD DISK DRIVE INDUSTRY**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2010**

KMITL-2010-ED-M-231-118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2010

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อม
ภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ชื่อนักศึกษา

นายยุทธนา ไชยลังกา

รหัสประจำตัว

49063551

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

พ.ศ.

2553

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต บริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยใช้ Competency Based Skill Training (CBST) ให้ผู้รับการฝึกปฏิบัติได้ศึกษาและฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด จำนวน 9 บทเรียน แต่ละบทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาที่มีเสียงบรรยายและภาพสาธิตการใช้งานและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ซึ่งผู้รับการฝึกปฏิบัติสามารถฝึกปฏิบัติตามและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หลังจากนั้นจะทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดรายการความสามารถ ระยะเวลาในการทดลอง 15 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปและหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.24) และคุณภาพทางด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.24) โดยร้อยละ 90 ของกลุ่มตัวอย่างสามารถผ่านเกณฑ์การประเมินผลโดยเฉลี่ยด้วยคะแนนร้อยละ 84.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้

Thesis Title	Training package for Installation of the Clean Room Environment Inspection System of Hard Disk Drive Industry
Student	Mr. Yuttana Chailangka
Student ID.	49063551
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2010
Thesis Advisor	Dr. Somchai Maunsaiyat
Thesis Co-Advisor	Assist. Prof. Dr. Threraphon Thaphasadin Na Ayuthya

ABSTRACT

The purposes of the research were to develop and determine the efficiency of the training package for installation of the clean room environment inspection system of hard disk drive industry. The samples of this study were the 20 employees in the contamination control and the electro static discharge control department of the Western Digital Thailand Ltd. The research instrument included the training package for installation of the clean room environment inspection system of hard disk drive industry by using the Competency Based Skill Training (CBST). The samples were able to study and to practice on step following of the clean room inspection system installation on nine lessons. In each the lesson included audio and shown the using and tools connection to the clean room environment inspection system. The samples were able to study and practice by them self. The learning assessment and the abilities-assessment of the competency base skill training on the clean room environment inspection system installation of hard disk drive industry and used 15 weeks to try out. The data analysis was used statistics analysis software to find out efficiency of the lesson from the learning-assessment for practices training.

The research showed that the training package for installation of the clean room environment inspection system of hard disk drive industry has the quality of contents was in the excellent level ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.24) and the quality of media productivity was in the good level ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.24). 90 percents of the samples were passed the criterion assessment at 84.09 percents of scores which higher than 80 percents of rate.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 อุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์	6
2.2 ระบบตรวจสอบในโรงงานอุตสาหกรรม	17
2.3 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง	30
2.4 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน	33
2.5 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง	33
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	38
3.1 การเตรียมการวิจัย	38
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	39
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	39
3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	62
5.1 สรุปผลการวิจัย	62
5.2 อภิปรายผล	65
5.3 ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ	70
ภาคผนวก ข รายงานผู้ทรงคุณวุฒิ และแบบประเมินชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบ ตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ ไดรฟ์	80
ภาคผนวก ค แบบทดสอบสำหรับผู้ฝึกปฏิบัติชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบ สภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	86
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูล	123
ภาคผนวก จ ตัวอย่างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้อง สะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	133
ประวัติผู้เขียน	144

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงระดับความเสียหายที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต	13
2.2 แสดงการเกิดของไฟฟ้าสถิต (โวลต์)	13
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา	57
4.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	59
4.3 ผลคะแนนแบบทดสอบในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ	60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปงานแม่เหล็ก	7
2.2 หัวอ่านข้อมูล	7
2.3 ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์	9
2.4 ห้องสะอาด (Clean Room)	11
2.5 ประจุแบบ ไทโร โบอิเล็คทริก (Triboelectric) เกิดจากวัสดุสองชิ้นสัมผัสกัน	14
2.6 ประจุแบบ ไทโร โบอิเล็คทริก (Triboelectric) เกิดจากวัสดุสองชิ้นแยกกัน	15
2.7 การแสดงผลของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด	19
2.8 การแสดงผลของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด(กราฟ)	19
2.9 การแสดงผลของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด (ตาราง)	20
2.10 โครงสร้างและรูปแบบของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด	21
2.11 การติดต่อสื่อสารแบบระยะใกล้ของเซนเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิ	21
2.12 การติดต่อสื่อสารแบบ โปรโตคอลของเซนเซอร์ตรวจวัดระดับไฟฟ้าสถิต	22
2.13 เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก	22
2.14 การระบุรุ่น APC Sensor ในตระกูล Lighthouse Product	23
2.15 เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าสถิต	24
2.16 การปรับ Dip Switch สำหรับเลือก Board Rate Communication	24
2.17 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความกดอากาศและความชื้น	25
2.18 การเข้า Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับ Differential Pressure Sensor	25
2.19 เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ	26
2.20 การเชื่อมต่อ Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ	27
2.21 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยา	27
2.22 การเชื่อมต่อสายสัญญาณกับเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยา	28
2.23 สวิตซ์ซิ่ง (Switching)	28
2.24 การเชื่อมต่อสาย Cable เข้ากับ Switching	29
2.25 Sensor Interface Unit (SIU)	29
2.26 การเข้า Pin DB-9 ตัวผู้ สำหรับ SIU	30

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด .	41
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม	44
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบรายการความสามารถ	47
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	52
3.5 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการขยายตัวของอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งฮาร์ดดิสก์ที่ใช้สำหรับคอมพิวเตอร์แบบพกพาขนาด 2.5 นิ้ว และคอมพิวเตอร์แบบสำนักงานขนาด 3.5 นิ้ว อีกทั้งรวมไปถึงฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบพกพา ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สำหรับการบันทึกข้อมูลทางอากาศยานหรือแม้แต่ใช้ในทางการแพทย์ การขยายตัวของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ทำให้กลุ่มผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ให้ความสำคัญและตระหนักถึงประสิทธิภาพทั้งทางด้านประสิทธิภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์ ขนาดความจุของการเก็บข้อมูล ความทนทานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจและความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์ของตนเอง ดังนั้น กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ผู้ผลิตเองได้ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพออกมาจำหน่ายแก่ผู้ใช้งาน

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิต เช่น การปนเปื้อนฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปริมาณไฟฟ้าสถิต อุณหภูมิ ความดัน ความชื้นในระหว่างขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพและอายุการใช้งานของตัวฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งสาเหตุของปัญหาดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากหลากหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น ตัวพนักงาน เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งาน ของเหลวที่ใช้งาน หรือแม้กระทั่งเครื่องจักรที่ใช้งานอยู่ในกระบวนการผลิต ดังนั้น ในโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จำเป็นต้องดำเนินการผลิตตัวงานในห้องที่มีการควบคุมดูแลสภาพแวดล้อมไว้เป็นอย่างดี หรือที่เรียกว่า ห้องสะอาด (Clean Room) และยังสามารถนำระบบและอุปกรณ์เช่น เซอร์ที่ ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปริมาณไฟฟ้าสถิต อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น เข้ามาใช้เพื่อตรวจวัดปริมาณตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวในกระบวนการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพที่ดีและช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดจากสาเหตุของฝุ่นละอองขนาดเล็กและไฟฟ้าสถิตในกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การนำระบบที่ใช้ในการตรวจสอบและเฝ้าระวังมาใช้เพื่อตรวจสอบกระบวนการผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่กำลังทำการผลิตนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและปริมาณไฟฟ้าสถิต เข้ามาปนเปื้อนสร้างความเสียหายหรือไม่ อุณหภูมิ ความชื้น ความดันภายในห้องผลิตงานอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ สามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากปัญหาดังกล่าวได้ อีกทั้งยังเพิ่มความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจด้านคุณภาพและประสิทธิภาพของตัวผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากลักษณะและวิธีการในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งระบบ

ที่ดีนั้น ทางบริษัทจึงต้องมีการว่าจ้างผู้รับเหมาจากหลากหลายบริษัทเข้ามาติดต่อเพื่อที่จะทำการประเมินอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นกับตัวระบบ อีกทั้งเมื่อระบบได้ถูกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ยังต้องมีการว่าจ้างเจ้าหน้าที่จากบริษัทผู้รับเหมาทำหน้าที่ดูแลและบำรุงรักษาระบบดังกล่าว หรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะของระบบดังกล่าวเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบริษัทเองก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อทำการว่าจ้างบริษัทผู้รับเหมาเช่นเดียวกัน ในการว่าจ้างบริษัทผู้รับเหมาดังกล่าวนี้ บริษัทต้องเสียงบประมาณในการว่าจ้างในส่วนดังกล่าวนี้เป็นจำนวนเงินที่สูง

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้มีแนวความคิดสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ขึ้นมา เพื่อสามารถที่จะให้ผู้ฝึกปฏิบัติสามารถทำการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดตามวัตถุประสงค์และความต้องการของบริษัท โดยมุ่งหวังที่จะให้เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจลักษณะการทำงาน รวมไปถึงวิธีการติดตั้งและดูแลระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดดังกล่าวได้เป็นอย่างดี คือ ทำให้ผู้ฝึกปฏิบัติมีความรู้และเกิดทักษะ ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{x} \geq 3.50$)
2. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่จะทำการสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ผู้วิจัยได้นำหลักการมาจากการพัฒนาชุดฝึกระบบ CBST ของกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม (คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST. 2543 : 52) โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

1. เรียนรู้ (Know) ขั้นตอนแรกผู้เข้ารับการฝึกแต่ละคนจะต้องทำการเรียนรู้วิชาภาคบังคับที่สำคัญเช่น ทักษะการใช้ภาษาและความคิดพื้นฐานซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานก่อนที่จะก้าวไปเรียนรู้ทักษะขั้นสูงขึ้นไป

2. แสดง (Show) โปรแกรมฝึก CBST สามารถทำให้ผู้เข้ารับการฝึกมีความเข้าใจข้อมูลที่ทำให้การเรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยการยกตัวอย่างที่มีความหมายและเหมาะสม หรือแสดงให้ดูเป็นตัวอย่าง การแสดง ตัวอย่างที่มีการวางแผนอย่างดีจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกจดจำความหมายได้ ในระยะยาว

3. ปฏิบัติ (Do) ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งครูฝึกหรือสื่อการสอนระบบ CBST หยุดทำการสอน หากแต่ให้ผู้เข้ารับการฝึกควบคุมตัวเอง ภาคปฏิบัติ เป็นส่วนของการฝึกหัดทำซึ่งจะทำให้ผู้รับการฝึกนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ ส่วนนี้เป็นส่วนซึ่งการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลเกิดขึ้นการแก้ปัญหาอาจเป็นกระบวนการสุดท้ายในภาคปฏิบัตินี้ วัตถุประสงค์การปฏิบัติที่ได้ตั้งไว้ จะต้องถูกนำมาปฏิบัติ

4. ทบทวน (Review) การทบทวนจะทำให้ผู้เข้ารับการฝึกได้รับรู้ถึงผลตอบสนองของการปฏิบัติ ระหว่างการฝึกและควรให้ผู้เข้ารับการฝึกได้มีการปฏิบัติทักษะนั้นๆซ้ำจนกว่าจะทำได้ถูกต้องทั้งหมด และมีความมั่นใจในตัวเอง

5. ผ่าน หรือ ทดสอบ (Pass Through) โปรแกรมการฝึกจำเป็นต้องมีการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการฝึก หากผู้เข้ารับการฝึกไม่สามารถปฏิบัติผ่านมาตรฐานที่ตั้งไว้ผู้เข้ารับการฝึกจะต้องกลับไปสู่วงจรการฝึกนั้นๆอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้สามารถปฏิบัติให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต
2. กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากรเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทิร์นติจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (สุรินทร์ นิยมมางกุล. 2546: 33-34)

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ประสิทธิภาพของชุดฝึกและผลสัมฤทธิ์ของการฝึกปฏิบัติของเจ้าหน้าที่ด้วยชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

1.5.3 ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

เนื้อหาที่นำมาพัฒนาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีดังนี้

- หน่วยที่ 1 การติดตั้งและใช้งาน Air born Particle Counting Sensor: APC Sensor
- หน่วยที่ 2 การติดตั้งและใช้งาน Novx
- หน่วยที่ 3 การติดตั้งและใช้งาน Differential Pressure Sensor: DP Sensor
- หน่วยที่ 4 การติดตั้งและใช้งาน Temperature Sensor
- หน่วยที่ 5 การติดตั้งและใช้งาน Silica
- หน่วยที่ 6 การติดตั้งและใช้งาน Switching
- หน่วยที่ 7 การติดตั้งและใช้งาน Sensor Interface Unit: SIU
- หน่วยที่ 8 การติดตั้งและใช้งาน โปรแกรม LMS บน Area Control Unit: ACU
- หน่วยที่ 9 การติดตั้งและใช้งาน โปรแกรม LMS บน Server

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์การวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ชุดฝึกอบรม หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบการวิจัยซึ่งประกอบไปด้วยชุดฝึกอบรม พร้อมแบบทดสอบรายการความสามารถและแบบทดสอบ
2. ระบบ หมายถึง ส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นมาสามารถโดยที่สามารถทำงานได้อย่างอิสระ แต่มีปฏิสัมพันธ์ในการดำเนินงาน เพื่อแก้ปัญหาหรือช่วยให้การทำงานนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดขนาดของเม็ดฝุ่นซึ่งมีขนาดเท่ากับ 0.2 ไมครอนภายในพื้นที่ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

4. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ หมายถึง อุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันสำหรับฝึกสอนทักษะพนักงานในการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดความกดอากาศ สวิตซ์ซึ่งเป็นต้น

5. ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้าฝึกอบรมที่สามารถทำแบบทดสอบรายการความสามารถผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับฝึกอบรมต้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของเจ้าหน้าที่ผู้ฝึกปฏิบัติจากการฝึกปฏิบัติงานทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ

7. แบบรายการความสามารถ หมายถึงแบบทดสอบภาคปฏิบัติเพื่อวัดรายการความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรม หลังจากศึกษาชุดฝึกอบรมมาแล้ว

8. เจ้าหน้าที่ หมายถึง บุคลากรที่ได้รับการบรรจุแต่งตั้งเป็นลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวในสังกัดแผนก ESD & Contaminations

9. เจ้าหน้าที่ หมายถึง บุคลากรที่ได้รับการบรรจุแต่งตั้งเป็นลูกจ้างประจำ และลูกจ้างชั่วคราวในสังกัดแผนก ESD & Contaminations

10. ห้องสะอาด หมายถึง ห้องที่ใช้ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์ซึ่งมีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 1,000 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 อุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์
- 2.2 ระบบตรวจสอบในโรงงานอุตสาหกรรม
- 2.3 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง
- 2.4 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน
- 2.5 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์

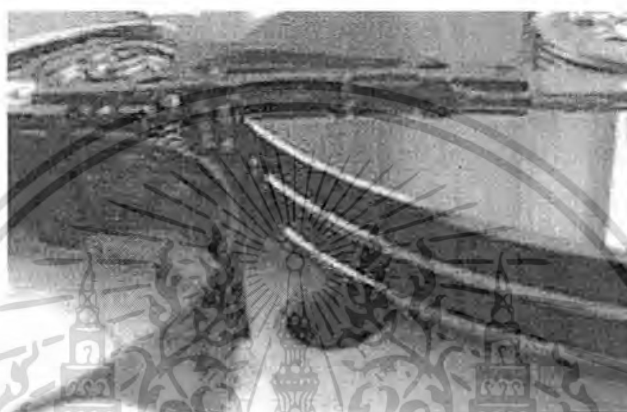
2.1.1 ฮาร์ดดิสก์และประวัติความเป็นมา

ฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์ที่มีใช้กันอยู่ในช่วงเริ่มแรกไม่ได้ถูกใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น ปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ในยุคแรกๆ อาศัย Punch Card หรือ Paper Tape ซึ่งใช้หลักของแสงอ่านค่าให้เป็น 0 หรือ 1 ซึ่งการทำงานแบบนี้ทำให้เกิดความไม่สะดวกและเสียเวลา ต่อมาได้มีการพัฒนาเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) ขึ้นมา ซึ่งช่วยให้การทำงานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามปัญหายังคงมีอยู่พอสมควร เนื่องจากลักษณะการเข้าถึงข้อมูลแบบเทปเป็นแบบ Sequential ซึ่งต้องเริ่มอ่านตั้งแต่ต้นแผ่นจนกระทั่งพบข้อมูลที่ต้องการ ทำให้เสียเวลาในการรอใช้ข้อมูล กระทั่งบริษัท IBM ได้พัฒนาฮาร์ดดิสก์ขึ้นมาได้สำเร็จ ซึ่งฮาร์ดดิสก์ในยุคแรกเป็น Magnetic Drum รูปทรงกระบอก ไม่ได้ใช้แผ่นเล็กและแบน อย่างที่เห็นในปัจจุบัน การเกิดขึ้นของฮาร์ดดิสก์มีส่วนช่วยต่อการทำงานของคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นที่เก็บข้อมูลแบบถาวร (Permanent Storage) ข้อมูลไม่หายเมื่อมีการปิดไฟ (Non-Volatile Memory) และมีการเข้าถึงข้อมูลแบบ Random Access โดยไม่จำเป็นต้องรออ่านข้อมูลตั้งแต่ต้นเหมือนเทปแม่เหล็ก

ฮาร์ดดิสก์ที่ใช้กันในปัจจุบันยังคงใช้แนวคิดและเทคโนโลยีหลายชนิดเช่นฮาร์ดดิสก์แม่แบบ ด้วยความสามารถที่สูงขึ้น และราคาขนาดความจุต่อหน่วยลดลงทำให้ฮาร์ดดิสก์ได้กลายเป็นส่วนประกอบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดดิสก์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ งานแม่เหล็กและหัวอ่านข้อมูล

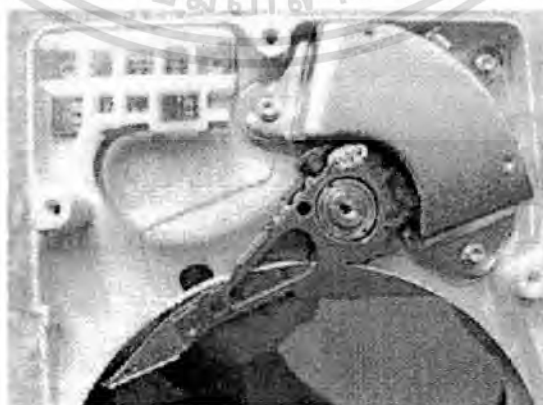
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จานแม่เหล็กมีสารแม่เหล็กเคลือบอยู่บนแผ่นแก้วหรือแผ่นอลูมิเนียมที่มีความเรียบมาก จนสามารถสะท้อนไบหน้าคนได้ ส่วนนี้เป็นส่วนที่มีข้อมูลเก็บอยู่ เมื่อทำงานจานแม่เหล็กที่ติดอยู่กับมอเตอร์จะหมุนเพื่อให้หัวอ่านอ่านข้อมูลที่อยู่บนส่วนต่างๆ ของจานไปประมวลผล ปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ส่วนใหญ่จะหมุนที่ความเร็ว 7,200 10,000 และ 15,000 รอบ/นาที มีหน่วยเป็น RPM: Revolutions Per Minute โดยที่ความเร็วระดับ 15,000 RPM จะใช้ในองค์กรขนาดใหญ่ เนื่องจากราคาแพง สำหรับฮาร์ดดิสก์รุ่นเก่าส่วนมากจะมีความเร็วอยู่ที่ 3,600 และ 5,400 RPM ฮาร์ดดิสก์หนึ่งตัวสามารถมีได้หลายจานแม่เหล็กเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเก็บข้อมูลให้มากยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.1 รูปจานแม่เหล็ก

หัวอ่านข้อมูล ประกอบด้วยแขนซึ่งจะถูกยึดติดไว้ไม่ให้ขยับ แต่ส่วนของหัวอ่านสามารถเลื่อนไปมาได้ ภายใน 1 วินาที แขนสามารถเลื่อนจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งได้ถึง 50 ครั้งหรือมากกว่า ซึ่งมอเตอร์จะใช้หลักการ Linear เพื่อควบคุมความเร็วและความแม่นยำในการเลื่อนแขน เพื่อให้หัวอ่านอ่านข้อมูลได้ตรงจุดที่ต้องการ



รูปที่ 2.2 หัวอ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ปัจจัยที่ต้องมีการควบคุมในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์

ปัจจัยต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวฮาร์ดดิสก์นั้นมีหลายปัจจัยได้แก่

1. อุณหภูมิ
2. ความชื้น
3. แรงดันอากาศ
4. การถ่ายเทอากาศ
5. แสงสว่าง
6. ปริมาณฝุ่นละออง
7. การถ่ายเทประจุไฟฟ้าสถิตอย่างรวดเร็ว

ปัญหาโดยส่วนใหญ่ที่ทำให้ตัวฮาร์ดดิสก์มีปัญหามากที่สุดในช่วงขั้นตอนการผลิตคือ ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก และปัญหาไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการประกอบตัวฮาร์ดดิสก์

2.1.2.1 ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก

สาเหตุของการเกิดฝุ่นมีอยู่หลายสาเหตุและขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิด เช่นเกิดจากขั้นตอนในการผลิต เกิดจากการแปรรูปวัสดุ เกิดจากการขนถ่ายวัสดุเป็นต้น ผลกระทบจากการเกิดฝุ่นทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อสุขภาพอนามัยของบุคคลหรือของพนักงานที่ต้องทำงานหรือประกอบอาชีพอยู่ในบริเวณดังกล่าวและยังส่งผลกระทบต่อที่อยู่อาศัยหรือบริเวณใกล้เคียงที่มีการเกิดฝุ่นขึ้น ผลกระทบต่างๆ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคน สัตว์ รวมทั้งสภาพแวดล้อมแย่ง ประสิทธิภาพในการทำงานของคนลดน้อยลง สถานที่และสิ่งแวดล้อมไม่น่าอยู่และไม่น่าดู สิ่งต่างๆ เหล่านี้อาจไม่ได้ส่งผลกระทบในระยะสั้นแต่จะส่งผลในระยะยาวเพราะฝุ่นเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคต่างๆ และฝุ่นบางชนิดอาจจะส่งผลร้ายแรงถึงชีวิตได้

ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ลอยลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบ ตี บด กระแทกจนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ และตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วก็ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แอสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี

ปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์นั้นทำให้ตัวงานที่กำลังผลิตอยู่เกิดความเสียหายขึ้นได้ ที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์มีที่มาหลายแหล่งได้แก่

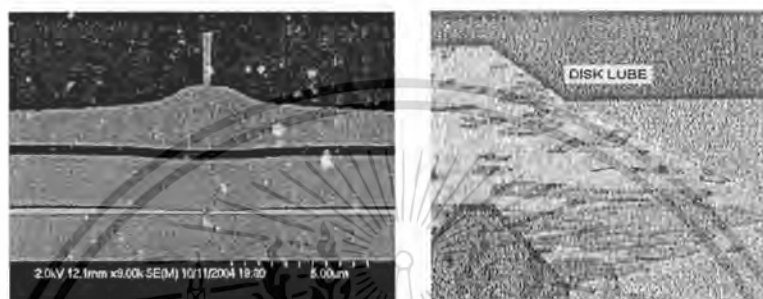
2.1.2.1.1 ตัวพนักงาน ฝุ่นละอองขนาดเล็กนั้นมีสาเหตุอย่างหนึ่งที่เกิดจากตัวพนักงานเอง โดยแหล่งที่มาของฝุ่นละอองนั้นได้แก่ เสื้อผ้า การเคลื่อนไหว การแต่งหน้า การจับชิ้นงานไม่ถูกวิธี การเดิน การวิ่ง เป็นต้น

2.1.2.1.2 สภาพแวดล้อมในการทำงาน ผู้คนละอองนั้นสามารถเกิดขึ้นได้บนโต๊ะที่กำลังปฏิบัติงาน อุปกรณ์ในการทำงาน ห้องที่ทำงานที่กำลังปฏิบัติงานอยู่

2.1.2.1.3 สาธารณูปโภคต่างๆ เช่น น้ำสะอาดไม่มีสารเจือปน (De-Ionized Water) ก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen Gas) อากาศแห้ง (CDA: Compress Dry Air) ปืนลม (Air Gun) แสงสว่าง

2.1.2.1.4 เครื่องจักร เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตในขณะที่กำลังเดินเครื่อง

2.1.2.1.5 วัสดุดิบต่างๆ (Indirect Material/ Consumable) ที่ใช้ในการผลิต



รูปที่ 2.3 ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นกับฮาร์ดดิสก์

ปัญหาฝุ่นละอองดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กปนเปื้อนบนตัวฮาร์ดดิสก์ ซึ่งปัญหาดังกล่าวสร้างความเสียหายอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ เพราะฉะนั้นในอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ต้องถูกผลิตภายในห้องสะอาด ซึ่งห้องดังกล่าวเป็นลักษณะห้องควบคุมปริมาณฝุ่นละออง

ปัจจุบันห้องสะอาดไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในอุตสาหกรรมด้านการดูแลสุขภาพอีกต่อไป โดยผลิตภัณฑ์ต่างๆ และอุตสาหกรรมหลากหลาย เช่น อากาศยาน ไทโรนนาคม เซมิคอนดักเตอร์ เคมี คอมพิวเตอร์ วงจรรวม อาหารและยาได้ประโยชน์จากการควบคุมสิ่งปนเปื้อนในอากาศ หรือแม้แต่ผู้ผลิตรถยนต์ก็เลือกที่จะทำสีรถยนต์ในห้องสะอาดเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสูงและสีที่ติดกับเนื้องานก็มีความคงทนมากขึ้นด้วย

ห้องสะอาดต้องสะอาดปราศจากฝุ่นละอองใดๆ เกือบทั้งหมด จะเห็นได้ว่าฝุ่นละอองสามารถลอยไปมาในอากาศได้ เช่น ละอองเกสรดอกไม้ แบคทีเรียหรือฝุ่นผงที่ลมพัดมา ขณะที่กระบวนการเผาไหม้ การระเหยทางเคมี สารทำความสะอาดควันจากการบัดกรีและการขั้วลัดที่เกิดจากการผลิตอุปกรณ์ก็สามารถก่อให้เกิดอนุภาคขนาดเล็กได้เช่นกัน ส่วนตัวมนุษย์เองนั้นสามารถสร้างอนุภาคขนาดเล็กได้ในรูปของสิ่งสกปรกที่มาจากผิวหนัง ฝ่าเท้า แผล เครื่องสำอาง และการหายใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตมีการพัฒนาและก้าวหน้าไปมาก มีการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้สภาวะแวดล้อมที่สะอาดในกระบวนการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับห้องสะอาด ได้แก่ อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ตลอดจนถึงอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลที่มีความละเอียดในการทำงานสูง เป็นต้น

ห้องสะอาด (Clean Room) ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1961 โดย Willis Whitfield ห้องสะอาด หมายถึงห้องที่มีการปิดมิดชิด มีการควบคุมมลสารในอากาศให้น้อยที่สุด เพื่อให้มีความสะอาดเป็นไปตามระดับมาตรฐานความสะอาด และมีการควบคุมสภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และความแตกต่างของความดันตามที่ต้องการ โดยทั่วไปมลสารหรืออนุภาคในอากาศ ประกอบไปด้วยอนุภาคที่มีชีวิต (เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ) และอนุภาคที่ไม่มีชีวิต (ผงฝุ่น) ห้องสะอาดทางชีววิทยา อุตสาหกรรมยาหรือ โรงพยาบาลจะเน้นการควบคุมหรือป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนห้องสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการความสะอาดมาก จะเน้นการควบคุมทั้งอนุภาคที่มีชีวิตและอนุภาคที่ไม่มีชีวิต เครื่องมือสำคัญในการควบคุมปริมาณอนุภาคในห้องสะอาด คือ แผ่นกรองอากาศชนิด HEPA (High Efficiency Particulate Air) ซึ่งสามารถกรองอนุภาคที่มีขนาด 0.3 ไมครอนได้มีประสิทธิภาพถึง 99.97%

การกำหนดคุณสมบัติที่จำเพาะของห้องสะอาด

1. อุณหภูมิที่เหมาะสม กำหนดตามความต้องการของกระบวนการผลิต หรือหากไม่มีความสำคัญทางด้านการผลิต มักกำหนดให้อยู่ในช่วง 72°F (22.2°C) \pm 0.25°F (0.14°C)

2. ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม ขึ้นกับลักษณะงาน กระบวนการผลิตหรือชนิดผลิตภัณฑ์ ในบางกรณีหากความชื้นสูงไป อาจทำให้ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เกิดสนิมได้ หรือผลิตภัณฑ์ / สารบางชนิดที่สามารถดูดความชื้นได้ง่าย ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติหรือคุณภาพเปลี่ยนไปในทางตรงข้าม หากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำไป จะเกิดประจุไฟฟ้าที่วัสดุหรือชิ้นส่วน ทำให้เกิดปัญหาอนุภาคติดติดกันได้ หากไม่มีข้อกำหนดเฉพาะ โดยทั่วไปกำหนดให้มีความชื้นประมาณ $50 \pm 10\%$

3. ความดัน ควรรักษาความดันในห้องสะอาดให้เป็นบวกเสมอ (Positive Pressure) มีทางเข้าออกที่ปิดมิดชิดและมีพัดลมเป่า (Air Shower) เพื่อดันลมออกไปป้องกันมิให้อนุภาคเข้ามาปนเปื้อนในห้อง ทั้งนี้ห้องที่มีระดับความสะอาดต่างกัน ให้มีความดันต่างกันอย่างน้อย 0.05 นิ้วน้ำ

4. แสงสว่าง หากไม่มีการกำหนดพิเศษให้ใช้แสงสว่าง 1,080 – 1,620 Lux

5. ระดับเสียง ตามข้อกำหนดของการใช้งาน

การจัดแบ่ง Class ของห้องสะอาดสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. Class 100 หมายถึง ห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 100 อนุภาค

ต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Class 1,000 หมายถึง ห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 1,000 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต

3. Class 10,000 หมายถึง ห้องที่มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า ไม่เกิน 10,000 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต



รูปที่ 2.4 ห้องสะอาด (Clean Room)

2.1.2.2 ปัญหาไฟฟ้าสถิต

ในช่วงทศวรรษที่ 90 เป็นที่ทราบกันว่าเป็นทศวรรษที่มีการแข่งขันในเรื่องการปรับปรุงและการควบคุมคุณภาพของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ การแข่งขันที่เพิ่มขึ้นทำให้เรื่อง Six-Sigma และ ISO9000 มีผลบังคับให้เกิดการปรับปรุงและการควบคุมคุณภาพของบริษัทต่างๆ แม้กระทั่งการควบคุมคุณภาพเกี่ยวกับเรื่องการประทุของไฟฟ้าสถิต (Electro Static Discharge) หรือ ESD เป็นเป้าหมายสำคัญเรื่องหนึ่งสำหรับการพัฒนา

ไฟฟ้าสถิตเป็นปัญหากับอุตสาหกรรมมานานในช่วงต้นๆของปี ค.ศ. 1400 ชาวยุโรปและชาวแคว้นเบียร์ ได้ใช้วิธีการควบคุมไฟฟ้าสถิตและอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าสถิตเพื่อป้องกันปัญหาไฟฟ้าสถิตไปจุดระเบิดเขม่าดินดำหรือดินปืน ในช่วงต้นทศวรรษ 1860 โรงผลิตกระดาษในสหรัฐอเมริกาได้ใช้การกราวด์ (Ground) แบบพื้นฐานง่ายๆ และใช้ถังไอน้ำพ่นไอน้ำเพื่อทำให้เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าสถิตอย่างช้าๆ หรือที่เรียกว่า Dissipate จากกระดาษที่มีไฟฟ้าสถิตขณะที่มันเคลื่อนตัวผ่านขบวนการอบแห้ง ยุคอิเล็กทรอนิกส์มีปัญหาเรื่องไฟฟ้าสถิตและการประทุของไฟฟ้าสถิตเพราะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานได้เร็วเท่าไรและเล็กลงเท่าไร ความเปราะบางต่อการประทุของไฟฟ้าสถิต (Sensitivity to ESD) ยิ่งเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันผลกระทบจากไฟฟ้าสถิตได้เกิดขึ้นต่อผลผลิตและความเชื่อถือหรือการคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระยะยาว (Product Reliability) ความรู้เรื่องการควบคุมไฟฟ้าสถิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์หลายอย่างได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมห้องสะอาด และอุตสาหกรรมทำกราฟิการ์ต

ถึงแม้ว่ามนุษย์จะเพิ่มความพยายามในการจัดการเรื่องปัญหาไฟฟ้าสถิตในทศวรรษที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม ESD ยังเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่ได้จากการผลิต (Production Yields) เช่นผลผลิตของ 100 ตัว ทดสอบแล้วได้ของดี 98 ตัว เรียกว่า Yields 98% ซึ่งมีผลต่อดัชนีต้นทุนของการผลิตต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อการคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระยะยาว และในท้ายผลกระทบต่อผลกำไร ผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมได้ประมาณการไว้ว่าไฟฟ้าสถิตทำให้เกิดความเสียหายในช่วง 8-33 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างเช่นความเสียหายจากการประทุของไฟฟ้าสถิต (ESD Damage) ในวงการอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในช่วงพันล้านเหรียญสหรัฐต่อปี มูลค่าของอุปกรณ์ที่เสียหายต่อตัว อาจจะมีมูลค่าเพียงไม่กี่เซ็นต์สำหรับไดโอด (Diode) แบบง่ายๆ หรือแม้กระทั่งหลายร้อยดอลลาร์สหรัฐ สำหรับอุปกรณ์ประเภทไฮบริด (Hybrids) แบบซับซ้อน แต่เมื่อรวมราคาของการซ่อมหรือการสับเปลี่ยน การขนส่ง ค่าแรง และค่าเสียหายเข้าไป จะเห็นว่าความเสียหายมีมูลค่ามากมาย

ไฟฟ้าสถิต (Static Electricity) เป็นปรากฏการณ์ที่ปริมาณประจุไฟฟ้าขั้วบวกและขั้วลบบนผิววัสดุมีไม่เท่ากัน ปกติจะแสดงในรูปการดึงดูด การผลักกัน และเกิดประกายไฟฟ้า เป็นปรากฏการณ์อันเนื่องมาจากการมีอยู่ หรือการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า (อิเล็กตรอนหรือไอออน) อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเหล่านี้มีแรงกระทำต่อกันเรียกว่า แรงไฟฟ้า วัสดุที่มีอิเล็กตรอนเกินจะมีประจุไฟฟ้าลบ วัสดุที่ขาดอิเล็กตรอนจะมีประจุไฟฟ้าบวก กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในวัสดุ ส่วนไฟฟ้าสถิตนั้นเกี่ยวข้องกับประจุไฟฟ้าเมื่ออยู่กับที่

ไฟฟ้าสถิตเกิดจากการที่ปริมาณประจุไฟฟ้าขั้วบวกและขั้วลบบนผิววัสดุมีไม่เท่ากันทำให้เกิดแรงดึงดูดเมื่อวัตถุทั้ง 2 ชั้นมีประจุต่างชนิดกันหรือเกิดแรงผลักกันเมื่อวัตถุทั้ง 2 ชั้นมีประจุชนิดเดียวกัน ไฟฟ้าสถิตอาจถูกสร้างโดยการนำผิวสัมผัสของวัสดุ 2 ชั้นมาขัดสีกัน พลังงานที่เกิดจากการขัดสีกันทำให้ประจุไฟฟ้าบนผิววัสดุจะเกิดการแลกเปลี่ยนกัน โดยจะเกิดกับวัสดุประเภทที่ไม่นำไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า ฉนวน ตัวอย่างเช่น ยาง พลาสติก และแก้ว สำหรับวัสดุประเภทที่นำไฟฟ้านั้น โอกาสเกิดปรากฏการณ์ประจุไฟฟ้าบนผิววัสดุไม่เท่ากันนั้นยากแต่สามารถเกิดขึ้นได้ เช่น กรณีที่ผิวโลหะถูกกระแทกด้วยของแข็งหรือของเหลวที่ไม่เป็นตัวนำ ประจุที่เกิดการเคลื่อนย้ายระหว่างการสัมผัสจะถูกเก็บบนผิวของวัสดุทั้ง 2 ชั้น

ไฟฟ้าสถิตเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่คุ้นเคยสำหรับประเทศที่มีอากาศหนาว ในฤดูหนาวความชื้นในอากาศจะต่ำมาก การเกิดไฟฟ้าสถิตบนผิวหนังจะเกิดขึ้นง่ายมาก ดังนั้นเมื่อเกิดการสัมผัสกับวัสดุประเภทตัวนำจะทำให้เกิดการถ่ายเทประจุไปยังตัวนำอย่างรวดเร็วทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการสะอึกได้ และนอกจากนั้นยังสามารถทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับความเสียหายที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต

รายงานความเสียหายที่เกิดจากไฟฟ้าสถิต			
ชนิด	อัตราความเสียหาย ขั้นต่ำ	อัตราความเสียหาย ขั้นสูง	อัตราความเสียหาย เฉลี่ย
ส่วนประกอบจากโรงงาน	4%	97%	16-22%
ผู้ค้ารายย่อย	3%	70%	9-15%
ตัวแทนจำหน่าย	2%	35%	8-14%
ผู้ใช้	5%	70%	27-33%

ตารางที่ 2.2 แสดงการเกิดของไฟฟ้าสถิต (โวลต์)

การเกิดของไฟฟ้าสถิตโดยเฉลี่ย	10-25% RH	65-90% RH
การเดินบนพรม	35,000 V	1,500 V
การเดินบนกระเบื้อง	12,000 V	250 V
การทำงานบนโต๊ะทำงาน	6,000 V	100 V
การย้ายของจากโต๊ะทำงานไปยังตู้บรรจุ	20,000 V	1,200 V
การสัมผัสระหว่างเก้าอี้และโคมยูลิเทิน	18,000 V	1,500 V

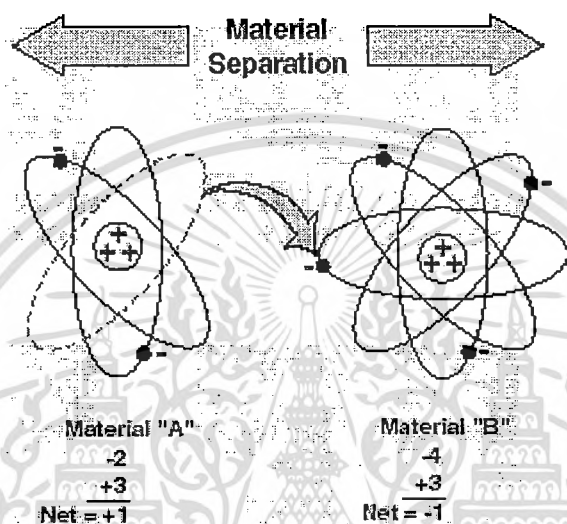
(แหล่งข้อมูล : Stephen Halperin “ Guidelines for Static Control Management” Eumstat,1990)

ไฟฟ้าสถิตถูกนิยามว่า “ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากความไม่สมดุลย์ของอิเล็กตรอนบนพื้นผิวของวัสดุ” ความไม่สมดุลย์ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดสนามไฟฟ้าที่สามารถวัดได้และสนามไฟฟ้านี้ก็จะมีผลหรือมีอิทธิพลต่อวัสดุที่อยู่รอบๆ Electro Static Discharge หรือ ESD ถูกนิยามว่าการถ่ายประจุระหว่างวัสดุหรือชิ้นส่วนของวัสดุที่มีศักดาไฟฟ้าต่างกัน ไฟฟ้าสถิตสามารถเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำ ไม่ว่าจะทำให้มันแย่งลงหรือว่าทำลายให้เกิดความเสียหาย ESD ทำให้ระบบอิเล็กทรอนิกส์เสียหาย ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำงานผิดปกติหรือล้มเหลว ปัญหาอื่นที่เกิดจากไฟฟ้าสถิตนั้นคือปัญหาในห้องสะอาด ซึ่งพื้นผิววัสดุที่มีประจุดึงดูดฝุ่นละอองไว้ ทำให้ยากต่อการทำความสะอาดหรือเอาออก เมื่อฝุ่นเหล่านี้ถูกดูดเข้าไปติดพื้นผิวของเวเฟอร์ที่มาจากซิลิกอนหรือวงจรทางไฟฟ้า ฝุ่นเหล่านี้ก็จะทำให้เกิดการเสียหายของเวเฟอร์และทำให้ผลผลิตต่ำ การที่จะควบคุมไฟฟ้าสถิตต้องเริ่มต้นด้วยความเข้าใจว่าไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

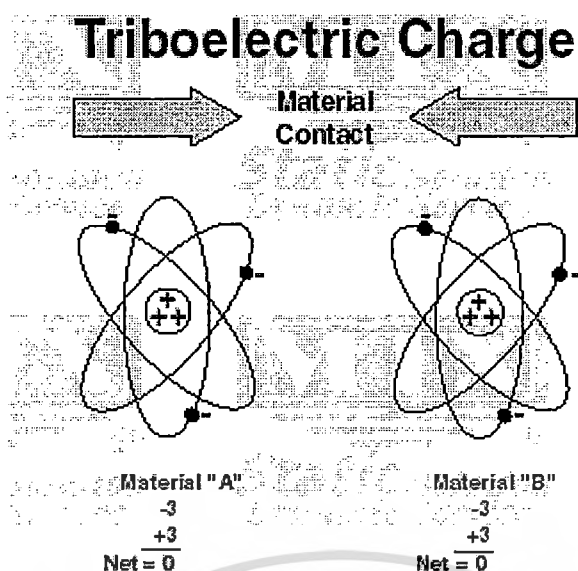
สถิตเกิดขึ้นอย่างไรก่อน ประจุไฟฟ้าสถิตส่วนใหญ่เกิดจากการสัมผัสแล้วแยกของวัสดุอย่างเดียวกันหรือคนละอย่าง ตัวอย่างเช่นเวลาคนเดินไปตามพื้นก็จะทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตเพราะว่าเส้นรองเท้าแตะแล้วก็แยกจากพื้น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุเข้าหรือนำออกจากบรรจุภัณฑ์ก็ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต แม้ว่าขนาดของประจุไฟฟ้าสถิตจะต่างกันในกรณีดังกล่าว แต่ประจุไฟฟ้าสถิตได้เกิดขึ้นแล้ว

Triboelectric Charge



รูปที่ 2.5 ประจุแบบไตรโบอิเล็กทริก (Triboelectric) เกิดจากวัสดุสองชิ้นแยกกัน

ประจุไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการสัมผัสและแยกจากกันของวัสดุเรียกว่า การประจุแบบไตรโบอิเล็กทริก เหตุการณ์เหล่านี้จะเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างวัสดุทั้งสอง อะตอมของวัสดุที่ไม่มีประจุไฟฟ้าถือว่าเป็นจำนวนประจุบวก (โปรตรอน) ที่นิวเคลียสเท่ากับประจุลบ (อิเล็กตรอน) ซึ่งวิ่งรอบๆ นิวเคลียส ในรูปที่ 2.5 วัสดุ A ประกอบด้วยอะตอมที่มีจำนวนโปรตรอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน วัสดุ B ประกอบด้วยอะตอมที่มีจำนวนของโปรตรอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน ดังนั้นวัสดุทั้งสองถือว่าเป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อวัสดุทั้งสองถูกนำมาแตะแล้วแยกกัน ประจุลบหรืออิเล็กตรอนก็จะถูกย้ายจากผิวของวัสดุหนึ่งไปสู่ผิวของอีกวัสดุหนึ่ง วัสดุใดจะสูญเสียอิเล็กตรอนหรือจะได้รับการอิเล็กตรอนมาเพิ่มก็ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัสดุทั้งสอง วัสดุที่สูญเสียอิเล็กตรอนจะมีประจุบวก (เพราะมีประจุบวกมากกว่าประจุลบ) วัสดุที่ได้รับการอิเล็กตรอนมาเพิ่มจะเป็นวัสดุประจุลบหรือ Negatively Charged ดังแสดงตาม รูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ประจุแบบไตรโบอิเล็กทริก (Triboelectric) เกิดจากวัสดุสองชิ้นสัมผัสกัน

ระดับหรือความมากน้อยของประจุมิหน่วยเป็น คูลอมบ์ (Coulombs) อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปศักดาไฟฟ้าสถิตบนวัสดุอยู่ในรูปหน่วยโวลต์เตจ (Voltage) หรือเรียกกันทั่วไปว่า โวลต์ จริงๆ แล้วขบวนการที่วัสดุสัมผัสและแยกออกจากกัน อิเล็กตรอนมีการเคลื่อนย้าย เป็นกลไกที่มีความซับซ้อนมาก จำนวนประจุที่เกิดจากขบวนการไตรโบอิเล็กทริก ขึ้นกับขนาดของพื้นที่สัมผัส ความเร็วของการแยกออกจากกัน ความชื้นสัมพัทธ์และองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายอย่าง ทันทีที่มีประจุเกิดขึ้นบนวัสดุ ถือได้ว่ามีประจุไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นแล้ว (ถ้าประจุยังอยู่บนวัสดุ) ประจุเหล่านี้จะเคลื่อนย้ายจากวัสดุไปสู่ที่อื่นเรียกว่าเกิดกระบวนการประทุ (Discharge) ของไฟฟ้าสถิต หรือเรียกกันง่ายๆ ว่าเหตุการณ์ ESD ประจุไฟฟ้าสถิตจะเกิดขึ้นบนวัสดุในขบวนการอื่นด้วย เช่น การเหนี่ยวนำ (Induction) การระดมไอออนใส่ (Ion Bombardment) หรือการที่วัสดุอย่างหนึ่งไปสัมผัสกับวัสดุที่มีประจุ อย่างไรก็ตามการประจุแบบไตรโบอิเล็กทริกเป็นเหตุการณ์ที่เกิดบ่อยที่สุด

ความเสียหายที่เกิดจากไฟฟ้าสถิตกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเกิดได้ตั้งแต่การผลิตจนถึงการใช้งาน ความเสียหายเป็นผลมาจากการจับจวบหรือเข้าใกล้อุปกรณ์นั้นๆ โดยไม่มีการระมัดระวังเรื่องการควบคุมไฟฟ้าสถิตเป็นอย่างดีพอ โดยทั่วไปแล้วความเสียหายถูกแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เรียกว่าความเสียหายทันที (Catastrophic Failure) และกลุ่มความเสียหายแบบแฝง (Latent Defect)

เมื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้รับความเสียหายจาก ESD อุปกรณ์นั้นจะไม่สามารถทำงานได้เรียกว่าความเสียหายทันที (Catastrophic Failure) ไฟฟ้าสถิตอาจทำให้วงจรขนาดเล็กลงของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดละลาย ขาด หรือละลายมาเชื่อมกัน (วงจรเปิด-วงจรปิด) ทำให้ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำงานได้ นอกจากนั้นอาจเกิดการเสียหายของออกไซด์ (ออกไซด์เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ โดยเฉพาะกลุ่มไอซี (Integrated Circuit)) โดยปกติของเสียหาย ไฟฟ้าสถิตเหล่านั้นจะถูกจับได้จากการตรวจสอบไอซีก่อนการส่งมอบให้ลูกค้า แต่ถ้าหากเกิดปัญหาจากไฟฟ้าสถิตภายหลังการตรวจสอบก็จะมีโอกาสตรวจพบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีปัญหาเหล่านั้น จนกว่าจะถึงเวลาใช้งาน

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับความเสียหายจาก ESD ลักษณะนี้จะทำงานได้ต่ำกว่ามาตรฐาน แต่ยังทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ อย่างไรก็ตามอายุงานของอุปกรณ์ชิ้นนั้นจะลดลงอย่างมากและจะเสียหายในที่สุด เมื่ออุปกรณ์ชิ้นนั้นถูกประกอบเข้าเป็นอุปกรณ์สำเร็จ ความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์เหล่านี้มีมูลค่าสูงมาก เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการซ่อมสูงมาก และในบางงานที่อุปกรณ์เหล่านี้ไปเป็นชิ้นส่วนที่ควบคุมเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายหรืองานที่เสี่ยงอันตรายเช่น อุปกรณ์ของอากาศยาน ความเสียหายที่สูงขึ้นเป็นทวีคูณ

2.1.3 บริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด

ปัจจุบันประเทศไทยถือเป็นฐานการผลิตและส่งออกฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์รายใหญ่อันดับต้นๆ ของโลก ได้มีการศึกษาและพัฒนาฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เพื่อให้มีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้สูงมากขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งานในปัจจุบันและอนาคต

บริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตและจำหน่ายฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์รายใหญ่อันดับต้นๆ ของประเทศไทย โดยที่ฐานการผลิตของบริษัทในประเทศไทยอยู่ที่เขตอุตสาหกรรมนวนคร โครงการ 3 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นฐานการผลิตทั้งหัวอ่านเขียนและประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และที่นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน ตำบลคลองจิก อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นฐานการผลิตหัวอ่านเขียนและประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เช่นกัน

โครงสร้างการทำงานโดยรวมของบริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด ได้มีการจัดสรรการทำงานตามความเหมาะสมเพื่อให้สะดวกและรวดเร็วในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เช่นการขนส่งชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อนำมาประกอบเป็นตัวฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ หรือแม้กระทั่งการควบคุมดูแลกระบวนการผลิตซึ่งมีความละเอียดอ่อนอย่างยิ่งต่อตัวฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยมีการจัดตั้งแผนกหรือหน่วยงานขึ้นมาเพื่อทำการควบคุมและดูแลปัญหาต่างๆ ดังกล่าว

ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่บริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด ถือให้ความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ได้แก่ ปัญหาเรื่องของคุณภาพของตัวฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เช่น ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นกับตัวฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ปัญหาไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นกับหัวอ่านเขียน เป็นต้น โดยที่ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่งที่บริษัทต้องทำการ

ดูแลควบคุมและป้องกัน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับตัวผลิตภัณฑ์ของบริษัทเองหรือแม้กระทั่งผู้บริโภค

จากสภาพปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นกับตัวฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ปัญหาไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นกับหัวอ่านเขียนดังกล่าว ทำให้บริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด เพิ่มหน่วยงานเพื่อเข้ามาดูแล ควบคุมและแก้ไขปัญหาลักษณะนี้อย่างจริงจัง คือ แผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละออง (Contamination Control) และแผนกควบคุมปริมาณไฟฟ้าสถิต (Electro Static Discharge : ESD) เพื่อทำหน้าที่ควบคุมและดูแลปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นในขั้นตอนกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ของบริษัท

2.2 ระบบตรวจสอบในโรงงานอุตสาหกรรม

Industrial Control Systems หรือ ICS เป็นคำศัพท์ใหม่ที่ปรากฏในเอกสารเผยแพร่ของสถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ NIST การใช้คำนี้ในเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของระบบควบคุมอุตสาหกรรมมากขึ้น

ICS เป็นการเรียกรวมระบบควบคุมที่ใช้ในงานควบคุมอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ระบบผลิตและส่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ระบบผลิตและส่งจ่ายน้ำ ระบบควบคุมแท่นผลิตก๊าซธรรมชาติ ระบบควบคุมท่อก๊าซ และระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นต้น

2.2.1 Distributed Control Systems (DCS)

Distributed Control Systems เป็นระบบที่ใช้ควบคุมกระบวนการผลิต (Process Control) ที่ซับซ้อนภายในโรงงาน เช่น ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า หรือระบบในโรงงานกลั่นน้ำมัน เป็นต้น ซึ่งระบบเหล่านี้มักเป็นการควบคุมที่มีการคำนวณที่ซับซ้อน เช่น การต้มของเหลวที่อุณหภูมิหนึ่งไปยังอีกอุณหภูมิหนึ่ง โดยต้องรักษา Threshold หรือช่วงของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่ได้ตั้งค่า Set Point เอาไว้และควบคุมตัวจ่ายความร้อนให้มีความสัมพันธ์ค่าที่อ่านได้ บางครั้งอาจเห็นมีการใช้ DCS ควบคุมระยะไกลด้วย โดยมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านการสื่อสารเพื่อยึดระยะทางในการควบคุมออกไปเช่นการใช้ Radio Modem มาแทนการเชื่อมต่อแบบสาย RS-232 RS-485 หรือ RS-422 เป็นต้น

2.2.2 Programmable Logic Controllers (PLC)

Programmable Logic Controllers เป็นอุปกรณ์แบบ General Purpose ซึ่งจะถูกโปรแกรมให้ควบคุมงานๆ หนึ่งเป็นการเฉพาะ โดย PLC อาจเป็นส่วนหนึ่งของระบบ SCADA หรือ DCS ก็ได้ เช่น PLC ตัวหนึ่งอาจถูกโปรแกรมให้ควบคุมเครื่องจักรเครื่องหนึ่ง โดยมีการอ่านค่าจาก Sensor วัตถุต่างๆ เพื่อให้ทราบสถานะการทำงานของเครื่องจักรและมีการควบคุมการตั้งค่าหรือควบคุม

สวิตช์ต่างๆ ของเครื่องจักรเครื่องนั้นให้เป็นไปตามกระบวนการที่เหมาะสมเป็นต้น ซึ่งการทำงานของเครื่องจักรเครื่องนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตซึ่งต้องมีการส่งค่าหรือควบคุมค่าต่างๆ ให้มีความสัมพันธ์กับกระบวนการหรือการทำงานของเครื่องจักรตัวอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย จึงต้องมีการส่งค่ากลับไปยังระบบ SCADA หรือ DCS ก็เป็นได้

ลักษณะของกระบวนการผลิตก็อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. Continuous Process คือกระบวนการควบคุมที่มีการทำงานอย่างต่อเนื่อง อาศัยการมอนิเตอร์ค่าต่างๆ เพื่อพิจารณา State และสั่งการควบคุมอย่างสัมพันธ์กับค่าเหล่านั้น

2. Batch Process คือกระบวนการที่มีจุดเริ่มต้นและ Step ในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน ซึ่ง Batch Process จะถูก Activate ด้วยเงื่อนไขที่ชัดเจน เช่น ทุกๆ เทียงคืนหรือทุกครั้งที่เราเสร็จสิ้นขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิต เป็นต้น

2.2.3 ระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

ระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด เป็นระบบที่ใช้สำหรับการตรวจสอบและเฝ้าระวังสถานะต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในห้องสะอาดที่ส่งผลกระทบต่อตัวงานหรือผลิตภัณฑ์ที่กำลังมีการดำเนินการผลิตอยู่ เช่น ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปริมาณไฟฟ้าสถิต อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

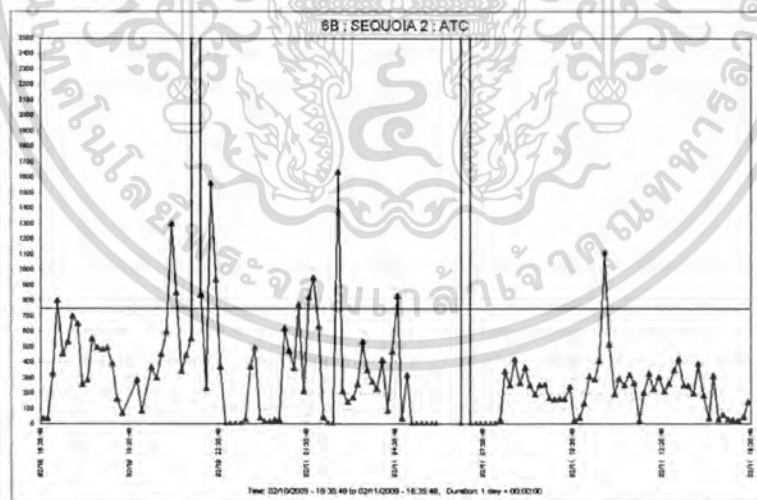
ปัจจุบันระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดได้ถูกนำเข้าไปใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งทางด้านของอุตสาหกรรมผลิตยา อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หรือแม้กระทั่ง อุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ซึ่งได้นำระบบดังกล่าวเข้ามาใช้ในการตรวจสอบปริมาณค่าต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์เอง ถ้าอุตสาหกรรมเหล่านี้ไม่ได้มีการควบคุมดูแลปริมาณตัวแปรต่างๆ เหล่านี้ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหาย และทำให้ความน่าเชื่อถือของผู้บริโภคที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย

การทำงานและการแสดงผลของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด มีลักษณะเป็นการเตือนให้ผู้ใช้งานทราบว่า ในสถานะปัจจุบันตัวแปรต่างๆ ที่ทำการควบคุมไว้มีค่าเกินกว่าที่กำหนดหรือไม่ โดยที่ตัวระบบสามารถแสดงผลที่วัดได้ให้กับผู้ใช้งานทราบในช่วงเวลาจริง ณ เวลาปัจจุบัน (Real Time) ระบบสามารถแสดงผลให้แก่ผู้ใช้งานในรูปแบบของเส้นกราฟและแบบค่าของตัวเลขเพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจง่ายและไม่สับสน โดยค่าต่างๆ ที่ผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เซ็นเซอร์แต่ละชนิดที่ผู้ใช้งานเลือกมาเชื่อมต่อเข้ากับตัวระบบหรือขึ้นอยู่กับตัวแปรแต่ละอุตสาหกรรมที่ต้องการตรวจสอบ โดยที่เซ็นเซอร์จะทำการส่งค่าที่วัดได้กลับมายังระบบเพื่อทำการประมวลผลจากนั้นระบบจะแสดงผลออกมายังหน้าจอมอนิเตอร์เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบ ดังเช่นในรูปที่ 2.7

Dcp Name	Last Value	Descriptor
7WT11APC	1.000	Tool 7WT11
7WT11BPC	1.000	Tool 7WT11
7WT11SAPC	1.000	Tool 7WT11
7WT11BPC	1.000	Tool 7WT11
7WT15APC	1.000	Tool 7WT15
7WT16CPC	1.000	Tool 7WT16
7WT12APCR	1.000	Tool 7WT12
7WT12BPCR	1.000	Tool 7WT12
7WT13APCR	1.000	Tool 7WT13
7WT13BPCR	1.000	Tool 7WT13
7WT14APCR	1.000	Tool 7WT14
7WT14BPCR	1.000	Tool 7WT14
7WT15APCR	1.000	Tool 7WT15
7WT15BPCR	1.000	Tool 7WT15
7WT16APCR	1.000	Tool 7WT16
7WT16BPCR	1.000	Tool 7WT16
7WT17APCR	1.000	Tool 7WT17
7WT17BPCR	1.000	Tool 7WT17

รูปที่ 2.7 การแสดงผลของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

การแสดงผลในรูปแบบกราฟ (รูปที่ 2.8) เป็นการแสดงผลในลักษณะของทิศทางที่เกิดขึ้นของสถานะตัวแปรนั้นให้ผู้ใช้งานทราบ และผู้ใช้งานสามารถทำการประเมินด้วยตนเองล่วงหน้าได้ว่าปริมาณตัวแปรดังกล่าวจะมีเพิ่มขึ้นหรือไม่ ในโหมดของการแสดงผลในรูปแบบกราฟ ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลย้อนหลังเพื่อดูประวัติของข้อมูลตัวแปรชุดดังกล่าวที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนได้



รูปที่ 2.8 การแสดงผลของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด (กราฟ)

การแสดงผลในรูปแบบของตารางในรูปที่ 2.9 เป็นการแสดงให้ผู้ใช้งานทราบถึงค่าที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา โดยตัวเลขต่างๆ ที่อยู่ในตารางเวลาจะบ่งบอกถึงค่าที่เกิดขึ้นของปริมาณ

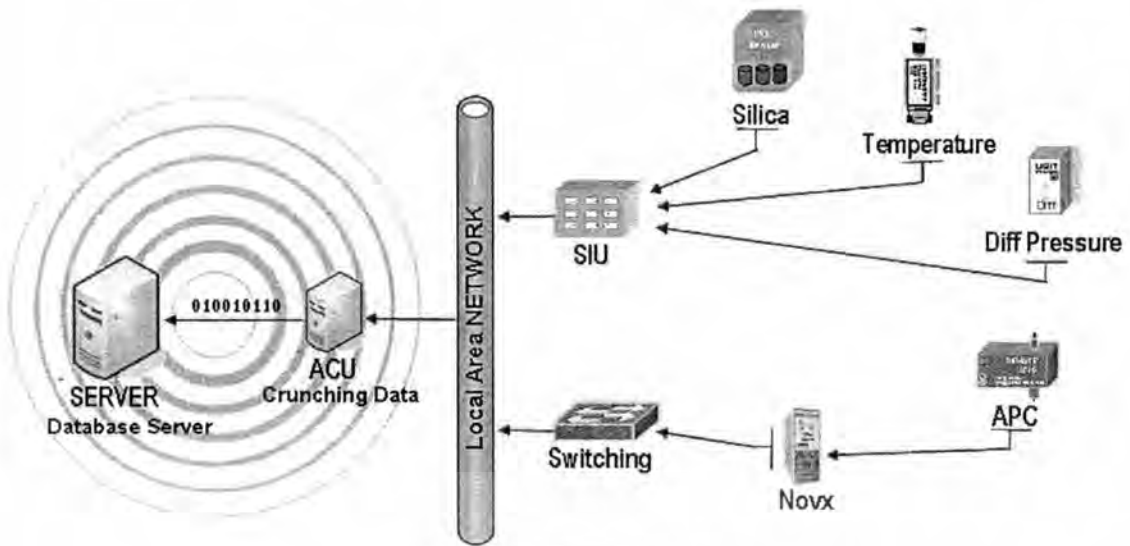
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรที่ทำการควบคุม ผู้ใช้สามารถที่จะทำการดึงข้อมูลย้อนกลับไปเพื่อทำการดูประวัติของข้อมูลตัวแปรชุดดังกล่าวนี้ที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนหน้าที่ได้เช่นเดียวกับการแสดงผลแบบกราฟ

visitor:IA : SEQUOIA : 1					
Title:	IA : SEQUOIA : 1				
Date Range:	2010-09-02 11:15:06 - 2010-09-02 11:30:06				
Duration:	0 hours, 15 minutes				
Date Printed:	2010-09-02 11:30:06				
DATE	TIME	6B1APCR	6S1APCR	6B1ADII	6S1ADII
09/02/2010	11:15:32	0.000			
09/02/2010	11:15:33			2.000	
09/02/2010	11:16:32	0.000			
09/02/2010	11:16:33			12.000	
09/02/2010	11:17:32	1.000			
09/02/2010	11:17:33			4.000	
09/02/2010	11:18:32	2.000			
09/02/2010	11:18:33			22.000	
09/02/2010	11:19:33	1.000		10.000	
09/02/2010	11:20:00		9.000		89.000
09/02/2010	11:20:33	0.000		10.000	
09/02/2010	11:21:33	1.000		11.000	
09/02/2010	11:22:33	0.000		9.000	
09/02/2010	11:23:33	0.000		9.000	
09/02/2010	11:24:33	1.000		6.000	
09/02/2010	11:25:32	0.000			

รูปที่ 2.9 การแสดงผลของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด (ตาราง)

โครงสร้างและรูปแบบของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดที่ต่อใช้งานมีทั้งลักษณะของการสื่อสารแบบระยะใกล้เช่น RS-232 หรือ RS-485 และการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายแบบโปรโตคอล ที่มีหมายเลข ไอพีแอดเดรสไว้สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ากับตัวระบบ ซึ่งการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดนั้น จะขึ้นอยู่กับประเภทและลักษณะของอุปกรณ์เซ็นเซอร์เหล่านั้นเอง โดยทั่วไปแล้วการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด จะมีลักษณะเป็นการเชื่อมต่อแบบโปรโตคอลที่มีหมายเลข ไอพีแอดเดรส รูปที่ 2.10 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของโครงสร้างและการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด



รูปที่ 2.10 โครงสร้างและรูปแบบของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

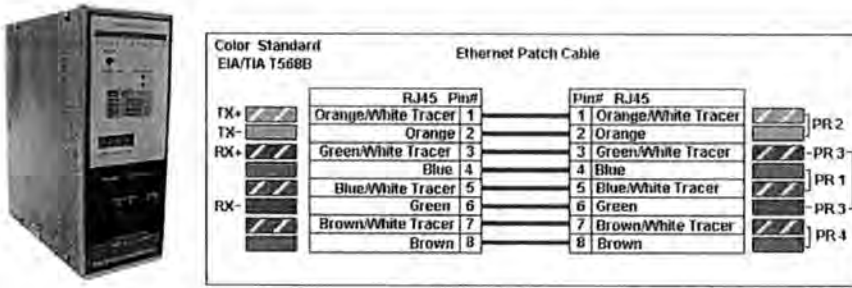
การเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการติดต่อสื่อสารของตัวอุปกรณ์เซ็นเซอร์นั้นๆเอง โดยที่ระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ได้ทั้งในรูปแบบการติดต่อสื่อสารระยะใกล้และระยะไกล



SIU End (DB15 Male)	Conductor Function	Sensor End (DB15 Female)
2	Channel 1 - (Temp)	2
3	Channel 1 + (Temp)	3
4	Channel 1 - (Hum)	4
5	Channel 1 + (Hum)	5
14	Power +24 VDC	14
15	Ground	15

รูปที่ 2.11 การติดต่อสื่อสารแบบระยะใกล้ของเซ็นเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การติดต่อสื่อสารแบบโปรโตคอลของเซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับไฟฟ้าสถิต

อุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่นำมาเชื่อมต่อเข้ากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด นั้น โดยส่วนใหญ่มักขึ้นอยู่กับประเภทและลักษณะของการควบคุมของแต่ละประเภทธุรกิจ ตัวแปรที่มีการควบคุมกัน โดยส่วนใหญ่ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง เป็นต้น ระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด สามารถส่งค่าพารามิเตอร์ออกไปเพื่อนำไปใช้ควบคุมเครื่องจักรให้หยุดการทำงานเมื่อค่าที่เซ็นเซอร์วัดได้มีค่ามากกว่าค่าที่ทำการควบคุม

2.2.4 อุปกรณ์และเซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

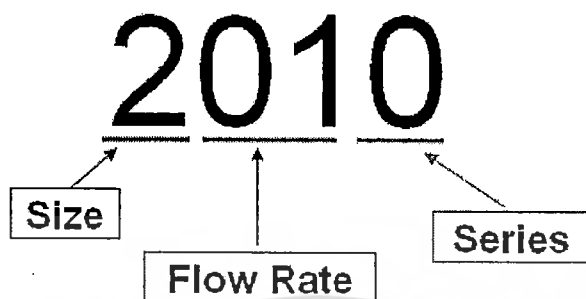
1. เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (APC Sensor) เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ทำหน้าที่สำหรับตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง ขนาดเล็ก ซึ่งขนาดของเม็ดฝุ่นที่สามารถวัดได้จะขึ้นอยู่กับรุ่นของตัวเซ็นเซอร์นั่นเอง คุณสมบัติของ APC Sensor ได้แก่ความสามารถในการวัดปริมาณเม็ดฝุ่นที่อยู่ภายในพื้นที่บริเวณ 1 ลิวนิคฟูต/นาทิจ และส่งข้อมูลผ่าน Port Out ซึ่งเป็น Port Communication แบบ RJ-45 เพื่อนำค่าหรือผลของจำนวนฝุ่นที่วัดได้ ส่งออกจากพอร์ตดังกล่าวไปประมวลผลยัง ACU ต่อไป ซึ่งการอ่านค่าเม็ดฝุ่นละอองของตัวเซ็นเซอร์ตรวจวัด ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จะอยู่ที่ 0.5 ไมคอน, 0.2 ไมคอน และ 0.1 ไมคอน



รูปที่ 2.13 เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของ APC Sensor ในตระกูล Lighthouse Product เราสามารถตรวจสอบได้โดยตัวเลขที่อยู่ทางด้านหน้าของเซ็นเซอร์ ซึ่งชุดตัวเลขดังกล่าวจะเป็นการอธิบายรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับตัวเซ็นเซอร์และบอกถึงขนาดของเม็ดฝุ่นขนาดเล็กที่สุดที่เซ็นเซอร์สามารถอ่านค่าได้



รูปที่ 2.14 การระบุรุ่น APC Sensor ในตระกูล Lighthouse Product

จากรูป สามารถอธิบายได้ ดังนี้

ตัวเลขหลักที่ 1 เป็นความสามารถของการอ่านค่าเม็ดฝุ่นที่เล็กที่สุดได้ จากรูป เซ็นเซอร์ดังกล่าวสามารถวัดขนาดของเม็ดฝุ่น ได้เล็กที่สุดคือ 0.2 Micron

ตัวเลขหลักที่ 2 และ 3 เป็นขนาดของ Flow Rate หรืออัตราการไหลของลมจากแหล่งจ่ายที่ต้องการ จากรูปเซ็นเซอร์ดังกล่าว ต้องการอัตราการไหลของลมที่นำมาต่อใช้งานอยู่ที่ 0.1 cfm (0.1 คิวบิตฟุต/นาที)

ตัวเลขหลักที่ 4 เป็นรุ่นของเซ็นเซอร์ การเลือกใช้งานเซ็นเซอร์สามารถเลือกใช้งานจากความต้องการของอุตสาหกรรมแต่ละประเภทว่าต้องการความละเอียดของการอ่านค่าเท่าไร สำหรับการเลือกใช้เซ็นเซอร์ที่สามารถอ่านค่าได้เล็กที่สุด จะทำให้เราสามารถทราบถึงปริมาณฝุ่นที่อยู่ในพื้นที่ดังกล่าว

การเชื่อมต่อ APC Sensor เข้ากับ Novx ให้นำสายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อจะต้องเข้าหัวสายแบบ Patch Cord หรือสายที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Switching กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งปลายทั้งสองข้างจะต้องเข้าตามมาตรฐาน EIA/TIA T568B (หรือเรียกว่า “สายตรง”) จากนั้นนำปลายสายด้านแรกต่อเข้ากับพอร์ต Data Out ซึ่งอยู่ทางด้านล่างของเซ็นเซอร์ จากนั้นปลายสายทางด้านที่เหลือให้เชื่อมต่อเข้ากับ Port Internet ที่อยู่ทางด้านหลังของ Novx จากนั้นสังเกตสถานะของไฟ Power ที่อยู่ทางด้านหน้าของเซ็นเซอร์ ถ้าไฟไม่ติดให้ทำการตรวจสอบว่า Novx ทำงานหรือไม่

2. เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าสถิต (ESD) เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าสถิต ซึ่งโครงสร้างของ Novx นั้นจะประกอบไปด้วยพอร์ตเชื่อมต่อต่างๆ สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น Remote Box สำหรับสาย Wrist Strap Grounding, Air Ionizer สำหรับสลายประจุไฟฟ้าสถิต, Antenna สำหรับรับระดับสัญญาณไฟฟ้าสถิต, Grounding สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช็คค่า Ground และ Particle Card ซึ่งเป็น Card สำหรับเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์วัดปริมาณฝุ่น Novx ใช้ไฟกระแสตรง 12 โวลต์ ในการต่อใช้งาน



รูปที่ 2.15 เซ็นเซอร์ตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าสถิต

การปรับ Dip Switch สำหรับเลือก Board Rate Communication สามารถทำได้โดย ทำการเปิดฝาที่อยู่ทางด้านล่างของ Novx เพื่อทำการปรับ Dip Switch สำหรับเลือก Board Rate Communication ซึ่งจะมียู่ด้วยกัน 8 ขา การปรับขาเพื่อเลือก Board Rate Communication ให้ทำการปรับขาที่ 1 ดังรูปที่ 2.16



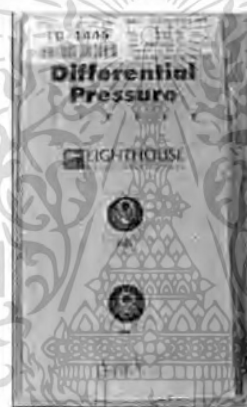
7xxx AUXILLARY CONFIG SWITCH SETTING							
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
OFF = LAN or Modbus @ 115200	OFF = AUX controlled by COM commands	OFF = disable LAN Alarm Notification	OFF = EM count display off	OFF = ESD count display off	unused		
ON = Modbus @ 19200	ON = AUX controlled internally by Alarm Status	ON = enable LAN Alarm Notification	ON = display EM count	ON = display ESD count			
Note: B4 & B5 both ON = EM & ESD count sum displayed.							

รูปที่ 2.16 การปรับ Dip Switch สำหรับเลือก Board Rate Communication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ Novx เข้ากับ Switching ให้ใช้สายที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Switch กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งปลายทั้งสองข้างจะต้องเข้าตามมาตรฐาน EIA/TIA T568B (หรือเรียกว่า “สายตรง”) เชื่อมต่อระหว่างพอร์ตแลนที่อยู่ทางด้านหลัง Novx และพอร์ตแลนของ Switching การตรวจสอบว่าอุปกรณ์ทั้งสองถูกเชื่อมต่อแล้วหรือไม่ ให้สังเกตจากไฟของพอร์ตแลนที่อยู่ด้านหลังของ Novx ถ้าไฟที่พอร์ตแลนไม่ติดให้ทำการตรวจสอบสายที่ใช้เชื่อมต่อว่าสายดังกล่าวใช้งานได้หรือไม่

3. เซ็นเซอร์ตรวจวัดความกดอากาศและความชื้น เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดความต่างของแรงดันระหว่างพื้นที่สองพื้นที่ โดยทั่วไปนิยมใช้วัดความต่างของแรงดันระหว่างห้อง เพื่อให้ทราบถึงค่าอัตราการไหลของแรงดันระหว่างห้องสองห้อง Differential Pressure Sensor ไม่มีแหล่งจ่ายไฟภายในตัวมันเอง การใช้งานต้องป้อนแรงดันจากแหล่งจ่ายไปด้านนอกให้กับตัว Differential Pressure Sensor โดยที่แหล่งจ่ายไฟสำหรับ Differential Pressure Sensor จะได้รับแรงดันจาก SIU ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อผ่าน DB-15 Port



รูปที่ 2.17 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความกดอากาศและความชื้น

การเข้า Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับ Differential Pressure Sensor เริ่มจากเปิดฝาครอบทางด้านหน้าของ DB-15 ตัวเมีย จากนั้นทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณ โดยที่ให้เลือกสีของสายสัญญาณตามตารางสายเชื่อมต่อ Pin DB-15 (Female) ดังรูปที่ 2.18



Pin	Color	Signal
2	Blue	-
3	Orange	+
14	Yellow	VDC +24
15	Black	Gnd (-)

รูปที่ 2.18 การเข้า Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับ Differential Pressure Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อท่อ Low และ Height ให้นำสาย Tube ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 มิลลิเมตร เชื่อมต่อเข้ากับท่อ Low ที่อยู่ทางด้านหน้าของ Differential Pressure Sensor โดยที่ปลายของสาย Tube ติดกับขอบของท่อ Low จนสนิท จากนั้นนำปลายอีกด้านที่เหลือหลังจากเชื่อมต่อที่ท่อ Low ให้นำไปต่อเข้ากับจุดที่เราต้องการวัด เช่น ผังของห้อง จากนั้นเชื่อมต่อนำท่อ Height โดยทำตาม ขั้นตอนเดียวกันกับการเชื่อมต่อ Tube กับ ท่อ Low

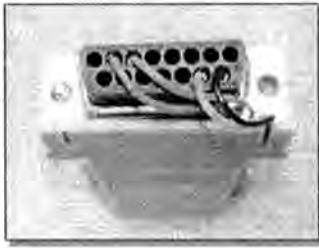
การเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor เข้ากับ SIU ให้ทำการเชื่อมต่อ DB-15 (Female) ที่ทำการเข้า Pin แล้วเข้ากับ Differential Pressure Sensor จากนั้นนำสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแบบ สายตรงทำการเชื่อมต่อทางพอร์ต RJ-45 ซึ่งอยู่ทางด้านล่างของ DB-15 (Female) จากนั้นนำ DB-15 (Male) ที่จะใช้เชื่อมต่อเข้ากับ SIU เชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตอินพุตของ SIU

4. เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ใช้วัดระดับอุณหภูมิของห้องหรือบริเวณพื้นที่โดยรอบห้อง การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิสามารถเชื่อมต่อผ่าน Sensor Interface Unit (SIU) หรือผ่าน ไอพีแอดเดรสได้โดยตรง ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของการติดตั้งสื่อสารของตัวเซ็นเซอร์



รูปที่ 2.19 เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

การเชื่อมต่อ Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ให้เปิดฝาครอบทางด้านหน้าของ DB-15 ตัวเมียออก จากนั้นเชื่อมต่อสายสัญญาณโดยเลือกสีของสายสัญญาณดังรูปที่ 2.20



Pin	Color	Signal
2	Blue	-
3	Orange	+
14	Yellow	VDC +24
15	Black	Gnd (-)

รูปที่ 2.20 การเชื่อมต่อ Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิเข้ากับ SIU ให้เชื่อมต่อ DB-15 (Female) เข้ากับเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ จากนั้นนำสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแบบสายตรงทำการเชื่อมต่อทางพอร์ต RJ-45 ที่อยู่ทางด้านล่างของ DB-15 (Female) จากนั้นนำ DB-15 (Male) ที่จะใช้เชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตอินพุตของ SIU

5. เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยา (Silica 5000 Series) ไซตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของน้ำยา เซ็นเซอร์จะส่งผลออกมาทางพอร์ตเอาต์พุตซึ่งอยู่ด้านหลังของเครื่อง ลักษณะของสัญญาณที่ส่งออกมาเป็นแบบ Current Loop เมื่อต้องการเชื่อมต่อเข้ากับ SIU ต้องเชื่อมต่อผ่านพอร์ต Analog ของ SIU หรือถ้าต้องการเชื่อมต่อผ่าน ACU สามารถเชื่อมต่อผ่านพอร์ต RS-232 ของ ACU สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยากับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด จะติดต่อสื่อสารแบบ RS-485 ทำการเชื่อมต่อเข้ากับ Sensor Interface Unit (SIU) เพื่อถ่ายโอนข้อมูล

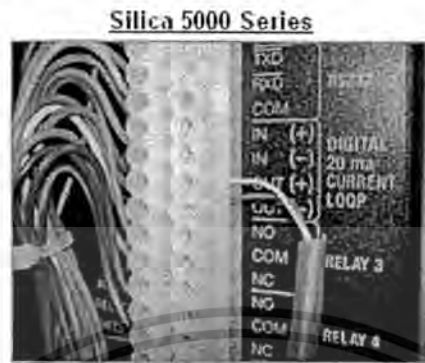


รูปที่ 2.21 เซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยา

การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยา (Silica 5000 Series) เข้ากับ ACU เราสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ต RS-232 โดยเชื่อมต่อสายเข้ากับพอร์ตเอาต์พุตที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านหลังของตัวเซ็นเซอร์ จากนั้นเข้า Pin ของ DB-9 (Male) และ Connect สายที่ทำการเชื่อมต่อมาจากเซ็นเซอร์ เข้ากับ DB-9 (Male) ที่ได้ทำการเข้า Pin ไว้แล้ว จากนั้นนำ DB-9 (Male) ต่อเข้ากับ Analog Cart ของ SIU ดังรูปที่ 2.22



Silica 5000 Series

Pin	Color
Out (+)	Write-Orange
Out (-)	Orange

รูปที่ 2.22 การเชื่อมต่อสายสัญญาณกับเซ็นเซอร์ตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยา

6. สวิตช์ซิง (Switching) เป็นอุปกรณ์ใช้งานประเภท Network สำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่าน IP Address ปกติ Switching จะมีจำนวนของพอร์ตเชื่อมต่อใช้งานขึ้นอยู่กับรุ่นและขนาด เช่น 5 พอร์ต 24 พอร์ต เป็นต้น การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่มี Internet Card หรือ LAN Card สามารถเชื่อมต่อโดยใช้สายเคเบิล การเข้าหัวสายเคเบิลเพื่อนำไปใช้งานต้องเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของงานที่จะนำไปใช้ เช่น ถ้าต้องการเชื่อมต่อ Switching กับ Switching ต้องใช้สายที่เข้าหัวสายแบบไขว้ และถ้าต้องการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ไม่ใช่ Switching ด้วยกัน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับ Novx ต้องใช้สายที่เข้าหัวสายแบบตรง เป็นต้น



รูปที่ 2.23 สวิตช์ซิง (Switching)

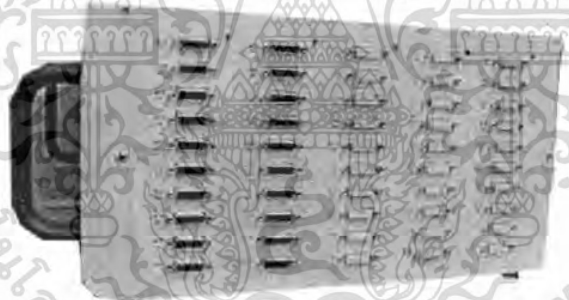
การเชื่อมต่อ Switching เข้ากับ Novx ให้ใช้สายที่เข้าหัวสายแบบตรง ซึ่งปลายทั้งสองข้างจะต้องเข้าตามมาตรฐาน EIA/TIA T568B เชื่อมต่อ ระหว่างพอร์ต LAN ที่อยู่ทางด้านหลัง Novx และพอร์ต LAN ของ Switching วิธีการตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตจากไฟของ พอร์ต LAN ที่อยู่ด้านหลังของ Novx ว่าติดหรือกระพริบ ถ้าไฟที่พอร์ต LAN ไม่ติดให้ทำการตรวจสอบสายที่ใช้เชื่อมต่อว่าสายดังกล่าวใช้งานได้หรือไม่



รูปที่ 2.24 การเชื่อมต่อสาย Cable เข้ากับ Switching

7. **Sensor Interface Unit (SIU)** เป็นอุปกรณ์ Hardware ที่ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่มีการติดต่อสื่อสารแบบ Frequency และ Analog SIU มีอยู่ 2 แบบ ได้แก่ แบบ Small Size ซึ่งจะมีพอร์ตในการเชื่อมต่อ 20 พอร์ตและแบบ Large Size ซึ่งจะมีพอร์ตอยู่ด้วยกันทั้งหมด 100 พอร์ต การเชื่อมต่อ SIU เข้ากับ ACU หรือคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต RS-232 ซึ่งอยู่ทางด้านหลังของคอมพิวเตอร์



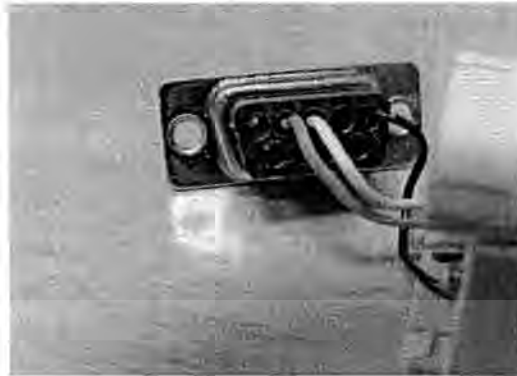
รูปที่ 2.25 Sensor Interface Unit (SIU)

การเลือกใช้งานการ์ด Frequency และ Analog เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ากับ SIU จะต้องทราบถึงหลักการติดต่อสื่อสารหรือชนิดของการสื่อสารข้อมูลของตัวเซ็นเซอร์ประเภทนั้น ก่อน ปกติแล้วการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซ็นเซอร์เข้ากับ SIU ถ้าการสื่อสารข้อมูลของเซ็นเซอร์เป็นแบบ Voltage Loop หรือ Current Loop จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตของการ์ดประเภท Analog ของ SIU แต่ถ้าการสื่อสารข้อมูลของเซ็นเซอร์เป็นแบบ Frequency ต้องเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตของการ์ดประเภท Frequency ของ SIU

การเข้า Pin สำหรับ DB-9 เพื่อเชื่อมต่อ SIU เข้ากับ ACU หรือคอมพิวเตอร์เพื่อทำการ อินเทอร์เน็ตแสดงดังรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	Color	Signal
2	Orange	-
3	White	+
5	Black	Gnd



รูปที่ 2.26 การเข้า Pin DB-9 ตัวผู้ สำหรับ SIU

8. **Area Control Unit (ACU)** เป็นอุปกรณ์ที่รับข้อมูลจาก SIU และ Novx เพื่อนำค่าที่ได้จากการอ่านค่าของตัวเซ็นเซอร์มาทำการคำนวณผลลัพธ์ จากนั้นเอซียูจะส่งผลที่ได้ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการแสดงผลและบันทึกผลต่อไป รูปแบบในการติดต่อสื่อสารระหว่างเอซียูกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์หรือเอซียูกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะใช้การติดต่อสื่อสารอยู่สองประเภทได้แก่ การติดต่อสื่อสารผ่านทางเครือข่ายแบบเน็ตเวิร์ก (Network) และการติดต่อสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรม(RS-232) ของเครื่องเอซียู เอซียูเปรียบเสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำงานผ่านระบบวินโดวส์ กับโปรแกรมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน วิธีการใช้งานเอซียูติดต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะทำผ่าน โปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS)

9. **Server** เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงที่ใช้ในการแสดงผลและบันทึกข้อมูลที่ได้จากการคำนวณผลลัพธ์จาก ACU และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับระบบ Server ของเครือข่ายอื่นๆ ที่จำเป็นต่อระบบ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งานต่อไป

2.3 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

ในการออกแบบการสร้างชุดทดลอง ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของการ์เย่ 9 ขั้นตอน [ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เล่าหจรัสแสง. 2541 : 41 - 48] โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 **ดึงดูดความสนใจ** เป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจที่จะเรียน ได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้ว การจูง

ใจถือเป็นการกระทำที่นำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมาย (Motivated Behavior) และเป็นเป้าหมาย (Goal) ในที่สุด

2.3.2 บอกวัตถุประสงค์ เป็นการบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน ทั้งเป็นการให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียน โดยรวมหรือสิ่งต่างๆที่ผู้เรียนสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน การบอกวัตถุประสงค์นี้อาจจะอยู่ในรูปวัตถุประสงค์กว้างๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งที่สำคัญซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น

2.3.3 ทวนความรู้เดิม การทวนความรู้เดิมของผู้เรียนตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) การรับรู้ (Perception) เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากการไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้การรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการเชื่อมโยงความรู้ที่เข้าด้วยกัน ดังนั้นการปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ความรู้ใหม่ให้กับผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น

2.3.4 เสนอเนื้อหาใหม่ เป็นการเสนอโดยใช้ตัวกระตุ้น (Stimulus) ที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาใหม่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน ทั้งนี้เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.5 ชี้แนวทางการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนตามปกตินั้น บ่อยครั้งที่เราสังเกตว่าครูผู้สอนไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวคิดหรือเนื้อหาโดยตรงกับผู้เรียน แต่ในทางตรงกันข้ามครูผู้สอนใช้การสอนแบบค้นพบหรือสอนแบบอุปมาน เช่น ยกตัวอย่างหรือตั้งคำถามชี้แนะกว้างๆและแถบลงไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบหรือค้นพบแนวคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นด้วยตนเอง

2.3.6 กระตุ้นการตอบสนอง การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากการเรียน กล่าวคือหลังจากที่ผู้เรียนได้รับการชี้แนวทางการเรียนรู้และขั้นตอนไปคือการอนุญาตให้ผู้สอนหรือครูได้มีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่ และผู้เรียนก็ได้มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาที่กำลังศึกษาหรือเรียนอยู่

2.3.7 ให้ผลป้อนกลับ การให้ผลป้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวของผู้เรียน การให้ผลป้อนกลับนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย

2.3.8 ทดสอบความรู้ เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้หรือไม่ การทดสอบความรู้นี้อาจเป็นการทดสอบจากหลังผู้เรียนได้เรียนจบวัตถุประสงค์หนึ่ง ซึ่งอาจเป็นช่วงระหว่างบทเรียนหรืออาจเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบทั้งหมด

แล้ว โดยการทดสอบความรู้นั้นนอกจากเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตัวเองแล้ว ผู้สอนก็ยังสามารถนำประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้รับความรู้และความเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปถึงศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่อย่างไร

2.3.9 จำและนำไปใช้ สิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใด ความรู้หนึ่งนั้น ก็คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียนนั้นหมายถึง การทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมี ส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร สำหรับขั้นตอนการสอนการในส่วนของการนำไปใช้นั้นผู้สอนต้องมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ และหลากหลายไว้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมที่จัดหามาจะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มาแตกต่างไปจากตัวอย่างในบทเรียน

จากทฤษฎีการเรียนรู้ของ การ์เย่ ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดัดแปลงนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างชุดฝึกทดลอง จำนวน 5 ขั้นตอน คือ

1. ดึงดูดความสนใจ เพื่อกระตุ้นและจูงใจผู้ทดลองในการทดลองนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะทดลอง ดังนั้น ชุดฝึกทดลองจะมีลักษณะที่เหมาะสม ใบบางการทดลองคู่มือการทดลองมีเนื้อหาที่น่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้ทดลอง
2. บอกวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของชุดฝึกทดลองให้ผู้ทดลองได้ทราบล่วงหน้า การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่ผู้ทดลองจะได้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา และยังเป็นการบอกเค้าโครงของเนื้อหาด้วย การที่ผู้ทดลองทราบถึงเนื้อหาอย่างกว้างๆ จะทำให้ผู้ทดลองได้ผสมผสานแนวความคิด และทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. ชี้แนวทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้ทดลองมีทักษะและประสบการณ์เดิมรวมกันเกิดเป็นทักษะใหม่ ผู้ทดลองจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้ทดลอง
4. กระตุ้นการตอบสนอง เพื่อให้ผู้ทดลองได้ร่วมกระทำกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหา เช่น การถามการตอบ ซึ่งจะดีกว่าการเรียนโดยใช้การอ่านเพียงอย่างเดียว โดยการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทดลองจะมีข้อดีว่าการเรียนแบบใช้เทป วีดิทัศน์ สไลด์ คือ ผู้ทดลองสามารถมีกิจกรรมร่วมได้ เช่น ทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รุ่นต่างๆ จะทำให้ผู้ทดลองมีการจำที่ดีขึ้น
5. การจำและนำไปใช้งาน เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ เพื่อให้ผู้ทดลองได้มีโอกาสทบทวน และสามารถนำความรู้ไปใช้ใหม่ได้

2.4 การประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน

วัลลภ จันทรตระกูล (2543 : 131-134) ได้กล่าวว่า การออกแบบสร้างสื่อการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหาจะทำได้อย่างไร คุณลักษณะด้านต่างๆ โดยการประเมินสื่อการเรียนการสอนนั้น อาจจะทำให้ความคุ้มค่าระหว่างกระบวนการออกแบบหรือเมื่อสิ้นสุดการออกแบบสำเร็จ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน

การประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ในด้านต่างๆ ของสื่อการเรียนการสอน
2. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมิน ไปแก้ไขพัฒนาปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน
3. วางแผนในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพิ่มเติมให้เกิดความสมบูรณ์ในการเรียนการสอนตามหัวข้อ หรือสาขาวิชานั้นๆ

2.4.2 ประเด็นในการประเมินคุณภาพ

ประเด็นในการประเมินคุณภาพอาจแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา ในแต่ละประเด็นสามารถแตกออกเป็นประเด็นย่อย การคิดค้นประเด็นต่างๆอาจใช้แผนภูมิปะการังเป็นเครื่องมือ ร่วมประชุม ระดมความคิดเห็น หรืออาจค้นคว้าประเด็นได้จากงานวิจัยต่างๆ ด้านการประเมินสื่อการเรียนการสอน ประเด็นที่น่าเสนอนี้เป็นประเด็นหลักๆ รวมๆ สามารถเลือกไปใช้กับสื่อประเภทต่างๆ ได้ และเขียนในลักษณะด้านบวกหรืออุดมคติ

ประเด็นด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีประเด็นด้านต่างๆ คือ

1. ขนาดสื่อ ไม่ใหญ่ ไม่เล็ก มีขนาดเหมาะสม สอดคล้องกับมาตรฐาน สะดวกต่อการเก็บรักษา ไม่ใช่เนื้อที่มากเกินไป
2. น้ำหนัก มีน้ำหนักเหมาะสมกับการขนย้าย นำไปใช้สอนได้สะดวก ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขนย้าย ผู้สอนนำไปใช้ได้ด้วยตนเอง

2.5 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

การเรียนการสอนสำหรับผู้ฝึกหัด จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมียุทธวิธีปฏิบัติกรเป็นสื่อเพื่อใช้ประกอบการเรียนภาคปฏิบัติ โดยผู้เรียนใช้ชุดฝึกปฏิบัติการทำการทดลองเพื่อหาผลเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้เรียนจากภาคทฤษฎี ผู้สอนจะต้องเตรียมชุดปฏิบัติการหรือสร้างชุดปฏิบัติการเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านปฏิบัติ การมีชุดปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพ

สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ และผู้สอนนำไปใช้อย่างถูกต้องจะเป็นผลทำให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการ หมายถึง คุณภาพของชุดปฏิบัติการที่สร้างขึ้น โดยวัดจากผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการ และประสิทธิภาพเป็นเครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อยและใช้แรงงานน้อย (ภัทรา นิคมานนท์. 2539 : 14)

การหาประสิทธิภาพของสื่อเพื่อให้รู้ว่าสื่อที่เลือกหรือสร้างขึ้นมาสามารถใช้สอนได้ตามที่ต้องการหรือไม่ โดยจะต้องมีการประเมินคุณภาพสื่อ (พิสิฐ เมฆาภัทร และ ชีรพล เมฆากุล. 2539) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 ประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย

2.5.1.1 ด้านวัตถุประสงค์

1. สื่อครอบคลุมวัตถุประสงค์
2. สื่อเหมาะสมกับระดับความยากง่ายของวัตถุประสงค์

2.5.1.2 ด้านเนื้อหาวิชา

1. ถูกต้อง ไม่มีจุดผิด
2. แยกย่อยได้
3. เรียงลำดับเป็นตรรก

2.5.1.3 ด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการสื่อความหมาย

1. บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์
2. สามารถลดการให้เนื้อหาแบบเลื่อนลอยให้มีความหมายและเป้าหมายมากขึ้น
3. สามารถลดเวลาในการสื่อสารความหมายให้เข้าใจได้ดีและสั้นลง
4. ช่วยเพิ่มกิจกรรมในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น
5. ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้ดีขึ้น

2.5.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวกับคน

2.5.2.1 ด้านผู้เรียน สื่อที่ใช้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน

2.5.2.2 ด้านผู้สอน สื่อที่ใช้ไม่จำเป็นต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการใช้สอน และสื่อที่ใช้เหมาะสมกับประสบการณ์ของผู้สอน

2.5.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความพร้อมและการนำไปใช้งาน

2.5.3.1 ด้านวัสดุอุปกรณ์

1. ใช้วัสดุราคาพอสมควรกับความจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้วัสดุที่หาได้ง่าย
3. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนใหญ่ หาได้ทั่วไป

2.5.3.2 ด้านเวลา

1. เวลาที่ใช้ในการผลิตไม่มากนัก
2. เวลาที่ใช้ในการแสดงสื่ออื่นไม่มากเกินไป

2.5.3.3 ด้านการใช้งาน

1. สามารถนำไปใช้งานง่ายและสะดวก
2. ไม่ยุ่งยากในการเตรียมการ
3. ไม่ต้องการอุปกรณ์ช่วยพิเศษอื่นๆขณะนำไปใช้งาน

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่ง กล่าวไว้ว่า ในกรณีที่ได้ชุดฝึกอบรมที่สมบูรณ์แล้ว ก่อนนำชุดฝึกอบรมไปใช้กับผู้ฝึกอบรมควรนำชุดฝึกอบรม นั้นไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมประเมินแล้วอาจต้อง ปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่พอใจ แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินเพื่อจะได้ตรวจสอบในด้านเนื้อหา คู่มือการใช้งานและเทคนิคการผลิตสื่อ หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 219) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} \quad (2.1)$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ย
 $\sum fx$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ ดังนี้

สุดารัตน์ ด้วงกุล (2548 : 50) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการฝึกอบรมวิชาทฤษฎี เรื่องเทคนิคการซ่อม โทรศัพท์เคลื่อนที่ระดับต้น หลักสูตรยกระดับฝีมือ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน ภาค 1 สมุทรปราการ จากผลการวิจัยชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.11/80.09 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

ประยูทธ์ นิลวงศ์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การฝึกปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ วิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ 1 มีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 84.5/80.25$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นพดล บุญเกื้อ (2549 : 95) ทำการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ขั้นตอนการปฏิบัติงานสถานีเครือข่ายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ CDMA สำหรับพนักงานบริษัท กสท.โทรคมนาคมจำกัด (มหาชน) ให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ทดสอบความรู้ในระหว่างการอบรมและภายหลังเสร็จสิ้นการฝึกอบรม ผลการวิจัยปรากฏว่าหลักสูตรฝึกอบรมเรื่อง การซ่อมบำรุงอุปกรณ์สถานีเครือข่ายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ CDMA ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.50/90.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดตามสมมติฐานการวิจัย ซึ่งผลการวิจัยข้างต้นเป็นคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละ 86.50 และคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบภายหลังการฝึกอบรมคิดเป็นร้อยละ 90.5

รัชช จันทร์สุวรรณ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยวิธีทัศนช่วยฝึกทักษะเรื่อง การบริการติดตั้งเครื่องเสียงรถยนต์ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ ช่างฝึกหัดประจำสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเสียงรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จำนวน 40 ร้านค้า และกลุ่มตัวอย่างคือช่างฝึกหัดประจำสถานประกอบการด้านเครื่องเสียงรถยนต์ จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีจับฉลาก การสร้างวิธีทัศนช่วยฝึกทักษะ เรื่องการบริการติดตั้งเครื่องเสียงรถยนต์สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Ulead VideoStudio ในการตัดต่อภาพโดยทำการบรรจุลงบนแผ่น CD-ROM ผลการประเมินวิธีทัศนช่วยฝึกทักษะเรื่อง การบริการติดตั้งเครื่องเสียงรถยนต์ ผู้เข้ารับการอบรมผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 94 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น สามารถใช้เป็นวิธีทัศนช่วยฝึกทักษะสำหรับปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ว่าที่ ร.ต. เกชา อยู่แก้ว (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการ โปรแกรมซุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการ โปรแกรมซุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของบทเรียนช่วยฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องการติดตั้งและการ โปรแกรมซุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และด้านเทคนิคการผลิตอยู่ในระดับดี ผลการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างพบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการ โปรแกรมซุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ จำนวน 19 คน (หรือคิดเป็นร้อยละ 95) ผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วยคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 92.65 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 สามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 80 ขึ้นไป ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะเรื่องการติดตั้งและการ
โปรแกรมชุดสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการฝึกทักษะต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 3.1 การเตรียมการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การเตรียมการวิจัย

ในขั้นตอนของการเตรียมการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สำรวจและศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับการดูแลระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ที่ใช้งานอยู่ในกระบวนการผลิตของบริษัทเวสเทิร์นดิิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด โดยทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานและการติดตั้งระบบ รวมไปถึงการบำรุงรักษาและตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดที่บริษัทเวสเทิร์นดิิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ได้ถูกใช้งานอยู่จากเจ้าหน้าที่และวิศวกรผู้ควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและไฟฟ้าสถิตในห้องสะอาด แผนก ESD & Contaminations ซึ่งมีหน้าที่โดยตรงในการดูแลระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของบริษัทเวสเทิร์นดิิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยการเก็บข้อมูลจากการสอบถาม และทำการ ค้นคว้าจากเอกสารวิชาการเพื่อจะกำหนดแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. ศึกษารายละเอียดของการทำงานของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ที่ใช้งานอยู่ในกระบวนการผลิตของบริษัทเวสเทิร์นดิิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด เพื่อกำหนดหัวข้อการใช้งานและจุดประสงค์ในการใช้งานระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ที่บริษัทเวสเทิร์นดิิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ได้เลือกใช้ โดยปรึกษาเจ้าหน้าที่และวิศวกรผู้ควบคุม

และดูแลระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของบริษัทเวทเทิร์นดิจิทัล (ประเทศไทย) จำกัด

3. ศึกษาออกแบบลักษณะการทดลองและลักษณะของชุดฝึกอบรมซึ่งจะนำมาสร้างเป็นชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้ทดลองตลอดจนคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดสำหรับพนักงานในอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

4. ศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

5. ศึกษาขั้นตอนและวิธีดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดสำหรับพนักงานในอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

3.2.1 ประชากร คือ เจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต

3.3.2 กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากรเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวทเทิร์นดิจิทัล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (สุรินทร์ นิยมมางกุล. 2546 : 33-34)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ การสร้างเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

2. การสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

3. การสร้างแบบทดสอบรายการความสามารถของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

3.3.1 การสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

การสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดลักษณะการทำงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบต่างๆ ทั้งตัวเครื่องของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

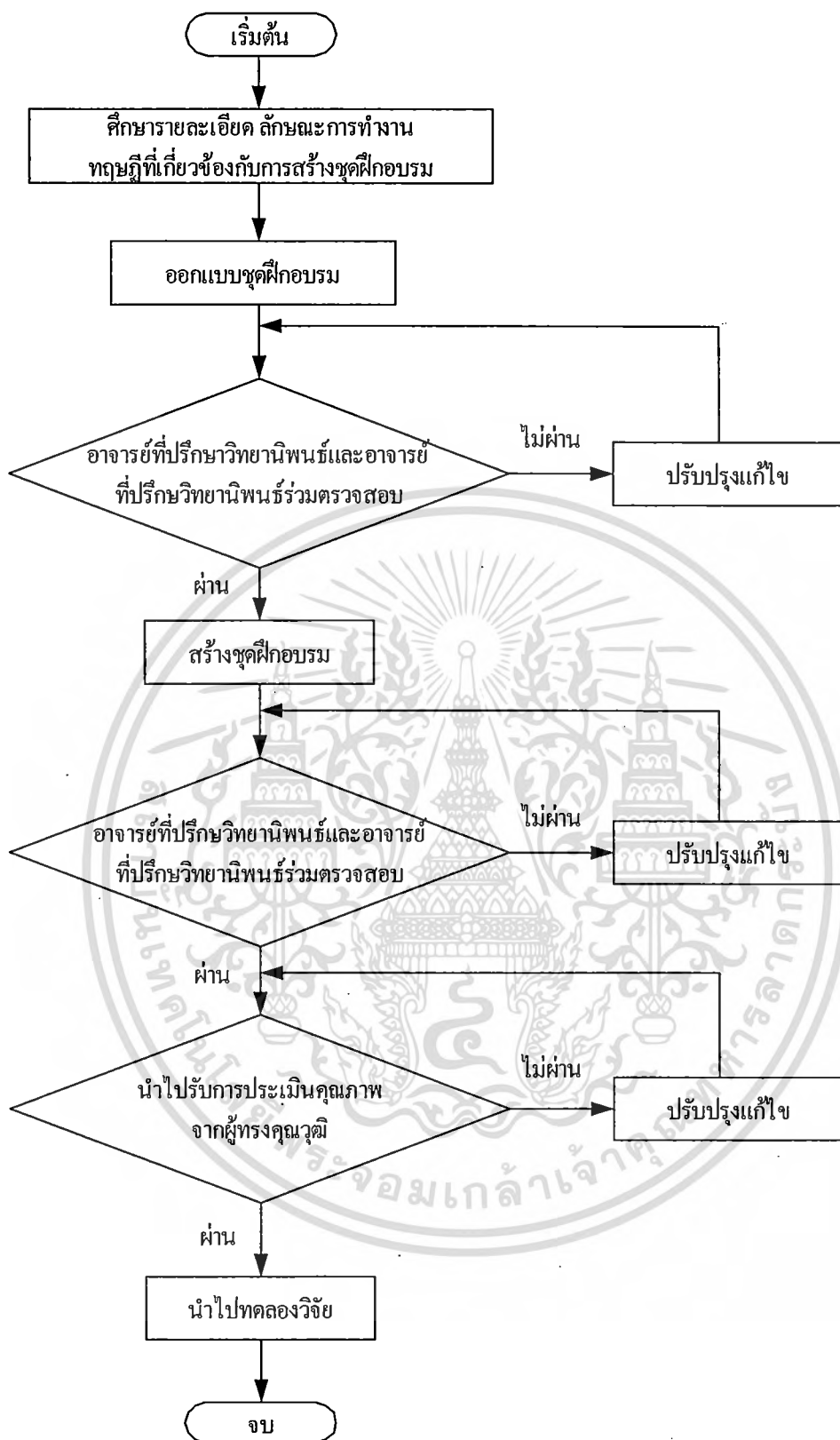
2. ออกแบบชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด โดยให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจสอบ และหากมีข้อบกพร่องต้องทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

3. เมื่อผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม จึงทำการสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

4. เมื่อสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดแล้วเสร็จ จึงนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความสมบูรณ์

5. นำชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด มาทำการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน

6. ได้ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด พร้อมทั้งจะนำไปรับการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งลำดับขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรบการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดทำร่างเกณฑ์การประเมินขึ้นตามความเหมาะสมของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม โดยร่างเกณฑ์การประเมินของชุดฝึกอบรมใช้แบบวัดเจตคติของเบส (Best's Scale) ซึ่งเป็นข้อมูลชนิดเลือกตอบ และกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้ได้น้ำหนักคะแนน เป็น 5 ระดับ (Best 1970 : 179 - 187) การประเมินแต่ละด้านประกอบด้วยคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 5 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดี

ระดับ 3 หมายถึง ระดับคุณภาพ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ระดับคุณภาพ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

โดยใช้เกณฑ์การประเมินชุดฝึกอบรมจากผู้ทรงคุณวุฒิตามแบบของ John W Best ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินตามเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

เกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม จัดระดับค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ

ระดับ 4.50-5.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดีมาก

ระดับ 3.50-4.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดี

ระดับ 2.50-3.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ปานกลาง

ระดับ 1.50-2.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ พอใช้

ระดับ 1.00-1.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ไม่ต่ำกว่า 3.50 จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

2. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่างๆ มาทำการปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นเกณฑ์การประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

3. หลังจากที่ได้เกณฑ์การประเมินจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมแล้ว ผู้วิจัยนำเกณฑ์การประเมินดังกล่าวมาทำการจัดทำเป็นแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

4. นำแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

5. ได้แบบประเมินคุณภาพมาจัดทำแบบสอบถามด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

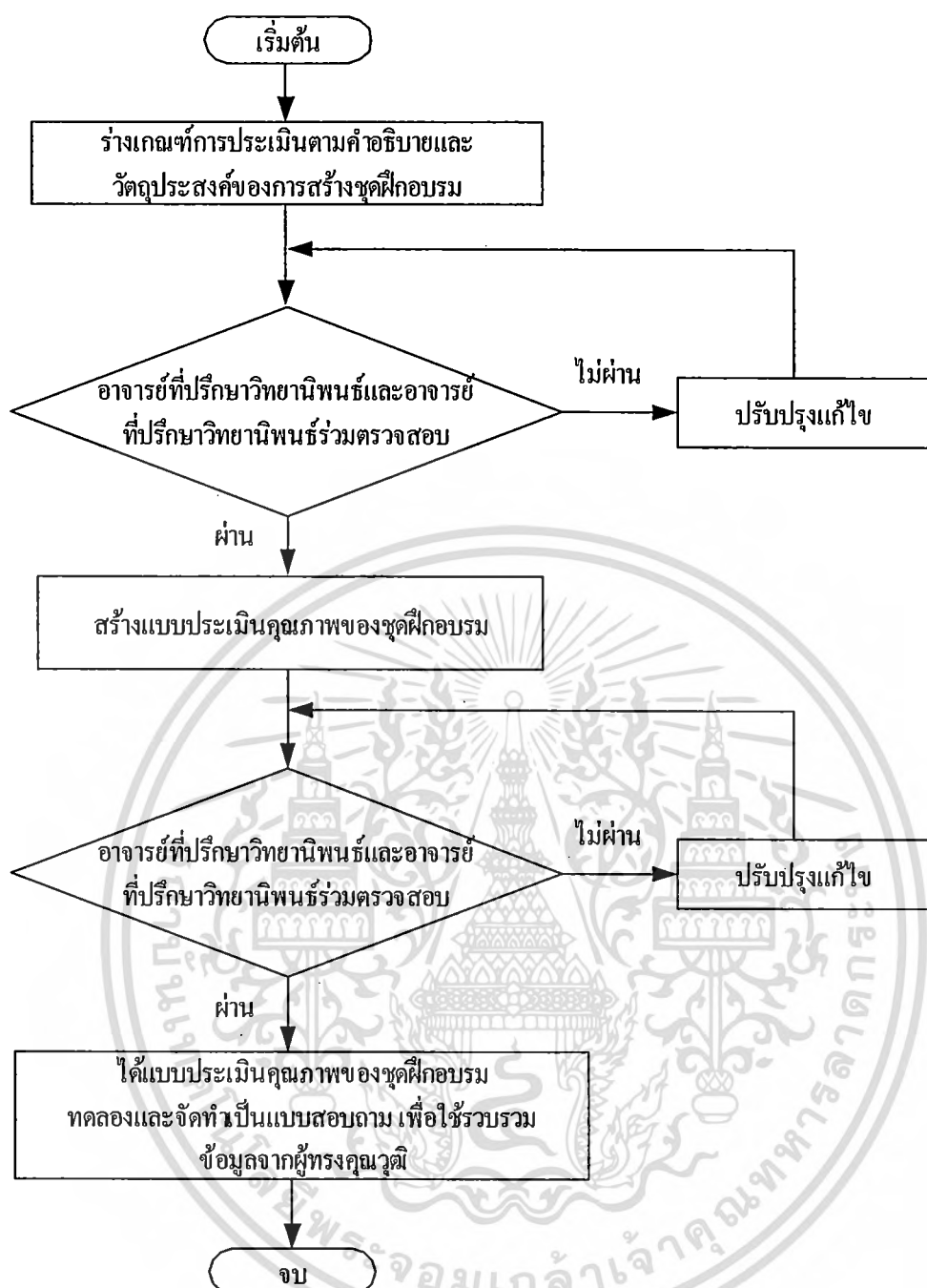
ด้านเนื้อหา

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. คุณสุชาติ มรกฏ | หัวหน้าวิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด |
| 2. คุณพิศาล พัฒนทายาท | วิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด |
| 3. คุณณัฐพงศ์ ภาคธรรม | กรรมการผู้จัดการ บริษัท บิ๊กควอลิตี้ จำกัด |

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. ผศ. โกศล ตราชู | อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงสี | อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 3 อ. คณินนิตย์ ปาลีเยี่ยม | อาจารย์ประจำคณะวิชาไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร |

โดยลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบรายการความสามารถ

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบวัดรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ
2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การสอน
3. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบพร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่างๆ มาทำการปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดรายการความสามารถกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ฝึกอบรมเป็นผู้ตรวจให้คะแนนโดยเป็นแบบสำรวจรายการ มีเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถ ดังนี้

5. นำแบบประเมินความสอดคล้องที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณามีรายนามดังนี้

1. คุณสุชาติ มรกฏ หัวหน้าวิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

2. คุณพิศาล พัฒนทายาท วิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

3. คุณณัฐพงศ์ ภาคธรรม กรรมการผู้จัดการ บริษัท บิ๊กควอลิตี้ จำกัด

การตรวจสอบความสอดคล้องใช้เกณฑ์กำหนดความคิดเห็นไว้ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบรายการความสามารถ ที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบรายการความสามารถ ที่ไม่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบรายการความสามารถ ที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นำผลการพิจารณาแต่ละข้อจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบรายการความสามารถกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตรหาค่า IOC (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ $\sum R$ คือ คะแนนรวมในแต่ละข้อจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกคน

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าดัชนี IOC มีความหมายดังนี้

$IOC > 0.5$ หมายถึง มีความสอดคล้อง

$IOC \leq 0.5$ หมายถึง ไม่มีความสอดคล้อง

จากนั้นจึงเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเพื่อนำไปใช้งาน

1. นำแบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดรายการความสามารถกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อที่ผ่านการประเมินมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 0.5 ซึ่งไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดฝึกอบรมมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจ (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 61)

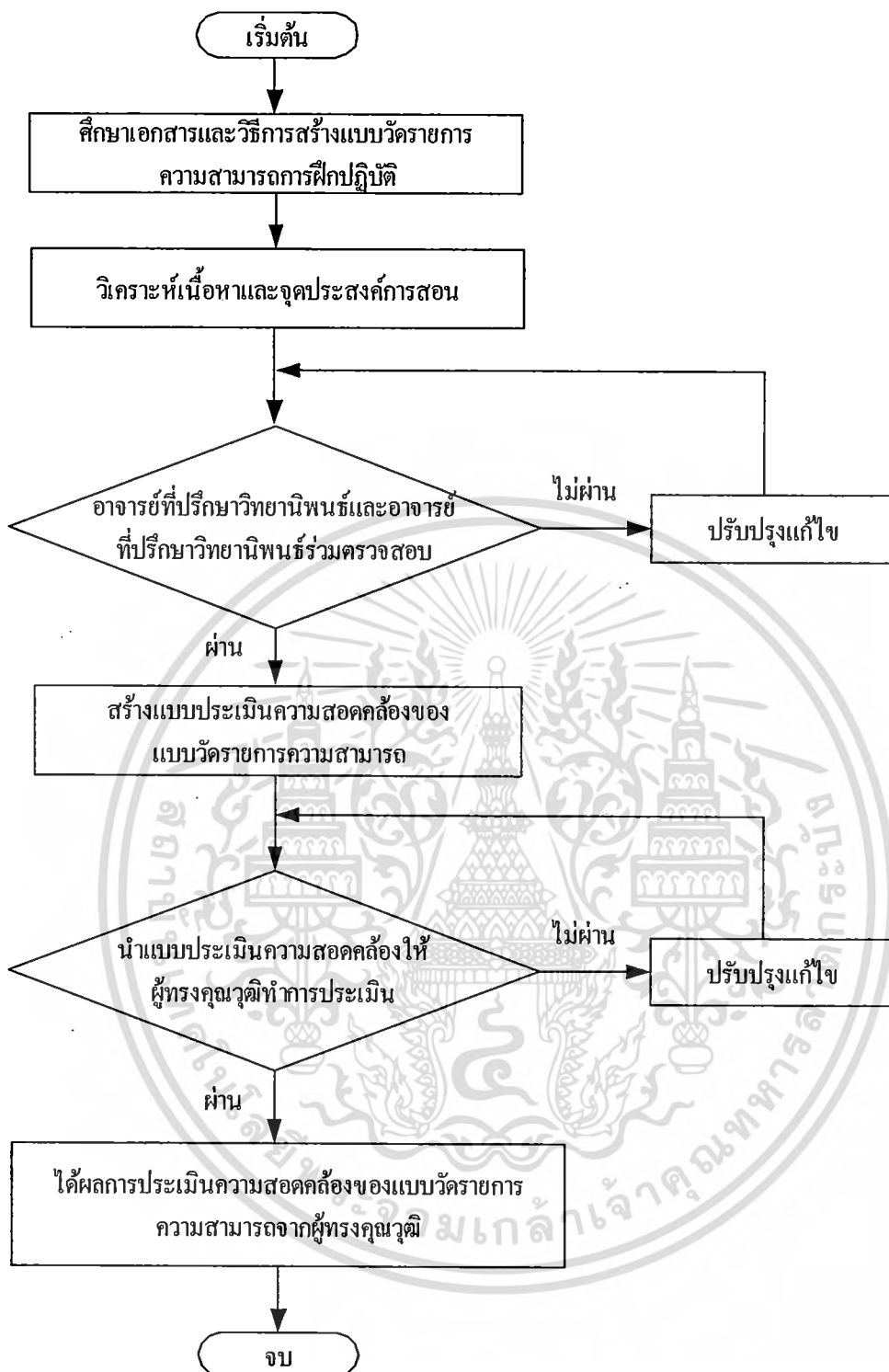
2. ได้แบบวัดรายการความสามารถที่ใช้เป็นเครื่องมือหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม เรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ ไดรฟ์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบวัดรายการความสามารถ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างดังรูปที่

3.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบรายการความสามารถ

3.3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาเนื้อหาของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรม

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิเคราะห์เนื้อหาและเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและครอบคลุมเนื้อหาของระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่อยู่ในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม โดยให้มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวและตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จสมบูรณ์ เสนอให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเพื่อทำการตรวจการเขียนเนื้อหาให้สอดคล้องและตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้สูตร IOC (Index of Object Congruency) หรือดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้ามีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่าเป็นแบบสอบถามที่ใช้ได้ (บุญเจ็ด ภิญญอนันตพงษ์, 2547 : 60-70) กรณีที่แบบทดสอบบางข้อมีค่าต่ำกว่า 0.50 จะปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ $\sum R$ คือ คะแนนรวมในแต่ละข้อจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกคน

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ค่าดัชนี IOC มีความหมายดังนี้

$IOC > 0.5$ หมายถึง มีความสอดคล้อง

$IOC \leq 0.5$ หมายถึง ไม่มีความสอดคล้อง

เมื่อ +1 คะแนน สำหรับแบบทดสอบที่แปลว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 คะแนน สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

+1 คะแนน สำหรับแบบทดสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ที่ทำการพิจารณา มีรายนามดังนี้

- | | |
|-------------------|--|
| 1. คุณสุชาติ มรกฏ | หัวหน้าวิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด |
|-------------------|--|

2. คุณพิศาล พัฒนทายาท วิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด

3. คุณณัฐพงศ์ ภาคธรรม กรรมการผู้จัดการ บริษัท บิ๊กควอลิตี้ จำกัด
ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ผลดังนี้
IOC มีค่าเท่ากับ 1.00 จำนวน 33 ข้อ
IOC มีค่าเท่ากับ 0.67 จำนวน 2 ข้อ

ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งสามารถนำมาเป็นแบบทดสอบได้มีทั้งหมด 35 ข้อ จากผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อสอบข้อที่มี IOC มากกว่า 0.5 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน เห็นว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากนั้นนำแบบทดสอบที่ได้ไปทดสอบกับเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อดำเนินการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและหาค่าความเชื่อมั่นหรือค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

6. ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างเสร็จ ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยนำไปทดสอบกับเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด ที่เคยผ่านการเรียนรู้เรื่องระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แล้วจำนวน 10 คน โดยการวิเคราะห์ดังนี้ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ.2541)

ก) ความยากง่าย (Difficulty) คือ ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่แสดงหัวข้อแบบทดสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้าคนทำถูกมากก็เป็นแบบทดสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นแบบทดสอบยาก การหาความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบประเภทความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Domain) และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม (Non Reference Test) มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) แล้วนำมาวิเคราะห์ความยากง่าย โดยใช้สูตร

$$p = \frac{R}{N} \quad (3.3)$$

เมื่อ p หมายถึง ความยากง่าย

R หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูก

N หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

หลังการเลือกแบบทดสอบมาใช้ ควรเป็นแบบทดสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง ประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป มักกำหนดเกณฑ์การจำแนกระดับความยากง่ายของแบบทดสอบที่จะนำมาใช้ไว้ในช่วง 0.20-0.80 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกความยากง่ายได้กำหนดไว้ดังนี้

0.80 – 1.00	หมายถึง เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.79	หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.59	หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้ดี)
0.20 – 0.39	หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.19	หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ดังนั้นการเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่าย (p) ควรอยู่ระดับ 0.20-0.80

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบพบว่า ค่าความยากง่ายของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.10 - 0.40 จำนวนทั้งหมด 35 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวกตารางที่ ง.2)

p มีค่าเท่ากับ 0.40 จำนวน 27 ข้อ

p มีค่าเท่ากับ 0.30 จำนวน 5 ข้อ

p มีค่าเท่ากับ 0.20 จำนวน 2 ข้อ

p มีค่าเท่ากับ 0.10 จำนวน 1 ข้อ

ข) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ หลักการเลือกแบบทดสอบมาใช้ควรเป็นแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงจึงจะใช้ได้และค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้เทคนิค 50 เปอร์เซ็นต์ แบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิคดังนี้

$$r = \frac{R_U - R_L}{N/2} \quad (3.4)$$

เมื่อ r หมายถึง อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

R_U หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกในกลุ่มคนเก่ง

R_L หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกในกลุ่มคนอ่อน

N หมายถึง จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

ขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 237)

0.40 ขึ้นไป อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพแบบทดสอบดีมาก

0.30-0.39 อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของแบบทดสอบดีพอสมควร

0.20-0.29 อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของแบบทดสอบพอใช้ได้

0.00-0.19 อำนาจการจำแนกค่า คุณภาพของแบบทดสอบพอใช้ไม่ได้
ดังนั้น ค่าอำนาจจำแนก (r) ที่ยอมรับได้คือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบพบว่า ค่าอำนาจจำแนก
อยู่ระหว่าง 0.00-0.40 จำนวนทั้งหมด 35 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ตารางที่ ตารางที่ ง.2)

r มีค่าเท่ากับ 0.40 จำนวน 2 ข้อ

r มีค่าเท่ากับ 0.20 จำนวน 6 ข้อ

r มีค่าเท่ากับ 0.00 จำนวน 27 ข้อ

ค) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือ สามารถวัดได้สม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลงไปเปลี่ยน
มา ไม่ว่าจะกี่หน เมื่อไร (ในกรณีสิ่งที่ยัดคงที่) ของข้อสอบการทำแบบทดสอบที่ได้จากกลุ่มทดลอง
ในข้อ (ข) โดยใช้สูตรการคำนวณ KR20 ของ Kuder-Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล.2542 :
142)

$$r_{kk} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right) \quad (3.5)$$

เมื่อ r_{kk} หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k หมายถึง จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

p หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ $= 1 - p$

S^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวนของคะแนน

แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเป็น +1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความ
เชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้

แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเป็น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า
แบบทดสอบฉบับนี้ไม่มีค่าความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้

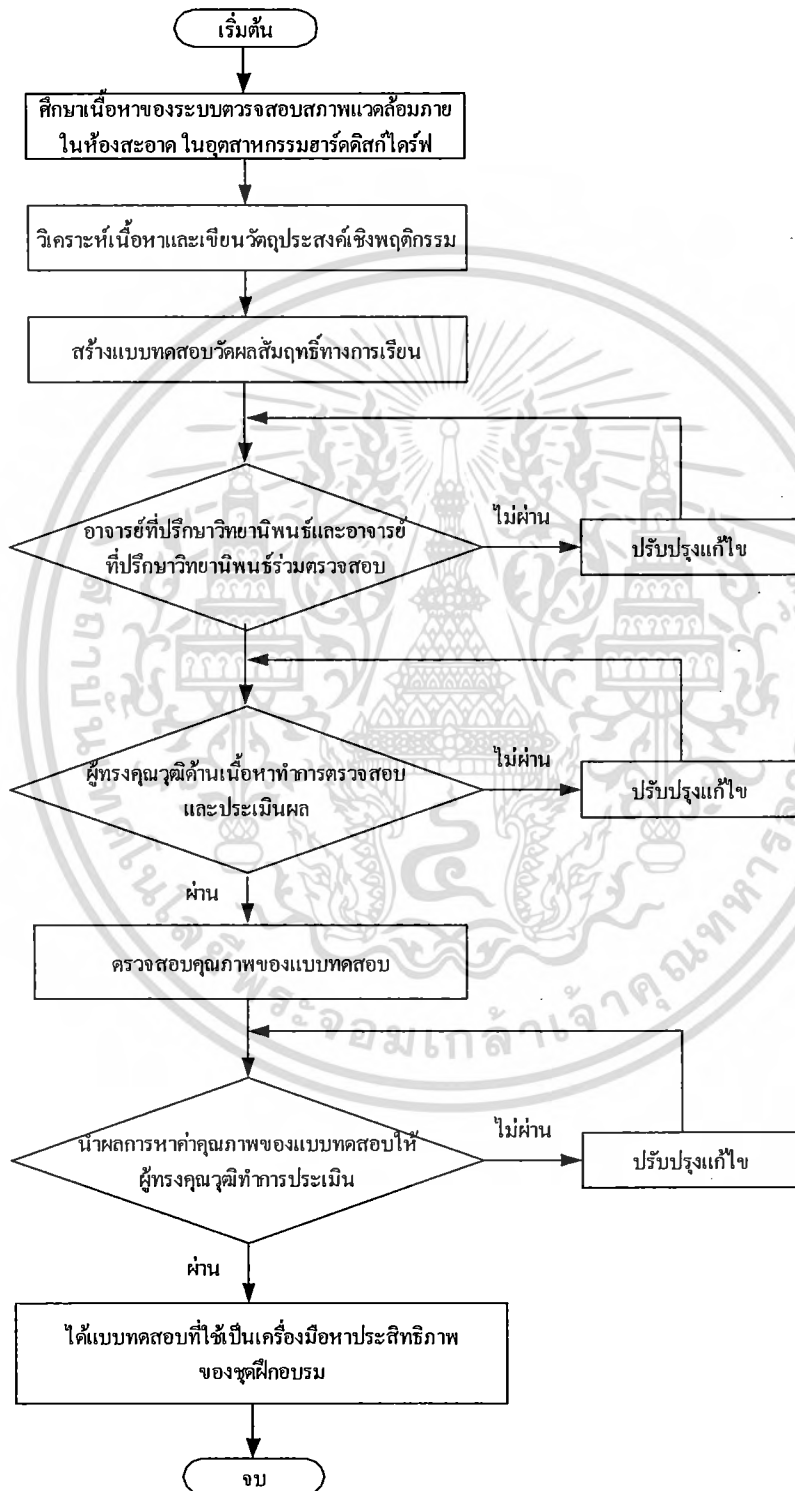
แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นเป็น -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความ
เชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบ
สภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ได้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 1.00
(รายละเอียดในภาคผนวก ตารางที่ ง.3)

7. นำผลการหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบตามหัวข้อด้านบนเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขให้
ถูกต้องสมบูรณ์ พร้อมนำไปเป็นแบบทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมต่อไป

8. ได้แบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดที่ได้ทำการสร้างขึ้น มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

3.4.1 การดำเนินการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

1. ขอบหนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้ความร่วมมือในการวิจัยและเข้าชี้แจงรายละเอียดต่างๆ กับผู้ทรงคุณวุฒิด้วยตนเอง เพื่อขอคำยืนยันในการยินดีตอบรับในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดและแบบวัดรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติ

2. นำชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด และแบบวัดรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขแล้วส่งมอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อศึกษาและทดลองใช้งานเป็นเวลา 7 วัน พร้อมแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดดังกล่าว โดยแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ได้กำหนดระดับความคิดเห็นเป็นค่าให้น้ำหนักคะแนน 5 ระดับ ดังนี้ (ล้วน สายยศ. 2538. 167 - 169)

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง มีคุณภาพมาก
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
- 1 หมายถึง มีคุณภาพควรปรับปรุง

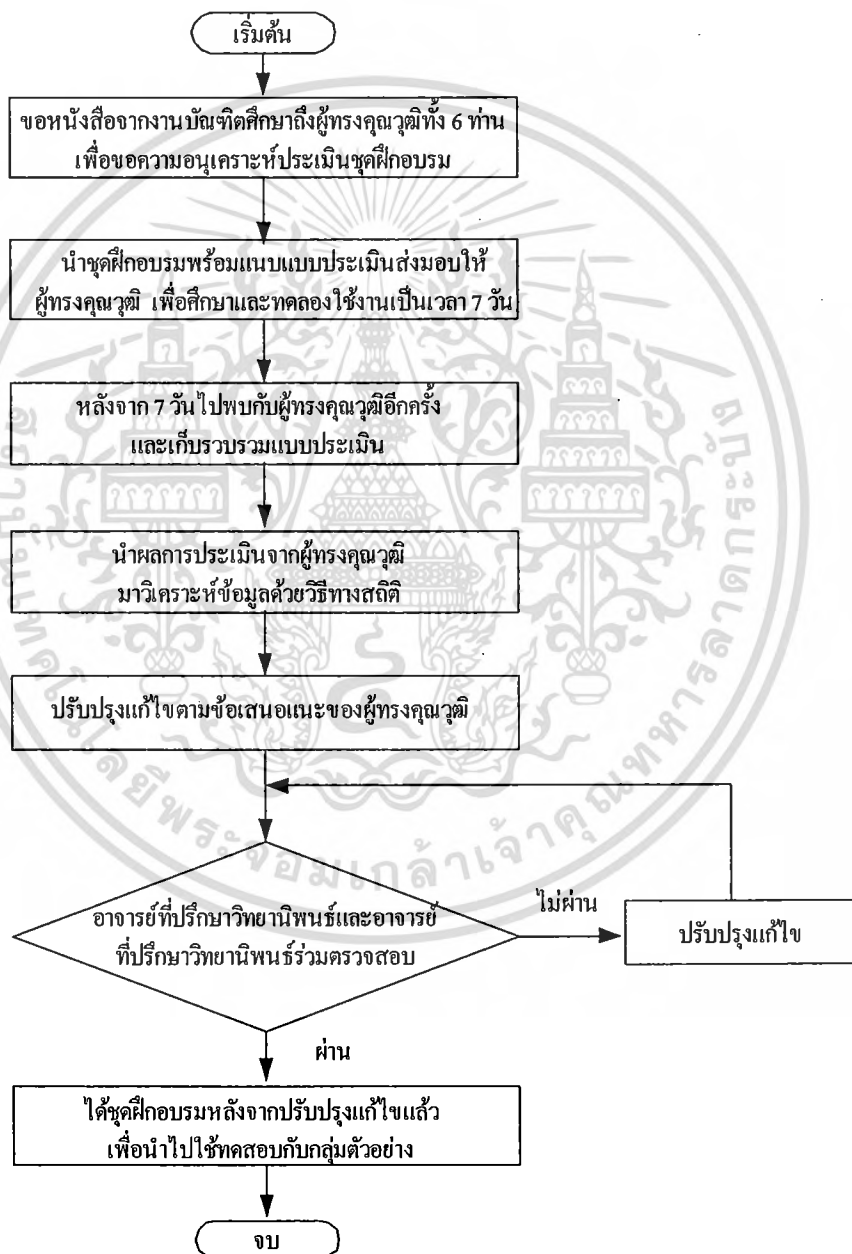
เกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ดังนี้

- 4.50 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
- 3.50 – 4.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
- 2.50 – 3.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50 – 2.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
- 1.00 – 1.49 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 จึงถือว่าสื่อการเรียนการสอนนั้นมีคุณภาพ

3. หลังจาก 7 วัน จึงไปพบกับผู้ทรงคุณวุฒิอีกครั้งและเก็บรวบรวมแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด และแบบวัดรายการความสามารถฝึกปฏิบัติจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

ในการทดลองเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยจะดำเนินการ โดยนำแบบทดสอบรายการความสามารถไปทดลองใช้กับเจ้าหน้าที่ เพื่อทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบของชุดฝึกอบรมและแบบวัดรายการความสามารถการฝึกปฏิบัติก่อนนำไปใช้งานจริง ดังนี้

1. ทำการนัดหมายกับเจ้าหน้าที่และบุคลากรผู้ควบคุมปริมาณผู้ทดลองขนาดเด็กและไฟฟ้าสถิตในห้องสะอาด แผนก ESD & Contaminations บริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 10 คน
2. นำผลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบรายการความสามารถ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 237)
3. นำแบบทดสอบรายการความสามารถที่หาประสิทธิภาพแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

3.5.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของชุดฝึกอบรมและข้อสอบวัดความสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยมีสูตร ดังนี้

หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542 : 183) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} \times 100 \quad (3.6)$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum fx$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n = จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.5.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 2179) ใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (3.7)$$

เมื่อ $S.D.$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X = ค่าคะแนนแต่ละคน
 \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด
 \sum = ผลรวม
 n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต บริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด ในช่วงเดือน กันยายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือน มกราคม พ.ศ. 2553 จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตจำนวน 3 ท่านทำการประเมินและได้ผลการประเมินสรุปดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. ความถูกต้องของการติดตั้ง การเชื่อมต่อ และการปรับตั้งค่า	5.00	0.00	ดีมาก
1.1 การติดตั้งโปรแกรมสำหรับ Server	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 การกำหนดค่าในไฟล์ .INI สำหรับ Server	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 การสร้างและบริหารจัดการกับ Database	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 การใช้งานและปรับตั้งค่า View Station	5.00	0.00	ดีมาก
1.5 การติดตั้งโปรแกรม ACU	5.00	0.00	ดีมาก
1.6 การกำหนดค่าในไฟล์ .INI และการกำหนด Port สำหรับ ACU	4.33	0.58	ดี
1.7 การสร้างและกำหนดค่า Configuration	5.00	0.00	ดีมาก
1.8 การเชื่อมต่อ Switching กับ Novx	5.00	0.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1.9 การปรับตั้งค่าและกำหนดค่าสำหรับ Novx	5.00	0.00	ดีมาก
1.10 การเชื่อมต่อและตรวจเช็คสถานะ APC	4.33	0.58	ดี
1.11 การเชื่อมต่อและการกำหนดค่า Configuration สำหรับ SIU	5.00	0.00	ดีมาก
1.12 การเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor	4.67	0.58	ดีมาก
1.13 การเชื่อมต่อ Temperature Sensor	5.00	0.00	ดีมาก
1.14 การเชื่อมต่อ Silica	5.00	0.00	ดีมาก
2. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความพอเพียงของเนื้อหาโดยรวม	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.82	0.24	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.82, S.D. = 0.24$)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4.00	0.00	ดี
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหาตามขั้นตอน	4.00	0.00	ดี
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.6 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละหน่วย/ตอน/เรื่อง	4.00	0.00	ดี
1.7 ลำดับเรื่องในการนำเสนอ	4.00	0.00	ดี
1.8 ความสอดคล้องของเนื้อหากับหัวเรื่องในแต่ละหน่วย/ตอน/เรื่อง	4.33	0.58	ดี
2. ภาพและตัวอักษร			
2.1 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 ภาพที่นำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนของภาพ	4.33	0.58	ดี
2.4 ความเหมาะสมของขนาดของภาพที่ใช้	4.00	0.00	ดี
2.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.67	0.58	ดีมาก
2.6 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.00	0.00	ดี
2.7 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและเสียงบรรยาย	4.00	0.00	ดี
3. เวลา			
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหา	4.00	0.00	ดี
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4.00	0.00	ดี
3.3 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด	4.00	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	4.26	0.24	ดี

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.26, S.D. = 0.24$)

4.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ผู้วิจัยได้นำชุดฝึกอบรมเรื่องการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ให้ผู้ฝึกอบรมปฏิบัติและบันทึกการความสามารถ ได้ผลการประเมินสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลคะแนนแบบทดสอบในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ของเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต บริษัทเวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน

คนที่	ภาคทฤษฎี	เกณฑ์ 80		ภาคปฏิบัติ	เกณฑ์ 80	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	94.29	✓		85.50	✓	
2	80.00	✓		83.83	✓	
3	80.00	✓		86.52	✓	
4	80.00	✓		89.78	✓	
5	82.86	✓		87.92	✓	
6	82.86	✓		86.15	✓	
7	82.86	✓		86.43	✓	
8	82.86	✓		83.36	✓	
9	85.71	✓		86.43	✓	
10	82.86	✓		83.74	✓	
11	85.71	✓		85.22	✓	
12	80.00	✓		83.46	✓	
13	80.00	✓		82.34	✓	

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

คนที่	ภาคทฤษฎี	เกณฑ์ 80		ภาคปฏิบัติ	เกณฑ์ 80	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
14	85.71	✓		84.39	✓	
15	85.71	✓		85.97	✓	
16	88.57	✓		83.09	✓	
17	77.14		✓	78.90		✓
18	74.29		✓	78.53		✓
19	88.57	✓		84.39	✓	
20	91.43	✓		86.34	✓	
ค่าเฉลี่ยรวม	83.57	คิดเป็นร้อยละ 90		84.61	คิดเป็นร้อยละ 90	

คิดคะแนนเฉลี่ยรวมเป็นร้อยละ 84.09

ผ่านการฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละ 90

จากตารางที่ 4.3 ตารางสรุปผลคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติพบว่า ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต บริษัทเวสเทิร์นดิิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน ทั้งในส่วนของภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 84.09

สรุปผลจากการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ จากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ อยู่ในระดับร้อยละ 84.09 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ได้ผลสรุปการวิจัยดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{x} \geq 3.50$)
2. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยร้อยละ 80 ของกลุ่มตัวอย่างผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์
2. แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบรายการความสามารถจากชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเพื่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ได้นำชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์ ที่สร้างขึ้นทดลองกับเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตของบริษัทเวสเทิร์นดิจिटอล (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษารายละเอียด คำแนะนำ และข้อควรปฏิบัติในการใช้งานชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์
2. ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์ ในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการให้เรียนรู้จำนวน 9 หน่วยการเรียนรู้ใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง โดยให้แต่ละคนได้ศึกษาบทเรียนเองตามความพึงพอใจ
3. เมื่อดำเนินการศึกษาบทเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในภาคทฤษฎีที่สร้างขึ้น
4. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไอร์แลนด์

การประเมินผลจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

1. เตรียมคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งระบบมัลติมีเดีย ติดตั้งชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

2. แนะนำการใช้งานชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ อธิบายตามลำดับหัวข้อหน่วยการเรียนรู้และวิธีการประเมินผล

3. ให้ผู้ฝึกปฏิบัติศึกษาจากชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ จนจบทุกบทเรียน จากนั้นให้ผู้ฝึกปฏิบัติขอเข้ารับการประเมินผล โดยทำแบบทดสอบภาคทฤษฎีจำนวน 35 ข้อ และทดสอบภาคปฏิบัติด้วยแบบทดสอบรายการความสามารถต่อไป โดยการทดสอบในภาคปฏิบัติจะให้ผู้ฝึกปฏิบัติเข้าทดสอบตามหัวข้อที่ผู้ฝึกปฏิบัติพร้อมที่จะทำการทดสอบ จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ

4. นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมาให้ผู้ฝึกปฏิบัติ ตามที่ได้ศึกษาจากชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ในภาคทฤษฎีเมื่อผู้ฝึกปฏิบัติพร้อมที่จะทดสอบและขอเข้ารับการประเมินผลจากผู้อบรม โดยผู้อบรมจะคอยสังเกตการปฏิบัติงานของผู้ฝึกปฏิบัติและประเมินผลตามแบบรายการความสามารถ ตามเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ

5. นำคะแนนที่ได้ทั้งส่วนของภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติมารวมกัน จากนั้นวิเคราะห์หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ จากคะแนนทั้งสองส่วน

6. ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม ด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.82 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และด้านการผลิตสื่อมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.26 มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านยอมรับชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิตได้

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถจากการให้ผู้ฝึกปฏิบัติทำแบบทดสอบวัดรายการความสามารถทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต จำนวน 20 คน ผลการทดสอบมีเจ้าหน้าที่ผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติทั้งหมด โดยทำแบบทดสอบในภาคทฤษฎีได้คะแนนอยู่ที่ร้อยละ 83.57 และในภาคปฏิบัติอยู่ที่ร้อยละ 84.61 ดังนั้นเจ้าหน้าที่และบุคลากรที่เข้ารับการฝึกปฏิบัติทำแบบทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติรวมกันคิดเป็นร้อยละ 84.09

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ปรากฏว่าชุดฝึกปฏิบัติมีประสิทธิภาพเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติ เมื่อฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่สร้างขึ้นสามารถผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้วยระดับคะแนนร้อยละ 84.09

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ สามารถนำไปฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เป็นเจ้าหน้าที่และบุคลากรแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต หลังจากที่ได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาจากชุดฝึกอบรมแล้วพบว่า สามารถทำแบบทดสอบวัดรายการความสามารถทางการการเรียนรู้ทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยเจ้าหน้าที่และบุคลากรผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ของผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติทั้งหมด โดยได้ระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 80 ของผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติทั้งหมด การที่ผู้เข้ารับการฝึกปฏิบัติสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และเกิดการเรียนรู้จนทำให้สามารถทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ได้ทุกคนเนื่องจากการศึกษาด้วยชุดฝึกปฏิบัตินี้มีการนำภาพถ่ายเกี่ยวกับระบบที่เสมือนของจริงมาแสดงประกอบการบรรยายด้วยเสียงซึ่งคิดว่าการทำงานของพนักงานจะได้เห็นแต่เฉพาะแผนผังของโครงสร้างและบล็อกไดอะแกรม ทำให้พนักงานเกิดความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนในภาคปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เป็นแบบวัดรายการความสามารถทางการเรียนรู้ ซึ่งจะเน้นการเรียนรู้ด้านปฏิบัติหรือทักษะของพนักงานสามารถช่วยให้พนักงานฝึกฝนตนเองโดยไม่จำกัดเวลาทำให้พนักงานสามารถที่จะศึกษาจากบทเรียนได้อย่างละเอียดครบทุกขั้นตอน แสดงว่าชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ สามารถให้ความรู้เกี่ยวกับการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ว่าที ร.ต. เกษา อยู่แก้ว (2552 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการ โปรแกรมชุดสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ผลการวิจัยปรากฏว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านการทดสอบทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ด้วยคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 92.65 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 สามารถผ่านการทดสอบด้วยคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

ดังนั้นชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถนำไปใช้กับเจ้าหน้าที่และบุคลากรหรือผู้ที่สนใจในเนื้อหาเรื่องนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ สามารถใช้ป็นสื่อช่วยฝึกอบรมพนักงานที่จะเข้ามาทำงานในแผนกควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และแผนกควบคุมไฟฟ้าสถิต
2. ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ สามารถนำไปใช้ฝึกอบรมให้กับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบดังกล่าวในอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ได้ เช่น อุตสาหกรรมผลิตยาเวชภัณฑ์ เป็นต้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยระบบประเภทอื่นๆ ที่ใช้งานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ให้ครอบคลุม เช่น ระบบตรวจสอบสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ (CIM) เป็นต้น
2. เนื้อหาในการผลิตสื่อควรเพิ่มเติมในเรื่องการบำรุงรักษาและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบให้มีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2543. คู่มือการพัฒนาชุดฝึก CBST

กรุงเทพฯ: สำนักที่ปรึกษาโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการพัฒนาฝีมือแรงงาน

ถนนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาดงจรสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : บริษัท วงกลม

โปรดักชั่น.

ธวัช จันทรสุวรรณ. 2550. “วิธีทัศน์ช่วยฝึกทักษะเรื่อง การบริการติดตั้งเครื่องเสียงรถยนต์.”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิต

วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นพดล บุญเกื้อ. 2549. “การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม ขั้นตอนการปฏิบัติงานสถานีเครือข่ายของ

โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ CDMA.” ปรินญานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรี

นครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวัดผลและการประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรี

นครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2547. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทาง

การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรี.

ประยูทธ์ นิลวงศ์. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การฝึกปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.” วิทยานิพนธ์

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักงาน

ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. เอกสารประกอบการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : คณะครุ

ศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิเชษฐ นิมิตรรัตน์. 2549. “การพัฒนาชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์ตรวจวัดแสง วิชาเซนเซอร์และ

ทรานสดิวเซอร์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ

ทหารลาดกระบัง.

พชรทอง โพธิ์ปัญญา. 2540. “การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการติดต่อสื่อสารด้วย

เส้นใยแก้วนำแสง.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า บัณฑิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พิพัฒน์ สมใจ. 2545. “การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรออปแอมป์ วิชาปฏิบัติ อิเล็กทรอนิกส์ 1 โปรแกรมวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรอนุปริญญา สถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิสิฐ เมธาภัทร และธีรพล เมธากุล. 2539. *ยุทธวิธีการสอนวิชาเทคนิค*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ภัทรา นิคมานนท์. 2539. *การจัดและการประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ*. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.

รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542. *การทำวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ที.พี. พรินท์

ล้วน สายยศ. 2538. *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สุริยาสาสน

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2530. *แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสอนประเภทอุปกรณ์สาทิติ*. วารสาร อาชีวศึกษา.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2543. *สื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ว่าที่ ร.ต. เกชา อยู่แก้ว. 2552. “ชุดฝึกทักษะแบบฐานสมรรถนะ เรื่องการติดตั้งและการ โปรแกรม ชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาพร จำรัสเลิศลักษณ์. 2543. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองประกอบการฝึกอบรม เรื่อง วงจรชุดอุปกรณ์แฮนด์ฟรี.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุดารัตน์ ดั่งกุล. 2548. “การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการฝึกอบรมวิชาทฤษฎี เรื่องเทคนิคการซ่อมโทรศัพท์เคลื่อนที่ระดับต้น หลักสูตรระดับฝีมือ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 1 สมุทรปราการ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุรินทร์ นิยมมางกุล. 2546. *เทคนิคการสูมตัวอย่าง*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กราฟแมนเพรส.

Best, J.W. 1970. Research in education. New Delhi : Prentice-Hall

Stephen Halpein. 1990. Eumstat : **Guidelines for Static Control Management**. [Online].

Available : <http://www.mtx.th.com/articles/part1.htm>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

- หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจประเมินสื่อการสอนเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



คำสั่งคณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 043 2552

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบสำรอง ของ นายยุทธนา ไชยลังกา

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายยุทธนา ไชยลังกา รหัสประจำตัว 49063551
เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและพิจารณาหัวข้อ
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสติน ณ อยุธยา	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รศ.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	ประธานกรรมการ
ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	กรรมการ
ผศ.ดร.ธีระพล	เทพหัสติน ณ อยุธยา	กรรมการ
รศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	กรรมการ
นอ.ดร.วีระชัย	เชาว์กานีด	กรรมการ (กรรมการภายนอก)
3. คณะกรรมการสอบสำรอง

รศ.ดร.กัลยาณี	จิตต์การุณย์	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตพิเศษ)
ผศ.ประเสริฐ	เคนพินท้อ	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตประจำ)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2552 ให้ดำเนินการดังนี้

นายยุทธนา ไชยลังการหัสประจำตัว 49063551 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Training Package for Installation of the Clean Room Environment Inspection System in Hard Disk Drive Industry)” โดยมี คร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2552

(รองศาสตราจารย์ ธีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692
ที่ ศช 0524.04 / 1960 วันที่ 14 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อชุดฝึกอบรมด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี / รศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี

ด้วย นายยุทธนา ไชยลังกา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดใน
อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์” โดยมี คร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอ
เชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อชุดฝึกอบรมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด
ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายยุทธนา ไชยลังกา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินชุดฝึกอบรมด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาและหวังว่าจะ ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 1960

วันที่

14 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อชุดฝึกอบรมด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.โกศล ตราชู / ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ด้วย นายยุทธนา ไชยลังกา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อชุดฝึกอบรมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายยุทธนา ไชยลังกา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินชุดฝึกอบรมด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญศักดิ์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 1960



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อชุดฝึกอบรมด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์คณินันต์ ปาลีเสียม


สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินชุดฝึกอบรมด้านการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายยุทธนา ไชยลังกา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์" โดยมี ดร.สมชาย หมีนสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อชุดฝึกอบรมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายยุทธนา ไชยลังกา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานค่านับบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศท 0524.04/ 1960



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินชุดฝึกอบรมด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย
เรียน คุณสุชาติ มรกฏ

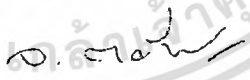
- สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แบบทดสอบและแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับชุดฝึกอบรมฯ
เพื่อการวิจัย
2. แบบประเมินชุดฝึกอบรมด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายอุทธรณ์ ไชยลังกา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดใน
อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์" โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินชุดฝึกอบรมที่ว่านี้เมื่อหา
ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุดเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายอุทธรณ์ ไชยลังกา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศช 0524.04/ 1960



คณะกรรมการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินชุดฝึกอบรมด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน คุณฉัฐพงศ์ ภาคธรรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แบบทดสอบและแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับชุดฝึกอบรมฯ
เพื่อการวิจัย

2. แบบประเมินชุดฝึกอบรมด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายยุทธนา ไชยลังกา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์" โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ศศ.ดร.วีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการฯ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินชุดฝึกอบรมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายยุทธนา ไชยลังกา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ที่ ศธ 0524.04/ 1960



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

44 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินชุดฝึกอบรมด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน คุณพิศาล พัฒนทาทาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. แบบทดสอบและแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับชุดฝึกอบรม
เพื่อการวิจัย

2. แบบประเมินชุดฝึกอบรมด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายยุทธนา ไชยลังกา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดใน
อุตสาหกรรมสารคดีดิจิทัล" โดยมี คร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและประเมินชุดฝึกอบรมนี้ว่ามีเนื้อหา
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายยุทธนา ไชยลังกา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ที่ ศธ 0524.04/ 2387



คณะกรรมการผู้ค้ำจุน
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 กันยายน 2552

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน คุณสุชาติ มรกต

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายยุทธนา ไชยลังกา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์” โดยมี ดร.สมชาย หมั่นสาขญาดี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติ หัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2552 คณะกรรมการผู้ค้ำจุนฯ จึงขอ ความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้ นายยุทธนา ไชยลังกา ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบฯ เพื่อการวิจัยภายในสถานประกอบการท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองอธิการบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนอธิการบดี

ส่วนบริหารงานทั่วไป

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-138-1148

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ และแบบประเมินชุดฝึกอบรบการติดตั้งระบบตรวจสอบ
สภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ

- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ
- แบบประเมินด้านเนื้อหา
- แบบประเมินด้านการผลิตสื่อ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ

ในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ ซึ่งมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. คุณสุชาติ มรกฏ หัวหน้าวิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด
2. คุณพิศาล พัฒนทายาท วิศวกรระบบ Real Time Monitoring System & ESD Control บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด
3. คุณณัฐพงศ์ ภาคธรรม กรรมการผู้จัดการ บริษัท บิ๊กควอลิตี้ จำกัด

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ผศ. โกศล ตราชู อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงสี อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อ. คณินนิตย์ ปาลีเยี่ยม อาจารย์ประจำคณะวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร

แบบประเมินชุดฝึกอบรวมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด
ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง

1. โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ประเมิน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้
 - 5 หมายถึง ดีมาก
 - 4 หมายถึง ดี
 - 3 หมายถึง ปานกลาง
 - 2 หมายถึง พอใช้
 - 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
2. ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

รายการ (เนื้อหา)	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องของการติดตั้ง, การเชื่อมต่อ และการปรับตั้งค่า					
1.1 การติดตั้งโปรแกรมสำหรับ Server					
1.2 การกำหนดค่าในไฟล์ .INI สำหรับ Server					
1.3 การสร้างและบริหารจัดการกับ Database					
1.4 การใช้งานและปรับตั้งค่า View Station					
1.5 การติดตั้งโปรแกรม ACU					
1.6 การกำหนดค่าในไฟล์ .INI และการกำหนด Port สำหรับ ACU					
1.7 การสร้างและกำหนดค่า Configuration					
1.8 การเชื่อมต่อ Switching กับ Novx					
1.9 การปรับตั้งค่าและกำหนดค่าสำหรับ Novx					
1.10 การเชื่อมต่อและตรวจเช็คสถานะ APC					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ (เนื้อหา)	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.11 การเชื่อมต่อและการกำหนดค่า Configuration สำหรับ SIU					
1.12 การเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor					
1.13 การเชื่อมต่อ Temperature Sensor					
1.14 การเชื่อมต่อ Silica					
2. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา					
3. ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา					
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน					
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา					
6. ความพอเพียงของเนื้อหาโดยรวม					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วันที่/...../...../

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด
ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (ด้านการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง

- โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้ประเมินโดยให้ระดับคะแนนดังนี้
 - หมายถึง ดีมาก
 - หมายถึง ดี
 - หมายถึง ปานกลาง
 - หมายถึง พอใช้
 - หมายถึง ควรปรับปรุง
- ให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ					
1.3 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหาตามขั้นตอน					
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.6 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละหน่วย/ตอน/เรื่อง					
1.7 ลำดับเรื่องในการนำเสนอ					
1.8 ความสอดคล้องของเนื้อหากับหัวเรื่องในแต่ละหน่วย/ตอน/เรื่อง					
2. ภาพและตัวอักษร					
2.1 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย					
2.2 ภาพที่นำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2.3 ความชัดเจนของภาพ					
2.4 ความเหมาะสมของขนาดของภาพที่ใช้					
2.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
2.6 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
2.7 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและเสียงบรรยาย					
3. เวลา					
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหา					
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย					
3.3 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่/...../...../

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

**แบบทดสอบสำหรับผู้ฝึกปฏิบัติชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อม
ภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์**

- แบบทดสอบภาคทฤษฎีของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
- แบบทดสอบรายการความสามารถของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

แบบทดสอบภาคทฤษฎีของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายใน
ห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

คำชี้แจง

โปรดกาเครื่องหมาย (X) ในหัวข้อที่ท่านคิดว่าถูกต้องที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของ Airborne Particle Counting (APC)?
 - ก. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าสถิต
 - ข. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง ขนาดเล็ก
 - ค. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดความแตกต่างของระดับความดันอากาศ
 - ง. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดระดับของระดับปริมาณความสะอาดของน้ำยา

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องมากที่สุดเกี่ยวกับความสามารถในการวัดปริมาณฝุ่นของ APC Sensor ?
 - ก. สามารถวัดปริมาณเม็ดฝุ่นที่อยู่ภายในพื้นที่บริเวณ 0.5 คิวบิตฟุต/นาที่
 - ข. สามารถวัดปริมาณเม็ดฝุ่นที่อยู่ภายในพื้นที่บริเวณ 1 คิวบิตฟุต/นาที่
 - ค. สามารถวัดปริมาณเม็ดฝุ่นที่อยู่ภายในพื้นที่บริเวณ 1.5 คิวบิตฟุต/นาที่
 - ง. สามารถวัดปริมาณเม็ดฝุ่นที่อยู่ภายในพื้นที่บริเวณ 2 คิวบิตฟุต/นาที่

3. ตัวเลขที่อยู่ทางด้านหน้าของ APC หลักใด ที่ใช้ระบุขนาดความสามารถของการอ่านค่าเม็ดฝุ่นที่เล็กที่สุดได้?
 - ก. หลักที่ 1
 - ข. หลักที่ 2
 - ค. หลักที่ 3
 - ง. หลักที่ 4

4. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของ Novx?
 - ก. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าสถิต
 - ข. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง ขนาดเล็ก
 - ค. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดความแตกต่างของระดับความดันอากาศ
 - ง. เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดระดับของระดับปริมาณความสะอาดของน้ำยา

5. Port Connection ในข้อใดที่ไม่ได้อยู่ในส่วนประกอบของ Novx?.
- Remote Box
 - Air Ionizer
 - Wrist strap Grounding
 - RS-232 Connection**
6. Antenna ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Novx ใช้ทำหน้าที่เพื่ออะไร?
- ใช้วัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก
 - ใช้วัดอัตราการไหลของลม
 - ใช้วัดปริมาณไฟฟ้าสถิต**
 - ใช้วัดความเร็วของพัดลมของ Ionizer
7. การเชื่อมต่อแรงดันไฟให้กับ Novx ต้องป้อนแรงดันกี่โวลท์?
- 5 โวลท์
 - 10 โวลท์
 - 12 โวลท์**
 - 24 โวลท์
8. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของ Differential Pressure Sensor?.
- เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดความต่างของแรงดันระหว่างพื้นที่สองพื้นที่
 - เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของแรงลมระหว่างพื้นที่สองพื้นที่
 - เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดปริมาณความเร็วของลมระหว่างพื้นที่สองพื้นที่
 - ไม่มีข้อใดถูก**
9. การเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor จะเชื่อมต่อผ่านDB ชนิดใด?.
- DB-12
 - DB-13
 - DB-14
 - DB-15**

10. จากคำถามข้อที่ 9. เราต้องเข้าหัวสายแบบใดเพื่อเชื่อมต่อผ่าน DB ชนิดดังกล่าว?
- เข้าหัวสายแบบตรง
 - เข้าหัวสายแบบไขว้
 - เข้าหัวสายแบบตรงและอีกฝั่งที่เหลือเข้าหัวสายแบบไขว้
 - ไม่มีข้อถูก
11. Differential Pressure Sensor ต้องเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ชนิดใดเพื่อทำการส่งผ่านข้อมูล?
- Novx
 - Switching
 - Sensor Interface Unit (SIU)**
 - Area Control Unit (ACU)
12. Differential Pressure Sensor ใช้แหล่งจ่ายไฟจากที่ใดสำหรับเชื่อมต่อใช้งาน?
- ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก Adapter
 - ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก **Sensor Interface Unit (SIU)** ผ่าน DB-15
 - ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก Area Control Unit (ACU) ผ่าน Port RS-232
 - ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก Switching ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อผ่านคู่สายสัญญาณ
13. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของ Temperature Sensor?
- เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดปริมาณไฟฟ้าสถิต
 - เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดปริมาณอุณหภูมิ
 - เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดปริมาณน้ำยาเคมี
 - เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดปริมาณแรงดันความกดอากาศภายในห้อง
14. Temperature Sensor จะส่งผ่านข้อมูลที่อ่านค่าได้ไปยังอุปกรณ์ใด?
- Novx
 - Switching
 - Sensor Interface Unit (SIU)**
 - Area Control Unit (ACU)

15. จากข้อที่ 14. การเชื่อมต่อผ่านอุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นการเชื่อมต่อผ่าน Port ชนิดใด?

- ก. Port Internet
- ข. Port LAN
- ค. Port Frequency
- ง. Port Analog

16. การเชื่อมต่อ Temperature Sensor จะเชื่อมต่อผ่านDB ชนิดใด?

- ก. DB-12
- ข. DB-13
- ค. DB-14
- ง. DB-15

17. สายสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อ Temperature ต้องเป็นสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแบบใด?

- ก. เข้าหัวสายแบบไขว้
- ข. เข้าหัวสายแบบตรง
- ค. เข้าหัวสายแบบตรงและอีกฝั่งที่เหลือเข้าหัวสายแบบไขว้
- ง. ไม่มีข้อถูก

18. Temperature Sensor ใช้แหล่งจ่ายไฟจากที่ใดสำหรับเชื่อมต่อใช้งาน?

- ก. ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก Adapter
- ข. ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก Sensor Interface Unit (SIU) ผ่าน DB-15
- ค. ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก Area Control Unit (ACU) ผ่าน Port RS-232
- ง. ใช้แหล่งจ่ายไฟจาก Switching ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อผ่านคู่สายสัญญาณ

19. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของ Silica 5000 Series?

- ก. เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดระดับความเข้มข้นของน้ำยา
- ข. เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดปริมาณแสงจาก Laser Diode
- ค. เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดระดับอัตราความหนืดของของเหลว
- ง. เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดปริมาตรของของเหลวที่มีความละเอียดสูง

20. ลักษณะของสัญญาณที่ Silica 5000 Series ส่งออกมาจะอยู่ในรูปแบบลักษณะใด?
- Voltage Source
 - Current Source
 - Voltage Loop
 - Current Loop**
21. เมื่อเราทำการเชื่อมต่อ Silica 5000 Series เข้ากับ Sensor Interface Unit (SIU) จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับ Port ชนิดใด?
- Port Frequency
 - Port Digital
 - Port Analog**
 - ไม่มีข้อถูก
22. เมื่อเราทำการเชื่อมต่อ Silica 5000 Series เข้ากับ Area Control Unit (ACU) จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับ Port ชนิดใด?
- Port RS - 232 ของ ACU**
 - Port RS - 485 ของ ACU
 - Port RS - 422 ของ ACU
 - Port RS - 455 ของ ACU
23. Switching มีการติดต่อสื่อสารข้อมูลอยู่ในรูปแบบใด?
- เป็นการติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่าน Modbus
 - เป็นการติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่าน Com Line
 - เป็นการติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่าน Slave
 - เป็นการติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่าน IP Address
24. การเชื่อมต่อ Switching กับ Switching ต้องใช้สายที่เข้าหัวสายแบบใด?
- เข้าหัวสายแบบไขว้**
 - เข้าหัวสายแบบตรง
 - เข้าหัวสายแบบตรงและอีกฝั่งที่เหลือเข้าหัวสายแบบไขว้
 - ไม่มีข้อถูก

25. การเชื่อมต่อ PC กับ Novx ต้องใช้สายที่เข้าหัวสายแบบใด?

- ก. เข้าหัวสายแบบไขว้
- ข. เข้าหัวสายแบบตรง
- ค. ใช้ได้ทั้งข้อ ก. และข้อ ข.
- ง. ไม่มีข้อถูก

26. ข้อใดกล่าวถึงคุณสมบัติของ Sensor Interface Unit (SIU) ได้ถูกต้อง?

- ก. SIU เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานเพื่อการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ Network ที่มีการติดต่อสื่อสารอยู่ในรูปแบบ TCP/IP
- ข. SIU เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรายงานผลหรือแสดงผลของค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ได้โดยตรง
- ค. SIU เป็นอุปกรณ์สำหรับติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ เซ็นเซอร์ต่างๆ ที่มีการติดต่อสื่อสารแบบ Frequency และ Analog
- ง. ถูกทุกข้อ

27. Sensor Interface Unit (SIU) มีรูปแบบการติดต่อสื่อสารแบบใด?

- ก. แบบ Frequency และ Digital
- ข. แบบ Frequency และ Analog
- ค. แบบ Voltage และ Digital
- ง. แบบ Voltage และ Analog

28. Sensor Interface Unit (SIU) มีอยู่ด้วยกันกี่ชนิด?

- ก. 2 ชนิด
- ข. 3 ชนิด
- ค. 4 ชนิด
- ง. 5 ชนิด

29. Sensor Interface Unit (SIU) ชนิด Large Size มี Port ที่เชื่อมต่อใช้งานอยู่ทั้งหมดกี่ Port?

- ก. 20 Ports
- ข. 50 Ports
- ค. 100 Ports
- ง. 120 Ports

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30. การเชื่อมต่อ Sensor Interface Unit (SIU) เข้ากับ Area Control Unit (ACU) หรือ PC จะต้องเชื่อมต่อผ่าน Port ชนิดใด?

- ก. Port RS - 232 ของ ACU
- ข. Port RS - 485 ของ ACU
- ค. Port RS - 422 ของ ACU
- ง. Port RS - 455 ของ ACU

31. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่ของ Area Control Unit (ACU) ได้ถูกต้องมากที่สุด?

- ก. ACU เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันให้กับเซ็นเซอร์ ซึ่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์แต่ละประเภทนั้นใช้แรงดันที่แตกต่างกัน
- ข. ACU เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนสะพานในกาติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เซ็นเซอร์กับเครื่องเซอร์ฟเวอร์
- ค. ACU เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์เพื่อนำข้อมูลจากผลจากการวัดจากตัวเซ็นเซอร์มาทำการประมวลผล
- ง. ACU เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ติดต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์เพื่อทำการสั่งงานให้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ทำหน้าที่วัดค่าต่างๆที่ทำการโปรแกรมจากเครื่อง ACU

32. เมื่อ Area Control Unit (ACU) ประมวลผลเรียบร้อยแล้ว จะส่งผลหรือค่าที่ประมวลผลได้ให้อุปกรณ์ชนิดใด?

- ก. SIU
- ข. Novx
- ค. Server
- ง. Silica

33. การติดต่อสื่อสารระหว่างเอชียูกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์หรือเอชียูกับเครื่องเซอร์ฟเวอร์มีกี่ลักษณะ ?

- ก. 1 ลักษณะ
- ข. 2 ลักษณะ
- ค. 3 ลักษณะ
- ง. 4 ลักษณะ

34. การใช้งาน Area Control Unit (ACU) เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์จะกระทำผ่าน โปรแกรมใด ?

- ก. Sybase Central
- ข. Calibrator_Reader
- ค. Lantronics Redirector
- ง. **Lighthouse Monitoring System (LMS)**

35. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่ของเซิร์ฟเวอร์ (Server) ได้ถูกต้องและชัดเจนมากที่สุด?

- ก. การแสดงผลของข้อมูลที่เซ็นเซอร์วัดได้ ซึ่งข้อมูลที่แสดงจะอยู่ในรูปแบบ Real Time
- ข. การบันทึกข้อมูลจากค่าที่อุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดได้ให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล
- ค. การบันทึกข้อมูลจาก Area Control Unit (ACU) ให้อยู่ในรูปแบบของงานข้อมูล
- ง. การบันทึกผลข้อมูลที่อุปกรณ์เซ็นเซอร์วัดได้ให้อยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล (Database) และการให้สิทธิในการเรียกดูฐานข้อมูล (Database) ของ User



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบรายการความสามารถของชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบ
สภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

คำชี้แจง

โปรดกาเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างที่ท่านคิดว่าเป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถของผู้เข้ารับการอบรม โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

ระดับ 4 หมายถึง ทำได้โดยไม่ต้องถามเลย

ระดับ 3 หมายถึง ทำได้แต่มีการถามหนึ่งครั้ง

ระดับ 2 หมายถึง ทำได้แต่มีการถาม 2-3 ครั้ง

ระดับ 1 หมายถึง ทำได้แต่ต้องมีการถามหลายครั้ง

ระดับ 0 หมายถึง ทำไม่ได้ถึงแม้จะถามแล้วก็ตาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Airborne Particle Counting (APC)

แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Airborne Particle Counting (APC)

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถระบุรุ่นของ APC Sensor ในตระกูล Lighthouse Product ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะงาน					
2. สามารถเชื่อมต่อสาย Pick up Tube และ Vacuum Tube เข้ากับ APC Sensor ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม					
3. สามารถเชื่อมต่อ APC Sensor เข้ากับ Novx ได้อย่างถูกต้อง					
3.1 เข้าหัวสายแบบสายตรงเพื่อเชื่อมต่อ ACP Sensor เข้ากับ Novx ได้					
3.2 ใช้สายตรงที่เข้าหัวสายเรียบร้อยแล้วเชื่อม Port ของ ACP เข้ากับ Port Internet ของ Novx ได้					
4. สามารถตรวจเช็คสถานะของ APC Sensor ว่าใช้งานได้หรือไม่					
4.1 ระบุสถานะของเซ็นเซอร์ที่กำลังทำงานสภาวะปกติได้					
4.2 ระบุสถานะของเซ็นเซอร์ที่มีปัญหา (Service Condition) ได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Novx

แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Novx

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถปรับ Dip Switch สำหรับเลือก Board Rate Communication ได้อย่างถูกต้อง					
1.1 เปิดฝาครอบ Dip Switch สำหรับเลือก Board Rate Communication					
1.2 ปรับ Board Rate Communication ให้อยู่ในสถานะ On (Board Rate = 19200)					
1.3 ปรับ Board Rate Communication ให้อยู่ในสถานะ Off (Board Rate = 115200)					
2. สามารถปรับ Dip Switch สำหรับ Set หมายเลข Address Code และ เปิด/ปิด Modbus Communication Mode ได้อย่างถูกต้อง					
2.1 เปิดฝาครอบ Dip Switch สำหรับ Set หมายเลข Address Code					
2.2 กำหนด Pin 1-5 สำหรับปรับเลือกหมายเลข Address Code					
2.3 กำหนด Pin 6 สำหรับเลือก เปิด/ปิด Modbus Communication Mode					
3. สามารถตั้งค่าหมายเลข IP Address ให้กับตัว Novx ได้อย่างถูกต้อง					
3.1 เชื่อมต่อ Novx เข้ากับ PC โดยผ่าน Port LAN ของ Novx และ PC					
3.2 ตั้งหมายเลข IP Address ของเครื่อง PC					
3.3 เปิดโปรแกรม Calibrator_Reader					
3.4 กดปุ่ม TCP Redirector เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการ Set หมายเลข IP Address					
3.5 ทำการกำหนดหมายเลข IP Address, Comport และ TCP Port					
4. สามารถปรับตั้งค่า/แก้ไข configuration ภายในตัว Novx ได้					
4.1 เปิดโปรแกรม Calibrator_Reader					
4.2 กดปุ่ม Find Address เพื่อค้นหาหมายเลข IP Address					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
4.3 กดปุ่ม Use Modbus Com เพื่อเข้าสู่การ Set Configuration					
4.4 Set ค่า Configuration สำหรับ โหมดของ ESD และ APC Reset ค่า Alarm ที่เกิดขึ้นกับตัว Novx					
5. สามารถทำการ Reset ค่า Alarm ที่เกิดขึ้นได้					
5.1 Reset APC Alarm					
5.2 Reset ESD Alarm					
6. สามารถทำการ เชื่อมต่อ Novx เข้ากับ Switching ได้					
6.1 เข้าหัวสายแบบสายตรง					
6.2 เชื่อมต่อสายที่สัญญาณเข้ากับ Port ของ Switching					
6.3 เชื่อมต่อสายที่สัญญาณเข้ากับ Port Internet ของ Novx					
7. สามารถตรวจเช็คสถานะต่างๆจากสถานะไฟทางด้านหน้าของ Novx ได้อย่างถูกต้อง					
7.1 ระบุตำแหน่งของสถานะไฟแสดงปริมาณ Proximity					
7.2 ระบุตำแหน่งไฟ Display แสดงโหมดการสื่อสาร					
7.3 ระบุตำแหน่งไฟสถานะการส่งผ่านข้อมูลของ Novx					
7.4 ระบุสถานะของสาย Wrist Strap					
7.5 ระบุสถานะของสาย Ground					
7.6 ระบุตำแหน่งของไฟสถานะแสดงปริมาณเมื่อดูที่อ่านได้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Switching

แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Switching

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถเชื่อมต่อ Novx เข้ากับ Switching ได้					
1.1 เข้าสายสัญญาณแบบสายตรง					
1.2 เชื่อมต่อสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแล้วเข้ากับ Port ของ Switching					
1.3 เชื่อมต่อสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแล้วเข้ากับ Port Internet ที่อยู่ทางด้านหลังของ Novx					
1.4 ระบุสถานะของไฟที่ Port ของ Switching					
1.5 ระบุสถานะของไฟที่ Port Internet ของ Novx					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor (DP Sensor)

แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor (DP Sensor)

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถเข้า Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับ Differential Pressure Sensor ได้อย่างถูกต้อง					
1.1 เปิดฝาครอบทางด้านหน้าของ DB-15 ตัวเมีย					
1.2 เชื่อมต่อสายสัญญาณ					
2. สามารถเข้า Pin DB-15 ตัวผู้ สำหรับเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor เข้ากับ SIU ได้อย่างถูกต้อง					
2.1 เปิดฝาครอบทางด้านหน้าของ DB-15 ตัวผู้					
2.2 เชื่อมต่อสายสัญญาณ					
3. สามารถเชื่อมต่อท่อ Hi และ Low ของ Differential Pressure Sensor ได้อย่างถูกต้อง					
3.1 ต่อท่อ Tube เข้ากับท่อ Height					
3.2 ต่อท่อ Tube เข้ากับท่อ Low					
4. สามารถเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor เข้ากับ SIU ได้อย่างถูกต้อง					
4.1 เข้าหัวสายสัญญาณแบบสายตรง					
4.2 เชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับ DB-15 ตัวเมีย					
4.3 เชื่อมต่อ DB-15 ตัวเมีย เข้ากับ DP Sensor					
4.4 เชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับ DB-15 ตัวผู้					
4.5 เชื่อมต่อ DB-15 ตัวผู้เข้ากับ Port Frequency ของ SIU					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Temperature Sensor

แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Differential Temperature Sensor

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถเข้า Pin DB-15 ตัวเมีย สำหรับ Temperature Sensor ได้ อย่างถูกต้อง					
1.1 เปิดฝาครอบทางด้านหน้าของ DB-15 ตัวเมีย					
1.2 เชื่อมต่อสายสัญญาณ					
2. สามารถเข้า Pin DB-15 ตัวผู้ สำหรับเชื่อมต่อ Temperature Sensor เข้ากับ SIU ได้อย่างถูกต้อง					
2.1 เปิดฝาครอบทางด้านหน้าของ DB-15 ตัวผู้					
2.2 เชื่อมต่อสายสัญญาณ					
3. สามารถเชื่อมต่อ Temperature Sensor เข้ากับ SIU ได้อย่างถูกต้อง					
3.1 เข้าหัวสายสัญญาณแบบสายตรง					
3.2 เชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับ DB-15 ตัวเมีย					
3.3 เชื่อมต่อ DB-15 ตัวเมีย เข้ากับ Temperature Sensor					
3.4 เชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับ DB-15 ตัวผู้					
3.5 เชื่อมต่อ DB-15 ตัวผู้เข้ากับ Port Frequency ของ SIU					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Silica 5000 Series

แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Silica 5000 Series

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถเชื่อมต่อ Silica 5000 Series เข้ากับ ACU ได้					
1.1 เชื่อมต่อสายเข้ากับ Port Out ที่อยู่ทางด้านหลังของ Silica					
1.2 เชื่อม Pin DB-9 ตัวผู้					
1.3 เชื่อมต่อสายสัญญาณที่ต่อมาจาก Silica เข้ากับ DB-9 ตัวผู้					
1.4 เชื่อมต่อ DB-15 ตัวผู้เข้ากับ SIU ที่ Card Analog					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Sensor Interface Unit (SIU)

แบบทดสอบรายการความสามารถการเชื่อมต่อ Sensor Interface Unit (SIU)

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถระบุลักษณะของการเลือกใช้งาน Frequency Card และ Analog Card ได้อย่างถูกต้อง					
2. สามารถเข้า Pin สำหรับ DB-9 เพื่อเชื่อมต่อ SIU เข้ากับ ACU หรือ PC ได้					
2.1 เปิดฝาของ DB-9 ตัวผู้					
2.2 เข้า Pin DB-9 ตัวผู้					
2.3 เข้า Pin DB-9 ตัวผู้ อีกฝั่งโดยการสลับสีให้ต่างจาก Pin ของ DB-9 ตัวเมีย ก่อนหน้านี้					
3. สามารถเชื่อมต่อ SIU เข้ากับ ACU หรือ PC ได้					
3.1 เข้าสายสัญญาณแบบสายตรง					
3.2 เชื่อมต่อ DB-9 ตัวผู้ เข้ากับ Port DB-9 ตัวเมีย ของ SIU					
3.3 เชื่อมต่อสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแล้วเข้ากับ DB-9 ตัวผู้					
3.4 เชื่อมต่อสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแล้วเข้ากับ DB-9 ตัวเมีย					
3.5 เชื่อมต่อ DB-9 ตัวเมีย เข้ากับ Port DB-9 ตัวผู้ ของ PC					
4. สามารถทำการ Configuration ข้อมูลภายใน สำหรับปรับตั้งค่าให้กับ SIU ได้					
4.1 ดับเบิ้ลคลิกไอคอน Itermd ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ TOOLS					
4.2 ใช้คำสั่งสำหรับการเรียกดูคำสั่งหลัก โดยพิมพ์คำสั่ง Shift + @ => Shift + ? จากนั้นกดปุ่ม Enter					
4.3 ใช้คำสั่งในการอ่านค่า Card โดยพิมพ์คำสั่ง Shift + @ => RDBD => Enter					
4.4 ใช้คำสั่งเพื่อการกำหนดชนิดของ Card โดยพิมพ์คำสั่งตามรูปแบบคำสั่ง Shift + @ => ADBD => ,card number,card type,0,1 => Enter					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
4.5 ใช้คำสั่ง Read Device Address เพื่อทำการอ่านค่า Address ที่ Set ให้อยู่ใน SIU โดยพิมพ์คำสั่ง Shift + @ => Shift +?? => Enter => Shift + @ => RDAD => Enter					
4.6 ใช้คำสั่งที่ใช้ในการ Set Address ให้กับ SIU โดยการพิมพ์คำสั่ง ตามรูปแบบคำสั่ง Shift + @ STAD,(Address) => Enter					
4.7 ใช้คำสั่งในการ Set Active ให้กับ SIU โดยพิมพ์คำสั่ง Shift + @ STRT => Enter = Active Shift + @ STOP => Enter = Non-Active					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 แบบทดสอบรายการความสามารถเกี่ยวกับ Area Control Unit (ACU)

แบบทดสอบรายการความสามารถเกี่ยวกับ Area Control Unit (ACU)

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถสร้าง Main Folder สำหรับ ACU ได้					
1.1 Copy โฟลเดอร์ LMS, RAIMA และ TOOLS จากโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ต้นฉบับ					
1.2 นำโฟลเดอร์ทั้งสามที่ทำการ Copy ไปวางในไดเรกทอรี					
2. สามารถทำการติดตั้ง Hdd32 Software ได้					
2.1 ดับเบิลคลิกไฟล์ hdd32.exe ที่อยู่ในโฟลเดอร์ hdd32					
2.2 เลือกภาษาอังกฤษ U.S English จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
2.3 คลิกปุ่ม Next เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการติดตั้งโปรแกรม hdd32 software สำหรับ HASP License ของเอซียู					
2.4 เลือก I accept license agreement จากนั้นคลิกปุ่ม Install					
2.5 คลิกปุ่ม Finish เมื่อโปรแกรมติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว					
3. สามารถกำหนด SysEdit Part ได้					
3.1 เข้าสู่เมนู Start >> Run จากนั้นพิมพ์ sysedit ในหน้าต่าง Run จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
3.2 ในหน้าต่าง System Configuration Editor ให้ทำการเพิ่ม Part ตามรูปแบบ SET PATH=%PATH%<ไดเรกทอรีที่เก็บโฟลเดอร์ LMS >;<ไดเรกทอรีที่เก็บโฟลเดอร์ RAIMA\BIN>;<ไดเรกทอรีที่เก็บโฟลเดอร์ TOOLS> DOSKEY					
4. สามารถติดตั้งโปรแกรม Lantronix Redirector ได้					
4.1 ดับเบิลคลิกไอคอนไฟล์ red32bit.ext ที่อยู่ในโฟลเดอร์ Lantronics Redirector					
4.2 คลิกปุ่ม Continue เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม Lantronix Redirector					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
4.3 คลิกปุ่ม Next เพื่อเข้าสู่หน้าจอการติดตั้ง โปรแกรม					
4.4 ระบุ Path สำหรับไดเรกทอรีที่จะใช้ในการติดตั้ง โปรแกรม Lantronix Redirector ให้เลือกไดเรกทอรีที่ต้องการติดตั้ง โปรแกรม จากนั้นคลิกปุ่ม Next					
4.5 ระบุตำแหน่งไอคอนของโปรแกรม Lantronix Redirector ที่กำลัง ติดตั้ง ให้คลิกปุ่ม Next					
4.6 เลือก Yes เพื่อทำการ Restart เครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากติดตั้ง โปรแกรมเสร็จสมบูรณ์					
5. สามารถกำหนดค่า LMS.INI ได้					
5.1 เปิดไฟล์ LMS.INI ซึ่งจะอยู่ในโฟลเดอร์ LMS					
5.2 กำหนดสิทธิ์ Admin โดยให้กำหนด pws_startup = 1 หรือสิทธิ์ ที่เป็น User ให้กำหนด pws_startup = 0 จากนั้นทำการ Save ไฟล์					
5.3 กำหนดค่า Active สำหรับการติดต่อกับ Database Server โดยทำ การกำหนด Active =1 เพื่อทำการติดต่อไปยัง Database Server					
5.4 ระบุชื่อของ User โดยระบุชื่อตาม Node Name					
6. สามารถกำหนดค่า Stale Limit Setting ได้					
6.1 เปิดไฟล์ LMS.INI ซึ่งจะอยู่ในโฟลเดอร์ LMS					
6.2 ระบุเวลา (เป็นหน่วยวินาที) ใน Stale_Limit_Default จากนั้นทำ การ Save ไฟล์					
7. สามารถทำการ Initializing ได้					
7.1 เข้าเมนู Start >> Run จากนั้นพิมพ์ cmd ในหน้าต่าง Run เพื่อเข้า สู่โหมด MS-Dos จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
7.2 เข้าสู่ไดเรกทอรีของ LMS DAT โดยพิมพ์คำสั่ง C:\>cd lms					
7.3 ใช้คำสั่ง C:\LMS\DAT>initdb dat_db จากนั้นกด Y					
7.4 ใช้คำสั่ง C:\LMS\DAT>initdb sys_db จากนั้นกด Y					
7.5 ใช้คำสั่ง db_wrsys จะมีรูปแบบการใช้ดังต่อไปนี้ C:\LMS>db_wrsys /<ACU Node> /<Max Node> /w100 /<Name> /<DCP Name Length>					
7.6 ใช้คำสั่ง C:\LMS>db_cllog /x. เพื่อ Clear Log File					
7.7 ใช้คำสั่ง C:\LMS>db_wrcfg เพื่ออ่าน Configuration					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
8. สามารถเปิดโปรแกรม Lighthouse Monitoring System ได้					
8.1 ข้ามเมนู Start >> Run จากนั้นพิมพ์ cmd ในหน้าต่าง Run เพื่อเข้าสู่ โหมด MS-Dos จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
8.2 ใช้คำสั่ง C:\LMS>db_wrcfg เพื่ออ่าน Configuration					
8.3 ใช้คำสั่ง C:\LMS>lms เพื่อเข้าสู่โปรแกรม LMS					
9. สามารถกำหนด Comport สำหรับโปรแกรม ACU ได้อย่างถูกต้อง					
9.1 เปิดโปรแกรม Lantronix Redirector					
9.2 คลิกปุ่ม Com Setup เพื่อทำการระบุ Port Number ที่ต้องการใช้ งาน					
9.3 เลือก Comport Number เพื่อทำการกำหนด Configuration					
9.4 เลือก Timeout Reconnect , Raw Mode และ Connection Timeout ให้ระบุค่าเท่ากับ 15 จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
9.5 คลิกปุ่ม AddIP_ และทำการระบุหมายเลข IP Address ให้กับ Com Port ที่ Host					
9.6 ทำการระบุหมายเลข Port ที่ TCP Port จากนั้นคลิกปุ่ม Save					
9.7 เปิดไฟล์ LMS.INI ที่อยู่ในโฟลเดอร์ LMS ขึ้นมา					
9.8 เพิ่ม Comport Number ตามหมายเลขของ Com Port ที่เราได้ทำ การเพิ่มเข้าไปใน โปรแกรม Lantronix Redirector แล้วก่อน หน้านี้ จากนั้นทำการ Save ไฟล์					
10. สามารถสร้าง ECS สำหรับ ACU ได้					
10.1 เปิดโปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS)					
10.2 คลิกเลือกเมนู Utilities >> Configuration >> ECS Mapping บน เมนูบาร์					
10.3 ในหน้าต่าง ECS Mapping Open ให้คลิกปุ่ม New เพื่อสร้าง Native Node ใหม่					
10.4 ระบุชื่อ ESD Name ภายในช่อง Name					
10.5 ระบุชื่อ Node ภายในช่อง Native # และ Node Number					
10.6 คลิกปุ่ม Save เพื่อทำการ Save ข้อมูล					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
11. สามารถสร้าง Node สำหรับ ACU ได้					
11.1 เปิดโปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS)					
11.2 คลิกเลือกเมนู Utilities >> Configuration >> Node บนเมนูบาร์					
11.3 ในหน้าต่าง Node Open ให้ทำการคลิกปุ่ม New Node เพื่อทำการสร้าง Node ใหม่ขึ้นมา					
11.4 ระบุ Node Name เป็นชื่อ Node ที่สร้างก่อนหน้านี้					
11.5 ระบุ Node # เป็นหมายเลข Node ที่สร้างก่อนหน้านี้					
11.6 ที่โหนด Type ให้เลือกเป็น ECS จากนั้นให้คลิกเลือกปุ่ม Save					
12. สามารถสร้าง Configuration Port ในโหมด Modbus ได้					
12.1 เปิดโปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS)					
12.2 คลิกเลือกเมนู Utilities >> Configuration >> Port บนเมนูบาร์					
12.3 ในหน้าต่าง Port Open ให้คลิกปุ่ม New Port เพื่อสร้าง Port ใหม่ขึ้นมา					
12.4 ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับ Port ที่เราต้องการสร้างตามรูปแบบดังนี้ Name = ระบุชื่อ Port Name Node = คลิกเลือก Node Board = คลิกเลือก Com Ports Port Num = ให้เลือก Com Port Number ที่ต้องการระบุค่าหรือกำหนดค่า ซึ่ง Com Port Number ดังกล่าวจะสัมพันธ์กับ Com Port Number ที่เรากำหนดไว้แล้วที่โปรแกรม Lantronix Redirector User Type = เลือกรูปแบบของการสื่อสารเป็น MODBUS Baud Rate = ให้กำหนด Baud Rate เท่ากับ 115200 Enable Port = คลิกเลือก Enable Port หลังจากนั้นทำการคลิกปุ่ม Add'I Config...					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
<p>12.5 ทำการกำหนดค่าและรายละเอียด ในหน้าต่าง Modbus Port Configuration ตามรูปแบบดังนี้</p> <p>Frame Type = ให้เลือกเป็น RTU</p> <p>Import = ให้กำหนดค่าเท่ากับ 60</p> <p>Export = ให้กำหนดค่าเท่ากับ 60</p> <p>Minimum Stale Limit = ให้กำหนดค่า Stale เท่ากับ 600</p> <p>Default Data Format = ให้เลือกเป็น Integer (16-bit)</p> <p>จากนั้นให้คลิกปุ่ม Save</p>					
12.6 หน้าต่าง Port Configuration ให้คลิกปุ่ม Close					
13. สามารถสร้าง Configuration Port ในโหมด SIU ได้					
13.1 เปิดโปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS)					
13.2 คลิกเลือกเมนู Utilities >> Configuration >>Port บนเมนูบาร์					
13.3 ในหน้าต่าง Port Open ให้คลิกปุ่ม New Port เพื่อสร้าง Port ใหม่ขึ้นมา					
<p>13.4 ในหน้าต่าง Port Configuration ให้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับ Port ตามรูปแบบดังนี้</p> <p>Name = ระบุชื่อ Port Name</p> <p>Node = คลิกเลือก Node</p> <p>Board = คลิกเลือก Com Ports</p> <p>Port Num = ให้เลือก Com Port Number ที่ต้องการระบุค่าหรือกำหนดค่า ซึ่ง Com Port Number ดังกล่าวจะสัมพันธ์กับ Com Port Number ที่เรากำหนดไว้แล้วที่โปรแกรม Lantronix Redirector</p> <p>User Type = เลือกรูปแบบของการสื่อสารเป็น SIU_485</p> <p>Baud Rate = ให้กำหนด Baud Rate เท่ากับ 19200</p> <p>Enable Port = คลิกเลือก Enable Port</p> <p>จากนั้นทำการกดปุ่ม Save</p>					
13.5 กดปุ่ม Cancel					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
14. สามารถสร้าง Configuration ในโหมดของ Base DCP ได้					
14.1 เปิดโปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS)					
14.2 คลิกเลือกเมนู Utilities >> Configuration >> Base... บนเมนูบาร์					
14.3 หน้าต่าง Select Port for DCP Assignment ให้คลิกเลือก Node ในช่อง Select Node จากนั้น คลิกเลือก COM Ports ที่ปรากฏ ในช่อง Select Board และที่ช่อง Select Port ให้เลือก Port ที่เราต้องการใช้งาน จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
14.4 ในหน้าต่าง DCP Open ให้เราคลิกปุ่ม New DCP เพื่อทำการสร้าง DCP Name ขึ้นมา					
14.5 หน้าต่าง Base DCP Configuration ให้ระบุรายละเอียดให้กับ DCP Name ที่เราต้องการสร้าง โดยระบุตามรูปแบบดังนี้ DCP Name = ให้ระบุชื่อ DCP Name (จำนวนตัวอักษรต้องไม่เกิน 8 ตัวอักษร) Logical Name = เป็นการระบุรายละเอียด DCP Name DCP Type = เลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการวัด Native Node = Node Number ของฮาร์ดแวร์ที่สร้างไว้ก่อนหน้าแล้ว Unit = หน่วยของข้อมูลที่วัด เช่น um, ohm เป็นต้น Stale Limit = กำหนดระยะเวลา Stale ของ DCP Name ที่เรากำลังสร้าง หลังจากนั้นคลิกเลือก Enable DCP และ Collect Only Raw Data ถ้าเป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่เราใช้งานเป็น APC Sensor ให้เราทำการระบุ Chan Size ของตัวเซ็นเซอร์ด้วย หลังจากนั้นคลิกปุ่ม Save					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
<p>14.6 หน้าต่าง DCI Modbus Configuration ให้ทำการระบุรายละเอียดต่างๆ ตามรูปแบบดังนี้</p> <p>Slave Address = กรณีที่ใช้ Novx ให้ระบุ Slave Address ของตัว Novx ลงไป</p> <p>Start Register = ให้ระบุรีจิสเตอร์ของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่ตรงกับพารามิเตอร์ที่เราต้องการรับค่า</p> <p>Sample Method = ให้เลือกรูปแบบของการรายงานผล เช่น Summary, Average ฯลฯ</p> <p>Data Format = เลือก Unsigned Integer (16-bit)</p> <p>Byte Order = เลือก Standard (Modicon, Koyo)</p> <p>Reporting Rates = เป็นการกำหนดช่วงเวลาในการ Report ให้ระบุตัวเลขเป็นวินาที</p> <p>หลังจากนั้นให้คลิกปุ่ม OK</p>					
14.7 กดปุ่ม Cancel					
15. สามารถสร้าง Configuration ในโหมดของ Calculation ได้					
15.1 เปิดโปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS)					
15.2 คลิกเลือกเมนู Utilities >> Configuration >>DCP>>Calculated... บนเมนูบาร์					
15.3 ในหน้าต่าง Calculate DCP Open ให้คลิกปุ่ม New เพื่อสร้าง DCP สำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์					
<p>15.4 ในหน้าต่าง Calculated DCP Configuration ให้ระบุรายละเอียดตามรูปแบบดังต่อไปนี้</p> <p>DCP Name = ระบุ DCP Name (ตัวอักษรต้องไม่เกิน 8 ตัวอักษร)</p> <p>Logical Name = เป็นการระบุรายละเอียด DCP Name</p> <p>Native Node = Node Number ของเอชียูที่สร้างไว้ก่อนหน้าแล้ว</p> <p>Unit = หน่วยของข้อมูลที่วัด เช่น um, ohm เป็นต้น</p> <p>Stale Limit = กำหนดระยะเวลา Stale ของ DCP Name ที่เราสร้าง</p> <p>Map Symbol = ให้เลือกเป็น Calculated</p>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
ให้คลิก Enable Alarms จากนั้นทำการกำหนดค่า Alarm Limits จากนั้นให้คลิกเลือก Enable DCP ทำการกดปุ่ม Save					
15.5 ในหน้าต่าง Calculated DCP Configuration continued ให้เลือก Formula จากนั้นที่ Collection Type เป็นการเลือกรูปแบบการ ดึงข้อมูล ได้แก่ Even Sample Interval = เป็นการระบุเวลาในการ Get Data Constant Sample Size = เป็นการระบุจำนวน Point เพื่อทำการ Get Data					
15.6 หน้าต่าง Formula Calculation Configuration ให้คลิกปุ่ม Add เพื่อทำการ Add DCP Name ที่ต้องการนำมาทำการ Filter					
15.7 ทำการคลิกปุ่ม DCP เพื่อทำการเลือก DCP Name ที่เราต้องการ นำมาคำนวณผล					
15.8 DCP Name ที่ต้องการนำมาคำนวณและเก็บผลลัพธ์ จากนั้นให้ คลิกปุ่ม OK					
15.9 เมื่อได้ DCP Name แล้ว คลิกปุ่ม OK					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 แบบทดสอบรายการความสามารถเกี่ยวกับ Server

แบบทดสอบรายการความสามารถเกี่ยวกับ Server

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
1. สามารถทำการติดตั้งโปรแกรม LMS Net Client58ได้					
1.1 ดับเบิลคลิกไฟล์ LMSNet_Client_5_8.exe ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Server Program Install ขึ้นมา					
1.2 พิมพ์ Password = lmsnetclient58 ลงไปในช่องของ Password และคลิกปุ่ม OK					
1.3 คลิกปุ่ม Next เพื่อเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม LMSNet_Client_58					
1.4 เลือก I accept the license agreement ในหน้าต่างของ License Agreement จากนั้นคลิกปุ่ม Next					
1.5 ในหน้าต่างของ User Information จะเป็นการระบุรายละเอียดต่างๆ ไปของการใช้งานในช่อง Full Name และ Organization จากนั้นเลือก Anyone who users this computer และคลิกปุ่ม Next					
1.6 ระบุชื่อ DSN ที่เราต้องการกำหนด จากนั้น ให้เลือก Broadcasting เป็น Broadcasting จากนั้นคลิกปุ่ม Next					
1.7 เลือก Path สำหรับกำหนด Destination Folder ในการติดตั้งแล้วคลิกปุ่ม Next					
1.8 คลิกปุ่ม Next และ Finish เมื่อติดตั้งโปรแกรมเสร็จแล้ว					
2. สามารถทำการติดตั้งโปรแกรม LMS Net Client58 Allได้					
2.1 ดับเบิลคลิกไฟล์ LMSNet_5_8 All.exe ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Server Program Install					
2.2 พิมพ์ Password = lmsnet58 ลงไปในช่องของ Password และคลิกปุ่ม OK					
2.3 ในหน้าต่างของ License Agreement ให้เลือก I accept the license agreement จากนั้นคลิกปุ่ม Next					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
2.4 ในหน้าต่างของ User Information จะเป็นการระบุรายละเอียด ต่างๆ ไปของการใช้งานในช่อง Full Name และ Organization จากนั้นเลือก Anyone who users this computer และคลิกปุ่ม Next					
2.5 เลือก Path สำหรับกำหนด Destination Folder ในการติดตั้งแล้ว คลิกปุ่ม Next					
2.6 คลิกปุ่ม Next และ Finnish เมื่อติดตั้ง โปรแกรมเสร็จแล้ว					
3. สามารถทำการติดตั้ง HSAP License ได้					
3.1 ดับเบิลคลิกไฟล์ LMSNet_5_8 All.exe ที่อยู่ในโฟลเดอร์ Server Program Install ขึ้นมา					
3.2 เลือกภาษาอังกฤษ U.S English จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
3.3 ในหน้าจอ HASP License Manager Installation ให้คลิกปุ่ม Next					
3.4 ในหน้าต่างของ License Agreement เลือก I accept the license agreement จากนั้นคลิกปุ่ม Install					
3.5 เลือก Application (nhsrvw32.exe) จากนั้นคลิกปุ่ม Next					
3.6 เลือก Path สำหรับกำหนด Destination Folder ในการติดตั้งแล้ว คลิกปุ่ม Next					
3.7 เลือก Create firewall rules to enable these ports จากนั้นคลิกปุ่ม Next					
3.8 คลิกปุ่ม Next และ Finnish เมื่อติดตั้ง โปรแกรมเสร็จแล้ว					
4. สามารถทำการติดตั้งโปรแกรม Sybase SQL 5.0 ได้					
4.1 ดับเบิลคลิกไฟล์ SETUP32.EXE ที่อยู่ในโฟลเดอร์ Sybase SQL 5.5.04 with 5.5.05 Update					
4.2 ดับเบิลคลิกไฟล์ SN.text ขึ้นมาแล้วทำการ Copy หมายเลข Serial					
4.3 นำหมายเลข Serial ที่เราได้ทำการ Copy จากไฟล์ SN.text ก่อน หน้านี้วางลงไปที่ Registration number จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
4.4 เลือก Sybase SQL Anywhere Server จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
4.5 เลือก Sybase SQL Anywhere Server for Windows NT จากนั้น คลิกปุ่ม OK					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
4.6 เลือก Install the software จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
4.7 เลือกไดเรกทอรีที่ต้องการที่จะติดตั้งไฟล์ Sybase 5.0 จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
4.8 เลือกค่า Default โดยไม่ต้องเลือกส่วนประกอบอื่นๆ ให้คลิกเลือกปุ่ม OK					
4.9 คลิกปุ่ม OK เพื่อเริ่มการติดตั้งโปรแกรม Sybase SQL และ Copy files ที่เราได้กำหนดไปเก็บไว้ที่ไดเรกทอรี					
4.10 ระบุชื่อและรายละเอียดลงไป Name และ Company จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
4.11 ระบบจะทำการรีสตาร์ทเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่เราติดตั้ง Sybase SQL ลงไป ให้คลิก OK					
5. สามารถกำหนดค่าบน ActionEngine.INI ได้					
5.1 เปิดไฟล์ DBAStation.ini ขึ้นมา ด้วย โปรแกรม UntraEdit-32					
5.2 ตั้งชื่อ DSN Name ซึ่งเป็นชื่อของ Database ให้ตรงกับชื่อของ Database Name ที่เราได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
5.3 เปิดไฟล์ DBAStation.ini ขึ้นมา ด้วย โปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่าชื่อ DSN_Name ให้ตรงกับชื่อของ Database Name ที่เราได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
5.4 เปิดไฟล์ nethasp.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่า NH_SERVER_ADDR ซึ่งเป็นหมายเลข IP Address ให้ตรงกับหมายเลข IP Address ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์เรา จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
5.5 เปิดไฟล์ ViewStation.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่า DSN_Name ให้ตรงกับชื่อของ Database Name ที่เราได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
6. สามารถกำหนดค่าบน ActionStation.INI ได้					
6.1 เปิดไฟล์ ActionStation.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่าชื่อ DSN_Name ให้ตรงกับชื่อของ Database Name ที่เราได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
6.2 เปิดไฟล์ nethasp.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่า NH_SERVER_ADDR ซึ่งเป็นหมายเลข IP Address ให้ตรงกับหมายเลข IP Address ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์เรา จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
7. สามารถกำหนดค่าบน Common.INI ได้					
7.1 เปิดไฟล์ Common.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่าชื่อ path ของ polygon_directory ให้ตรงกับไดเรกทอรีที่เราได้ทำการติดตั้ง โปรแกรม LMSNet 5 8 All ก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
8. สามารถกำหนดค่าบน DBA Station.INI ได้					
8.1 เปิดไฟล์ DBAStation.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่าชื่อ DSN_Name ให้ตรงกับชื่อของ Database Name ที่เราได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
8.2 เปิดไฟล์ nethasp.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่า NH_SERVER_ADDR ซึ่งเป็นหมายเลข IP Address ให้ตรงกับหมายเลข IP Address ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์เรา จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
9. สามารถกำหนดค่าบน UserViewer.INI ได้					
9.1 เปิดไฟล์ UserVirewer.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่าชื่อ DSN_Name ให้ตรงกับชื่อของ Database Name ที่เราได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
10. สามารถกำหนดค่าบน ViewStation.INI ได้					
10.1 เปิดไฟล์ nethasp.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่า NH_SERVER_ADDR ซึ่งเป็นหมายเลข IP Address ให้ตรงกับหมายเลข IP Address ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์เรา จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
10.2 เปิดไฟล์ ViewStation.ini ขึ้นมา ด้วยโปรแกรม UntraEdit-32 จากนั้นทำการตั้งค่าชื่อ DSN_Name ให้ตรงกับชื่อของ Database Name ที่เราได้ทำการสร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้ จากนั้นทำการบันทึกไฟล์					
11. สามารถสร้าง Database ใหม่ได้					
11.1 เปิดโปรแกรม Sybase Central					
11.2 ดับเบิลคลิกไอคอน Sybase SQL Anywhere ในหน้าต่าง Sybase Central					
11.3 ในหน้าต่าง Sybase SQL Anywhere ให้ดับเบิลคลิกไอคอน Service					
11.4 ในหน้าต่าง Service ให้ดับเบิลคลิกไอคอน Add Service เพื่อทำการสร้างโมดูลสำหรับก้อน Database ก้อนใหม่					
11.5 คลิกปุ่ม Next เพื่อทำการเริ่มต้นเข้าสู่การสร้าง Database					
11.6 เลือก Network Server จากนั้นคลิกปุ่ม Next					
11.7 กำหนดชื่อก้อน Database ที่เราต้องการสร้าง จากนั้นให้เลือกรูปแบบการสตาร์ทก้อน Database เป็นแบบ Manual จากนั้นคลิกปุ่ม Next					
11.8 ระบุ path ของไฟล์ Database ให้เราเลือก Default ซึ่งเป็นการระบุ path ตามโปรแกรม LMS Net ที่เราได้ทำการติดตั้งก่อนหน้านี้แล้ว จากนั้นคลิกปุ่ม Next					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
<p>11.9 Specify Parameters ให้เราทำการระบุ Parameter สำหรับ Database ก้อนใหม่ โดยให้ทำการเพิ่ม โค้ดเข้าไปดังนี้</p> <p><Path program SQL> -n<ชื่อก่อน Database> -c<จำนวนเต็ม โมรีที่ต้องการแชร์ให้กับก้อน Database> -p<พอร์ตที่ต้องการเชื่อมต่อเพื่อใช้งาน> -x tcpip<path LMS Net DB> -m -n<ชื่อก่อน Database></p> <p>จากนั้นให้คลิกปุ่ม Finish</p>					
12. สามารถสร้าง ODBC สำหรับ Database ได้					
<p>12.1 เปิดโปรแกรม Data Sources (ODBC) จากเมนู >> Start >> Control Panel >> Administrative Tools จากนั้นทำการดับเบิลคลิก Shut cut Data Sources (ODBC)</p>					
<p>12.2 เลือกแท็บ System DSN จากนั้นคลิกปุ่ม Add เพื่อที่จะทำการเพิ่ม ODBC Data Source</p>					
<p>12.3 เลือกไดร์ฟเวอร์ สำหรับ Data Source ซึ่งในที่นี้เราจะสร้าง Data Source เพื่อติดต่อกับฐานข้อมูล Sybase SQL Anywhere 5.0 ให้เลือก Sybase SQL Anywhere 5.0 จากนั้นคลิกปุ่ม Finish</p>					
<p>12.4 กำหนดชื่อ Database ที่เราต้องการติดต่อ ในช่อง Data Source Name : , Server Name : และ Database Name: จากนั้นคลิกปุ่ม Option</p>					
<p>12.5 ระบุ path ในช่อง Start Command</p> <p><LMSNet Path> -p <Port> -x tcpip</p> <p><{DOBROADCAST=NO;HOST= IP Address}><Database Name></p> <p>จากนั้นคลิกปุ่ม OK</p>					
13. สามารถเพิ่ม/ลบ User ได้					
<p>13.1 เปิดโปรแกรม DBAStation</p>					
<p>13.2 พิมพ์ Name = lmsdba และ Password = lwsdba จากนั้น ที่ DSN: ให้เราระบุชื่อฐานข้อมูลลงไป จากนั้นให้คลิกปุ่ม OK</p>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
13.3 เมื่อเข้าสู่โปรแกรม DBAStation แล้ว ให้คลิกเมนู ไอคอน User and Group Tree					
13.4 คลิกเมนู ไอคอน Add User					
13.5 ในโหมด General ให้ทำการเพิ่มชื่อและ Password สำหรับ User ที่สร้างขึ้นมาจากนั้นคลิกเลือกโหมด Authority					
13.6 ในโหมด Authority กำหนดสิทธิให้เป็น Administrator ซึ่งจะ สามารถ เพิ่ม, ลบ และแก้ไขฐานข้อมูลได้ จากนั้นคลิกเลือก โหมด Membership					
13.7 ในโหมด Membership ให้เราคลิกปุ่ม Join Group เพื่อเลือกกลุ่ม ที่ต้องการแชร์สิทธิ หลังจากนั้นจะมีกรุปลิสขึ้นมา ให้เลือกกรุป ดังกล่าว จากนั้นคลิกปุ่ม OK จากนั้นให้คลิกเลือกโหมด Permissions					
13.8 ในโหมด Permissions เป็นการกำหนดสิทธิให้กับ User ที่เรา สร้างขึ้นมา ต้องการให้มีสิทธิใดในการเข้าถึงฐานข้อมูลนี้ จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
13.9 การลบ User ทำการคลิกเลือก User ที่อยู่ใน User list ที่ต้องการ จะลบออกจากกรุป หลังจากนั้นให้คลิกเมนู ไอคอน Delete ทางด้านขวามือ เพื่อทำการลบ User ดังกล่าวออกจากกลุ่ม					
14. สามารถเปิด View Station ได้					
14.1 เข้าสู่โปรแกรม Lighthouse Monitoring System (LMS) โดยคลิก เมนู Start >> All Program >> Lighthouse Worldwide Solutions >> ViewStation					
14.2 พิมพ์ Name = lmsdba และ Password = lwsdba เพื่อเข้าใช้งาน จากนั้นให้ระบุชื่อ Database ที่ต้องการติดต่อ จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
15. สามารถ Add Graphs ได้					
15.1 เปิด โปรแกรม View Station ขึ้นมาและคลิกเมนู ไอคอน Graphs					
15.2 ในหน้าต่าง Open Graphs ให้เราทำการเลือกกรุปที่เราต้องการ Add Graphs ใหม่ จากนั้นคลิกปุ่ม New					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
<p>15.3 ปรับตั้งค่ากราฟโดยระบุค่าตามรูปแบบดังต่อไปนี้</p> <p>Owner = ชื่อ กลุ่มที่ต้องการเก็บกราฟที่สร้างขึ้นมา</p> <p>Name = ชื่อกราฟที่ต้องการสร้าง</p> <p>Title = ชื่อ Title ที่ต้องการให้แสดงกราฟ</p> <p>Note = ข้อความที่ต้องการระบุ</p> <p>Rolling = ระบุรูปแบบของการแสดงผลของระยะเวลาการเรียกดูฐานข้อมูล</p> <p>Display = ระบุคุณลักษณะของเส้นกราฟ</p> <p>Control Line Limits = กำหนดช่วงของเส้นที่ใช้แสดงสเป็ค จะเป็นเส้นสีเหลือง และสีแดง</p> <p>Graphs Type = กำหนดชนิดของกราฟที่ต้องการให้แสดง</p> <p>Y-Axis Scales = กำหนดช่วง Length ของค่า Max และ Min ของกราฟที่จะแสดง</p>					
15.4 คลิกปุ่ม Add เพื่อทำการเลือก DCP Name ที่ต้องการดึงข้อมูลประวัติ					
15.5 คลิกปุ่ม Search เพื่อทำการค้นหา DCP Name					
15.6 คลิกไอคอน Search เพื่อทำการค้นหา DCP Name					
15.7 ระบุชื่อ DCP Name ในช่อง Name จากนั้นกดปุ่ม Find เพื่อทำการค้นหา DCP Name ที่ต้องการ					
15.8 Add DCP Name โดยคลิกปุ่ม Add และคลิกปุ่ม OK					
15.9 กดปุ่ม Display เพื่อทำการแสดงผลข้อมูลประวัติของ DCP Name					
16. สามารถปรับตั้งค่าสำหรับ Graphs ได้					
16.1 เปิด Graphs Setup					
16.2 ปรับตั้งค่าสำหรับการแสดงผลของกราฟ					
17. สามารถ Add Charts ได้					
17.1 เปิดโปรแกรม View Station ขึ้นมา จากนั้นให้ทำการคลิกเมนูไอคอน Charts					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
17.2 ปรับตั้งค่า Chart โดยระบุค่าตามรูปแบบดังต่อไปนี้ Name = ชื่อ Chart ที่เราต้องการสร้าง Owner = ชื่อ กลุ่มที่ต้องการเก็บ Chart ที่สร้างขึ้นมา Title = ชื่อ Title ที่ต้องการให้แสดงกราฟ Rolling = ระบุรูปแบบของการแสดงผลของระยะเวลาการเรียกดูฐานข้อมูล					
17.3 คลิกปุ่ม Add เพื่อทำการเลือก DCP Name ที่ต้องการดึงข้อมูลประวัติ					
17.4 คลิกปุ่ม Search เพื่อทำการค้นหา DCP Name					
17.5 คลิกไอคอน Search เพื่อทำการค้นหา DCP Name					
17.6 ระบุชื่อ DCP Name ในช่อง Name จากนั้นกดปุ่ม Find เพื่อทำการค้นหา DCP Name ที่ต้องการ					
17.7 Add DCP Name โดยคลิกปุ่ม Add และคลิกปุ่ม OK					
17.8 กดปุ่ม Display เพื่อทำการแสดงผลข้อมูลประวัติของ DCP Name					
18. สามารถปรับตั้งค่าสำหรับ Chart ได้					
18.1 คลิกที่ไอคอน Chat เพื่อเปิด Charts Setup					
18.2 ปรับตั้งค่าสำหรับการแสดงผลของ Chart					
19. สามารถกำหนดใช้งาน DCP Status ได้					
19.1 คลิกเมนูไอคอน DCP Status					
19.2 ในหน้าต่าง DCP Status Setup ให้เราทำการระบุรายละเอียดดังนี้ Name = ชื่อ Group ของ DCP Status ที่สร้าง Owner = ชื่อ กลุ่มที่ต้องการเก็บกราฟที่สร้างขึ้นมา Description = รายละเอียด View Filter = สถานะของ DCP Name ที่ต้องการให้แสดง					
19.3 คลิกปุ่ม Add เพื่อทำการค้นหา DCP Name					
19.4 กดปุ่ม Search เพื่อทำการค้นหา DCP Name					
19.5 กดปุ่มไอคอน Search เพื่อเข้าสู่ฟอร์มสำหรับค้นหา DCP Name					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาการเรียนรู้	4	3	2	1	0
19.6 ระบุชื่อ DCP Name ในช่อง Name จากนั้นกดปุ่ม Find เพื่อทำการค้นหา DCP Name ที่ต้องการ					
19.7 Add DCP Name โดยคลิกปุ่ม Add และคลิกปุ่ม OK					
19.8 คลิกเลือกสถานะของ DCP ที่เราต้องการให้แสดงใน View Filter จากนั้นทำการกดปุ่ม Display					
20. สามารถสร้าง Desktop Current Setup ได้					
20.1 คลิกปุ่มไอคอน Setup the current desktop window arrangement					
20.2 ในหน้าต่าง Save Desktop ให้กำหนดค่าต่างๆ ลงไปตามรายละเอียดดังต่อไปนี้ Owner = ชื่อ กลุ่มที่ต้องการเก็บ Desktop Current ที่สร้างขึ้นมา Name = ชื่อ Desktop Current ที่สร้างขึ้นมา Note = รายละเอียดที่ต้องการระบุให้กับ Desktop Current ที่สร้างขึ้นมาจากนั้นให้คลิกปุ่ม Save					
20.3 คลิกปุ่มไอคอน DCP Status Open ขึ้นมา					
20.4 คลิกปุ่ม Display เพื่อแสดงสถานะของ DCP Status					
20.5 ปรับแต่งหน้าจอตามที่เราต้องการเช่น ความกว้าง ความสูง หลังจากนั้นให้คลิกปุ่มไอคอน Open Desktop					
20.6 คลิกปุ่ม Save Window Arrangement เพื่อทำการ Save Desktop					
21. สามารถ Clear DCP Name ได้					
21.1 เปิดโปรแกรม ISQL					
21.2 ระบุสิทธิในการเข้าถึงฐานข้อมูล พิมพ์ User ID = lmsdba และ Password = lwsdba จากนั้นคลิกปุ่ม OK					
21.3 พิมพ์คำสั่งเพื่อ อ่าน DCP Name พิมพ์ Select * from DCP จากนั้นคลิกปุ่ม Execute					
21.4 พิมพ์ Select * from DCP จากนั้นคลิกปุ่ม Execute					
21.5 พิมพ์คำสั่งลบ DCP Name พิมพ์ Delete from DCP จากนั้นคลิกปุ่ม Execute					
21.6 พิมพ์ Delete from lrv จากนั้นคลิกปุ่ม Execute					
21.7 พิมพ์ Commit จากนั้นคลิกปุ่ม Execute					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC)
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20)
- ผลการประเมินชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (ด้านเนื้อหา)
- ผลการประเมินชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (ด้านการผลิตสื่อ)
- ผลคะแนนแบบทดสอบของเจ้าหน้าที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ตารางที่ ง.1 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ ชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของ อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ผลการประเมิน			รวม $\sum R$	IOC $\frac{\sum R}{N}$
		1	0	-1		
จุดประสงค์ที่ 1. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ APC Sensor ได้	1	2	1	-	2	0.67
	2	3	-	-	3	1.00
จุดประสงค์ที่ 2. สามารถอธิบายและระบุรุ่นของ APC Sensor ในตระกูล Lighthouse Product จากตัวเลขที่ระบุทางด้านหน้าของเซ็นเซอร์ได้อย่าง ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะงาน	3	2	1	-	2	0.67
	4	2	1	-	2	0.67
จุดประสงค์ที่ 3. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ Novx ได้	5	3	-	-	3	1.00
	6	3	-	-	3	1.00
	7	3	-	-	3	1.00
	8	3	-	-	3	1.00
จุดประสงค์ที่ 4. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ Differential Pressure Sensor ได้	9	3	-	-	3	1.00
	10	3	-	-	3	1.00
	11	3	-	-	3	1.00
	12	3	-	-	3	1.00
	13	3	-	-	3	1.00
	14	3	-	-	3	1.00
จุดประสงค์ที่ 5. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ Temperature Sensor ได้	15	3	-	-	3	1.00
	16	3	-	-	3	1.00
	17	3	-	-	3	1.00
	18	3	-	-	3	1.00
	19	3	-	-	3	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	ผลการประเมิน			รวม $\sum R$	IOC
		1	0	-1		
จุดประสงค์ที่ 6. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ Silica 5000 Series ได้	20	3	-	-	3	1.00
	21	3	-	-	3	1.00
	22	3	-	-	3	1.00
	23	3	-	-	3	1.00
จุดประสงค์ที่ 7. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ switching ได้	24	3	-	-	3	1.00
	25	3	-	-	3	1.00
	26	3	-	-	3	1.00
จุดประสงค์ที่ 8. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ SIU ได้	27	3	-	-	3	1.00
	28	3	-	-	3	1.00
	29	3	-	-	3	1.00
	30	3	-	-	3	1.00
	31	3	-	-	3	1.00
จุดประสงค์ที่ 9. สามารถอธิบายคุณสมบัติและหน้าที่ของ ACU ได้	32	3	-	-	3	1.00
	33	3	-	-	3	1.00
	34	3	-	-	3	1.00
	35	3	-	-	3	1.00
จุดประสงค์ที่ 10. สามารถอธิบายหน้าที่ของ Server ที่ใช้กับระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาดได้	36	3	-	-	3	1.00
รวม					105	35.01
ค่าเฉลี่ย					2.92	0.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจำนวน 35 ข้อ โดยมี
เจ้าหน้าที่ฝึกอบรม (N) จำนวน 10 คน

ข้อที่	R_U	R_L	$R = (R_U) + (R_L)$	$p = \frac{R}{N}$	$q = 1 - p$	$p \cdot q$	$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$
1	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
2	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
3	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
4	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
5	2	1	3	0.3	0.7	0.21	0.20
6	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
7	2	1	3	0.3	0.7	0.21	0.20
8	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
9	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
10	2	0	2	0.2	0.8	0.16	0.40
11	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
12	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
13	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
14	2	0	2	0.2	0.8	0.16	0.40
15	1	0	1	0.1	0.9	0.09	0.20
16	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
17	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
18	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
19	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
20	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
21	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
22	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
23	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
24	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
25	2	1	3	0.3	0.7	0.21	0.20
26	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
27	2	1	3	0.3	0.7	0.21	0.20
28	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

ข้อที่	R_U	R_L	$R = (R_U) + (R_L)$	$p = \frac{R}{N}$	$q = 1 - p$	$p \cdot q$	$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$
29	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
30	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
31	2	1	3	0.3	0.7	0.21	0.20
32	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
33	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
34	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
35	2	2	4	0.4	0.6	0.24	0.00
$\sum p \cdot q$						7.94	

เมื่อ;

R_U	หมายถึง	คะแนนกลุ่มเก่งตอบถูก
R_L	หมายถึง	คะแนนกลุ่มอ่อนตอบถูก
R	หมายถึง	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
p	หมายถึง	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
r	หมายถึง	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
N	หมายถึง	จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20)

คนที่	คะแนน (X)	(X ²)
1	33	66
2	35	70
3	31	62
4	32	64
5	33	66
6	34	68
7	28	56
8	32	64
9	33	66
10	32	64
$\sum X = 323$		$\sum X^2 = 646$

ค่าความแปรปรวน

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

$$S^2 = \frac{10(646) - (323)^2}{10(10-1)}$$

$$S^2 = -1,087.43$$

ค่าความเชื่อมั่น

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

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1} \left(1 - \frac{7.94}{-1,087.43} \right)$$

$$r_{tt} = 1.00$$

เมื่อ;

r_{tt}	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
q	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ $= 1 - p$
k	หมายถึง	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
S^2	หมายถึง	ความแปรปรวน
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว
N	หมายถึง	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้อง
สะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (ด้านเนื้อหา)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
	คนที่					
	1	2	3			
1. ความถูกต้องของการติดตั้ง, การเชื่อมต่อ และการปรับตั้งค่า						
1.1 การติดตั้งโปรแกรมสำหรับ Server	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 การกำหนดค่าในไฟล์ .INI สำหรับ Server	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 การสร้างและบริหารจัดการกับ Database	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 การใช้งานและปรับตั้งค่า View Station	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 การติดตั้งโปรแกรม ACU	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.6 การกำหนดค่าในไฟล์ .INI และการกำหนด Port สำหรับ ACU	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.7 การสร้างและกำหนดค่า Configuration	5	4	4	4.33	0.58	ดี
1.8 การเชื่อมต่อ Switching กับ Novx	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.9 การปรับตั้งค่าและกำหนดค่าสำหรับ Novx	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.10 การเชื่อมต่อและตรวจเช็คสถานะ APC	4	5	4	4.33	0.00	ดี
1.11 การเชื่อมต่อและการกำหนดค่า Configuration สำหรับ SIU	5	5	5	5.00	0.58	ดีมาก
1.12 การเชื่อมต่อ Differential Pressure Sensor	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.13 การเชื่อมต่อ Temperature Sensor	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.14 การเชื่อมต่อ Silica	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2. ขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความน่าสนใจของเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความพอเพียงของเนื้อหาโดยรวม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม				4.82	0.24	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๕.5 ผลการประเมินชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้อง
สะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ (ด้านการผลิตสื่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
	กณฑ์					
	1	2	3			
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหาตามขั้นตอน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.6 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาแต่ละหน่วย/ ตอน/เรื่อง	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.7 ลำดับเรื่องในการนำเสนอ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.8 ความสอดคล้องของเนื้อหากับหัวเรื่องในแต่ละ หน่วย/ตอน/เรื่อง	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2. ภาพและตัวอักษร						
2.1 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อ ความหมาย	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 ภาพที่นำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนของภาพ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.4 ความเหมาะสมของขนาดของภาพที่ใช้	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.6 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2.7 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและเสียงบรรยาย	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3. เวลา						
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
	คนที่					
	1	2	3			
3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3.3 ความเหมาะสมของเวลากับการนำเสนอเนื้อหาทั้งหมด	4	4	4	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ยรวม				4.26	0.24	ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.6 ผลคะแนนแบบทดสอบของเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการฝึกอบรมจากชุดฝึกอบรมการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด ของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

คนที่/ ลำดับที่	ภาคทฤษฎี (35)	ภาคปฏิบัติ - แบบทดสอบรายการความสามารถ 9 หน่วย (1,076)									คะแนนรวม (1,111)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	33	24	102	40	34	14	19	57	269	361	953
2	28	19	92	36	30	14	16	55	249	391	930
3	28	20	93	37	27	16	16	51	280	391	959
4	28	23	93	41	31	16	17	57	277	411	994
5	29	22	92	39	27	16	16	53	281	400	975
6	29	20	82	40	33	15	17	56	282	382	956
7	29	24	97	44	34	14	20	57	280	360	959
8	29	23	92	38	30	14	19	55	275	351	926
9	30	22	93	42	32	14	20	58	285	364	960
10	29	20	85	43	27	16	18	56	256	380	930
11	30	21	89	44	29	16	19	58	265	376	947
12	28	20	92	43	27	15	20	60	259	362	926
13	28	22	90	41	30	16	20	57	265	345	914
14	30	21	89	43	32	16	19	59	273	356	938
15	30	21	89	41	31	16	20	59	270	378	955
16	31	20	93	40	29	16	20	58	250	368	925
17	27	21	87	41	27	14	17	49	234	359	876
18	26	20	85	40	24	14	17	50	240	355	871
19	31	22	90	43	32	15	20	59	267	360	939
20	34	22	94	43	34	16	20	60	270	370	961
เฉลี่ย	29.25										939.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

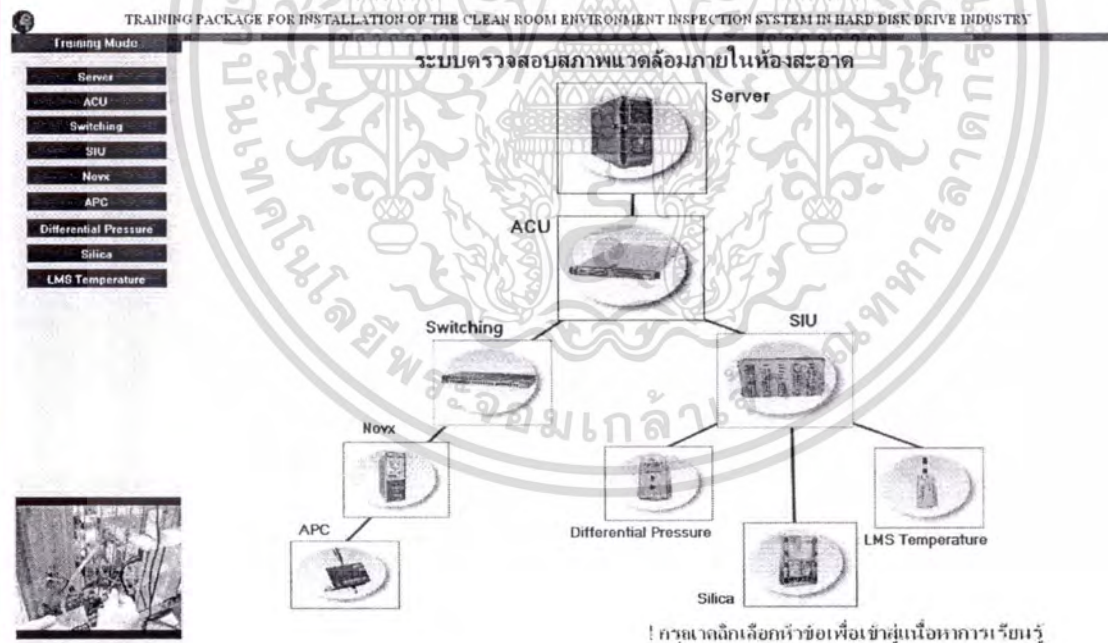
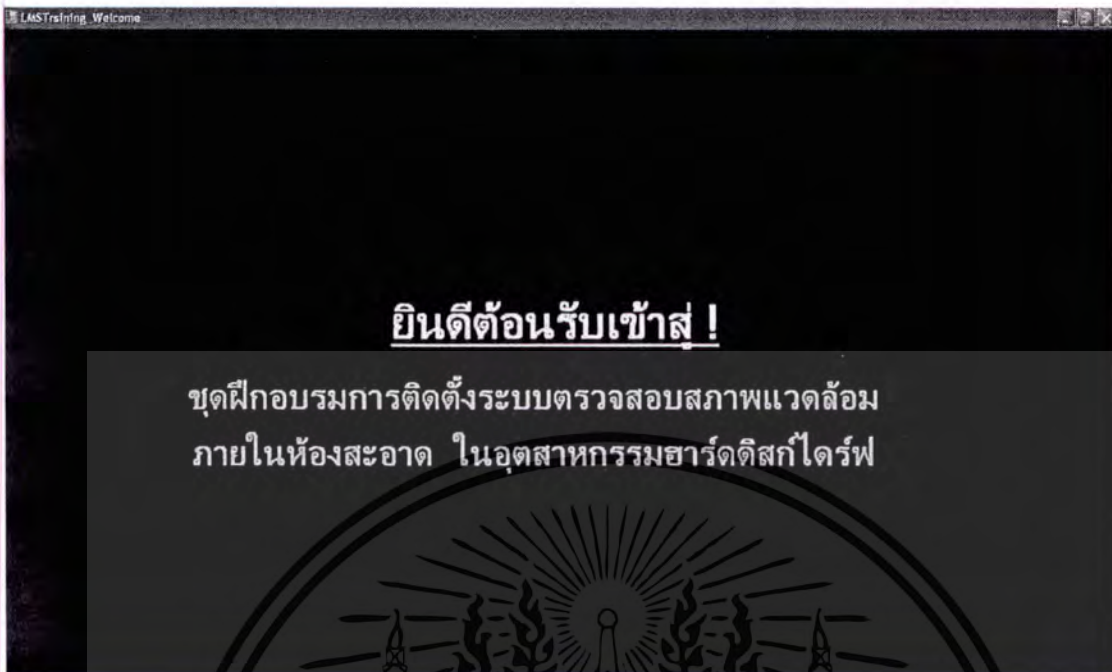
ภาคผนวก จ

ตัวอย่างชุดฝึกอบรบการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องสะอาด

ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

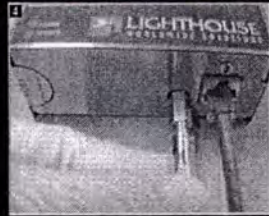


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Airborn Particle Counting : APC



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ APC
2. ประเภทของ APC
3. วิธีการเชื่อมต่อสาย Tube/Vacuum เข้ากับ APC
4. วิธีการเชื่อมต่อ APC เข้ากับ Novx
5. วิธีการตรวจสอบสถานะการทำงานของ APC



กลับสู่เมนูหลัก

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ APC



กลับสู่เมนู
APC



เล่นวิดีโอ

APC มาจาก Airborne Particle Counting เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์ที่หน้าหน้าที่สำหรับตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง ขนาดเล็ก ซึ่งขนาดของเม็ดฝุ่นที่สามารถวัดได้จะขึ้นอยู่กับรุ่นของตัวเซ็นเซอร์นั่นเอง คุณสมบัติของ APC Sensor ได้แก่ ความสามารถในการวัดปริมาณเม็ดฝุ่นที่อยู่ภายในพื้นที่บริเวณ 1 คิวบิกฟุต/นาที และส่งข้อมูลผ่าน Port Out ซึ่งเป็น Port Communication แบบ RJ-45 เพื่อนำค่าหรือผลของจำนวนฝุ่นที่วัดได้ ส่งออกจากพอร์ตดังกล่าวไปประมวลผลยัง ACU ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Novx



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Novx
2. การปรับ Dip Switch เพื่อเลือก Board Rate
3. การปรับ Dip Switch เพื่อตั้งค่า Address Code
4. การตั้งค่าหมายเลข IP Address
5. การปรับตั้งค่า Configuration
6. การ Reset ค่า Alarm



กลับสู่เมนูหลัก

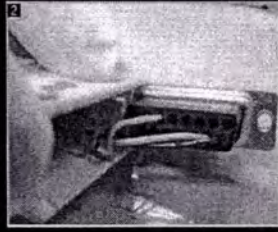
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Novx

กลับสู่เมนูหลัก เล่น วีดีโอ
Novx

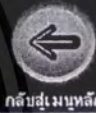
คุณสมบัติและหน้าที่ของ Novx เป็นอุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดปริมาณไฟฟ้าสถิต ซึ่งโครงสร้างของ Novx นั้นจะประกอบไปด้วย Port Connection ต่างๆ สำหรับเชื่อมต่อ กับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น Remote Box สำหรับสาย wrist strap Grounding, Air Ionizer สำหรับสลายประจุไฟฟ้าสถิต, Antenna สำหรับรับระดับสัญญาณไฟฟ้าสถิต, Grounding สำหรับเช็ดค่า Ground หรือแม่กระทั่ง Particle Card ซึ่งเป็น card สำหรับเชื่อมต่อกับ เซ็นต์เซอร์วัดปริมาณฝุ่น Novx ใช้ไฟกระแสตรง หรือ DC 12 โวลท์ จาก Adapter ของตัวมันเอง ในการต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential Pressure Sensor : DP

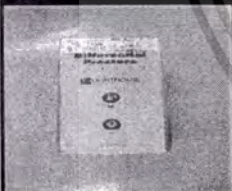


1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ DP
2. การเข้า Pin DB-15 ตัวเมีย
3. การเข้า Pin DB-15 ตัวผู้
4. การเชื่อมต่อท่อ Low และ Hi
5. การเชื่อมต่อ DP เข้ากับ SIU



กลับสู่เมนูหลัก

การเชื่อมต่อท่อ Low และ Hi



กลับสู่เมนูหลัก



เดิน วิดีโอ

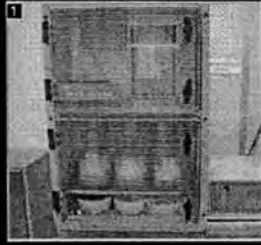
DP

การเชื่อมต่อท่อ Low และ Height ให้นำสาย Tube ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 มิลลิเมตร เชื่อมต่อเข้ากับท่อ Low ที่อยู่ทางด้านหน้าของ Differential Pressure Sensor โดยที่ให้ปลายของสาย Tube ชิดกับขอบของท่อ Low มากที่สุดจากนั้น ปลายอีกด้านที่เหลือหลังจากเชื่อมต่อที่ท่อ Low ให้นำไปต่อเข้ากับจุดที่เราต้องการวัด เช่น ผนังของห้อง จากนั้นที่ท่อ Height ให้ทำตามขั้นตอนเดียวกันกับการเชื่อมต่อ Tube กับท่อ Low

Note: สำหรับการเลือกจุดที่จะใช้เชื่อมต่อเพื่อตรวจวัด ระหว่าง จุด Low และ Height ท่อ Low จะต้องเชื่อมต่อกับห้องที่มีสภาวะความกดอากาศน้อยกว่าห้องอีกด้านหนึ่งที่เราต้องการวัด และเช่นเดียวกัน ทางด้านท่อ Height ต้องเชื่อมต่อกับห้องที่มีสภาวะความกดอากาศสูงกว่าห้องอีกด้านหนึ่งที่เราต้องการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Silica



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Silica
2. การเชื่อมต่อ Silica เข้ากับ ACU



กลับเมนูหลัก

การเชื่อมต่อ Silica เข้ากับ SIU



กลับสู่เมนู
Silica



เล่น วิดีโอ

การเชื่อมต่อ Silica 5000 Series เข้ากับ ACU เราสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อผ่านทาง Port RS-232 เริ่มจาก ทำการเชื่อมต่อสายเข้ากับ Port Out ที่อยู่ทางด้านหลังของ Silica จากนั้นทำการเข้า Pin ของ DB-9 (Male) จากนั้นทำการ Connect สายที่เราทำการเชื่อมต่อมาจาก Silica เข้ากับ DB-9 (Male) ที่เราได้ทำการเข้า Pin ไว้แล้วก่อนหน้านี้ หลังจากนั้นนำ DB-9 (Male) Connect เข้ากับ Analog Cart ของตัว SIU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Temperature Sensor : Temp



1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Temp
2. การเข้า Pin DB-15 ตัวเมีย
3. การเข้า Pin DB-15 ตัวผู้
4. การเชื่อมต่อ Temperature Sensor เข้ากับ SIU



กลับสู่เมนูหลัก

การเชื่อมต่อ Temperature Sensor เข้ากับ SIU



กลับสู่เมนู
Temp



เล่น วิดีโอ

การเชื่อมต่อ Temperature Sensor เข้ากับ SIU เริ่มจากทำการเชื่อมต่อ DB-15 (Female) ที่เราได้ทำการเข้า Pin แล้วก่อนหน้านี้เข้ากับ Temperature Sensor หลังจากนั้นให้นำสายสัญญาณที่เข้าหัวสายแบบสายตรง ทำการเชื่อมต่อทาง Port RJ-45 ที่อยู่ทางด้านล่างของ DB-15 (Female) หลังจากนั้นทางด้าน DB-15 (Male) ที่จะใช้เชื่อมต่อเข้ากับ SIU ในหน้า DB-15 (Male) ที่ได้ทำการเข้า Pin แล้วก่อนหน้านี้ต่อเข้ากับ Port Input ของ SIU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switching

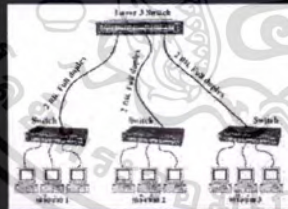


1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Switching
2. การเชื่อมต่อ Switching เข้ากับ Novx



กลับสู่เมนูหลัก

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Switching



กลับสู่เมนูหลัก เล่น วิดีโอ
Switching

Switching เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับงานประเภท Network สำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่าน IP Address ซึ่งปกติ Switching จะมี Port สำหรับเชื่อมต่อใช้งานขึ้นอยู่กับรุ่นและขนาดของตัวเอง เช่น 5 ports, 24 ports เป็นต้น การเชื่อมต่อ PC หรืออุปกรณ์ที่มี Internet Card หรือ LAN Card สามารถเชื่อมต่อโดยใช้สาย Cable สำหรับการเข้าหัวสายของสาย Cable นั้นถ้าเราทำการเชื่อมต่อ Switching กับ Switching ต้องใช้สายที่เข้าหัวแบบไขว้ และสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ไม่ใช่ Switching ด้วยกัน เช่น PC, Novx สามารถเชื่อมต่อด้วยสายแบบตรง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sensor Interface Unit : SIU

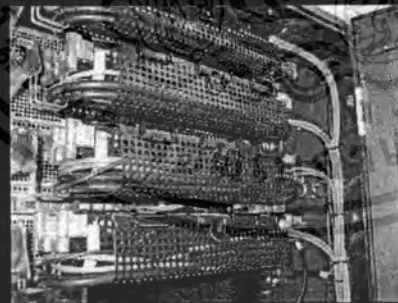


1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ SIU
2. การใช้งาน Card Frequency และ Analog
3. การเข้า Pin DB-9 สำหรับเชื่อมต่อ SIU
4. การเชื่อมต่อ SIU เข้ากับ ACU/PC Computer
5. การปรับตั้งค่า Configuration สำหรับ SIU



กลับสู่เมนูหลัก

การเชื่อมต่อ SIU เข้ากับ ACU/PC Computer




กลับสู่เมนู
SIU

เล่น วีดีโอ

การเชื่อมต่อ SIU เข้ากับ ACU หรือ PC เป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ SIU ให้สามารถทำการติดต่อสื่อสารกับ ACU หรือ PC ได้ เพื่อทำการติดต่อสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Area Control Unit : ACU



1. การติดตั้งโปรแกรมสำหรับ ACU


- 1.1 การสร้าง Main Folder สำหรับ ACU
- 1.2 การติดตั้ง HSAP License
- 1.3 การติดตั้งโปรแกรม Lantrox Redirector

2. การกำหนดค่าสำหรับโปรแกรม ACU

- 2.1 การกำหนด SysEdit Part
- 2.2 การ Initializing
- 2.3 กำหนดค่า LMS.INI
- 2.4 กำหนดค่า Stale Limit Setting
- 2.5 การเปิดโปรแกรม LMS
- 2.6 กำหนด Comport สำหรับโปรแกรม ACU

3. การสร้าง Configuration

- 3.1 การสร้าง ECS
- 3.2 การสร้าง Node
- 3.3 การสร้าง Configuration Port ในโหมด Modbus
- 3.4 การสร้าง Configuration Port ในโหมด SIU
- 3.5 การสร้าง Configuration ในโหมด Base DCP
- 3.6 การสร้าง Configuration ในโหมด Calculation



กลับเมนูหลัก

กำหนดค่า LMS.INI



ACU

```
[LMS32]
;*** Activation of DataServer Connection
ACF1=1
DB_NAME=RTSD21
SYSTEM_ID=
;*** USER name should be the same as the ACU node
;*** this must be configured along with the DataServer
```



กลับสู่เมนู ACU



เล่น วีดีโอ


เป็นการกำหนดคุณสมบัติสำหรับ โปรแกรมเอชียูเป็น การกำหนดสิทธิ์, การกำหนดค่าเดดไทม์ ซึ่งจะเป็นการกำหนดการส่ง Data ไป Record บังเครื่องเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SERVER

1. การติดตั้งโปรแกรมสำหรับ Server

- 1.1 การติดตั้งโปรแกรม LMS Net Client 58
- 1.2 การติดตั้งโปรแกรม LMS Net 58 All
- 1.3 การติดตั้งโปรแกรม HSAP License
- 1.4 การติดตั้งโปรแกรม Sybase SQL



4. การใช้งานและปรับตั้งค่า View Station


- 4.1 การเปิด View Station
- 4.2 การสร้าง Graphs
- 4.3 การตั้งค่า Graphs
- 4.4 การตั้งค่า Graphs III Advanced
- 4.5 การสร้าง Charts
- 4.6 การตั้งค่า Charts
- 4.7 การสร้าง DCP Status
- 4.8 การสร้าง Map
- 4.9 การสร้าง Desktop Current

2. การกำหนดค่าในไฟล์ .INI

- 2.1 การกำหนดค่า ActionEngine.ini
- 2.2 การกำหนดค่า ActionStation.ini
- 2.3 การกำหนดค่า Common.ini
- 2.4 การกำหนดค่า DBA Station.ini
- 2.5 การกำหนดค่า User Viewer.ini
- 2.6 การกำหนดค่า View Station.ini

3. การบริหารจัดการ Database

- 3.1 การสร้าง Database ใหม่
- 3.2 การสร้าง ODBC สำหรับ Database
- 3.3 การเพิ่มหรือลบ User



กลับสู่เมนูหลัก

การติดตั้งโปรแกรม HSAP License



SERVER






กลับสู่เมนู Server เล่น วีซีโอ

การติดตั้งโปรแกรม HSAP License สำหรับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เป็นการติดตั้งคีย์ License ซึ่งเปรียบเสมือนกุญแจสำหรับการใช้งานโปรแกรม โดยที่ HSAP ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะมีลักษณะคล้ายกัน ยูเอสบีไอแตรไฟ และไฟของ HSAP เซิร์ฟเวอร์จะมีสีแดง การใช้งานเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะต้องต่อ HSAP สำหรับเซิร์ฟเวอร์ตลอดเวลา ในขณะที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทำงานแต่ถ้าเราไม่ได้ต่อ HSAP เซิร์ฟเวอร์เราจะไม่สามารถใช้งานโปรแกรม Lighthouse Monitoring System Server (LMS Server) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายยุทธนา ไชยลังกา
วัน เดือน ปีเกิด	29 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526
ภูมิลำเนา	154 หมู่ที่ 21 ตำบลป่าอ้อคอนชัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000
ประวัติการศึกษา	2548 ปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2553 ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ.2549 – ปัจจุบัน วิศวกร บ.เวสเทิร์นดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้