รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การป้องกันความเสียหายทางกายภาพจากฟ้าผ่าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

PHYSICAL DAMAGE PREVENTION FROM LIGHTNING OF ELECTRONIC EQUIPMENT

ชุติกาญจน์ ชัยมนัสกุล

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	การป้องกันความเสียหายทางกายภาพจากฟ้าผ่าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
นักศึกษา	นางสาวชุติกาญจน์ ชัยมนัสกุล
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศ	นายไพรัตน์ เติมศิริเกียรติ
สถานประกอบการ	บริษัท โรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

เนื่องจากอุปกรณ์ระบบ CCTV และ Fire Alarm ภายในโรงงาน เกิดความเสียหายจากกระแสไฟฟ้าและแรงดันเกินที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่าบ่อยครั้ง โครงงานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและหาแนวทางป้องกันอุปกรณ์และอาคาร สร้างมาตรฐานในการออกแบบ ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายทางกายภาพของฟ้าผ่า เพิ่มความปลอดภัยและลดค่าใช้จ่ายจำนวณมากในการซ่อมแซมอุปกรณ์ในระบบ CCTV และ Fire Alarm ภายในโรงงานโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าอุปกรณ์ที่เหมาะสมคือ Surge Protection เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินจากฟ้าผ่าที่ติดตั้งในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร ซึ่งมีหลายชนิดแบ่งตามลักษณะของ Input เช่น Input เป็นกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ, ไฟฟ้ากระแสตรงหรือเป็นสัญญาณไฟฟ้า ต้องเลือกและออกแบบการติดตั้งของ Surge Protection ให้เหมาะสมแล้วนำมาติดตั้งตามจุดต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ โดยอ้างอิงตามมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าของประเทศไทย มีการเก็บสถิติก่อนและการติดตั้งเพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Surge Protection ซึ่งเป็นไปตามผลที่คาดไว้คือ หลังการติดตั้งแล้วเมื่อเกิดฟ้าผ่าอุปกรณ์ทุกตัวยังคงทำงานได้อย่างปกติ

คำสำคัญ แรงดันเกิน, ระบบ CCTV, ระบบ Fire Alarm, มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าของประเทศไทย, Surge Protection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title: Physical Damage Prevention from Lightning of Electronic Equipment
Student: Miss Chutikarn Chaimanuskul
Department: Instrumentation and Control Engineering
Advisor: Assistant Professor Dr.Noppadol Maneerat
Mentor: Mr.Pairat Termsirikeart
Company: Robert Bosch Automotive Technologies (Thailand) Co., Ltd.

ABSTRACT

Due to CCTV and fire alarms system in the plant are frequently damaged by over-currents and over-voltages caused by lightning. This project aims to study and find solutions to prevent physical damage of lightning, create standard for installation surge protection, increase the security and reduce the cost of repairing the equipment in the CCTV and Fire Alarm systems at the Robert Bosch Automobile Automotive (Thailand) Co., Ltd. by analyzing the problems and finding ways to solving problems. The appropriate device is surge Protection that against over voltage from lightning installed in electronic circuits in the building. There are many types according to the characteristics of Input, such as input as alternating current, direct current or electrical signal. The appropriate surge protection must be selected before the circuit design. The installation is designed according to the Thai lightning protection standards. There are pre-installation statistics and installation to assess the effectiveness of surge protection. The result was as expected. When lightning strikes, all devices can still work normally.

Keyword: Over-voltage, CCTV System, Fire Alarm System, Thai Lightning Protection Standards, Surge Protection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องการป้องกันความเสียหายทางกายภาพจากฟ้าผ่าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความเมตตาอนุเคราะห์ของบริษัท โรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่เปิดโอกาสในการเรียนรู้ประสบการณ์ ความรู้และทักษะต่างๆ รวมถึงความไว้วางใจในการดำเนินโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนเป็นอย่างสูงที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และให้การสนับสนุนซึ่งส่งผลให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบความรู้และมอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา จนทำให้ได้รับประสบการณ์และความรู้ที่ดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานในอนาคตมาตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์ และขอขอบพระคุณความช่วยเหลือดูแลจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์นิเทศศึกษา ที่ได้มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาและได้มาเยี่ยมชม บริษัท โรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด และยังมอบความช่วยเหลือและคำแนะนำอันเป็นคุณประโยชน์ต่อการจัดทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณกลุ่มบุคลากรในส่วนต่างๆ ภายในบริษัทโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด อาทิเช่น คุณไพรัตน์ เติมศิริเกียรติ, คุณธนวัฒน์ กาจักร และคุณกวินกร ธีรคุณัญญา เป็นต้น ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่มีส่วนช่วยให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์ โดยคอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และสนับสนุนในการทำโครงงานนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆ ท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ บิดามารดา และบุคคลในครอบครัว รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ ซึ่งคอยให้คำแนะนำให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ทั้งกำลังใจ และความห่วงใย จนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ชุติกาญจน์ ชัยมนัสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญรูป.....VII

สารบัญตาราง.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....3

1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 ทฤษฎีฟ้าผ่า.....5

2.1.1. สาเหตุการเกิดฟ้าผ่า.....5

2.1.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า.....8

2.1.3 ขนาดกระแสของฟ้าผ่า.....9

2.2 ผลกระทบจากฟ้าผ่าต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....9

2.3 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก.....10

2.3.1 ระบบตัวนำล่อฟ้า.....10

2.3.2 ระบบตัวนำลงดิน.....11

2.3.3 ระบบรากสายดิน.....12

2.3.4 หลักการทำงานของระบบป้องกันฟ้าผ่า.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน....16

2.4.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Surge Protection) 16

2.4.2 การต่อประสาน (Bonding) 23

2.4.3 การกำบัง (Shielding) 23

2.5 ระบบกล้อง CCTV....24

2.5.1 ส่วนประกอบของระบบ CCTV....24

2.5.2 ประเภทของกล้องวงจรปิด....25

2.5.3 ระบบการบันทึกภาพ....28

2.6 ระบบ Fire Alarm....29

2.6.1 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้....29

2.6.2 ตัวอย่างอุปกรณ์โมดูลระบุตำแหน่งที่ใช้ใน Bosch....32

2.6.3 Fire Alarm Control System.... 33

2.6.4 รูปแบบการเดินสายสัญญาณ.... 35

2.7 ระบบ Fire Monitoring System....36

2.8 สายสัญญาณ....36

2.8.1 สาย LAN....36

2.8.2 POE System....37

2.8.3 สาย Fiber Optic....39

2.9 สาย Ground....41

2.9.1 องค์ประกอบของสายดิน....42

2.9.2 การติดตั้งสายตัวนำไฟฟ้ากับหลักดิน....43

2.9.3 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์....44

2.10 Media Convertor....45

2.11 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน....47

2.11.1 SPD DATA Network RJ45 CAT6 POE....47

2.11.2 SPD Filter 10 A, 20A, 32A....47

2.12.3 SPD S-MDSS20/24-2V-S....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 49

3.1 การวางแผนการทำงาน 49

3.2 ศึกษาลักษณะของกล้อง CCTV และระบบ Fire Alarm 51

3.2.1 ระบบ CCTV 51

3.2.2 ระบบ Fire Alarm 51

3.3 ศึกษาการป้องกันฟ้าผ่าภายในโรงงาน 52

3.4 การเลือกอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินให้เหมาะสมกับแต่ละระบบ 53

3.4.1 ระบบ CCTV 53

3.4.2 ระบบ Fire Alarm 54

3.5 การออกแบบวงจรสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน 55

3.5.1 ระบบ CCTV 55

3.5.2 ระบบ Fire Alarm 58

3.6 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน 58

3.6.1 ระบบ CCTV 58

3.6.2 ระบบ Fire Alarm 64

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 67

4.1 ระบบ CCTV 67

4.2 ระบบ Fire Alarm 68

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 69

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 69

5.2 ข้อเสนอแนะ 70

เอกสารอ้างอิง 71

ประวัติผู้เขียน 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 การเคลื่อนที่ของประจุบวกและลบในก้อนเมฆ....7
2.2 ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า....7
2.3 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า....8
2.4 แท่งแฟรงกลินปลายแหลม....12
2.5 แท่งแฟรงกลินปลายคู่....13
2.6 แท่งล่อฟ้า Early Streamer Emission....14
2.7 แท่งดีเอเอส....15
2.8 แท่ง Semiconductor....16
2.9 การติดตั้ง Surge Protection....17
2.10 ย่านการป้องกันแรงดันเกินจากไฟฟ้า....18
2.11 การติดตั้ง Surge Protection....21
2.12 Surge Diagram....23
2.13 กล้อง DINION IP 5000 HD....25
2.14 กล้อง FLEXIDOME IP indoor 4000 HD....26
2.15 กล้อง FLEXIDOME 4000i....26
2.16 กล้อง Autodome IP 5000 IR....27
2.17 กล้อง Flexidome IP Panoramic 5000 MP....27
2.18 ระบบการบันทึกด้วยคอมพิวเตอร์....29
2.19 แผนภาพการทำงานของระแบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้....29
2.20 Manual Pull Station....30
2.21 Smoke Detector....31
2.22 Notification Appliance Devices....31
2.23 Control Module....32
2.24 Monitor Interface Module....33
2.25 Relay Module....33
2.26 Conventional System....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.27 Addressable System....34
2.28 การเดินสายสัญญาณ Class A....35
2.29 การเดินสายสัญญาณ Class B....35
2.30 ภาพหน้าจอของระบบ Fire Monitoring System....36
2.31 สายแลนประเภท CAT6....37
2.32 การเชื่อมต่อ POE....38
2.33 สาย Fiber Optic....39
2.34 สายดิน....41
2.35 การเลือกสายดิน....42
2.36 หลักดิน....43
2.37 การติดตั้งสายตัวนำไฟฟ้าและหลักดิน....44
2.38 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์....44
2.39 การเชื่อมต่อ Media Convertor....45
2.40 การเชื่อมต่อ Media Convertor ระหว่างอาคาร....46
2.41 SPD DATA Network RJ45 CAT6 POE....47
2.42 SPD Filter 10 แอมป์....47
2.43 SPD Filter 20 แอมป์, 32 แอมป์....48
2.44 SPD S-MDSS20/24-2V-S....48
3.1 การเดินสายสัญญาณของกล้อง CCTV....51
3.2 ระแบบ Fire Alarm....52
3.3 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายแลน....53
3.4 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายไฟฟ้า AC....54
3.5 แท่ง Franklin....54
3.6 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายไฟฟ้า DC....55
3.7 แบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน....55
3.8 แบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน....56
3.9 Single Line Diagram....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.10 แบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่ Control Module....58
3.11 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายสัญญาณของกล้อง CCTV No.15.... 59
3.12 การติดตั้งแท่งแฟรงกลินที่เสาของกล้อง CCTV No.15....59
3.13 ขณะติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินของกล้อง CCTV No.15....60
3.14 การวัดความต้านทานดินของการติดตั้งกราวน์บริเวณกล้อง CCTV No.15....60
3.15 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินของกล้อง CCTV No.13 และ No.14....61
3.16 การติดตั้งแท่งแฟรงกลินที่เสาของกล้อง CCTV No.13 และ No.14....61
3.17 การวัดความต้านทานดินของการติดตั้งกราวน์บริเวณกล้อง CCTV No.13 และ No.14....62
3.18 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินของกล้อง CCTV No.5 และ No.6....62
3.19 การวัดความต้านทานดินของการติดตั้งกราวน์บริเวณกล้อง CCTV No.5 และ No.6....63
3.20 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินภายในตู้ Control ที่อยู่ภายในอาคาร....63
3.21 การติดตั้งกราวน์ภายในอาคาร....64
3.22 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน....65
3.23 การเดินสายภายในกล่องอุปกรณ์แรงดันเกิน....65
3.24 จุดเชื่อมต่อกราวน์ภายในห้อง....66
4.1 กราฟแสดงจำนวนกล้อง CCTV ที่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่าในแต่ละเดือน....67
4.2 กราฟแสดงจำนวนของอุปกรณ์ในระบบ Fire Alarm
ที่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่าในแต่ละเดือน....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ตารางดำเนินการ.....3

3.1 แผนการทำงาน.....50

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โครงานฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และหาแนวทางป้องกันอุปกรณ์ และอาคารเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพของฟ้าผ่า สร้างมาตรฐาน ในการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์เพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพของฟ้าผ่า และลดค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในโรงงานโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดของงานวิจัย

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ

การเกิดฟ้าผ่าเป็นเหตุการณ์ที่เหนือการควบคุม เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และเกิดขึ้นอย่างไม่แน่นอน มีความซับซ้อน และทำนายไม่ได้ จึงยากที่จะป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น โดยสถิติของการเกิดฟ้าผ่าในประเทศไทย มีลักษณะการเกิดฟ้าผ่าแบบขั้วลบ ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดถึง 20 กิโลแอมป์ ซึ่งนำความเสียหายมาสู่อาคาร และสิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งอาจจะเกิดอันตรายต่อชีวิตได้ นอกจากนี้กระแสไฟฟ้ายังสามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นทองแดง เช่น สายตัวนำไฟฟ้า สายโทรศัพท์ สายนำสัญญาณ และสายสื่อสารข้อมูล ทำให้อุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ภายในโรงงานเกิดความเสียหาย จึงจำเป็นต้องมีระบบป้องกันฟ้าผ่าอาคารที่สมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก และระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกประกอบด้วยตัวนำล่อฟ้า ตัวนำลงดิน และรากสายดิน เช่น Early Streamer หรือ Faraday Cage ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกนี้มีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเพลิงไหม้อาคารเนื่องจากฟ้าผ่า ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในประกอบด้วยการต่อลงดินที่สมบูรณ์ การประสานให้ศักย์เท่ากันของระบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบไฟฟ้า สื่อสาร ท่อน้ำ ท่อก๊าซ

ในปัจจุบันผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องหรือมีการใช้อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ในโรงงาน เช่น CCTV, Fire Alarm, Access Control หรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรในระบบกระบวนการผลิต เช่น PLC มักจะประสบปัญหาอุปกรณ์ดังกล่าว มีการชำรุดเสียหายบ่อยครั้ง ในขณะมีเหตุการณ์ฝนต ก ฟ้าผ่า หรือเกิดจากการผิดพร่องในระบบไฟฟ้า ด้วยจากสาเหตุมีแรงดันไฟฟ้าเกินเข้ามาในอาคารเกินกว่าที่อุปกรณ์สามารถที่จะทนได้ ซึ่งโดยความจริงแล้วจุดประสงค์ของการป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคารนั้น เพื่อป้องกันความเสียหายทางกลกับอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างจากฟ้าผ่า แต่ไม่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันความเสียหายให้กับอุปกรณ์ที่อยู่ภายในอาคารเนื่องจากฟ้าผ่าได้ และอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ในระบบ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีเลย์ต่างๆ ไม่สามารถที่จะทำการป้องกันได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการป้องกันการชำรุด ของอุปกรณ์ดังกล่าวควรต้องมีระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน มีการต่อประสานศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน การกำบัง และมีการต่อลงดินที่ถูกต้อง จึงจะสามารถป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ภายในอาคารชำรุดเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเกินได้

บริษัทโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นโรงงานที่ตั้งอยู่ในจังหวัดระยอง ซึ่งมีอัตราการเกิดฟ้าผ่าสูง โดยเก็บข้อมูลจาก Lightning Counter เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจนับการเกิดฟ้าผ่าตามจุดต่างๆ ภายในโรงงาน โดยระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกของโรงงานมีทั้งแบบ Early streamer และ Faraday Cage สามารถป้องกันฟ้าผ่าได้อย่างสมบูรณ์ ไม่เกิดความเสียหายต่อตัวอาคาร และสิ่งปลูกสร้างทั้งหมด แต่ฟ้าผ่ากลับทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในโรงงาน ทั้ง CCTV System, Fire Alarm System และ Access Control System ทำให้ระบบทั้งหมดเกิดความผิดพลาด ไม่สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยภายในโรงงาน จากการเก็บข้อมูลพบผลกระทบ ได้แก่ ระบบ CCTV กล้องเสีย ไม่สามารถบันทึกภาพได้ ระบบ Fire Alarm ไม่สามารถแจ้งเตือนได้เมื่อเกิดไฟไหม้ นอกจากผลกระทบเหล่านี้ยังทำให้สิ้นเปลืองเงินในการซ่อมแซม เนื่องจากต้องซ่อมทุกครั้งที่เกิดฟ้าผ่า มีการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายจากการซ่อมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2562 เป็นเงินจำนวนประมาณ 140,000 บาท

จากการเก็บข้อมูลพบว่าโรงงานมีระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก เนื่องจากอุปกรณ์ภายนอก ทั้งอาคาร และสิ่งปลูกสร้าง ไม่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่า แต่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในเกิดความเสียหายบ่อยครั้ง เพราะยังไม่มีการวางระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในที่ดีพอที่จะป้องกันอุปกรณ์เสียหายได้ ผู้จัดทำซึ่งสนใจที่จะออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน และสร้างมาตรฐานในการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์เพื่อป้องกันการเสียหายทางกายภาพจากฟ้าผ่า ลดค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการซ่อมแซมอุปกรณ์ และไม่ให้เกิดผลกระทบต่อความปลอดภัยภายในโรงงาน ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและหาแนวทางป้องกันอุปกรณ์ และอาคารเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพของฟ้าผ่า สร้างมาตรฐาน ในการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์เพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพของฟ้าผ่า และลดค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในโรงงานโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน กับระบบ CCTV และระบบ Fire Alarm ภายในโรงงานโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มความปลอดภัยภายในโรงงาน
2. ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระบบ
3. ป้องกันความเสียหายทางกายภาพของฟ้าผ่าต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
4. สร้างมาตรฐานในการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์เพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพของฟ้าผ่า

1.5 ตารางดำเนินการ

โครงงานเล่มนี้มีการทำงานตามตารางดำเนินงานดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ									
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาเพื่อหาหัวข้อที่สนใจในการทำโครงงาน	←	→								
2.ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง 2.1 ศึกษาข้อมูลของ CCTV และ Fire Alarm 2.2 ศึกษามาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าของประเทศไทย 2.3 ศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน		←	→	→						
3. เตรียมอุปกรณ์การติดตั้ง		←	→							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ตารางดำเนินการ (ต่อ)

4. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน และสายดิน			← →							
5. เก็บสถิติข้อมูลความเสียหายหลังจากการติดตั้ง				←	—	—	→			
6. วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อสรุปผลการดำเนินงานและเสนอแนวทางพัฒนา							←	—	—	→
7. จัดทำเล่ม									← →	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานฉบับนี้ผู้ดำเนินงานวิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการดำเนินการทดลองตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีฟ้าผ่า

ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศอันเกิดจากการคายประจุไฟฟ้าที่สะสมในก้อนเมฆ เพียงแต่การเกิดฟ้าผ่าไม่ต้องมีแท่งตัวนำการสะสมของประจุที่มีขั้วต่างกัน เป็นผลทำให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างกลุ่มประจุเหล่านั้นเมื่อประจุมีการสะสมจำนวนมาก ทำให้ความเครียดสนามไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเกินค่าความคงทนของอากาศต่อแรงดันไฟฟ้า ทำให้เกิดการคายประจุขึ้น อันเป็นจุดกำเนิดของการเกิดฟ้าผ่าขึ้น การคายประจุอาจเกิดขึ้นระหว่างก้อนเมฆหรือระหว่างก้อนเมฆกับพื้นโลก ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "ฟ้าผ่า" และบางทีอาจจะมาพร้อมกับ "พายุ" หรือ "ไต้ฝุ่น" อันเป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปของมนุษย์บนโลกตลอดเวลาโดยเกิดขึ้นได้ 4 ลักษณะคือ

1. การเกิดดิสชาร์จในก้อนเมฆ (Intra Cloud)
2. การเกิดดิสชาร์จระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน (Cloud to Ground)
3. การเกิดดิสชาร์จระหว่างก้อนเมฆที่แรงดันไฟฟ้าต่างกัน (Cloud to Cloud)
4. การเกิดดิสชาร์จระหว่างก้อนเมฆกับอากาศ (Cloud to Air)

2.1.1. สาเหตุการเกิดฟ้าผ่า

ในปี ค.ศ. 1752 เบนจามิน แฟรงคลิน ได้พิสูจน์อย่างเห็นได้ชัดเจนว่า ฟ้าผ่าเกิดจากการสปาร์คไฟฟ้าซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการดิสชาร์จของประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆ จนกระทั่งในปลายคริสตศตวรรษที่ 19 เมื่อมีเทคโนโลยีการถ่ายภาพ และความเข้าใจในเรื่องสเปกตรัม จนสามารถสร้างกล้องบันทึกสเปคตรัมของแสง เพื่อนำมาคำนวณพลังงานของกระแสไฟฟ้าจากสเปคตรัมได้ จึงได้เริ่มมีความคืบหน้าในการศึกษาวิจัยทางฟิสิกส์ของฟ้าผ่าได้อีก

บรรดานักวิทยาศาสตร์รุ่นแรกๆ ที่ใช้การถ่ายภาพความเร็วสูงมาจับภาพฟ้าผ่าเพื่อการศึกษาเรื่องฟ้าผ่าก็มี ชาวอังกฤษ Hoffert ในปี ค.ศ. 1889 ชาวเยอรมัน Weber (1889), Walter (1902) และชาวอเมริกัน Larsen (1905) ส่วนผู้ที่วัดกระแสไฟฟ้าเป็นครั้งแรกคือ ชาวเยอรมัน Pockett

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี ค.ศ. 1817, 1818 และปี 1900 ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ที่ยังมีหลงเหลืออยู่ในหินบซอล แล้วประมาณกระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่านั้นได้

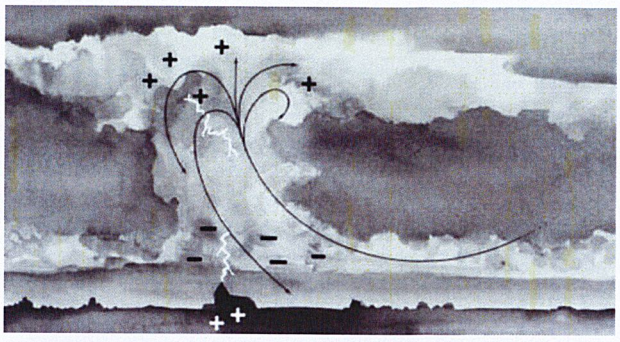
การศึกษาเรื่องฟ้าผ่าที่นับว่าเป็นการเริ่มต้นของยุคปัจจุบัน นับได้ว่าเกิดขึ้นในช่วงคริสตทศวรรษที่ 1920 และ 1930 เมื่อ C.T.R. Wilson นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษ ได้เริ่มศึกษาฟ้าผ่าอย่างจริงจัง และนำความเข้าใจมาเสริมความรู้ทางด้านอนุภาคกำลังสูง จนได้รับรางวัลโนเบล ด้วยผลงานการทำห้องทำเมฆจำลอง

วิลสันเป็นท่านแรก ที่ใช้การวัดกำลังของสนามไฟฟ้า มาประเมินโครงสร้างของประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆยามฟ้าคะนอง และประจุไฟฟ้าที่ถูกถ่ายทอดลงดินในยามฟ้าผ่า เป็นการเริ่มต้นการวิจัยฟ้าผ่ามาให้ความรู้จนถึงปัจจุบัน และมีการศึกษาวิจัยมากที่สุด มาตั้งแต่ ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา สาเหตุที่ทุ่มเทให้ความสนใจเรื่องฟ้าผ่ากันมาก ก็เนื่องจากภยันตรายจากฟ้าผ่าต่อเครื่องบิน และยานอวกาศ รวมทั้งการสื่อสารคมนาคม ตลอดจนโรงไฟฟ้าใหญ่ๆ ทั่วโลก เนื่องด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะได้รับผลกระทบมาก โลกของที่ต้องพึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มากขึ้นทุกวัน ก็จำต้องหาทางเข้าใจภยันตรายต่างๆ อันจะนำผลเสียทางเศรษฐกิจมากมายมาให้

นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน K. Berger เป็นผู้แรกที่จัดระบบฟ้าผ่า ตามแหล่งที่มาว่ามาจากก้อนเมฆหรือพื้นดิน ตามทิศทางการเดินทางว่าลงพื้นหรือขึ้นฟ้า ตามศักย์ไฟฟ้าของส่วนนำหน้าของสายฟ้าว่าเป็นประจุบวกหรือลบ ในปี ค.ศ. 1975 กว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของฟ้าผ่าจะเป็นชนิดที่ 1 คือประจุลบจากเมฆลงพื้น ที่เป็นประจุบวกจากก้อนเมฆลงพื้นนั้นมีน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เสียอีก ฟ้าผ่าโดยที่กระแสไฟฟ้าโดดจากพื้นขึ้นไปยังก้อนเมฆนั้นหายากมาก โดยมากมักจะเกิดในตึกที่สูงมากหรือบนยอดเขาสูง แม้ฟ้าผ่าจากก้อนเมฆสู่ก้อนเมฆ จะมีมากกว่าครึ่งของจำนวนฟ้าผ่าทั้งหมดแต่มันไม่มีผลต่อมนุษย์แต่อย่างใด ในขณะที่ฟ้าที่ผ่าจากก้อนเมฆลงดินทำความเสียหายสร้างภัยพิบัติให้แก่มนุษย์ และทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก จึงต้องศึกษาทำความเข้าใจฟ้าผ่าชนิดนี้ เพื่อความปลอดภัยของเอง ความเข้าใจข้องเกี่ยวกับฟ้าฝ่าชนิดลงดินจึงมีมากกว่าชนิดที่โดดจากเมฆสู่เมฆด้วยกัน

ฟ้าผ่าคล้ายกับการดูดของไฟฟ้าสถิต ที่โดนในหน้าหนาวที่มีอากาศแห้ง ยิ่งถ้าเดินบนพรม พอเอื้อมมือจะไปจับลูกบิดประตู หรือเปิดประตูรถ ก็มักจะโดนไฟดูดจนสะดุ้ง ก็เนื่องมาจากความต่างศักย์ของตัว กับสิ่งที่ไปจับนั่นเอง ต่างกันก็เพียงแต่ว่าความต่างศักย์ของเมฆกับพื้นนั้น มีมากกว่าที่โดนไฟดูดจากลูกบิดประตูเป็นล้านๆ เท่าทีเดียวดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การเคลื่อนที่ของประจุบวก และลบในก้อนเมฆ

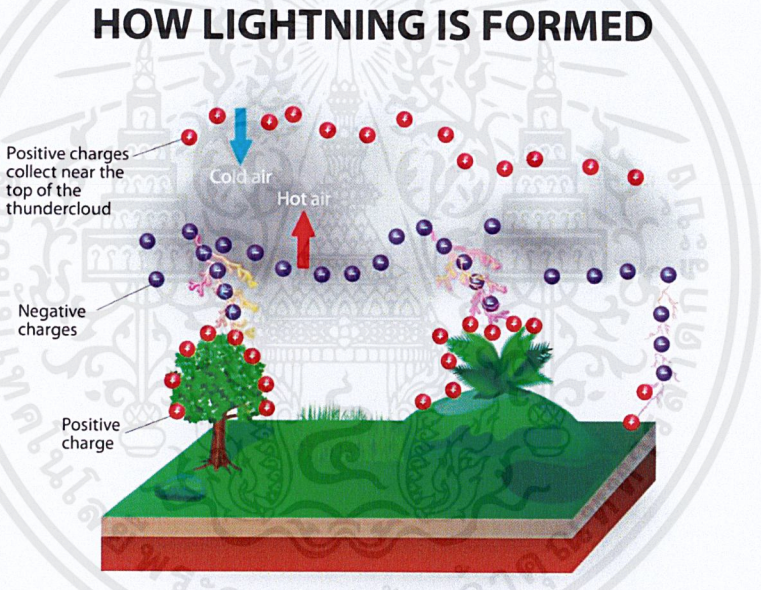
สาเหตุของการแยกตัวกันของประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆก็ยังไม่เป็นที่เข้าใจได้ดีนัก อาจจะมีสาเหตุจากการที่เมฆคิวมิวโลนิมบัสนั้นเป็นลำสูงขึ้นไปพาดระหว่างชั้นบรรยากาศที่แตกต่างกันมาก ทั้งอุณหภูมิ ความกดดันของอากาศ และจากการปะทะของแรงลมจากกระแสร้อน และเย็นที่ต่างกันในชั้นเหนือขึ้นไป หยดน้ำก็จับตัวเป็นน้ำแข็งในขณะที่ชั้นล่างยังเป็นหยดน้ำอยู่ หยดน้ำที่รวมตัวเข้าจนหนักขึ้นหนักขึ้นจนไหลลงด้านล่างของก้อนเมฆจะเกิดมีประจุลบโดยสาเหตุใดก็ยังไม่เข้าใจดีนัก และการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในส่วนบนของก้อนเมฆ และการกระจายตัวต่างๆ กันไปคงเป็นปัจจัยในการการแยกประจุไฟฟ้าภายในก้อนเมฆได้แต่จะด้วยสาเหตุอันใดก็ตาม จากการศึกษาด้วยการถ่ายภาพสามารถสรุปได้ว่ามีการแยกประจุขึ้นมา โดยด้านล่างของก้อนเมฆจะมีอิเล็กตรอนไปรวมตัวกันอยู่มาก ส่วนโปรตอนจะขึ้นไปรวมตัวกันอยู่ด้านบน จึงทำให้ด้านบนมีแต่ประจุบวกที่ฐานจึงมีศักย์เป็นลบ อิเล็กตรอนในพื้นดินใต้ก้อนเมฆที่มีฐานลอยต่ำนี้ถูกผลักออกไปหมด ทำให้พื้นดินใต้ก้อนเมฆมีประจุไฟฟ้าบวกขึ้นมา ความต่างศักย์ที่เพิ่มมากขึ้นทำให้กระแสไฟฟ้าจะโดดมาหากันแต่เนื่องจากอากาศเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่สู้จะดี จึงต้องอาศัยความต่างศักย์สูงมากนับเป็นล้านๆ ถึงพันล้านโวลต์ กว่ากระแสไฟฟ้าจะโดดข้ามถ่ายเทมาหากันกลายเป็นฟ้าผ่าได้ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ปรากฏการณ์ฟ้าผ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า

ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าที่เห็นได้นั้นเกิดขึ้นจากความไม่สมดุลระหว่างประจุในก้อนเมฆ และพื้นดิน โดยเริ่มต้นจากการที่ก้อนเมฆถูกลมพัดให้เคลื่อนที่ไปมาในอากาศ และเกิดการชนหรือเสียดสีกัน ระหว่างโมเลกุลของหยดน้ำหรือน้ำแข็งในก้อนเมฆ จึงเกิดประจุไฟฟ้าสะสมขึ้นในก้อนเมฆซึ่งมี ทั้งประจุบวก และประจุลบ ประจุบวกจะเคลื่อนที่ขึ้นไปอยู่ด้านบนยอดเมฆ ในขณะที่ประจุลบจะเคลื่อนตัวลงมาด้านล่างหรือบริเวณฐานเมฆ และเมื่อมีประจุลบสะสมอยู่จำนวนมากพอ ที่จะสามารถเหนี่ยวนำให้วัตถุทุกชนิดที่อยู่ใต้ก้อนเมฆนั้นกลายเป็นประจุบวกทั้งหมด ประจุลบบริเวณฐานเมฆนี้จะทำให้อากาศด้านล่างก้อนเมฆแตกตัว และเดินทางแทรกลงมาด้านล่าง ขณะเดียวกันประจุบวกจากพื้นจะถูกประจุลบดึงดูดให้วิ่งขึ้นมา และบรรจบกัน ณ จุดจุดหนึ่ง และเกิดเป็นปรากฏการณ์ฟ้าผ่าได้ในที่สุดดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า

เมื่อประจุลบบริเวณฐานเมฆถูกเหนี่ยวนำเข้าหาประจุบวกที่อยู่ด้านบนของก้อนเมฆ ทำให้เกิดแสงสว่างในก้อนเมฆ หรือประจุไฟฟ้าลบบริเวณฐานเมฆก้อนหนึ่งถูกเหนี่ยวนำไปหาประจุบวกในเมฆอีกก้อนหนึ่ง จะมองเห็นสายฟ้าวิ่งข้ามระหว่างก้อนเมฆเรียกว่า “ฟ้าแลบ”

เมื่อประจุลบบริเวณฐานเมฆถูกเหนี่ยวนำเข้าหาประจุบวกที่อยู่บนพื้นดิน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าจากก้อนเมฆพุ่งลงสู่พื้นดินเรียกว่า “ฟ้าผ่า” ในทางกลับกันประจุลบที่อยู่บนพื้นดินถูกเหนี่ยวนำเข้าหาประจุบวกในก้อนเมฆ มองเห็นเป็นฟ้าแลบจากพื้นดินขึ้นสู่ท้องฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเกิดฟ้าแลบหรือฟ้าผ่า การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าในอากาศ ทำให้อากาศในบริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงมากจนขยายตัวอย่างฉับพลัน ส่งผลให้เกิดช็อกเวฟ (Shock Wave) ส่งเสียงดังออกมาเรียกว่า “ฟ้าร้อง”

ฟ้าแลบ และฟ้าร้องเกิดขึ้นพร้อมๆ กันแต่มองเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินเสียงฟ้าร้อง เนื่องจากแสงมีความเร็วมากกว่าเสียง แสงมีอัตราเร็ว 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที ส่วนเสียงมีอัตราเร็วประมาณ 1/3 กิโลเมตรต่อวินาทีเท่านั้น ถ้าต้องการทราบว่าฟ้าแลบหรือฟ้าผ่าเกิดขึ้นห่างห่างจากเท่าใด สามารถจับเวลาตั้งแต่เมื่อเห็นฟ้าแลบจนถึงได้ยินเสียงฟ้าร้องว่าเป็นระยะเวลากี่วินาที แล้วเอาจำนวนวินาทีคูณด้วย 1/3 ก็จะได้เป็นระยะทางกิโลเมตร เช่น ถ้าจับเวลาระหว่างฟ้าแลบกับฟ้าร้องได้ 3 วินาที จะทราบได้ว่าฟ้าแลบอยู่ห่างจากประมาณ 1/3 x 3 เท่ากับ 1 กิโลเมตร

2.1.3 ขนาดกระแสของฟ้าผ่า

ขนาดของกระแสฟ้าผ่า หมายถึง ค่ายอดของรูปคลื่นกระแสฟ้าผ่า ขนาดของกระแสฟ้าผ่าจะมีค่ามากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณของประจุที่ดิสชาร์จ ขึ้นอยู่กับขั้วของกระแสฟ้าผ่าว่าเป็นบวกหรือลบ และขึ้นอยู่กับฟ้าผ่าขึ้นหรือผ่าลง จากการบันทึกของ Berger พบว่ากระแสฟ้าผ่าขั้วลบมีค่าสูงถึง 90 กิโลแอมป์ และขั้วบวกมค่าสูงถึง 270 กิโลแอมป์ และจากสถิติการกระจายของกระแสฟ้าผ่าที่วัดได้จากสถานีวิจัยฟ้าผ่าบนยอดเขา San Salvatore ภาคใต้ของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ในปี ค.ศ. 1963 ถึงปี ค.ศ. 1971 พบว่ากระแสฟ้าผ่าที่มีค่าเฉลี่ยที่ความน่าจะเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ขั้วลบประมาณ 30 กิโลแอมป์ สำหรับฟ้าผ่าลำแรก และลำฟ้าผ่าตามขั้วลบประมาณ 12 กิโลแอมป์ และเฉลี่ยของฟ้าผ่าบวกประมาณ 35 กิโลแอมป์

2.2 ผลกระทบจากฟ้าผ่าต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นมีความเสี่ยงมากที่จะได้รับกระแสไฟฟ้าที่สูงเกินไป อันมีสาเหตุมาจากฟ้าผ่า การได้รับกระแสไฟฟ้าสูงเกินไปนั้นสามารถเกิดได้ทั้งผ่านไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศและถูกผลิตจากอุตสาหกรรม แต่ชนิดที่อันตรายที่สุดคือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากชั้นบรรยากาศอันส่งผลให้เกิดผลกระทบหลัก 3 อย่างคือ การนำไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ และกระแสไฟฟ้าที่ไหลสู่พื้นดิน แรงดันไฟฟ้าเกินที่เข้ามาในอาคารที่เป็นสาเหตุทำให้อุปกรณ์เกิดการชำรุด ซึ่งสามารถเข้ามาในอาคารได้ดังนี้

1. ทางสายตัวนำไฟฟ้า ที่ใช้สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบงานคอมพิวเตอร์ และสื่อสาร ซึ่งเป็นจุดสำคัญที่แรงดันไฟฟ้าเกินจะใช้เป็นทางผ่านเข้ามาในอาคารมากที่สุด โดยมีสาเหตุหลักจากเหตุการณ์ฟ้าผ่า การเกิดฟ้าผ่าอาจเกิดขึ้นโดยตรงหรือใกล้ในระบบส่งจ่ายหรือจำหน่ายไฟฟ้า ผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดแรงดันไฟฟ้าเกินขนาดใหญ่วิ่งตามสายตัวนำไฟฟ้าเพื่อหาจุดลงดิน หรือมีเหตุการณ์ฟ้าผ่าที่ตำแหน่งล่อฟ้าใกล้กับตัวอาคาร ซึ่งด้วยผลของสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้น ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำระหว่างกระแส ฟ้าผ่ากับสายตัวนำไฟฟ้า ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเกินที่สายดังกล่าวขึ้น และผ่านเข้าสู่ภายในอาคาร เป็นผลทำให้อุปกรณ์ชำรุดเนื่องจากได้รับแรงดันไฟฟ้าเกินได้

2. ทางสายโทรศัพท์ สายนำสัญญาณ และสายสื่อสารข้อมูล เป็นอีกทางหนึ่งที่กระแสแรงดันไฟฟ้าเกินเข้ามา โดยเกิดจากการเหนี่ยวนำ เข้ามาของกระแสแรงดันไฟฟ้าเกินจากเหตุการณ์ฟ้าผ่า เช่นเดียวกับสายตัวนำไฟฟ้าจากสนามแม่เหล็กที่เกิดจากฟ้าผ่าเข้าไปเหนี่ยวนำวงรอบ (Loop) ใดๆ ในอาคาร เช่น วงรอบระบบไฟฟ้าหรือระบบสื่อสาร เป็นผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเกินในอาคาร

3. จากระบบการต่อลงดิน ในกรณีระบบมีการต่อลงดินหลายจุด เมื่อมีเหตุการณ์ฟ้าผ่า และมีกระแสฟ้าผ่าไหลลงระบบรากสายดินจุดหนึ่ง อาจก่อให้เกิดศักย์ไฟฟ้าของจุดลงดินสูงกว่าอีกจุดหนึ่ง เป็นผลทำให้เกิดกระแสไหลวนขึ้นจากระบบดินจุดหนึ่งผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ไปลงดินอีกจุดหนึ่ง เป็นผลทำให้อุปกรณ์ในระบบเกิดการเสียหายได้

2.3 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

การป้องกันฟ้าผ่าภายนอกคือ การป้องกันความเสียหายอันเกิดจากฟ้าผ่าโดยตรงสู่อาคาร ซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดไฟไหม้, อาคารแตกร้าวอันเนื่องจากพลังงานความร้อนจากฟ้าผ่า วิธีการป้องกันสามารถทำได้โดยใช้การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า เช่น เสาล่อฟ้าเพื่อให้ฟ้าผ่าลงไปที่จุดที่ต้องการแล้วกระจายกระแสฟ้าผ่าลงดินอย่างปลอดภัยซึ่งย่อมต้องอาศัยการติดตั้งระบบรากสายดินที่ดีด้วยเช่นกัน ซึ่งประกอบด้วย

2.3.1 ระบบตัวนำล่อฟ้า

วัตถุประสงค์ในการออกแบบตัวนำล่อฟ้าที่ถูกต้องคือ เพื่อลดโอกาสของลำฟ้าผ่าที่ทะลุบริเวณป้องกัน อาจจะประกอบร่วมกันของสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. แท่งตัวนำ (Rods) เรียกว่า หลักล่อฟ้าหรือเสาล่อฟ้า มีลักษณะเป็นหลัก หรือเสาโลหะที่ติดตั้งมีความสูงเหนืออาคาร หรือติดตั้งบนส่วนที่สูงที่สุดของอาคารเพื่อให้มีพื้นที่ป้องกันกว้าง เหมาะสำหรับอาคารที่มีลักษณะไม่ซับซ้อน ที่ปลายเสาล่อฟ้ามักจะทำให้มีรูปร่างแหลมคมเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามไฟฟ้า เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการล่อฟ้าให้สูงขึ้น

2. สายตัวนำขึง (Stretch Wires) โดยปกติจะใช้สายโลหะที่มีความแข็งแรงสูง เช่น สายเหล็กชุบสังกะสีป้องกันสนิม หรือสายทองแดง สายตัวนำนี้จะขึงอยู่กับเสาล่อฟ้าช่วยให้ความสามารถในการป้องกันดีขึ้น มีพื้นที่ป้องกันมากขึ้นกว่าการใช้เสาล่อฟ้าอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวนำแบบตาข่าย (Meshed Conductor) เป็นการใช้สายตัวนำติดตั้งบนส่วนที่สูงของอาคาร เป็นรูปตาข่าย ขนาดของตาข่ายกาหนดตามระดับป้องกัน เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วจึงเหมือนกับมีตาข่ายครอบอยู่บนอาคาร การติดตั้งนี้อาจวางติดกับอาคารเลยหรืออาจมีตัวรองรับเพื่อยกให้สูงเหนือพื้นอาคาร

ในการออกแบบการจัดวางตาแหน่งตัวนำล่อฟ้า มี 3 วิธี โดยจะใช้แบบ อิสระ หรือร่วมกันก็ได้ ดังนี้

1. วิธีมุมป้องกัน (Protective Angle) เป็นวิธีที่กำหนดมุมสำหรับการป้องกันไว้แล้ว ซึ่งมีลักษณะพื้นที่ของการป้องกันจะเป็นรูปทรงกรวย จะปลอดภัยจากฟ้าผ่า มุมป้องกันจะแปรผันตามระดับการป้องกัน และความสูงของตัวนำล่อฟ้า วิธีมุมป้องกันนี้เหมาะสมที่จะใช้กับสิ่งปลูกสร้างอย่างง่ายหรือส่วนเล็กๆ ของสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ และมุมป้องกันนี้จะใช้ได้กับตัวนำล่อฟ้าแบบแท่งตัวนำ และแบบตัวนำขึงเท่านั้น

2. วิธีทรงกลมกลิ้ง (Rolling Sphere) วิธีนี้ใช้ทรงกลมเหมือนลูกบอลที่มีรัศมีกลิ้งไปบนส่วนของอาคาร ในการออกแบบจึงต้องติดตั้ง ระบบป้องกันฟ้าผ่าชนิดที่เป็นหลักล่อฟ้า หรือสายตัวนำขึงเสียก่อน และกลิ้งลูกบอล ส่วนใดของอาคารที่ผิวของลูกบอลสัมผัสจะถือว่าเป็นส่วนที่ไม่ได้รับการป้องกัน

3. วิธีตาข่าย (Mesh Size) วิธีนี้เป็นการใช้ตัวนำล่อฟ้าแนวราบขึงบนส่วนของอาคาร ส่วนที่สูงที่สุด การติดตั้งที่ดีจะต้องติดตั้งตัวนำแนวราบโดยรอบอาคาร

2.3.2 ระบบตัวนำลงดิน

ทำหน้าที่นำกระแสฟ้าผ่าจากตัวนำล่อฟ้าลงในพื้นดิน การติดตั้งตัวนำลงดินต้องพยายามจัดให้มีเส้นทางไหลของกระแสหลายชุด ให้มีความยาวของเส้นทางที่กระแสไหลสั้นที่สุด และตรงที่สุด และควรทำการประสานศักย์เท่ากันนี้ ควรทำที่ทุกๆ ระยะสูงไม่เกิน 20 เมตร ระบบตัวนำลงดินแบ่งการติดตั้งออกเป็น 2 แบบคือ

1. ระบบตัวนำลงดินแบบแยกอิสระ หมายถึง ตัวนำลงดินที่เดินลงมาตามผนังอาคาร โดยเดินบนวัสดุที่เป็นฉนวน เช่น อิฐ ไม้ เป็นต้น และไม่มีการเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นตัวนำของอาคาร และเมื่อเดินถึงดินจะมีการเชื่อมต่อตัวนำลงดินนี้เข้าด้วยกันที่ระดับพื้นดินเท่านั้น

2. ระบบตัวนำลงดินแบบไม่อิสระ หมายถึง สิ่งปลูกสร้างที่มีตัวนำจำนวนมาก โดยปกติจะฝังในผนังหรือกำแพง และในหลังคาของอาคาร โดยเฉพาะอาคารที่มีโครงสร้างเป็นเหล็กหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก ตัวนำลงดินจะต่อเข้าสิ่งปลูกสร้างส่วนที่เป็นตัวนำหลายจุด ทำให้ส่วนที่เป็นตัวนำของอาคารทำหน้าที่เป็นตัวนำลงดินด้วย ลักษณะนี้จะเป็นการประสานศักย์ให้เท่ากัน และเมื่อเกิดฟ้าผ่าจะสามารถลดแรงดันไฟฟ้า และลดการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในอาคารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ระบบรากสายดิน

มีวัตถุประสงค์เพื่อกระจายกระแสฟ้าผ่าลงดิน โดยไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเกินจนเป็นอันตราย ระบบรากสายดินอาจมีลักษณะหลายแบบตามความเหมาะสมคือ แบบวงแหวน แบบแนวดิ่ง แบบรัศมี และแบบรากฐาน (ใช้ฐานของอาคารเป็นหลักดิน) รากสายดินแบบแผ่น หรือแบบตะแกรงเป็นทางเลือกหนึ่งของการวางระบบรากสายดิน ซึ่งหัวข้อสำคัญของระบบรากสายดินคือ ต้องมีความต้านทานการต่อลงดินต่ำที่สุด และมีความยาวน้อยสุดของตัวนำรากสายดินจะขึ้นอยู่กับระดับป้องกันที่มีความต้านทานจำเพาะของดินต่างๆ กัน

2.3.4 หลักการทำงานของระบบป้องกันฟ้าผ่า

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกสิ่งปลูกสร้างสามารถแยกออกเป็นสองประเภทใหญ่ ได้แก่

1. แบบดั้งเดิม (Conventional System) หมายรวมถึง ระบบที่ใช้แท่งแฟรงกลิน และกรงฟาราเดย์

2. ไม่ใช่แบบดั้งเดิม (Unconventional System) หมายรวมถึง ระบบทั้งหมดที่ไม่ใช้แท่งแฟรงกลินหรือกรงฟาราเดย์ เช่น ระบบที่ใช้แท่งอีเอสอี แท่งเซมิคอนดักเตอร์ และแท่งดีเอเอสแต่ละชนิดมีลักษณะ และการทำงานดังต่อไปนี้

แท่งแฟรงกลิน

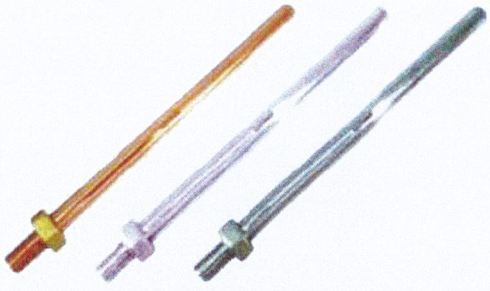
แท่งแฟรงกลินเป็นแท่งตัวนำที่ทำหน้าที่สกัดจับฟ้าที่ผ่าลงมา จากนั้นประจุไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านลงไปที่ดิน โดยผ่านสายตัวนำ และแท่งอิเล็กโทรดซึ่งฝังอยู่ในดิน แท่งแฟรงกลินเป็นส่วนหนึ่งของระบบป้องกันไฟฟ้า ซึ่งถูกติดตั้งอยู่ส่วนบนสุดของสิ่งก่อสร้างที่ต้องการป้องกัน โดยแท่งตัวนำนี้มีปลายแหลม ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 แท่งแฟรงกลินปลายแหลม

ภายหลังมีการค้นพบว่า แท่งตัวนำปลายทู่ ดังรูปที่ 2.5 สามารถมีประสิทธิภาพในการสกัดจับฟ้าผ่าได้ดีกว่าแท่งปลายแหลม จากการทดลองฟ้าผ่าในธรรมชาติบนยอดเขาในนิวเมกซิโก พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่งแฟรงกลินปลายทู่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 – 25.4 มิลลิเมตร ถูกฟ้าผ่าในช่วงเวลาเจ็ดปีของการทดลอง แต่แท่งแฟรงกลินปลายแหลม และแท่งอีเอสอีไม่ถูกฟ้าผ่าเลย



รูปที่ 2.5 แท่งแฟรงกลินปลายคู่

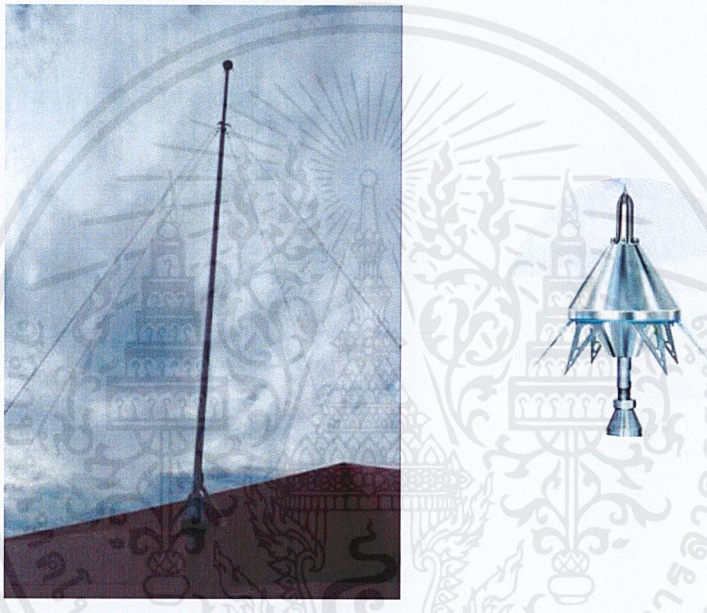
กรงฟาราเดย์

กรงฟาราเดย์เป็นแท่งตัวนำหรือโลหะต่อเชื่อมกันเป็นตาข่าย ล้อมรอบวัตถุหรือสิ่งก่อสร้าง เป็นผลทำให้เกิดฉนวนไฟฟ้าสถิต การป้องกันโดยใช้กรงฟาราเดย์เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าเป็นวิธีตาข่าย (Mesh Method) โดยทั่วไปอาคารที่มีโครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กก็เข้าข่ายกรงฟาราเดย์ แต่ความถี่ห่างของโครงเหล็กก็มีผลต่อการป้องกัน มีข้อมูลวิจัยเรื่องการลดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าว่าขนาดช่องตาข่ายของกรงควรมีขนาดเล็กกว่าหนึ่งในแปดของความยาวคลื่น ของสัญญาณกระแสที่เกิดจากฟ้าผ่า จะทำให้การเปลี่ยนของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอกกรงไม่มีผลต่อสิ่งที่อยู่ในกรงตาข่าย ดังนั้นการใช้กรงฟาราเดย์ขนาดเท่านี้จะปลอดภัยต่ออุปกรณ์ภายในสิ่งปลูกสร้างด้วย จากการศึกษาพบความยาวคลื่นของสัญญาณกระแสจากฟ้าผ่าแปรผันตั้งแต่ 3.2 ถึง 195 เซนติเมตร แต่สัญญาณที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 5 เซนติเมตร พบได้น้อยมาก สัญญาณส่วนมากที่พบมีความยาวคลื่นประมาณ 11 เซนติเมตร โดยทั่วไปขนาดช่องตาข่ายของกรงฟาราเดย์ เพื่อการป้องกันฟ้าผ่าด้านนอกสิ่งปลูกสร้าง กำหนดจากการใช้ประสบการณ์มากกว่าการคำนวณที่แน่นอน อย่างไรก็ตามมาตรฐานสากล IEC61024 และมาตรฐานไทย EIT2009-53 ระบุว่าตาข่ายป้องกันขนาด 5 x 5 ตารางเมตร มีประสิทธิภาพป้องกันร้อยละ 98 สามารถป้องกันฟ้าผ่าที่มีรัศมีทรงกลมกลิ้ง 20 เมตรได้ และตาข่ายป้องกันขนาด 15 x 15 ตารางเมตร มีประสิทธิภาพป้องกันร้อยละ 90 สามารถป้องกันฟ้าผ่าที่มีรัศมีทรงกลมกลิ้ง 45 เมตร โครงสร้างกรงฟาราเดย์ตามคำแนะนำในข้างต้นมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงนิยมใช้แท่งแฟรงกลินร่วมด้วย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการป้องกันแต่หากสิ่งก่อสร้างนั้น สร้างจากวัสดุที่เป็นฉนวน เช่น พลาสติก แต่ไม่หนาหรือมีความเป็นฉนวนดีมากพอฟ้าจะผ่าลงจุดที่ลงดินได้ง่ายที่สุดภายในสิ่งก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่งล่อฟ้า Early Streamer Emission

จากรูปที่ 2.6 เป็นแท่งล่อฟ้าแบบเริ่มปล่อยประจุก่อน มีราคาตามท้องตลาดสูงกว่าแท่งแฟรงกลินได้มากถึงกว่าร้อยเท่า โดยผู้ผลิตอ้างว่าแท่งล่อฟ้าชนิดนี้มีประสิทธิภาพการป้องกันมากกว่าแท่งแฟรงกลิน แต่อย่างไรก็ตามไม่มีข้อมูลหรือทฤษฎีใดๆ สนับสนุนว่าเป็นเช่นนั้นจริงตามอ้าง หลักการทำงานของแท่งอีเอสอีคือ เมื่อมีลำประจุเริ่มจากก้อนเมฆลงมา ทำให้สนามไฟฟ้ามีค่าสูงเพิ่มขึ้น แท่งอีเอสอี จะปล่อยประจุออกมา และสร้างลำประจุขึ้นมาได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดฟ้าผ่าลงที่แท่งอีเอสอีแทนการลงที่จุดอื่นซึ่งไม่มีประจุล่อ



รูปที่ 2.6 แท่งล่อฟ้า Early Streamer Emission

แท่งดีเอเอส

Dissipation Array System (DAS) เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันไม่ให้ฟ้าผ่าลง ณ จุดที่มันติดตั้งอยู่ ประกอบขึ้นจากแถวตัวนำปลายแหลมหลายๆ แถวทั่วไปตัวนำปลายแหลมมีลักษณะเหมือนลวดหนามประกอบรวมกัน มีลักษณะเหมือนโครงร่มดังรูปที่ 2.7 ใช้ติดตั้งอยู่เหนือหรือใกล้จุดที่ไม่ต้องการให้เกิดฟ้าผ่าลง โดยออกแบบจากหลักการที่ว่า การเกิดโคโรนาจะลดความแรงของสนามไฟฟ้าในบริเวณใกล้เคียง เมื่อความแรงของสนามไฟฟ้าลดลงจึงทำให้ไม่เกิดลาประจุเริ่มต้น และเบรกดาวน์จากก้อนเมฆ โดยดีเอเอสต้องสามารถสร้างประจุออกมาให้ได้มาก และเร็วเท่ากับที่เกิดลำประจุเริ่มจากก้อนเมฆคือ 5 คูลอมบ์ใน 10 วินาที ซึ่งต้องใช้ตัวนำที่มีปลายแหลม 5000 จุด แต่ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักฐานว่าดีเอเอสปล่อยประจุออกมาได้มากเพียงพอในเวลาเร็วขนาดนั้น คุณสมบัติการทำงานของดีเอเอสที่ผู้ผลิตอ้างไว้ไม่เป็นจริง เนื่องจากมีช่างภาพสามารถจับภาพฟ้าผ่าลงที่แท่งดีเอเอสได้หลายครั้ง ภายหลังจึงใช้ชื่อเรียกว่า ซีทีเอส (CTS, Charge Transfer System) การศึกษา และรายงานที่ว่า ซีทีเอสทำงานได้มีประสิทธิภาพกว่าแท่งแฟรงกลิน ก็เกิดจากการวิเคราะห์ที่ผิดพลาด โดยร่างมาตรฐาน PAR1576 ที่เสนอเข้ารับรองมาตรฐานกับ IEEE ไม่ได้รับการรับรอง ในปี ค.ศ. 2004 ในช่วงปี ค.ศ. 1989 ถึง 2005 มีการยื่นขอให้รวมซีทีเอสในมาตรฐาน NFPA780 ถึงห้าครั้ง แต่ได้รับการปฏิเสธ

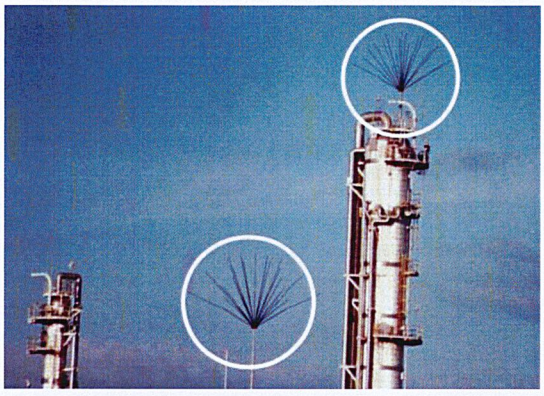
รูปที่ 2.7 แท่งดีเอเอส

นอกจากนี้ยังมีความเห็น และเหตุผลแย้งในทางวิทยาศาสตร์ว่า แท่งดีเอเอสไม่สามารถป้องกันไม่ให้ฟ้าผ่าลงตัวมันเองหรืออุปกรณ์ภายใต้มันได้ แต่อย่างไรก็ตามการต่อลงดินอย่างดี ก็ทำให้มันสามารถป้องกันหรือลดอันตรายจากการเกิดฟ้าผ่าได้ ในหลักการเดียวกันกับระบบที่ใช้แท่งแฟรงกลิน

แท่ง Semiconductor

ความหมายตามชื่อในภาษาอังกฤษ (Semiconductorlightning Eliminator) คือ ตัวลดฟ้าผ่าแบบ Semiconductor มีลักษณะดังรูปที่ 2.8 ถูกคิดค้นขึ้นในประเทศจีน เชื่อว่าสามารถลดกระแสจากฟ้าผ่าลงได้ถึงร้อยละ 99 แต่จากการศึกษาทดลองของนักวิทยาศาสตร์ไม่พบว่า กระแสจากฟ้าผ่าลดลง และเคยวัดกระแสได้มากกว่า 6 กิโลแอมแปร์ ในการทดลองครั้งหนึ่งจากผลการทดลองจึงชัดเจนว่า แท่งป้องกันนี้ไม่สามารถลดกระแสจากฟ้าผ่าลงจนถึงระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งปลูกสร้าง และชีวิตได้ ทั้งนี้มีหลักฐานความล้มเหลวในการใช้แท่ง Semiconductor ที่ติดตั้งอยู่บนอาคารโอเรียนทัลเพิร์ลทีวีทาวเวอร์ในเซียงไฮ้ ซึ่งถูกฟ้าผ่าจนเกิดไฟไหม้เสียหายในปี ค.ศ. 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แท่ง Semiconductor

2.4 ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในนั้นไว้สำหรับป้องกันกระแสฟ้าผ่าที่ไหลผ่านเข้ามา ซึ่งโดยความจริงแล้วจุดประสงค์ของการป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคารนั้น เพื่อป้องกันความเสียหายทางกลกับอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างจากฟ้าผ่า แต่ไม่สามารถป้องกันความเสียหายให้กับอุปกรณ์ที่อยู่ภายในอาคารเนื่องจากเสิร์จได้ และอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ในระบบ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีเลย์ต่างๆ ไม่สามารถที่จะทำการป้องกันได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการป้องกันการชำรุดของอุปกรณ์ดังกล่าวควรต้องมีระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วย

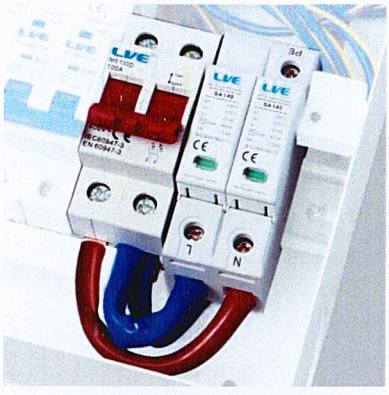
1. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Surge Protection Device: SPD)
2. มีการต่อประสานศักย์ไฟฟ้าเท่ากับการกาบัง (Shielding)
3. มีการต่อลงดิน (Earthing)

จึงจะสามารถป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ภายในอาคารชำรุดเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเกินได้

2.4.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Surge Protection Device : SPD)

Surge Protection Device (SPD) หรืออุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะดังรูปที่ 2.9 เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้นๆ ได้ ซึ่งพลังงานที่สูงมากเช่นนี้สามารถสร้างความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า, อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องมือ-เครื่องใช้ในการควบคุมการประมวลผล ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การติดตั้ง Surge Protection

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ มีหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการคือ

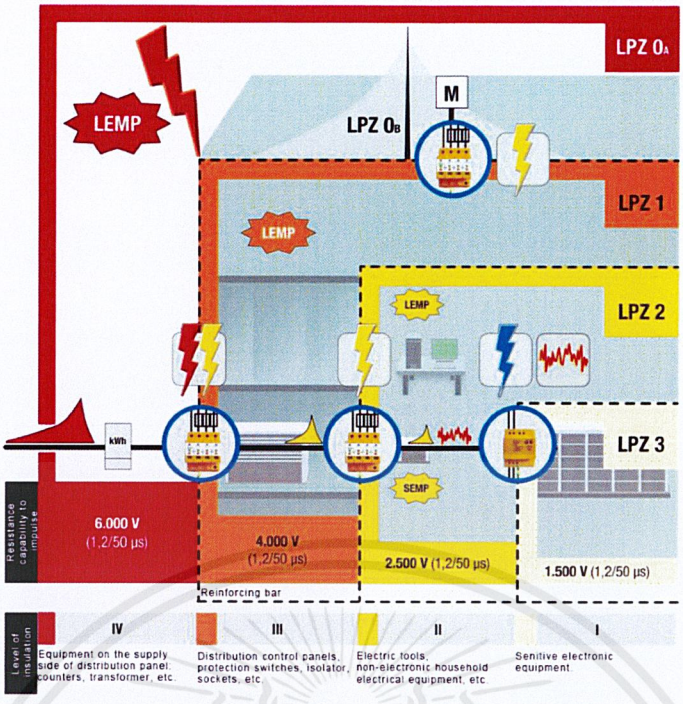
1. สร้างบริเวณหนึ่งให้มีความต้านทานต่ำ เพื่อให้แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นกลับอยู่ในสภาวะปกติ ได้แก่ สายดิน

2. ทำการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่สูงเกินไปยังบริเวณที่สร้างขึ้น (สายดิน) เพื่อป้องกันความเสียหายที่สามารถเกิดขึ้นได้

ย่านป้องกันแรงดันเกินไฟฟ้าจากฟ้าผ่า

ตามมาตรฐาน IEC มีการแบ่งประเภทของอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน ตามลักษณะการทดลองโดยจำลองคลื่นอิมพัลส์ในรูปกระแส และแรงดันแตกต่างกันอกไปดังรูปที่ 2.10 ซึ่งมาตรฐาน IEC 62305-4 (DIN V VDE V 0185 Part4) ได้กำหนดย่านป้องกันแรงดันเกินไฟฟ้าจากฟ้าผ่าออกเป็นส่วนต่างๆ ภายในอาคาร และในแต่ละย่านการป้องกันจะมีการต่อประสานแต่ละย่านการป้องกันเพื่อการลดทอนของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Field) และทำให้ศักย์ไฟฟ้าในแต่ละย่านการป้องกันเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ย่านการป้องกันแรงดันเกินจากไฟฟ้า

การกำหนดย่านการป้องกันต่างๆ จะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบ และการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จให้เหมาะสมกับขนาดของเสิร์จที่ผ่านเข้ามา การแบ่งโซนดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

1. LPZ 0A คือ โซนที่มีโอกาสที่จะถูกฟ้าผ่าโดยตรง ดังนั้นจึงรับกระแสฟ้าผ่า และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเต็มที่

2. LPZ OB คือ โซนที่ไม่มีโอกาสได้รับฟ้าผ่าโดยตรง แต่ยังไม่รับผลของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยไม่มีการลดทอนผลของแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าว

3. LPZ1 คือ โซนที่มีการ Switching ของอุปกรณ์ภายใน หรือจากการรับกระแสเสิร์จของการเหนี่ยวนาจากฟ้าผ่าเข้ามาตามสายตัวนำไฟฟ้า และสายสัญญาณต่าๆ และจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากกระแสฟ้าผ่าที่เข้ามาเหนี่ยวนำวงรอบ ที่อยู่ในอาคาร เช่น วงรอบระหว่างระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร ซึ่งสามารถลดทอนสนามแม่เหล็กดังกล่าว ได้ด้วยวิธีการต่อประสาน (Bonding) และการกาบัง (Shielding) ภายในอาคาร

4. LPZ2 คือ โซนที่มีการลดกระแส และสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากกว่าโซน 1 โซน สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ห้อง Computer

5. LPZ3 คือ โซนที่มีการลดกระแส และสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากกว่าโซน 2 โซน โดยลักษณะจะเป็นเฉพาะอุปกรณ์ที่เซนซิทีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการใช้งานคือ อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จทางด้าน Power และด้าน Communication และแบ่งตามย่านการติดตั้งใช้งานได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. Lightning Current Arrester คุณสมบัติมีความสามารถ Discharge กระแสฟ้าผ่าบางส่วนที่มีขนาดพลังงานมากโดยที่ตัวมันเองหรืออุปกรณ์ป้องกันเสิร์จตัวอื่นๆ ไม่ได้รับความเสียหาย ตำแหน่งติดตั้งอยู่ระหว่างย่าน LPZ OB กับ LPZ 1 จะถูกทดสอบด้วยกระแสอิมพัลส์ 10/350 μs

2. Surge Arrester 0020 คุณสมบัติเพื่อจากัดแรงดันไฟฟ้าเกิน เพื่อไม่ให้เกินค่าที่จะทำความเสียหายกับอุปกรณ์ในอาคารตำแหน่งติดตั้งจะอยู่หลังย่าน LPZ 1 ลงมาจะถูกทดสอบด้วยกระแส อิมพัลส์ 8/20 μs และแรงดันอิมพัลส์ 1.2/50 μs

ชนิดของ Surge Protector

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลักๆ ดังนี้

1. Filter เป็นอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ ที่มีลักษณะเป็นตัวกีดขวางคอยสกัดกั้นพลังงานไฟฟ้าที่มีความถี่สูง (มักจะเป็นสัญญาณรบกวน) ในขณะเดียวกันก็จะปล่อยให้พลังงานไฟฟ้าที่มีความถี่ต่ำไหลผ่านได้โดยสะดวก

2. Transients Diverters เป็นอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ ที่มีการสร้างแนวซึ่งมีความต้านทานต่ำสำหรับให้แรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นชั่วขณะไหลไปตามแนวนั้นลงสู่สายดิน

หลักการทำงานทั่วไปของ Surge Protector

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ ได้รับการออกแบบให้สามารถเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาอันสั้นออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสร้างแนวที่มีความต้านทานต่ำเชื่อมต่อไปสู่ตำแหน่งของสายดิน เพื่อให้แรงดันที่สูงขึ้นชั่วขณะไหลไปตามแนวความต้านทานต่ำไปยังสายดิน

ส่วนประกอบของ Surge Protector

การใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะสำหรับแต่ละลักษณะการใช้งาน จะมีความแตกต่างกัน ดังนั้นชิ้นส่วนที่ประกอบอยู่ภายในอุปกรณ์ก็จะแตกต่างกันด้วย แต่มีจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกันคือ เพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นในระยะเวลาอันรวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ, เชื่อถือได้ และตอบสนองต่อพลังงานสูงได้อย่างรวดเร็ว ส่วนมากชิ้นส่วนที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ ที่พบจะต้องมีหน้าที่ทำให้เกิดความต้านทานต่ำ เช่น MOV (Metal Oxide Varistor), Gas Discharge Tube (GDT) และ Silicon Avalanche Diode (SAD) ล ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MOV (Metal Oxide Varistor) จะมีการตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาสั้นได้เร็ว (ประมาณ 20 นาโนวินาที) แต่ถ้ารับกระแสไฟฟ้าสูง (100 A) เข้ามา จะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์ลดลง ภายใต้สภาวะปกติ MOV จะมีความต้านทานสูง แต่เมื่อมีการรับแรงดันไฟฟ้าสูงเข้ามา ความต้านทานของ MOV จะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว เพื่อสร้างแนวที่มีความต้านทานต่ำสำหรับให้แรงดันไฟฟ้าสูงไหลไปสู่สายดิน นอกจากนี้ MOV ยังมีความสามารถในการควบคุมแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าอีกด้วย

2. Gas Discharge Tube (GDT) มีความสามารถในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่สูงมาก (20 kV) และกระแสไฟฟ้าที่สูงมาก (2500 A) แต่มีการตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาสั้นได้ช้า

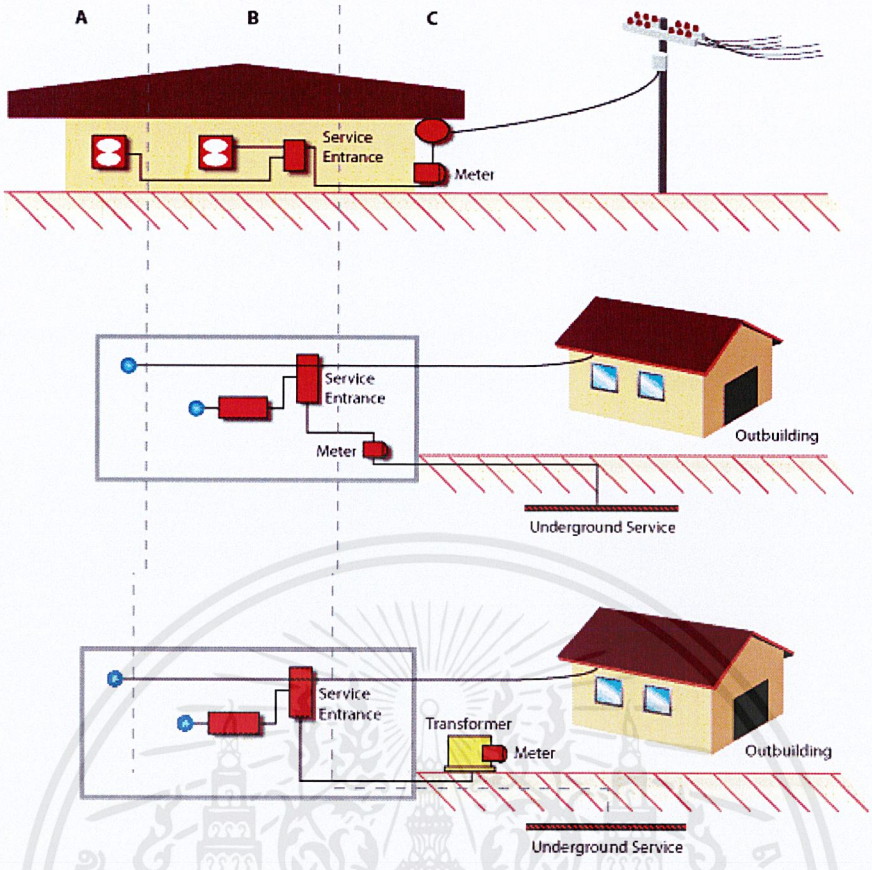
3. Silicon Avalanche Diode (SAD) จะมีการตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาสั้นได้เร็วมาก (ประมาณ 5 นาโนวินาที) และสามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าในปริมาณมาก (1000 A) แต่มีความไวต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของแรงดันไฟฟ้า (dv/dt) และสภาวะเกิดข้อผิดพลาดเมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Peak Voltage Failure Modes)

นอกเหนือไปจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ก็ได้มีการรวมเอาชิ้นส่วนของอุปกรณ์อื่นๆ เข้าไว้ด้วยกันในอุปกรณ์ป้องกันแรงดันสูงชั่วขณะ เช่น ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ ล

การติดตั้ง Surge Protector

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ สามารถนำไปติดตั้งในจุดต่างๆ ได้ตามลักษณะการใช้งาน โดยจัดแบ่งออกเป็น 3 ลำดับชั้น (Category) ดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การติดตั้ง Surge Protection

Category A ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะใกล้กับชิ้นส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไว ต่อคุณภาพไฟฟ้าที่ต้องการป้องกัน เพื่อป้องกันชิ้นส่วนนั้นๆ โดยเฉพาะ เช่น คอมพิวเตอร์, เครื่องชั่ง, เครื่องวัด, อุปกรณ์ควบคุมการประมวลผล และแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า DC

Category B ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะที่แผงวงจรควบคุมการจ่าย (Distribution Panel Board) และแผงสวิตช์ไฟฟ้า (Switchboard) การติดตั้งอุปกรณ์ ที่จุดนี้จะช่วยป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะจากภายนอก รวมถึงแรงดันไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวต่อคุณภาพไฟฟ้า หรือรับพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายจากสถานีไฟฟ้าย่อย

Category C ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะที่หน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้าขาเข้า เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่เกิดจากความผิดปกติของพลังงานไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ที่จุดนี้จะช่วยป้องกันกรณีเกิดฟ้าผ่าซึ่งเข้ามาภายในอาคารโดยผ่านทางสายไฟ

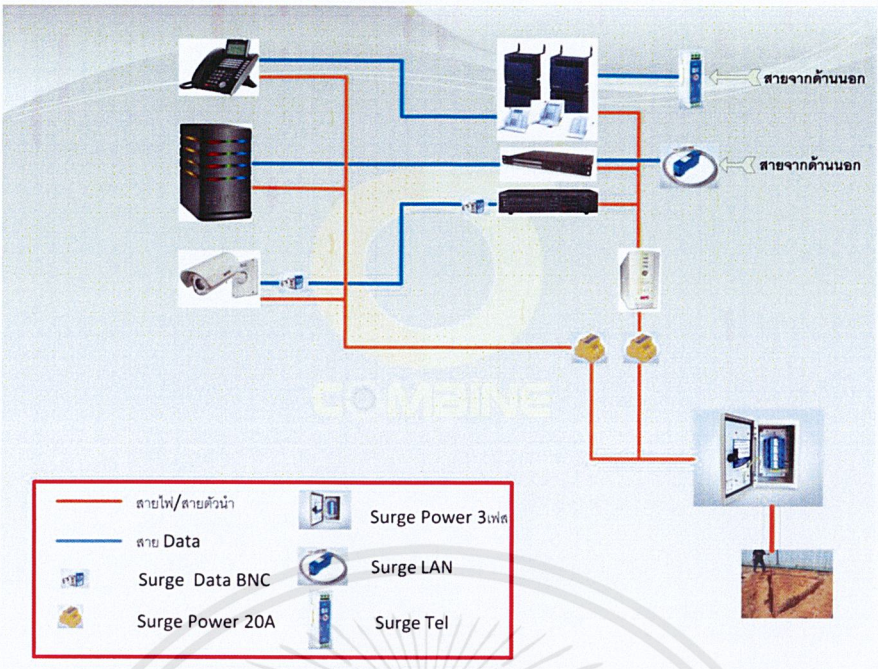
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญในการเลือกอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินชั่วขณะในอาคาร

1. คุณสมบัติการใช้งานของอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ ควรพิจารณาดังนี้ Surge Current Capacity ถูกกำหนดขึ้นโดยมาตรฐาน NEMA หมายถึง ระดับกระแสไฟฟ้าสูงที่สุดที่อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ สามารถต้านทานได้ต่อการเกิดแรงดันสูงชั่วขณะหนึ่งครั้ง โดยระดับกระแสไฟฟ้านี้จะบ่งชี้ถึงความสามารถในการป้องกันของอุปกรณ์ และใช้ในการเลือกอุปกรณ์ ให้เหมาะกับแต่ละการใช้งาน เช่น นำไปใช้งานในพื้นที่โล่งแจ้งซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดฟ้าผ่าที่รุนแรง จะต้องพิจารณาถึงระดับกระแสไฟฟ้าสูงที่สุดของอุปกรณ์ ซึ่งสูงมากพอที่จะสามารถต้านทานได้ Clamping Voltage เป็นคุณสมบัติที่อ้างอิงถึงจุดสูงสุดที่ยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่าน หรือกล่าวได้ว่า เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะยอมให้ไหลผ่านไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมอยู่ในขณะที่เกิดแรงดันสูงชั่วขณะ คุณสมบัตินี้ใช้วัดความสามารถในการลดแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ของอุปกรณ์ ซึ่งค่านี้ได้รับการรับรองจาก UL Underwriters Laboratories

2. ด้านความปลอดภัยควรพิจารณาดังนี้ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะควรมีการติดตั้งฟิวส์หรือตัวตัดไฟในวงจรที่จะทำการป้องกันโดยเฉพาะ เพื่อลบล้างกับ MOV ที่อาจเสียหายได้ในช่วงที่เกิดแรงดันสูงชั่วขณะ หรือเพื่อป้องกันการใช้ไฟฟ้าเกินกำลัง ในกรณีที่เกิดแรงดันไฟสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะจะต้องมีการป้องกันด้วยวิธีการต่างๆ เช่น มีการต่อสาย Line ไปยังสาย Neutral สาย Line ไปยังสาย Ground สาย Line ไปยังสาย Line และสาย Neutral ไปยังสาย Ground อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะ มีไฟหรือสัญญาณเตือน เพื่อแสดงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์มี Surge Counter เพื่อแสดงสถานะขณะอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดันสูงชั่วขณะเปิดใช้งานอยู่ตัวอย่าง Surge Diagram ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 Surge Diagram

2.4.2 การต่อประสาน (Bonding)

มาตรฐาน IEC 61024-1 กล่าวถึง การต่อประสานเพื่อลดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างชิ้นส่วนโลหะ และระบบภายในบริเวณที่จะป้องกันจากฟ้าผ่า ในการประสานนั้นส่วนที่เป็นโลหะจะประสาน (Bond) เข้ากับแท่งตัวนำต่อประสาน (Bonding Bar) ส่วนที่เป็นสายตัวนำไฟฟ้าหรือสายสัญญาณสื่อสารต่างๆ จะประสานโดยอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จของแต่ละโซนป้องกัน สำหรับแท่งตัวนำต่อประสานเหล่านี้จะต้องเชื่อมต่อกับระบบรากสายดิน (Earth Termination System) ภายในอาคาร และระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคารด้วย

2.4.3 การกำบัง (Shielding)

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคารจากฟ้าผ่าสามารถลดทอนลงได้ด้วยการกาบังห้องหรืออาคาร ด้วยวิธีตาข่าย (Mesh) เป็นการเชื่อมต่อส่วนเหล็กโครงสร้างเข้าด้วยกันทั้งพื้น ผนัง เพดาน บางครั้งอาจเพิ่มเติมลวดตาข่ายบนหลังคาแล้วต่อเชื่อมเข้ากับระบบการต่อลงดิน ผลการลดทอนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดความถี่ของตาข่าย ถ้าตาข่ายมีความถี่มากการลดทอนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดเพิ่มขึ้นด้วย

1. การจัดเดินสายตัวนำ และสายสัญญาณ การจัดการเดินสายที่เหมาะสมสามารถลดผลกระทบจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคารได้ ซึ่งการเดินสายตัวนำไฟฟ้ากับสายสัญญาณสื่อสารของคอมพิวเตอร์ที่ลักษณะเป็น Loop เมื่อมีสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เข้ามาทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงรอบการเหนี่ยวนำขึ้นระหว่างสายตัวนำไฟฟ้า และสายสัญญาณสื่อสาร ผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเกินเกิดขึ้นที่สายตัวนำไฟฟ้า และสายสัญญาณสื่อสาร การแก้ไขต้องพยายามจัดการเดินสายต่างๆ ภายในอาคารไม่ให้มีลักษณะเป็น Loop

2. การต่อลงดิน การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคาร ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในอาคาร อุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงส่วนที่เป็นโลหะที่อยู่ภายในอาคาร ระบบการลงต่อดินควรมีการเชื่อมต่อถึงกัน เพื่อทำให้ศักย์ไฟฟ้าในระบบเท่ากันตามหลักการ Equipotential Bonding

2.5 ระบบกล้อง CCTV

กล้องวงจรปิด (CCTV = Closed-circuit Television) คือ การใช้กล้องวีดีโอเพื่อถ่ายทอดภาพไปยังอุปกรณ์ปลายทาง อาทิเช่น จอมอนิเตอร์ หรือเครื่องบันทึกภาพ ซึ่งแตกต่างกับระบบกระจายสัญญาณโทรทัศน์ทั่วไปที่กระจายภาพทางอากาศไปยังทุกที่ที่สัญญาณภาพกระจายไปถึง แต่กล้องวงจรปิดจะจับภาพในพื้นที่เฉพาะจุด และกล้องวงจรปิดมักจะถูกใช้บ่อย ในการเฝ้าระวังในพื้นที่ที่ต้องการตรวจสอบ เช่น สนามบิน ธนาคาร ร้านค้า โรงงาน จุดล่อแหลมต่างๆ เรียกเป็น ระบบกล้องวงจรปิด ภาพของกล้องวงจรปิดมักจะมีการบันทึกลงในอุปกรณ์บันทึกภาพ (DVR = Digital Video Recorder) ในการบันทึกภาพจากกล้องวงจรปิดนั้นสามารถบันทึกได้นานเป็นเดือน หรือเป็นปีเลยทีเดียว ซึ่งความแตกต่างเรื่องเวลาในการบันทึกขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น

- ขนาดพื้นที่ของอุปกรณ์ในการบันทึกภาพ เช่น HDD มีปริมาณ มากน้อยแค่ไหน 500GB หรือ 1TB หรือ 2TB และใส่ HDD กี่ลูก (DVR แต่ละรุ่นรองรับจำนวน HDD ได้ไม่เท่ากัน)

- ความละเอียดในการบันทึก จะถูกแบ่งย่อยออกเป็นอีก 3 หัวข้อคือ 1. ขนาดของภาพ 2. เฟรมเรท 3. เบนด์วิทด์

- รูปแบบการเข้ารหัสสัญญาณภาพ เช่น H.264 MPEG4 MJPEG เป็นต้น

- การตั้งค่าการบันทึก เช่น เปิดระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detect) และการตั้งตารางการบันทึก (Schedule)

2.5.1 ส่วนประกอบของระบบ CCTV แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่ใช้ส่งสัญญาณภาพ

-กล้อง (Camera), เลนส์ (Lens)

2. ส่วนที่ใช้เชื่อมต่อ

- สายเคเบิลทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณภาพระหว่างกล้องกับ Monitor

- เครื่องบันทึก DVR ทำหน้าที่เก็บข้อมูล และส่งสัญญาณข้อมูลที่บันทึกไปยังส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนที่ใช้รับสัญญาณภาพคือ จอมอนิเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแสดงผล

2.5.2 ประเภทของกล้องวงจรปิด

1. กล้องวงจรปิดแบบกล่อง (Box)

เป็นกล้องที่สามารถเปลี่ยนเลนส์ ได้ตามมุม และลักษณะการใช้งาน และต้องติดยึดกับขายึดกล้องหรือใส่ไว้ภายในเคสเพื่อติดตั้งภายนอกอาคาร

ตัวอย่างกล้องวงจรปิดแบบกล่องที่ใช้ภายในบริษัท

- DINION IP 5000 HD ของแบรนด์ BOSCH Group ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 กล้อง DINION IP 5000 HD

เป็นกล้องที่ใช้ติดตั้งที่ทางเข้าลานจอดรถ และลาน Logistic บันทึกภาพได้มุมกว้าง 34 องศา ถึง 110 องศา และสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ -30 ถึง 50 องศาเซลเซียส

2. กล้องวงจรปิดแบบโดมอินฟราเรด

แสงสีขาวเป็นแสงที่คนสามารถมองเห็นได้ ประกอบไปด้วยสี 7 สี โดยแสงที่มีความถี่สูงหรือต่ำกว่านี้จัดเป็นแสงที่คนมองไม่เห็น เลนส์ปกติจะมีสารเคลือบกันแสง Infrared เพื่อไม่ให้แสง Infrared ผ่านได้ และภายในตัวกล้องก็จะมี Filter ทำหน้าที่กรองแสง Infrared นี้ออกไปอีกด้วย เพราะกล้องสีจะให้ภาพสีสวยสุดเมื่อไม่มีแสง Infrared มารบกวน ตามธรรมดาแล้วแสงที่มีอยู่ในธรรมชาติเป็นแสงสีขาว (ประกอบด้วย 7 สี) และสามารถมองเห็นได้โดยแสงจะไปกระทบวัตถุ และสะท้อนกลับมายังเลนส์แล้วตกยังฉากรับภาพ, แต่ในสถานที่ที่มีปริมาณแสงน้อย (ที่มืด) กล้อง Infrared จะทำหน้าที่ปล่อยแสง Infrared ไปกระทบวัตถุ และสะท้อนกลับมายังเลนส์ ดังนั้นเลนส์ที่ใช้จึงต้องเป็นเลนส์ชนิดที่ยอมให้แสง Infrared ผ่านได้ (UNCOATED) และตัวกล้องเองจะต้องไม่มี Filter ด้วย ซึ่งกล้องชนิดนั้นจะเรียกว่า IR Camera

เป็นกล้องที่สามารถบันทึกภาพ และมองเห็นได้แม้ในที่มืดสนิท ใช้วัสดุที่แข็งแรงสามารถติดตั้งภายนอกอาคารได้ สามารถกันฝุ่น, ละอองน้ำได้ทำความสะอาดง่าย หมุนปรับทิศได้สามารถที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะปรับให้หมุนซ้าย ขวา ก้ม หรือเงยได้ (Pand Tilt Unit) และสามารถปรับ Zoom ได้ มีลักษณะเป็นครึ่งวงกลม เหมาะสำหรับการติดตั้งภายในบ้านหรือภายในร่มเงา ไม่ว่าจะเป็นออฟฟิศ สำนักงาน หรือบ้านเรือน ส่วนใหญ่แล้วนิยมติดตั้งบนฝ้าเพดานได้อย่างง่ายดาย โดยไม่ต้องมีขายึด

ตัวอย่างกล้องวงจรปิดแบบโดมอินฟราเรดที่ใช้ภายในบริษัท

- FLEXIDOME IP Indoor 4000 IR ของแบรนด์ BOSCH Group ดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 กล้อง FLEXIDOME IP Indoor 4000 HD

เป็นกล้องที่ติดตั้งภายในห้อง Data และ ห้อง Office ที่สำคัญทั้งหมดภายในอาคาร ทำให้สามารถมองเห็นได้ในความมืด

- FLEXIDOME 4000i ดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 กล้อง FLEXIDOME 4000i

เป็นกล้องที่ติดบริเวณทางเข้าของโรงงาน เพื่อสามารถมองเห็นภาพในที่มืด และติดทั้งหมด 2 ตัวเพื่อได้ภาพครบทุกมุม เนื่องจากทางเข้าโรงงานเป็นบริเวณสำคัญ ใช้ตรวจตาบุคคลที่เข้าออกโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Autodome IP 5000 IR ของแบรนด์ BOSCH Group ดังรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 กล้อง Autodome IP 5000 IR

เนื่องจากกล้องสามารถบันทึกได้ 90 องศา จึงจะติดตั้งไว้ที่ตามมุมต่างๆ ของโรงงาน ซึ่ง 1 มุม จะติดตั้งทั้งหมด 2 ตัวเพื่อให้เห็นภาพโดยรวม และสามารถมองเห็นในความมืดได้

3. กล้องวงจรปิดแบบโดมพาโนรามา

เป็นกล้องที่สามารถหมุนปรับทิศได้สามารถที่จะปรับให้หมุนซ้าย ขวา ก้ม หรือเงยได้ (Pend Tilt Unit) และสามารถปรับ Zoom ได้ อีกทั้งยังสามารถบันทึกภาพได้ 360 องศา

ตัวอย่างกล้องวงจรปิดแบบโดมพาโนรามาที่ใช้ภายในบริษัท

- Flexidome IP Panoramic 5000 MP ของแบรนด์ BOSCH Group ดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 กล้อง Flexidome IP Panoramic 5000 MP

กล้องทั้งหมดที่ยกตัวอย่างมาภายในโรงงานเป็นกล้อง IP สามารถดูภาพได้เลยโดยการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายโดยตรง โดยไม่ต้องใช้เครื่องบันทึก แต่ถ้าต้องการบันทึก ต้องติดตั้งไว้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ และติดตั้งด้วยระบบ Power Over Ethernet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้อง IP Camera หรือมีชื่อเรียกภาษาอังกฤษว่า Internet Protocal Camera ถือเป็นกล้องวงจรปิดชนิดที่รวมคุณสมบัติของเทคโนโลยีใหม่ ไม่ว่าจะเป็นความละเอียดระดับสูง, Web Server Internet Hi End รวมทั้งเพิ่มฟังก์ชันบางส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลงไปในตัวกล้องวงจรปิดอย่างสมบูรณ์แบบ เพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพสูงขึ้นสามารถดูภาพสดบนระบบอินเตอร์เน็ตและระบบเครือข่ายได้อย่างง่ายดาย โดยผู้ใช้งานสามารถจัดการควบคุม และตรวจดูภาพจากกล้องวงจรปิดระยะไกลเพื่อรักษาความปลอดภัยเฝ้าระวังจากบ้าน สำนักงาน ห้างสรรพสินค้า โรงแรม หรือแม้แต่โรงงานก็ตาม นอกจากนั้นกล้องวงจรปิดแบบ IP Camera ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ซึ่งก็คือแบบไร้สาย (Wiring) และแบบไร้สาย (Wireless) โดยคุณสมบัติการบันทึกภาพของกล้องวงจรปิด IP Camera นั้นจะมีอยู่ 3 ขั้นตอนคือ บันทึกลง Storage Card ที่อยู่บนตัวกล้อง จากนั้นเมื่อบันทึกอยู่จะส่งข้อมูลด้วยการใช้ Software บันทึกลงคอมพิวเตอร์ ส่วนขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ Network Video Recorder เข้าสู่ Hard Disk เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลอย่างถาวร

2.5.3 ระบบการบันทึกภาพ

ระบบการบันทึกด้วยเครื่องบันทึกภาพดิจิตอล

เครื่องบันทึกชนิดนี้จะรวมส่วนของ Video Processor และส่วนบันทึก Recorder ไว้ในเครื่องเดียวกัน โดยมากจะเป็นแบบมัลติเพล็กเซอร์มีจำนวนช่องสัญญาณ 4, 8 และ 16 ช่องตามความต้องการของผู้ใช้ และบันทึกภาพลงสู่ฮารดิสก์ ซึ่งชนิด และขนาดของฮาร์ดดิสก์เป็นแบบ SATA และ IDE แล้วการบันทึก ของระบบนั้นแยกตามระบบไฟล์การบันทึกอีก 3 ประเภท ดังนี้

1. ระบบการบันทึกแบบ MJPEG ภาพที่ได้จะมีขนาดไฟล์ที่ใหญ่จึงทำให้ภาพคมชัด

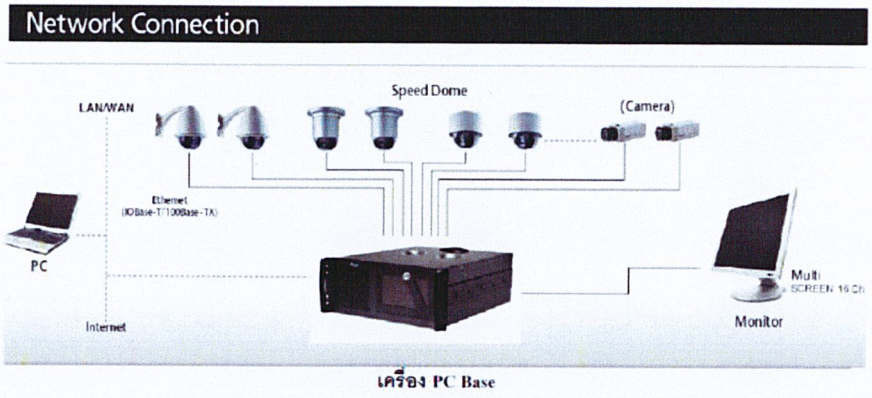
2. ระบบการบันทึกแบบ MJPEG-4 เนื่องจากว่ารูปแบบของไฟล์ที่ได้จะมีการบีบอัดให้ข้อมูลมีขนาดที่เล็กลง ซึ่งก็ทำให้บันทึกภาพให้ยาวนานได้มากยิ่งขึ้น ข้อเสียของมันคือขอบภาพของวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจะไม่คมชัดครบเนื่องจากจากคุณสมบัติชนิดของไฟล์ MPEG4 เอง

3 ระบบการบันทึกแบบ H.264 การบันทึกแบบนี้เป็นมาตรฐานใหม่ภาพที่บันทึกได้ มีความละเอียดมากกว่าเดิมทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพสูงแล้วยังประหยัดพื้นที่ฮารดดิสก์ด้วย

ระบบการบันทึกด้วยคอมพิวเตอร์

เป็นอุปกรณ์บันทึกภาพที่ต้องใช้ Computer เข้ามาช่วยในการทำงาน แล้วสามารถติดต่อเข้ากับระบบเครือข่าย เช่น LAN, WAL, PATN, ADSL เป็นต้นทำให้ผู้ที่อยู่ห่างไกลออกไปสามารถทำการ Remote เข้าสู่ระบบได้ โดยที่เมื่อทำการบันทึกภาพข้อมูลที่บันทึกก็จะบันทึกลงใน Hard Disk ของ Computer ระบบ PC-BASE นี้จะมีเสถียรภาพในการใช้งานด้อยกว่าแบบ Stand Alone เพราะระบบ PC-BASE นั้นต้องอาศัยความสามารถของ Computer ทั้ง Hard Ware และ Soft Ware ที่จำเป็นจะต้อง Support กับตัวอุปกรณ์ และมี Spec ของ Computer ที่สูงพอสมควรดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



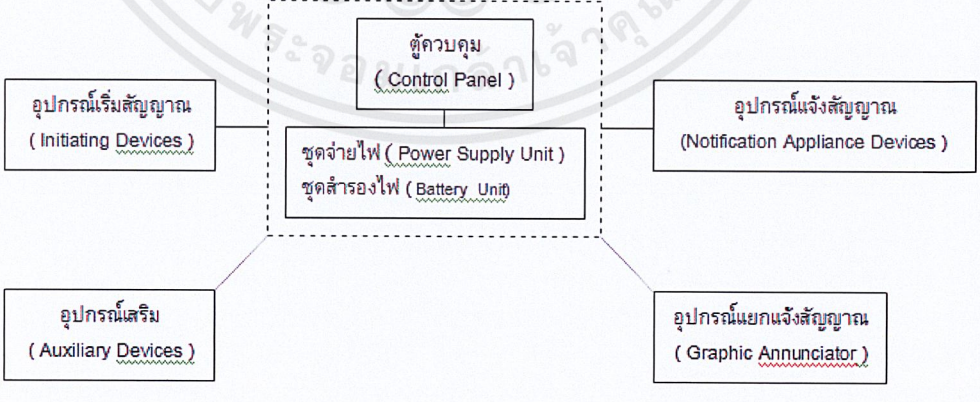
รูปที่ 2.18 ระบบการบันทึกด้วยคอมพิวเตอร์

2.6 ระบบ Fire Alarm

Fire Alarm Systems หรือระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้คือ ระบบที่มีไว้สำหรับแจ้งเตือนเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้ ไฟไหม้ โดยจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับชนิดต่างๆ กันออกไปตามความเหมาะสม เช่น Smoke Detector, Heat Detector, Manual Pull Station (Manual Call Point) เป็นต้น ซึ่งจะทำให้สามารถรับรู้ และแก้ไข ไม่ให้ไฟไหม้นั้นลุกลามจนไม่สามารถควบคุมได้

2.6.1 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม ม 5 ส่วนใหญ่ๆ ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกันดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แผนภาพการทำงานของระแบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชุดจ่ายไฟ (Power Supply)

ชุดจ่ายไฟเป็นอุปกรณ์แปลงกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟมาเป็นกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้ปฏิบัติงานของระบบ และจะต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองเพื่อให้ระบบทำงานได้ในขณะที่ไฟปกติดับ

2. แผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel)

เป็นส่วนควบคุม และตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ และส่วนต่างๆ ในระบบทั้งหมดจะประกอบด้วยวงจรควบคุมรับสัญญาณจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ, วงจรทดสอบการทำงาน, วงจรป้องกันระบบ, วงจรสัญญาณแจ้งการทำงานในสภาวะปกติ และภาวะขัดข้อง เช่น สายไฟจากอุปกรณ์ตรวจจับขาด, แบตเตอรีต่ำ หรือไฟจ่ายตู้แผงควบคุมโดนตัดขาด เป็นต้น ตู้แผงควบคุม (FCP) จะมีสัญญาณไฟ และเสียงแสดงสภาวะต่างๆ บนหน้าตู้

3. อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Initiating Devices)

เป็นอุปกรณ์ต้นกำเนิดของสัญญาณเตือนอัคคีภัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

3.1 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากบุคคล (Manual Pull Station) เป็นอุปกรณ์เริ่มสัญญาณแบบใช้มือดึง หรือกด หรือทุบกระจก (Break Glass) ดังรูปที่ 2.20 จากบุคคลที่เห็นเหตุการณ์ ส่วนใหญ่จะติดตั้งไว้ในจุดต่างๆ ที่คนเห็นได้ง่าย

รูปที่ 2.20 Manual Pull Station

3.2 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณโดยอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติที่มีปฏิกิริยาไวต่อสภาวะตามระยะต่างๆ ของการเกิดเพลิงไหม้ ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) ดังรูปที่ 2.21 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector) อุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส (Gas Detector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 Smoke Detector

4. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ (Notification Appliance Devices)

เป็นอุปกรณ์เสียงหรือแสงเพื่อแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในบริเวณ หรืออาคารนั้นๆ โดยวัตถุประสงค์เพื่อต้องการอพยพบุคคลที่อยู่บริเวณนั้น สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะอยู่หลายชนิด เช่น แจ้งเหตุด้วยเสียงจาก กระดิ่ง (Bell) ดังรูปที่ 2.22, เสียงอิเล็กทรอนิกส์ (Horn), เสียงสโลว์-วูฟ และเสียงประกาศจากลำโพง (Speaker) และแจ้งเป็นแสงกระพริบ (Strob) เป็นต้น สามารถเลือกใช้ตามความต้องการ และชนิดของอาคารว่าจะใช้เสียงชนิดใด โดยต้องมีระดับความดังตามมาตรฐานกำหนด

รูปที่ 2.22 Notification Appliance Devices

5. อุปกรณ์ประกอบ (Auxiliary Devices)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมป้องกัน และดับเพลิง โดยจะถ่ายทอดสัญญาณระหว่างระบบเตือนอัคคีภัยกับระบบอื่น เช่น

5.1 ส่งสัญญาณกระตุ้นการทำงานของระบบบังคับลิฟต์ลงชั้นล่าง, การปิดพัดลมในระบบปรับอากาศ, เปิดพัดลมในระบบระบายอากาศ, เปลี่ยนแปลงเพื่อควบคุมควันไฟ, การควบคุมเปิดประตูทางออก, เปิดประตูหนีไฟ, ปิดประตูกันควันไฟ, ควบคุมระบบกระจายเสียง และการประกาศแจ้งข่าว, เปิดระบบดับเพลิง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

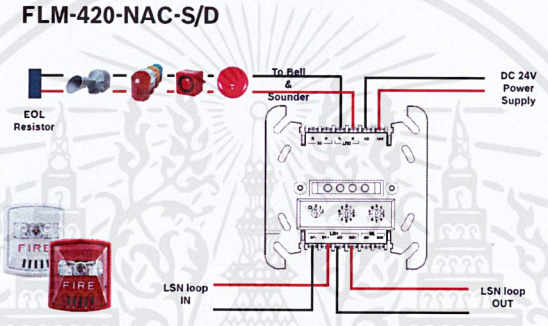
5.2 รับสัญญาณของระบบอื่นมากระตุ้นการทำงานของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย เช่น จากระบบพ่นน้ำปั๊มดับเพลิง ระบบดับเพลิงด้วยสารเคมีชนิดอัตโนมัติ เป็นต้น

2.6.2 ตัวอย่างอุปกรณ์โมดูลระบุตำแหน่งที่ใช้ใน Bosch

Addressable Module ทำหน้าที่รับสัญญาณจากตู้ Fire Alarm Cabinet แล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ข้างต้น

1. Control Module

เป็นโมดูลระบุตำแหน่งแบบเอาต์พุตที่ต้องต่อไฟเลี้ยงเพื่อจ่ายกระแสไฟส่งให้อุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือน เมื่อรับสัญญาณจากตู้ควบคุม (FCP) ก็จะไปสั่งงานควบคุมการแจ้งเตือนของอุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือน กระดิ่ง ฮอร์น แสงไฟกระพริบ หรือลำโพง ดังรูปที่ 2.23

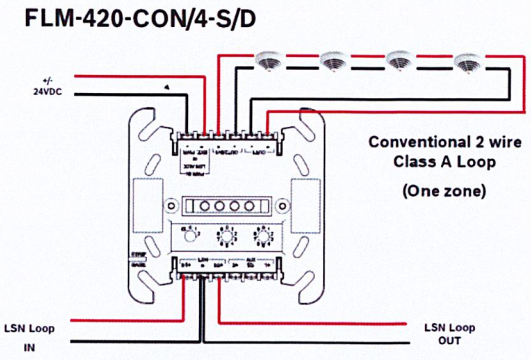


รูปที่ 2.23 Control Module

2. Monitor interface Module

จะเป็นโมดูลระบุตำแหน่ง แบบอินพุตที่ต้องมีไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ประเภทที่ต้องอาศัยการรีเซ็ตจากการหยุดจ่ายไฟชั่วขณะ ซึ่งมีหน้าที่ไปสั่งงานควบคุมพวกอุปกรณ์เริ่มสัญญาณแบบ Conventional ชนิดการเดินระบบแบบ 2 สาย Class B เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ดังรูปที่ 2.24

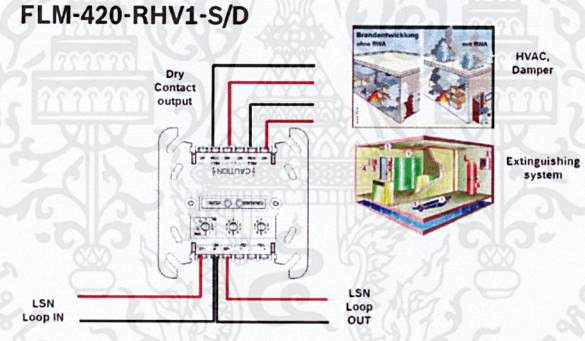
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 Monitor Interface Module

3. Relay Module

เป็นโมดูลระบุตำแหน่งแบบรีเลย์เอาต์พุตที่ต้องมีไฟเลี้ยง เพื่อสั่งงานควบคุมอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ โดยเชื่อมต่อไปควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ ได้ทั้งแบบควบคุมการเปิด และแบบควบคุมการปิด เช่น ระบบ HVAC ระแบบดับเพลิง ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 Relay Module

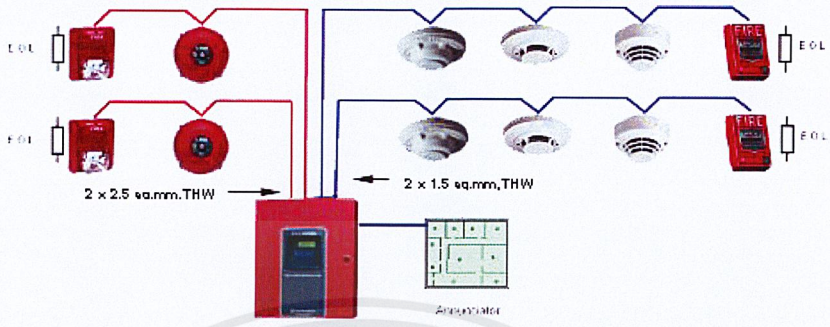
2.6.3 Fire Alarm Control System

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นั้นมีหน้าที่แจ้งเตือนเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น และจะมีระบบสปริงเกลอร์หรือระบบอื่นๆ ทำหน้าที่ในการดับเพลิง หรืออาจจะมีการทำงานร่วมกันก็ได้ ซึ่งในการออกแบบในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องให้รู้พื้นที่หรือจุดเกิดเหตุได้เร็ว และมีสัญญาณแจ้งเหตุเพื่อแจ้งเตือนบุคคลในพื้นที่นั้นๆ ให้อพยพโดยรวดเร็ว และปลอดภัย ดังนั้นการออกแบบติดตั้งจึงต้องให้มีความเหมาะสมกับลักษณะอาคารในแต่ละประเภท โดยทั่วไประบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ มีการออกแบบติดตั้งด้วยกัน 2 ระบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระบบการแจ้งเหตุเป็นโซน (Conventional System)

เป็นการแบ่งพื้นที่การควบคุมของอาคารออกเป็นส่วนๆ หรือโซนดังรูปที่ 2.26 ซึ่งในการแบ่งพื้นที่โซนจะมีหลักเกณฑ์ตามมาตรฐานกำหนด เพื่อให้มีระยะค้นหาในจุดที่เกิดเหตุได้

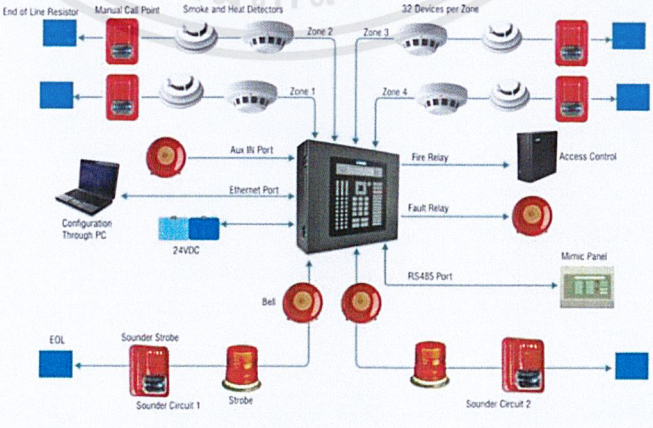


รูปที่ 2.26 Conventional System

ในการออกแบบการแจ้งเหตุในแบบนี้ จะทำให้รู้ถึงพื้นที่การเกิดเหตุแบบเป็นโซนกว้างๆ จะไม่ทราบจุดเกิดเหตุโดยตรง อาจจะต้องตรวจสอบจุดเกิดเหตุอีกครั้งหนึ่ง ระบบนี้มักจะติดตั้งในอาคารที่มีขนาดเล็ก

2. ระบบการแจ้งเหตุแบบระบุตำแหน่ง (Addressable System)

ในระบบการแจ้งเหตุแบบนี้ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ระบบสามารถบอกพื้นที่หรือตำแหน่งการเกิดเหตุได้โดยตรง ทำให้สามารถเข้าระงับเหตุ และอพยพบคนออกจากพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ลดการเสียหายลงได้ อุปกรณ์ตรวจจับในระบบนี้ก็ต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถระบุตำแหน่งได้ (Addressable Device) ส่วนมากมักติดตั้งในอาคารที่มีขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 Addressable System

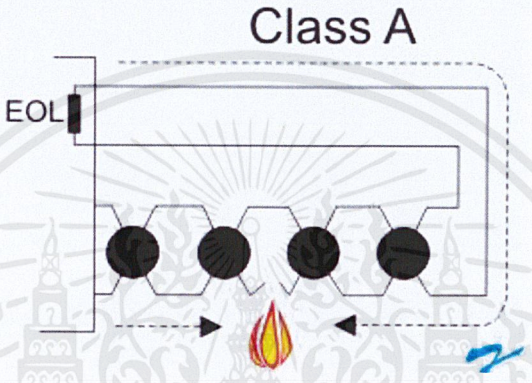
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 รูปแบบการเดินสายสัญญาณ

การเดินสายสัญญาณมี 2 รูปแบบคือ Class A และ Class B

1. การเดินสายสัญญาณ Class A

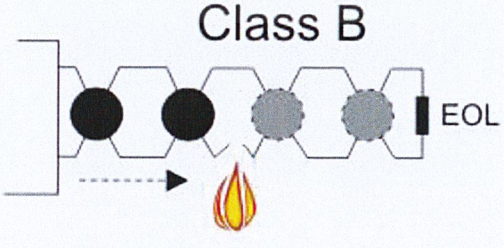
ประกอบด้วยสายที่ต่อเข้าอุปกรณ์จำนวน 4 เส้นดังรูปที่ 2.28 นิยมใช้ท่อร้อยสายในการติดตั้งมากกว่าแบบ Class B ค่าติดตั้งระบบแพงกว่าแบบ Class B แต่ถ้ามีสายบางส่วนขาด ระบบจะยังคงทำงานได้ปกติ หรือถ้าอุปกรณ์ตรวจจับตัวใดตัวหนึ่งเสีย อุปกรณ์อื่นๆ ในลูปยังคงทำงานได้อย่างปกติ



รูปที่ 2.28 การเดินสายสัญญาณ Class A

2. การเดินสายสัญญาณ Class B

ประกอบด้วยสายที่ต่อเข้าอุปกรณ์ 2 เส้นดังรูปที่ 2.29 โดนจะมี End of Line Resister (EOL) ต่อคร่อมไว้ที่อุปกรณ์ตัวสุดท้าย ส่วนใหญ่นิยมเดินสายแบบ Class B ถ้ามีสายบางส่วนขาด ระบบจะยังทำงานต่อได้เฉพาะช่วงที่ยังเชื่อมต่อกับตู้ควบคุมระบบเท่านั้น หรือถ้าอุปกรณ์ตรวจจับตัวใดตัวหนึ่งเสีย อุปกรณ์ตรวจจับอื่นๆ ที่ต่อจากอุปกรณ์ตัวที่เสียจะไม่ตรวจจับ

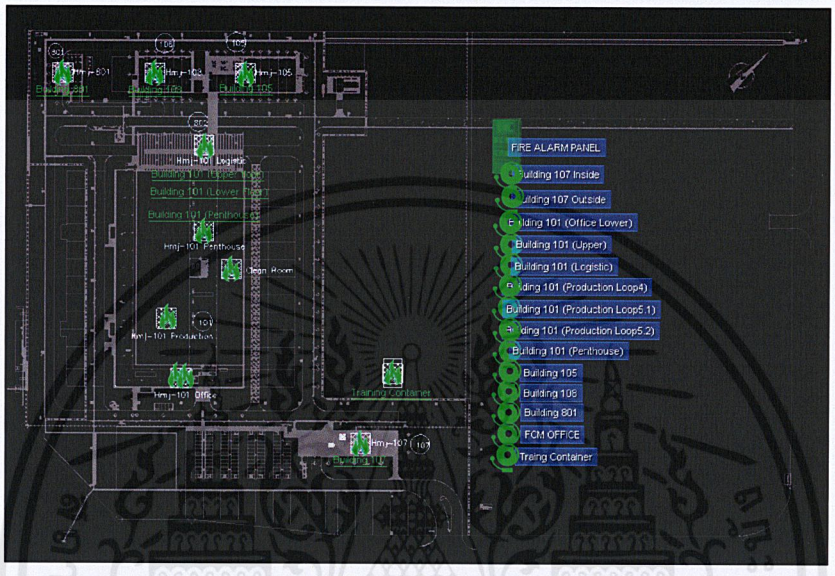


รูปที่ 2.29 การเดินสายสัญญาณ Class B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ระบบ Fire Monitoring System

ระบบ Fire Alarm Monitoring เป็นระแบบแจ้งเตือนสถานะของ Fire Alarm เมื่อขึ้นไอคอนสีเขียวหมายถึงระบบมีสถานะปกติ หากเป็นสีฟ้าหมายถึงระบบมีปัญหา ไม่สามารถทำงานได้ปกติ ดังนั้นสามารถเก็บสถิติการพังของ Fire Alarm ได้จากระบบนี้ ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 ภาพหน้าจอของระบบ Fire Monitoring System

2.8 สายสัญญาณ

2.8.1 สาย LAN

สายแลนคือ ตัวกลางที่เชื่อมต่อหรือส่งถ่ายข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย ซึ่งคำว่า LAN ย่อมาจาก Local Area Network หมายถึงระบบที่ทำการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในระยะทางที่จำกัด เช่น การเชื่อมต่อโมเด็มอินเตอร์เน็ตกับคอมพิวเตอร์ภายในบ้าน ทำให้สายแลนเป็นสิ่งที่สำคัญในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับระบบเข้าด้วยกัน ส่วนหัวที่ใช้ในการเชื่อมต่อสายแลนเรียกว่า RJ45

ประเภทของสายแลน แบ่งตามความถี่ที่รองรับได้

1. CAT5 มีความเร็วสูงสุดที่ 100 Mbps และถูกพัฒนาเป็น CAT5e เพื่อเพิ่มความเร็วสูงสุด

2. CAT5e มีความเร็วสูงสุดที่ 1 Gbps เหมาะสำหรับใช้งานทั่วไปหรือในองค์กรเล็กๆ สายชนิดนี้มีราคาไม่สูงมากนัก และรองรับความเร็วในปัจจุบันจึงได้รับความนิยมสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. CAT6 มีความเร็วสูงสุดที่ 10 Gbps เหมาะสำหรับองค์กรขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ และมีทองแดงที่ขนาดใหญ่กว่า CAT5e ทำให้ส่งข้อมูล และรองรับความเร็วได้ดียิ่งขึ้น

4. CAT7 มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 10 Gbps, Bandwidth อยู่ที่ 600 MHZ ในระยะที่เกิน 100 เมตร เหมาะสำหรับองค์กรขนาดใหญ่ที่ต้องการส่งข้อมูล และการเชื่อมต่อที่รวดเร็วอย่างมีประสิทธิภาพเพราะตัดสัญญาณรบกวนได้ดีที่สุด

ซึ่งสายแลนที่ใช้ในโรงงานคือ ประเภท CAT6 ดังรูปที่ 2.31

รูปที่ 2.31 สายแลนประเภท CAT6

สายแลน ชนิด Category 6 แบบ Unshielded Twisted Pair (UTP) Cables เป็น สายที่ไม่มีชนวนป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกหรือ Shielded (ส่วนที่มี Shielded จะกล่าวในภายหลัง) สายชนิดนี้เป็นสายที่มีแกนกลางสำหรับแบ่งแยกช่องสัญญาณทั้ง 4 คู่สาย และมีจำนวน 4 คู่สาย 8 เส้นเหมือนกับ Cat.5e แต่จะมีขนาดของแกนทองแดงที่ใหญ่กว่า ชนิด Cat5e อยู่ที่ขนาด 23AWG (0.65SQUMM) ซึ่งมีการผลิตแกนทองแดงทั้งแบบแกนเดี่ยว (Solid Conductor) ที่เหมาะกับการติดตั้งแบบทั่วไป และแบบแกนทองแดงแบบฝอย (Stranded Conductor) ที่เหมาะกับสายเชื่อมต่อภายในตู้สื่อสาร หรือที่เรียกว่าสาย Patch Cord ซึ่งจะสามารถบิดโค้งงอ ได้มากกว่าสายชนิดแกนเดี่ยว (Solid) สำหรับสาย Cat.6 จะมี Bandwidth สูงสุดที่ 650 MHz หรือมาตรฐานอยู่ที่ 250 MHz และส่วนความเร็วสูงสุดในการส่งสัญญาณที่ Full Speed 1000 Mbps หรือ Full Gigabit

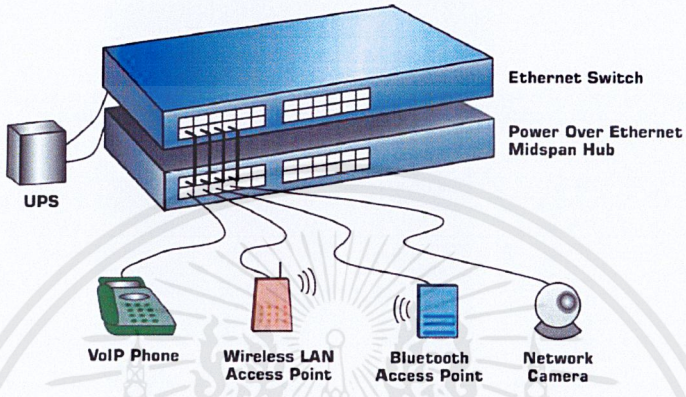
กล้องระบบ IP Camera จึงเหมาะสมกว่าที่จะใช้งานสาย Cat.6 เพราะระบบนี้ต้องการความเร็วที่สูงมาก เนื่องจากภาพมีความละเอียดมาก แต่ตามมาตรฐานสาย และหัวต่อไม่สามารถเดินสายได้ไกลเกิน 100 เมตร จากตู้ Rack Cabinet หากต้องการเดินสายไกลกว่านี้จะต้องใช้สาย Fiber Optic

2.8.2 POE System

POE เป็นคำย่อมาจากคำเต็มว่า Power Over Ethernet ดังรูปที่ 2.32 เป็นการใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าบนสายแลนเส้นเดียวกัน โดยมีหลักการคือ โดยปกติจะมีสายทองแดงทั้งหมด 4 คู่ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปดเส้น และทั่วไปก็ทำงานบนเครือข่าย ก็จะใช้สายทองแดงเพียง 2 คู่ หรือ 4 เส้น ดังนั้นในส่วนที่เหลือก็จะถูกนำมาใช้สำหรับการจ่ายกระแสไฟฟ้า ซึ่งสิ่งที่เห็นได้ชัดคือ การประหยัดค่าเดินสายไฟ โดยเฉพาะกับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายอย่าง Access Point (AP) POE เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยประหยัดอุปกรณ์ ลดเวลาในการเดินสาย และสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากขึ้น โดยกระแสไฟสามารถถูกจ่ายได้จากอุปกรณ์อย่าง POE Switch หรือจะผ่าน Midspan Power Supply



รูปที่ 2.32 การเชื่อมต่อ POE

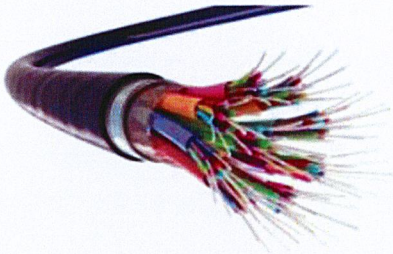
อุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน POE

ปัจจุบันมีอุปกรณ์จำนวนมากที่นำ POE มาประยุกต์ใช้ เช่น

- Wireless Access Point ทั้งแบบ Indoor และ Outdoor
- Network Router
- Network Switch ที่ติดตั้งในระยะไกล โดยอาศัยไฟจาก PSE (Power Sourcing Equipment)
- IP-Camera
- IP-Phone
- Wall Clock with NTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 สาย Fiber Optic



รูปที่ 2.33 สาย Fiber Optic

ใยแก้วนำแสง หรือออปติกไฟเบอร์ดังรูปที่ 2.33 หรือไฟเบอร์ออปติก เป็นแก้วหรือพลาสติกคุณภาพสูง ที่สามารถยืดหยุ่นโค้งงอได้ โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 8-10 ไมครอน (10 ไมครอน = 10 ในล้านส่วนของเมตร = 10x10^-6 = 0.00001 เมตร = 0.01 มิลลิเมตร) ซึ่งเล็กกว่าเส้นผมที่มีขนาด 40-120 ไมครอน, กระดาษ 100 ไมครอน ใยแก้วนำแสงนั้นทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งแสงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง เมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม ทำให้การส่ง-รับข้อมูลได้เร็วมาก สามารถส่ง-รับข้อมูลในระยะทางได้เกิน 100 กิโลเมตร ในหนึ่งช่วง และเนื่องจากแสงเป็นตัวนำส่งข้อมูล จึงทำให้สัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก ไม่สามารถรบกวนความชัดเจนของข้อมูลได้ ใยแก้วนำแสงจึงถูกนำมาใช้แทนตัวกลางอื่นๆ ในการส่งข้อมูล อีกทั้งยังเป็นเส้นใยขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำแสง โครงสร้างของเส้นใยแสงประกอบด้วยส่วนที่แสงเดินทางผ่านเรียกว่า CORE และส่วนที่หุ้ม CORE อยู่เรียกว่า CLAD ทั้ง CORE และ CLAD เป็น DIELECTRIC ใส 2 ชนิด (DIELECTRIC หมายถึงสารที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น แก้ว พลาสติก) โดยการทำให้ค่าดัชนีการหักเหของ CLAD มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการหักเหของ CORE เล็กน้อยประมาณ 0.2-3 เปอร์เซ็นต์ และอาศัยปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมดของแสง สามารถทำให้แสงที่ป้อนเข้าไปใน CORE เดินทางไปได้นอกจากนั้นเนื่องกล่าวกันว่าเส้นใยแสงมีขนาดเล็กมากขนาดเท่าเส้นผมนั้นหมายความว่า ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอกของ CLAD ซึ่งมีขนาดประมาณ 0.1 มิลลิเมตร ส่วน CORE ที่แสงเดินทางผ่าน นั้นมีขนาดเล็กลงไปอีกคือ ประมาณหลาย um ~ หลายสิบ um (1 um = 10-3 มิลลิเมตร) ซึ่งมีค่าหลายเท่าของความยาวคลื่นของแสงที่ใช้งาน ค่าต่างๆ เหล่านี้เป็นค่าที่กำหนดขึ้นจากคุณสมบัติการส่ง และคุณสมบัติทางแมคคานิกส์ที่ต้องการ เส้นใยแสงนอกจากมีคุณสมบัติการส่งดีเยี่ยมแล้วยังมีลักษณะเด่นอย่างอื่นอีก เช่น ขนาดเล็กน้ำหนักเบาอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสาย Fiber Optic

Optic Cable 1 เส้น ประกอบด้วย ใยแก้วนำแสงตั้งแต่ 2 Core ขึ้นไป มี 2 ชนิดคือ แบบ Multi-Mode (MM) และแบบ Single-Mode (SM) ความแตกต่างของทั้งสองชนิดนี้คือ ขนาดของตัวใยแก้วใจกลางหรือที่เรียกว่า ฉore

1. Multi-Mode (MM)

ออพติคเคเบิลมีสีส้ม ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 50/125 หมายถึง ขนาด Core เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน เนื่องจากมีขนาด Core ใหญ่ ทำให้แสงที่เดินทางกระจัดกระจาย ทำให้แสงเกิดการหักล้างกัน จึงมีการสูญเสียของแสงมาก จึงส่งข้อมูลได้ไม่ไกลเกิน 200 เมตร ความเร็วก็ไม่เกิน 100 ล้านบิทต่อวินาที ที่ความยาวคลื่น 850 นาโนเมตร เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคารเท่านั้น แต่มีข้อดีก็คือ ราคาถูก เพราะ Core มีขนาดใหญ่ สามารถผลิตได้ง่ายกว่า

2. Single-Mode (SM)

ออพติคเคเบิลเป็นสีเหลือง ใยแก้วนำแสงบอกขนาด 9/125 หมายถึง ขนาด Core เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน เมื่อ Core มีขนาดเล็กมาก ทำให้แสงเดินทางเป็นระเบียบขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียน้อยลง ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุดประมาณ 2,500 ล้านบิทต่อวินาทีต่อหนึ่งความยาวคลื่นแสงที่ 1300 นาโนเมตร ด้วยระยะทางไม่เกิน 20 กิโลเมตร ระยะทางในการใช้งานจริงได้ถึง 100 กิโลเมตร แต่ความเร็วจะลดลง แต่ไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบิทต่อวินาที ข้อดีของ SM อีกอันหนึ่งก็คือ มันทำงานที่ความยาวคลื่นที่ 1300 นาโนเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดทอนแสงน้อยที่สุด

จุดเด่นของสาย Fiber Optic

1. สามารถติดตั้งใช้งานระบบได้ในระยะทางที่ไม่จำกัด

โดยปกติแล้วสาย LAN จะสามารถใช้งานได้ไม่เกิน 100 เมตร หรือระบบกล้องวงจรปิดที่สาย Coaxial ปกติสามารถนำสัญญาณได้ดีอยู่แล้ว แต่ถ้าระยะทางไกลเพิ่มขึ้นภาพที่ได้ก็จะเริ่มไม่ชัด มีเงาบ้างหรือสีจะซีด และเป็นสีขาว-ดำ แต่สำหรับสาย Fiber Optic ที่มีการลดทอนสัญญาณต่ำมาก สามารถใช้งานได้ระดับ 10-100 กิโลเมตร ได้สบาย

2. ไม่มีผลต่อสัญญาณรบกวน

เพราะสายใยแก้วนำแสงนี้ ตัวสายสัญญาณทำจากแก้วซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้า และมีการส่งสัญญาณเป็นแสง ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าจะไม่สามารถรบกวนสัญญาณแสงได้ ทำให้สามารถติดตั้งสาย Fiber Optic ใกล้กับสายไฟฟ้าแรงสูง หรือเครื่องจักรขนาดใหญ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถลดพื้นที่ในการติดตั้งสายสัญญาณได้

ถ้าต้องการลดปริมาณสายสัญญาณที่เข้ามารวมกันที่ตู้ Network สามารถใช้สาย Fiber Optic ได้ เพราะสาย Fiber Optic 1 เส้น ขนาดประมาณนิ้วก้อยสามารถใช้แทนสายกล้องวงจรปิดถึงประมาณ 200 เส้น

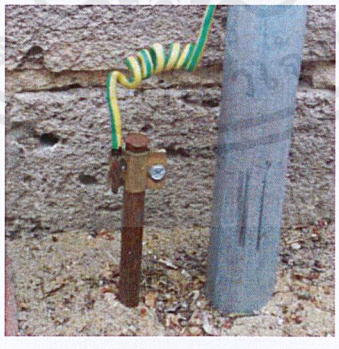
4. สายใยแก้วนำแสง นิยมใช้เป็นสาย Backbone หลัก

สามารถนำระบบต่างๆ เข้ามาวิ่งในสาย Fiber Optic ได้ เช่น คอมพิวเตอร์, กล้องวงจรปิด, โทรศัพท์ และอินเตอร์เน็ต

ทำให้เมื่อเดินสายสัญญาณที่มีขนาดมากกว่า 80 เมตร ไม่สามารถใช้สาย UTP CAT6 ได้ จึงต้องใช้สาย Fiber Optic แทนซึ่งสาย Fiber Optic ที่ใช้ภายในโรงงานคือ Fiber Optic 12 Core Outdoor/Indoor เป็นชนิด Single Mode ขนาด Core เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ไมครอน ขนาดเปลือกหุ้มเส้นผ่าศูนย์กลาง 125 ไมครอน

2.9 สาย Ground

ระบบสายดินดังรูปที่ 2.34 เป็นระบบส่งเสริมความปลอดภัย ซึ่งในยุคปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้ส่งเสริมเสริมคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้สะดวกสบายมากขึ้น โดยได้พัฒนาอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ชิดกับมาก แต่ในความสะดวกสบายนั้นเองก็อาจจะมีอันตรายซ่อนอยู่ ไฟฟ้าลัดวงจร ไฟรั่ว ก็เป็นหนึ่งในอันตรายจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถป้องกันอันตรายเหล่านี้ได้ถ้าวางระบบป้องกันที่ดี



รูปที่ 2.34 สายดิน

สายดิน หมายถึง ตัวนำหรือสายไฟที่ต่อจากส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้าหรือเปลือกโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ติดตั้งทางไฟฟ้าซึ่งปกติเป็นส่วนที่ไม่มีไฟ และมักมีการจับต้องขณะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้เป็นเส้นทางที่สามารถนำกระแสไฟฟ้า กรณีที่มีไฟรั่วให้ไหลลงดินโดยผู้ใช้ไฟไม่เกิดอันตราย ขณะเดียวกันก็เป็นเส้นทาง ให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลย้อนกลับไปยังหม้อแปลงไฟฟ้าได้สะดวก เพื่อให้เครื่องตัดไฟอัตโนมัติทำงาน และตัดไฟออกทันที โดยทั่วไปสายไฟดังกล่าวมักเรียกสั้นๆ ว่า สายดิน

ประโยชน์ของสายดิน ป้องกันไม่ให้มีผู้ถูกไฟฟ้าดูด กรณีมีกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เนื่องจากกระแสไฟฟ้ารั่ว จากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินทางสายดิน โดยไม่ผ่านร่างกายผู้สัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น เป็นผลทำให้อุปกรณ์ป้องกัน ไฟฟ้าลัดวงจร และหรือไฟฟ้ารั่ว จะตัดกระแสไฟฟ้าออกทันที เครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภท เช่น คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์สื่อสารอาจทำงานได้ไม่สมบูรณ์ หรือชำรุดได้ง่ายหากไม่มีสายดิน

2.9.1 องค์ประกอบของสายดิน

สายดินมีองค์ประกอบหลักๆ 2 ส่วน ได้แก่ สายตัวนำไฟฟ้า (สายดินหรือสายต่อหลักดิน) และหลักดิน

1. สายตัวนำไฟฟ้า

สายดินที่ใช้ในระบบไฟฟ้าทั่วไป ภายในสายประกอบด้วยลวดทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี (PVC) ซึ่งตามมาตรฐาน กำหนดให้ใช้สายที่มีฉนวนสีเขียวหรือสีเขียวสลับกับสีเหลือง ซึ่งเป็นสีเฉพาะของสายดิน ทั้งนี้ขนาดสายต่อหลักดิน สามารถดูได้จากตารางที่ให้ไว้ โดยเลือกตามขนาดตัวนำประธาน (สายเมน) ของระบบไฟฟ้า โดยทั่วไปที่อยู่อาศัยหรืออาคารขนาดเล็ก ขนาดตัวนำประธานจะไม่เกิน 35 ตารางมิลลิเมตร ดังนั้นสายต่อหลักดินจะใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนขนาด 10 ตารางมิลลิเมตร และควรติดตั้งสายดินในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบาง หรือท่อโลหะ ดังรูปที่ 2.35

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดเล็กสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10*
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

รูปที่ 2.35 การเลือกสายดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนหลักดิน (Ground Rod)

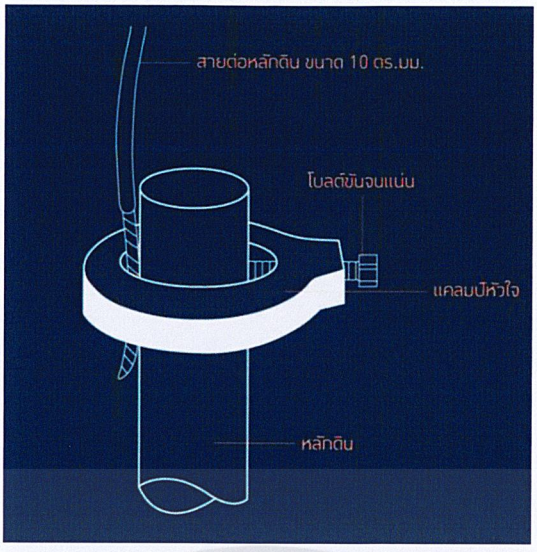
แท่งโลหะที่ฝังลงในดินดังรูปที่ 2.36 เพื่อเป็นตัวเชื่อมสายต่อหลักดินจากเมนสวิตช์เข้ากับดิน หลักดินที่ใช้โดยทั่วไปทำจากเหล็กหุ้มด้วยทองแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ความยาว 2.40 เมตร และหลักดินที่ดีเมื่อตอกลงดินแล้วต้องมีความต้านทานการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

รูปที่ 2.36 หลักดิน

2.9.2 การติดตั้งสายตัวนำไฟฟ้ากับหลักดิน

วิธีการต่อสายตัวนำไฟฟ้า และหลักดินต้องใช้วิธีเชื่อมด้วยความร้อน (Exothermic Welding) หูสาย หัวต่อแบบบีบอัด ประกอบต่อสาย หรือสิ่งอื่นที่ระบุให้ใช้เพื่อการนี้ ห้ามต่อโดยการใช้การบัดกรีเป็นหลัก อุปกรณ์ที่ใช้ต่อต้องเหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ทำหลักดิน และสายต่อหลักดิน ห้ามต่อสายต่อหลักดินมากกว่า 1 เส้นเข้ากับหลักดิน นอกจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อเป็นชนิดที่ออกแบบมาให้ต่อสายมากกว่า 1 เส้น การติดตั้งหลักดินนั้น จะต้องทำการตอกลงไปในพื้นดินโดยตอกลงไปตรงในแนวดิ่ง แต่หากในพื้นดินที่ตอกหลักดินลงไปมีวัตถุหรือสิ่งกีดขวางที่แข็ง และไม่สามารถตอกหลักดินให้ทะลุลงไปตรงๆ ได้ กรณีนี้มาตรฐานได้อนุโลมให้ทิศทางที่ตอกลงไปในดิน สามารถเอียงไปได้ไม่เกิน 45 องศา หรืออาจใช้วิธีการขุดดินแล้วฝังแท่งหลักดินลงไปในแนวราบที่ความลึกไม่น้อยกว่า 75 เซนติเมตรดังรูปที่ 2.37

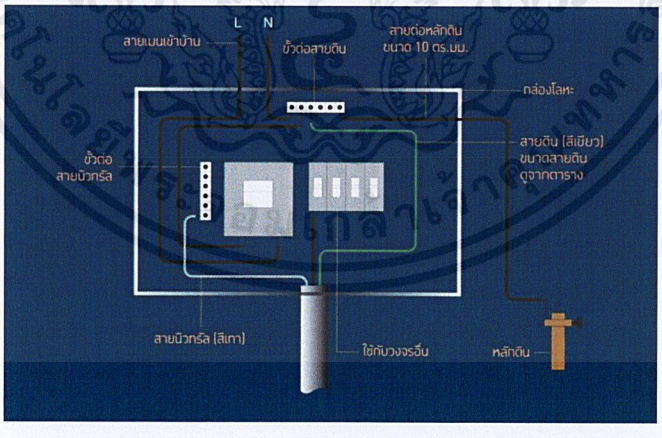
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 การติดตั้งสายตัวนำไฟฟ้า และหลักดิน

2.9.3 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์

ที่เมนสวิตช์จะต้องต่อสายนิวทรัล (N) ลงดิน สายนิวทรัลคือ สายเส้นที่เมื่อใช้ไขควงวัดไฟวัดแล้วหลอดที่อยู่ในไขควงจะไม่เรืองแสง สำหรับเมนสวิตช์ที่เป็นคอนซูมเมอร์ยูนิต จะมีขั้วสำหรับต่อสายนิวทรัล ซึ่งจะมีเครื่องหมายแสดงจุดต่อลงดินไว้ ในการต่อสายลงดินจะใช้สายไฟฟ้าขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร ดังรูปที่ 2.38

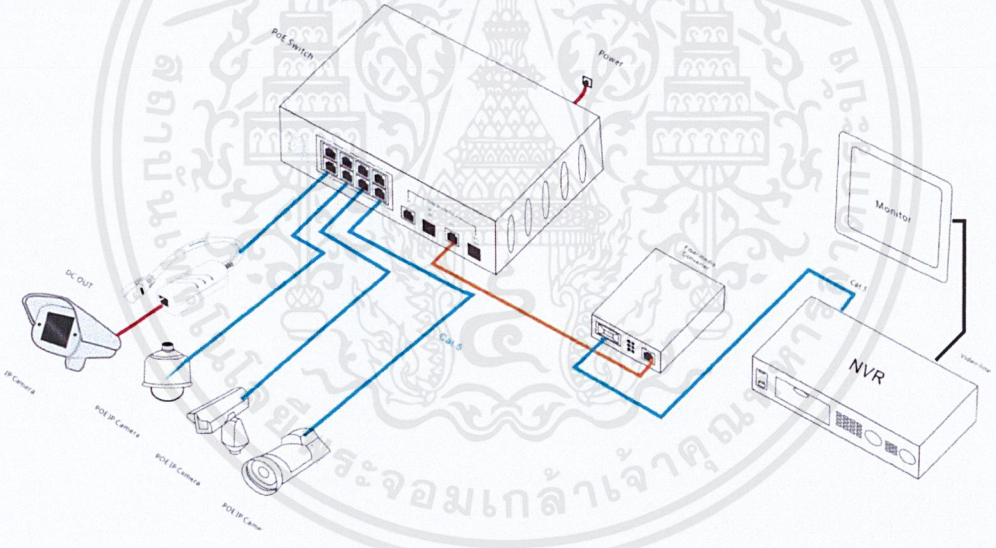


รูปที่ 2.38 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 Media Convertor

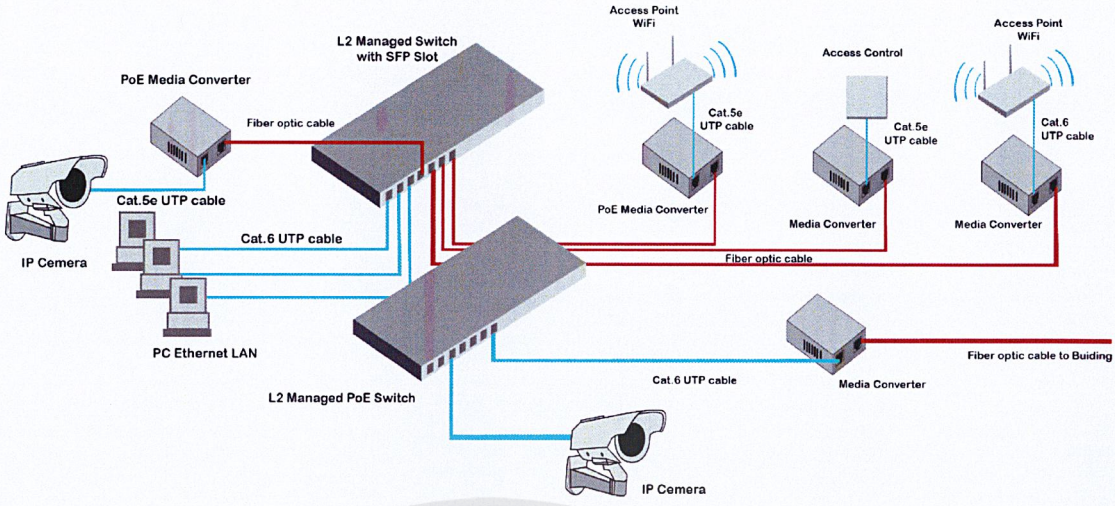
เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากสัญญาณไฟฟ้า (Ethernet) ให้เป็นสัญญาณแสง (Fiber Optic) และแปลงกลับจากสัญญาณแสง (Fiber Optic) ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า (Ethernet) ใช้งานระบบโทรคมนาคม เช่น LAN, IP Phone, IP Camera, Sensor, Access Control, BAS อุปกรณ์ใช้แปลงรูปแบบของการส่งสัญญาณจากสาย Fiber Optic มาเป็นสาย LAN เพราะสาย LAN มีความยาวสูงสุดได้แค่ 100 เมตร แต่ถ้าอยากให้ยาวกว่านั้นต้องใช้ Media Converter แล้วใช้สาย Fiber แทน จะสามารถไปได้อย่างต่ำก็ 2 กิโลเมตร หรือมากกว่านั้น สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องมีถังครอบ มีขนาดเล็กสามารถพกพาได้สะดวก และติดตั้งได้ง่าย ออกแบบมาให้รองรับระบบเครือข่ายตามมาตรฐาน รองรับการเชื่อมต่อในการสื่อสารในอัตราเร็ว มีไฟบอกสถานการณ์ทำงานในรูปแบบ LED แสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ระบบเครือข่าย Network ดูแลรักษาง่าย ใช้ง่ายได้ในระยะยาวอีกด้วย



รูปที่ 2.39 การเชื่อมต่อ Media Convertor

จากรูปที่ 2.39 ตัว Media Converter ส่วนใหญ่จะนิยมวางไว้ปลายทางที่ไม่ได้มีการใช้งานอุปกรณ์ในจำนวนมาก เพื่อที่จะได้ประหยัดงบประมาณในการใช้งาน และเหมาะสมกับการออกแบบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 การเชื่อมต่อ Media Convertor ระหว่างอาคาร

จากรูปที่ 2.40 สามารถเชื่อมต่อระหว่างอาคารเข้าหากันได้ เพื่อให้สามารถโอนถ่ายข้อมูลระหว่างอาคาร และแชร์ข้อมูลเข้าหากันได้ ในงบประมาณที่จำกัด

การเลือกอุปกรณ์ Media Converter มาใช้งาน ต้องคำนึงถึงระดับการใช้งาน และ Applications ว่าจะสามารถใช้งานในระดับใดได้บ้าง และงบประมาณจำกัดหรือไม่เพื่อให้มีการออกแบบ และเลือกใช้งานอุปกรณ์ให้เหมาะสมที่สุด ตัวแปลงสัญญาณ Media Converter นั้นจะใช้งานในระบบเล็กหรือใหญ่ก็ได้ เป็นการต่อใช้งาน ในระดับปลายทาง ที่ไม่จำเป็นจะต้องอุปกรณ์ต่อพ่วงจำนวนมากเกินกว่า 1 หรือ 2 อุปกรณ์ แต่ถ้าอยากจะใช้งานอุปกรณ์จำนวนมากก็สามารถเพิ่มตัว Switch HUB ไปต่อพ่วงจาก Media Converter ได้อีก เช่น Switch HUB 4 หรือ 8 Port RJ45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน

2.11.1 SPD DATA Network RJ45 CAT6 POE

จากรูปที่ 2.41 เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่ใช้กับกล้องวงจรปิดที่ใช้สาย LAN ชนิด CAT6 หัวสายแลนเป็นชนิด RJ45 ซึ่งเป็นระบบ POE เท่านั้น สายแลนประกอบไปด้วยเส้นทองแดงเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ทำให้เมื่อเกิดแรงดันเกินภายในสายแลน แรงดันเกินสามารถวิ่งไปทางหัว และท้ายของสายแลนได้ ดังนั้นการติดอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน จะต้องติดทั้งด้านหัว และท้ายของสายแลน

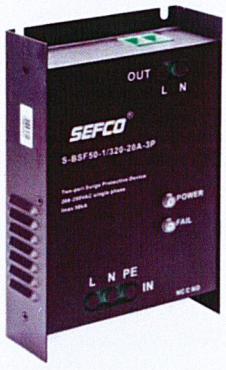
รูปที่ 2.41 SPD DATA Network RJ45 CAT6 POE

2.11.2 SPD Filter 10 แอมป์, 20 แอมป์, 32 แอมป์

จากรูปที่ 2.42 และรูปที่ 2.43 เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินต่อกับไฟฟ้ากระแสสลับ ใช้กับ Media Converter กับตู้ Control ซึ่งขนาดกระแสไฟฟ้าจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดอุปกรณ์ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่รอบรับกระแสไฟฟ้านั้นได้

รูปที่ 2.42 SPD Filter 10 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43 SPD Filter 20 แอมป์, 32 แอมป์

2.12.3 SPD S-MDSS20/24-2V-S

จากรูปที่ 2.44 เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินต่อกับไฟฟ้ากระแสตรง ที่ใช้กับสายไฟมาตรฐาน IEC สำหรับป้องกันในโซน LPZ2-3 แรงดันไม่เกิน 24 โวลต์ ใช้ติดกับ Module ที่เป็นตัวควบคุม Fire Detector

รูปที่ 2.44 SPD S-MDSS20/24-2V-S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงการ

การดำเนินโครงการ เริ่มดำเนินโครงการตั้งแต่ การค้นพบปัญหา ศึกษาที่มาของปัญหา และปัจจัยที่ทำให้เกิดขึ้น ค้นคว้าหาขั้นตอน และอุปกรณ์ที่จะนำมาแก้ปัญหา ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่นำมาแก้ปัญหาทั้งด้านข้อกำหนดต่างๆ ระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน เลือกอุปกรณ์ป้องกันแรงให้เหมาะสม ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน และต่อสายดินเพิ่ม และเก็บสถิติก่อน และหลังติดตั้ง

3.1 การวางแผนการทำงาน

ในการจัดทำโครงการจะต้องมีการวางแผนการทำงานเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างเป็นระเบียบ โดยแผนการดำเนินงานในการทำโครงการสหกิจศึกษาโรงงานโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด คือ ช่วงตั้งแต่วันที่ 04 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 แสดงแผนงานการดำเนินการดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แผนดำเนินงาน

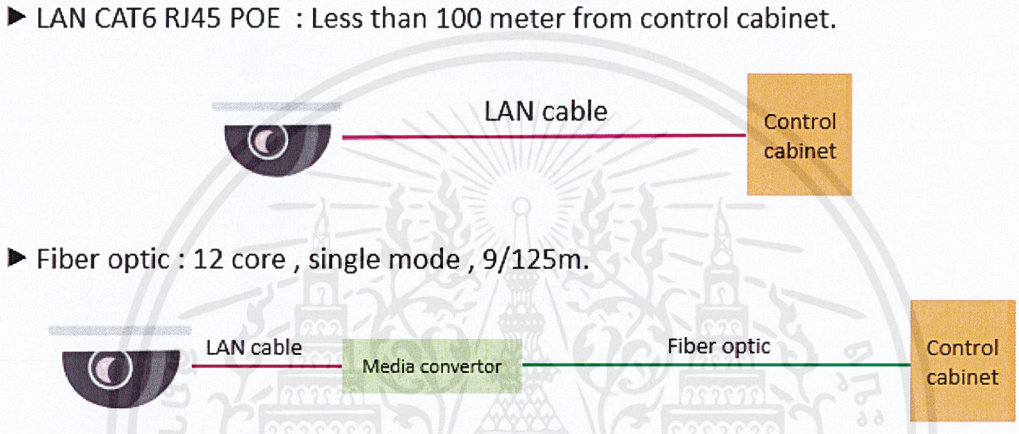
ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ									
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาเพื่อหาหัวข้อที่สนใจในการทำโครงงาน	←	→								
2. ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี และ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง 2.1 ศึกษาข้อมูลของ CCTV และ Fire Alarm 2.2 ศึกษาการป้องกันฟ้าผ่าภายในโรงงาน 2.3 ศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน		←	→							
3. ออกแบบการติดตั้ง		←	→							
4. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน และสายดิน		←	→							
5. เก็บสถิติข้อมูลความเสียหายหลังจากการติดตั้ง				←			→			
6. วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อสรุปผลการดำเนินงานและเสนอแนวทางพัฒนา								←		→
7. จัดทำเล่ม									←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ศึกษาลักษณะของกล้อง CCTV และระบบ Fire Alarm

3.2.1 ระบบ CCTV

กล้อง CCTV ภายในบริษัทเป็นชนิด IP Camera และเป็นระบบ POE System โดยมีการเดินสายสัญญาณ 2 ชนิดคือ สาย LAN ชนิด CAT6 และสาย Fiber Optic ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเดินสายสัญญาณของกล้อง CCTV

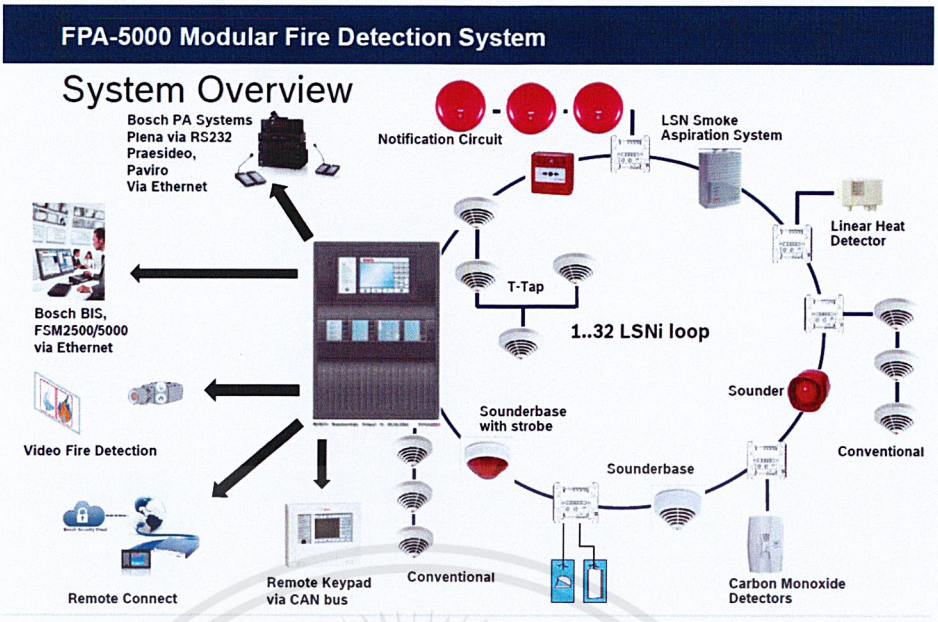
จากรูปที่ 3.1 หากเดินสายสัญญาณด้วย Fiber Optic จะต้องใช้ Media Convertor ในการแปลงสัญญาณจากสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง ซึ่งตัว Media Convertor ใช้กระแสไฟฟ้า AC ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเดินสายไฟเพื่อใช้กระแสไฟฟ้าเลี้ยงตัว Media Convertor ด้วย

ดังนั้นสำหรับระบบกล้อง CCTV มี 3 ทางที่แรงดันเกินจะเข้ามาได้ก็คือ ทางสาย LAN และสายไฟที่ใช้เลี้ยงตัว Control Cabinet และตัว Media Convertor ส่วน Fiber Optic ไม่นำกระแสไฟฟ้า แรงดันเกินไม่สามารถเข้ามาทาง Fiber Optic ได้

3.2.2 ระบบ Fire Alarm

ระบบ Fire Alarm ของบริษัทเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดด้วยตู้ Housing ดังรูปที่ 3.2 สัญญาณจะถูกส่งจากตู้ Housing ไปยังตัว Control Module ก่อนจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ทั้ง Smoke Detector, Heat Detector, ตัวส่งสัญญาณเสียง, ตัวส่งสัญญาณไฟกระพริบ และอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ระแบบ Fire Alarm

3.3 ศึกษาการป้องกันฟ้าผ่าภายในโรงงาน

ภายในโรงงานโรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด มีอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคาร เช่น Early Streamer และแท่งแฟรงกิน ซึ่งสามารถป้องกันฟ้าผ่าได้ในโซน LPZ0-1 กล่าวคือ สามารถป้องกันได้แค่ตัวอาคารเท่านั้น และที่ Substation ของโรงงาน มีการติดตั้ง Surge Protection เฉพาะที่สายเมนหลักของระบบไฟฟ้า

ระบบ CCTV ส่วนใหญ่ต้องเดินสายสัญญาณใต้ดินจากตู้ Control หลักที่อยู่ในอาคารไปยังกล่อง Control ย่อยที่อยู่นอกอาคาร ซึ่งในแต่กล่อง Control ของ CCTV แต่ละตัวยังไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินเพื่อป้องกันแรงดันเกินที่เกิดจากฟ้าผ่า

ระแบบ Fire Alarm มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่ตู้ Control หลักเท่านั้น ซึ่งสัญญาณที่ออกจากตู้ Control หลัก จะเดินทางไปยัง Control Module เป็นอุปกรณ์ที่พังบ่อย และยังไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน ซึ่ง Control Module จะกระจายสัญญาณไปยังอุปกรณ์ย่อยทั้งหมด เมื่อ Control Module พัง อุปกรณ์ย่อยทั้งหมดไม่สามารถทำงานได้ อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่ติดตั้งอยู่ไม่เพียงพอ

จากการศึกษามาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าแห่งประเทศไทย ระบุไว้ว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความ Sensitive สูง ก็คือทั้งระบบ CCTV และ Fire Alarm ถูกจัดอยู่ในโซนการป้องกัน LPZ2 ดังนั้นต้องเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่สามารถควบคุมได้ถึงโซน LPZ2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเลือกอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินให้เหมาะสมกับแต่ละระบบ

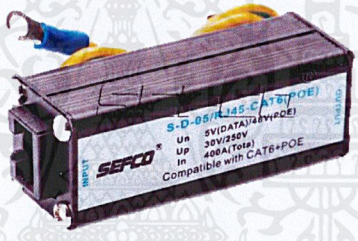
3.4.1 ระบบ CCTV

จากการศึกษาพบว่าแรงดันเกินสามารถเดินทางเข้ามาได้ 2 ทางคือ ทางสาย Lan และสายไฟ AC ดังนั้นต้องเลือกอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่ใช้กับสาย LAN และสายไฟชนิด AC

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่เลือกมามีดังนี้

1. S-D-05/RJ45-CAT6(POE)

จากรูปที่ 3.3 เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายสัญญาณ ที่เป็นระบบ Power Over Ethernet ลักษณะหัวของสายสัญญาณเป็นชนิด CAT6 และสามารถป้องกันครอบคลุมได้ถึงโซน LPZ2 หรือสูงกว่า เป็นอุปกรณ์ที่เลือกตามมาตรฐาน IEC61643-21

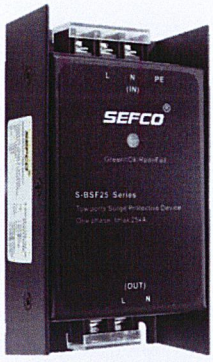


รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายแลน

2. S-BSF25-1/320-10A,20A-1P

จากรูปที่ 3.4 เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายไฟชนิดกระแสสลับ 1 เฟส ป้องกันครอบคลุมได้ถึงโซน LPZ2 หรือสูงกว่า เป็นอุปกรณ์ที่เลือกตามมาตรฐาน IEC61643-11 โดยเลือก 2 ขนาด สามารถรองรับกระแสไฟฟ้า 10 แอมป์ และ 20 แอมป์ ขนาด 10 แอมป์ ใช้สำหรับ Media Convertor ที่ใช้กระแสไฟฟ้าไม่มาก และขนาด 20 แอมป์ ใช้กับตู้ Control Cabinet ที่ใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายไฟฟ้า AC

3. แท่ง Franklin

แท่งแฟรนกลินดังรูปที่ 3.5 เป็นแท่งทองแดง ซึ่งทองแดงมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดี และมีราคาถูก มักนิยมมาใช้เป็นแท่งล่อฟ้า ต่อกับระบบกราวด์เพื่อให้แรงดันเกินที่เข้ามาไหลลงดิน ในส่วนของแท่งทองแดงนี้จะติดที่กล่อง Control ย่อยของแต่ละกล้อง CCTV ป้องกันฟ้าผ่าโดยตรงมาที่ตู้ Control

รูปที่ 3.5 แท่ง Franklin

3.4.2 ระบบ Fire Alarm

ระบบของ Fire Alarm ในตู้ควบคุมหลัก หรือตู้ Housing มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินอยู่แล้วแต่ไม่เพียงพอ อุปกรณ์ที่พังบ่อยครั้งในระบบนี้คือตัว Control Module ซึ่งเป็นตัวกระจายสัญญาณ และกระแสไฟที่รับมาจากตู้ Housing ทำให้อุปกรณ์ย่อยที่อยู่ใน Loop ไม่สามารถใช้งานได้ทั้งหมด จากการศึกษาพบว่าแรงดันเกินสามารถเดินทางเข้ามาในสายไฟเท่านั้น ซึ่งตัว Control Module ทุกตัวใช้ไฟจากแบตเตอรี่เพื่อป้องกันเวลาไฟดับ ระบบ Fire Alarm ก็ยังทำงานได้ จึงเป็นกระแสไฟฟ้าชนิดกระแสตรง อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่เลือกมาคือ S-MDSS20/24-2V-S ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

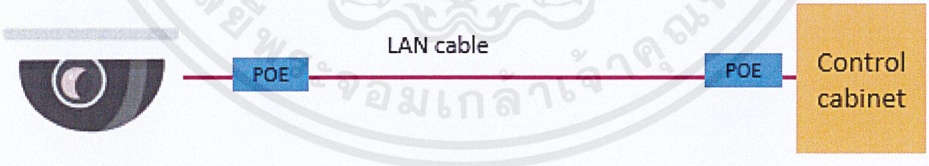
รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายไฟฟ้า DC

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่เลือกมาสามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าปกติได้ 24 โวลต์ ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าของตัว Control Module เป็นชนิดที่รองรับกระแสไฟฟ้ากระแสตรง สามารถป้องกันอุปกรณ์ภายในโซน LPZ2-3

3.5 การออกแบบวงจรสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน

3.5.1 ระบบ CCTV

การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในสายสัญญาณจะต้องติดทั้งหัวและท้ายของสายสัญญาณ เพื่อป้องกันแรงดันย้อนกลับตามรูปที่ 3.7

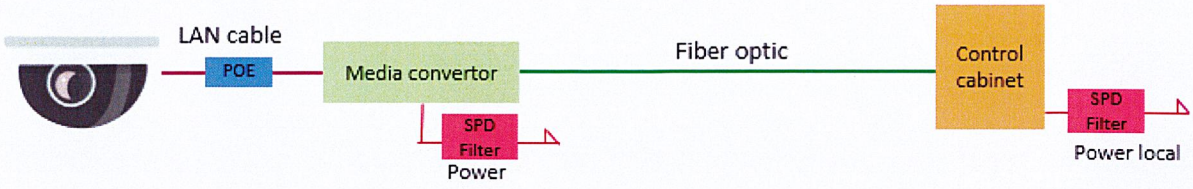


รูปที่ 3.7 แบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน

หมายเหตุ POE คือ ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันแรงดัน

หากเป็นการเดินสายสัญญาณด้วยสาย Fiber Optic จะมีการเดินสายแลนไปยังตัว Media Convertor ดังรูปที่ 3.8 ทำให้ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินชนิดสายสัญญาณ หรือ POE ที่ตัวสายแลน และติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินชนิดสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับที่ตัว Media Convertor และตู้ Control Cabinet สำหรับสาย Fiber Optic ไม่ต้องติดตั้งเนื่องจากไม่นำไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

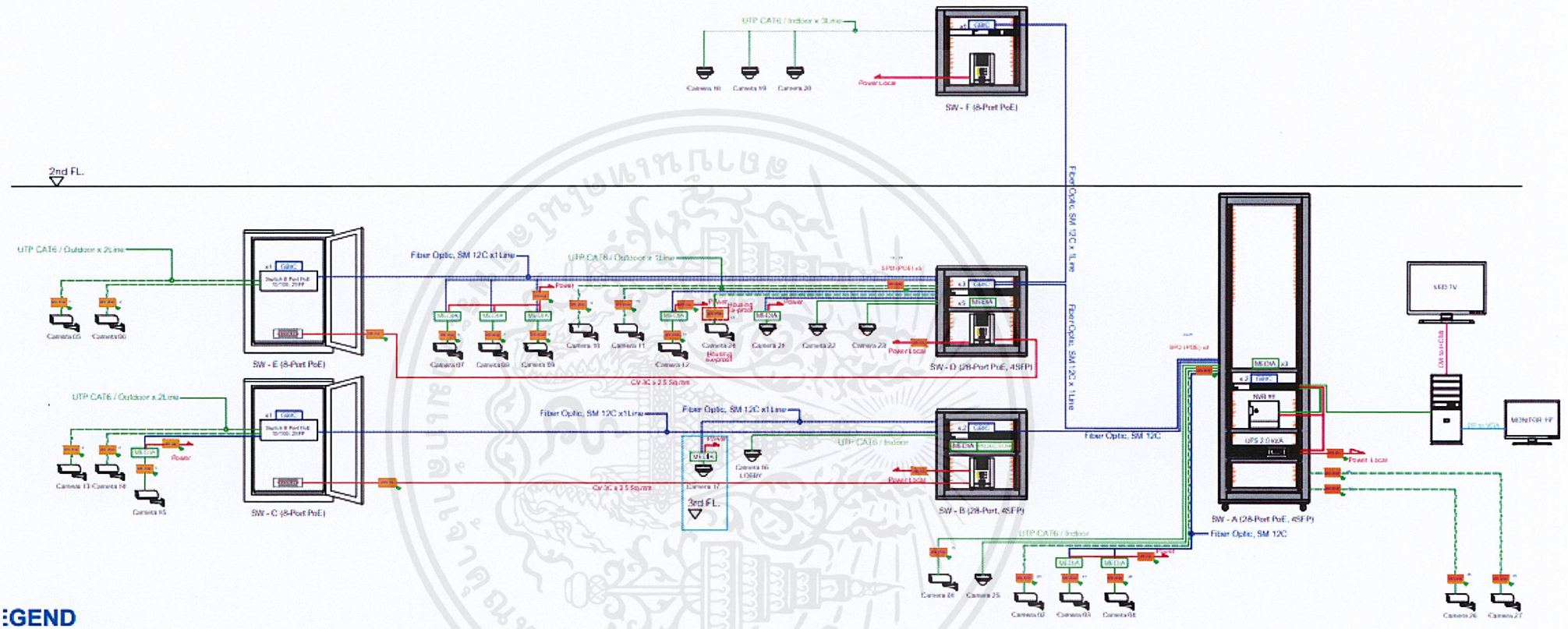


รูปที่ 3.8 แบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน

หมายเหตุ POE, SPD Filter คือ ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน

จากข้อมูลทั้งหดมสรุปเป็น Single Line Diagram ดังรูปที่ 3.9 จำนวนของอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินทั้งหมด แบ่งเป็นชนิดสายสัญญาณ 29 ตัว, ชนิดสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ 10 แอมป์ 4 ตัว และชนิดสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ 20 แอมป์ 3 ตัว

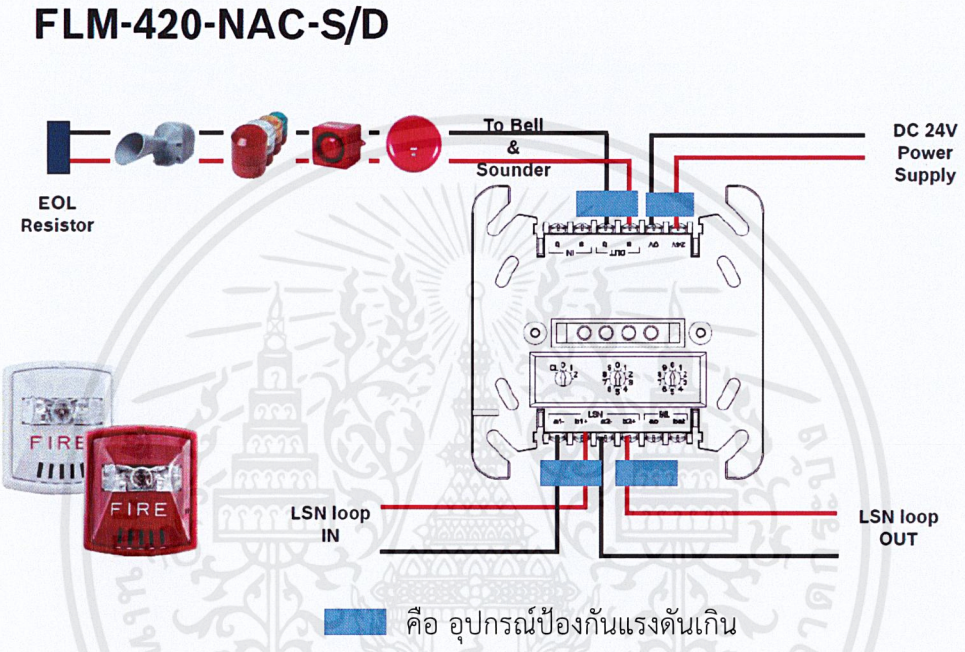
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Single Line Diagram

3.5.2 ระบบ Fire Alarm

จากข้อมูลข้างต้น จะติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่ตัว Control Module ซึ่งControl Module แต่ละชนิดมีหน้าที่ทำงานแต่งต่างกันออกไป แต่ลักษณะภายนอก และการเดินสายเหมือนกัน จะมีสายไฟทั้งหมด 4 เส้นที่เข้า และออกจาก Control Module ดังนั้นเพื่อป้องกันแรงดันเกินที่จะเข้ามาทางสายไฟ จะติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่สายไฟทั้ง 4 เส้น ในแต่ละตัวดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แบบจำลองการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินที่ Control Module

3.6 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน

3.6.1 ระบบ CCTV

การติดตั้งยึดแบบตาม Single Line Diagram การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน สำหรับกล้อง CCTV ที่อยู่ภายนอกอาคารที่เดินสายด้วยสายแลนจะติดตั้งเฉพาะอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายสัญญาณ ซึ่งจะติดตั้งอยู่ภายในตู้ขนาดย่อยของกล้องแต่ละที่อยู่ภายนอกอาคาร และตู้รับสัญญาณที่อยู่ภายในตัวอาคาร

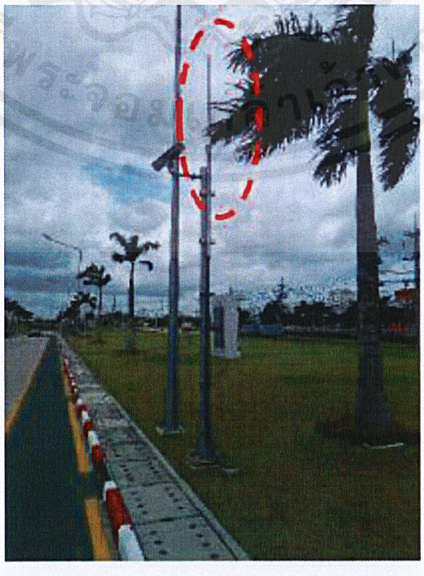
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกล้อง CCTV ที่เดินสายด้วยสายแลน และสาย Fiber Optic จะติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายสัญญาณ และสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ 10 แอมป์ ภายในตู้ขนาดย่อยของกล้องแต่ละที่อยู่ภายนอกอาคาร และตู้รับสัญญาณที่อยู่ภายในตัวอาคาร

มีการติดตั้งแท่งแฟรงกลินไว้ที่ด้านนอกบนเสาของกล้อง CCTV ทุกตัว การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินทุกครั้งต้องมีการเดินสายกรานว์ หากบริเวณนั้นไม่มีจุดเชื่อมกราวด์ จะต้องขุด และฝั่งหลักดินเพื่อเชื่อมต่อออกราวด์ใหม่ โดยหลักดินเมื่อตอกลงดินแล้วต้องมีความต้านทานของหลักดินกับดินต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าเกินต้องเพิ่มจำนวนหลักดินหรือตอกหลักดินลงไปให้ลึกขึ้น

ในส่วนของตู้ Control ที่อยู่ภายในอาคาร มีกรติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 20 แอมป์ ที่ Power Supply เพื่อป้องกันแรงดันเกินที่ไหลย้อนกลับมายังอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.11 ถึงรูปที่ 3.20

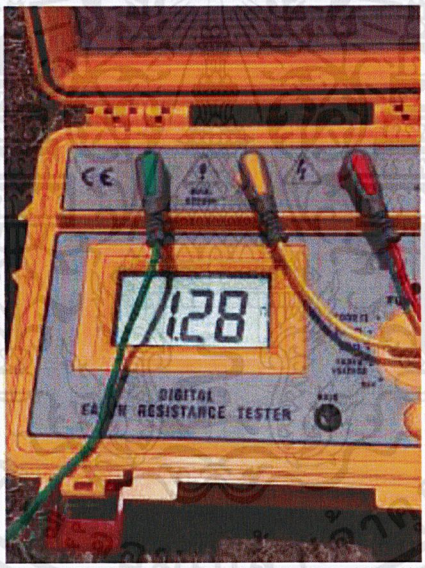
รูปที่ 3.11 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินสำหรับสายสัญญาณของกล้อง CCTV No.15



รูปที่ 3.12 การติดตั้งแท่งแฟรงกลินที่เสาของกล้อง CCTV No.15

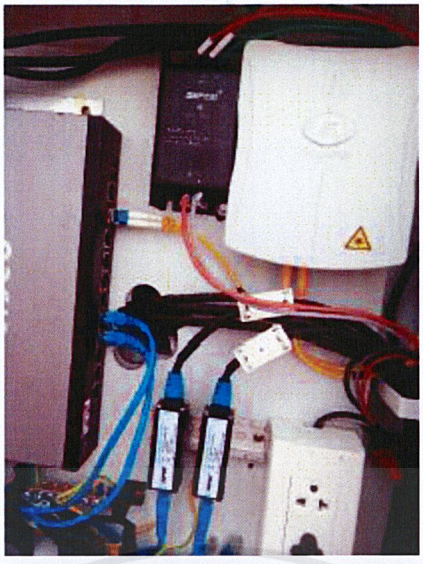
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 ขณะติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินของกล้อง CCTV No.15

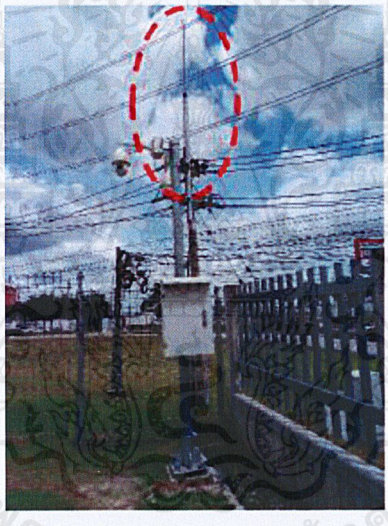


รูปที่ 3.14 การวัดความต้านทานดินของการติดตั้งกราวด์บริเวณกล้อง CCTV No.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



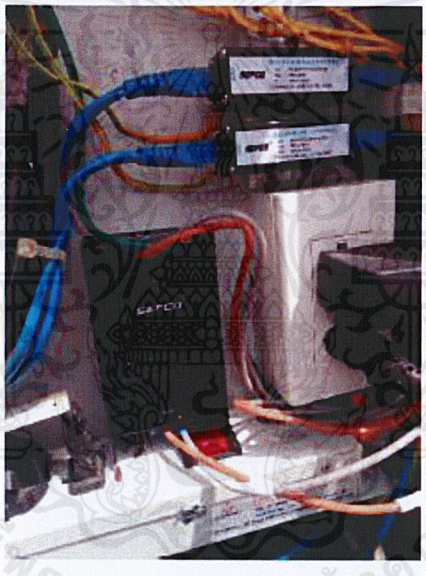
รูปที่ 3.15 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินของกล้อง CCTV No.13 และ No.14



รูปที่ 3.16 การติดตั้งแท่งแฟรงกลินที่เสาของกล้อง CCTV No.13 และ No.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

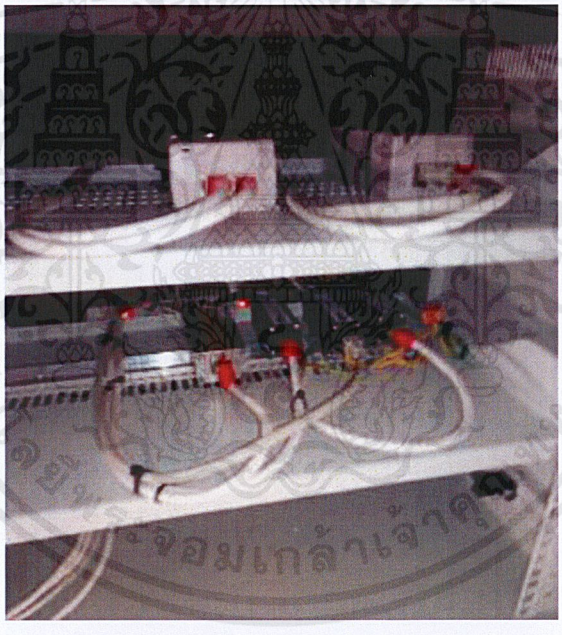
รูปที่ 3.17 การวัดความต้านทานดินของการติดตั้งกราวด์บริเวณกล้อง CCTV No.13 และ No.14



รูปที่ 3.18 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินของกล้อง CCTV No.5 และ No.6

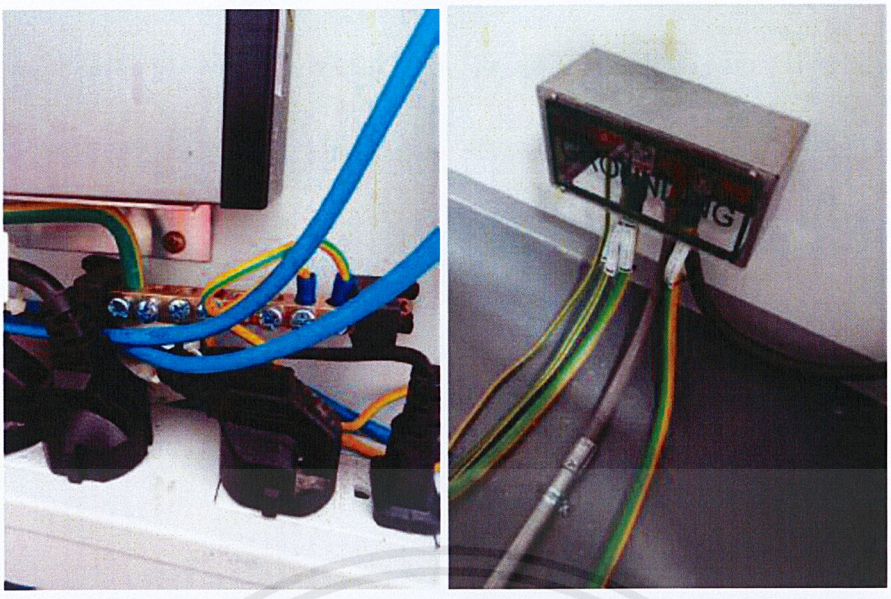
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 การวัดความต้านทานดินของการติดตั้งกราวด์บริเวณกล้อง CCTV No.5 และ No.6



รูปที่ 3.20 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินภายในตู้ Control ที่อยู่ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 การติดตั้งกราวด์ภายในอาคาร

จากรูปที่ 3.21 ภายในอาคารจะมีการติดตั้งจุดเชื่อมกราวด์ไว้อยู่แล้ว สามารถเชื่อมกราวด์ของอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินกับจุดเชื่อมกราวด์ที่มีได้เลย

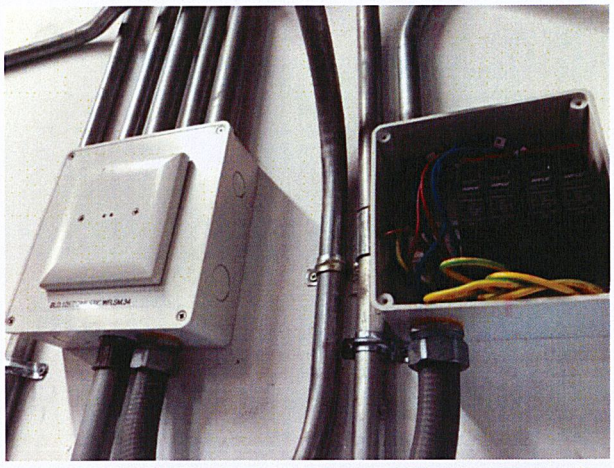
บางห้องเป็นจุด Explosive Area ไม่สามารถนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าไปในห้องได้ จึงไม่สามารถถ่ายภาพการติดตั้งได้ แต่การติดตั้งในทุกจุดมีลักษณะเหมือนกัน

3.6.2 ระบบ Fire Alarm

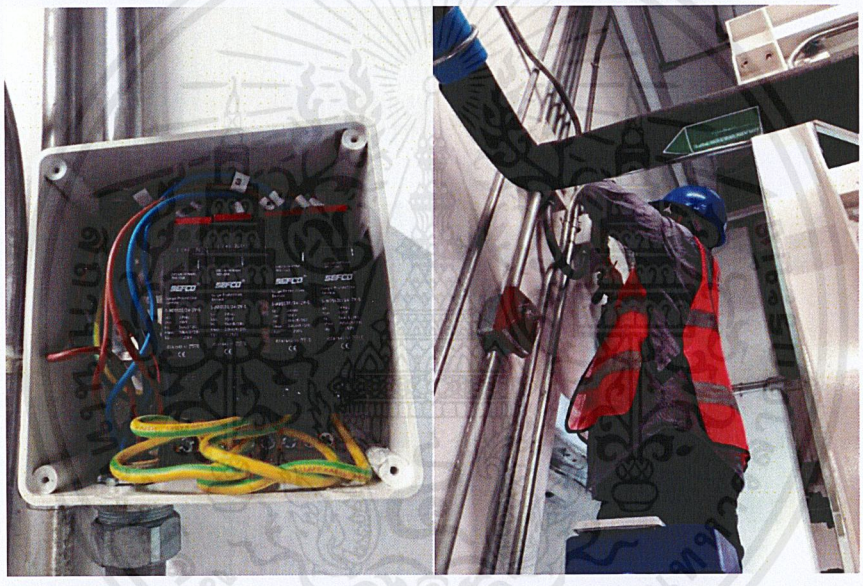
จากการออกแบบมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน 4 ตัว ต่อ 1 Control Module ซึ่งลักษณะการติดตั้งของ Control Module ทุกตัวมีลักษณะเหมือนกันทั้งหมดคือ จะทำกล่องใหม่ข้างๆ Control Module เพื่อเก็บอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน ต่ออุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินคล่อมในสายไฟแต่ละเส้น กระแสไฟเข้าที่สัญลักษณ์ + และออกทางสัญลักษณ์ –

ส่วนการต่อกราวด์ เนื่องจากการติดตั้งอยู่ภายในอากาศจะมีจุดเชื่อมกราวด์ ที่ทำไว้อยู่แล้ว สามารถต่อกับจุดเชื่อมกราวด์ที่มีอยู่แล้วได้เลย ดังรูปที่ 3.22 ถึงรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน



รูปที่ 3.23 การเดินสายภายในกล่องอุปกรณ์แรงดันเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 จุดเชื่อมต่อกราวด์ภายในห้อง

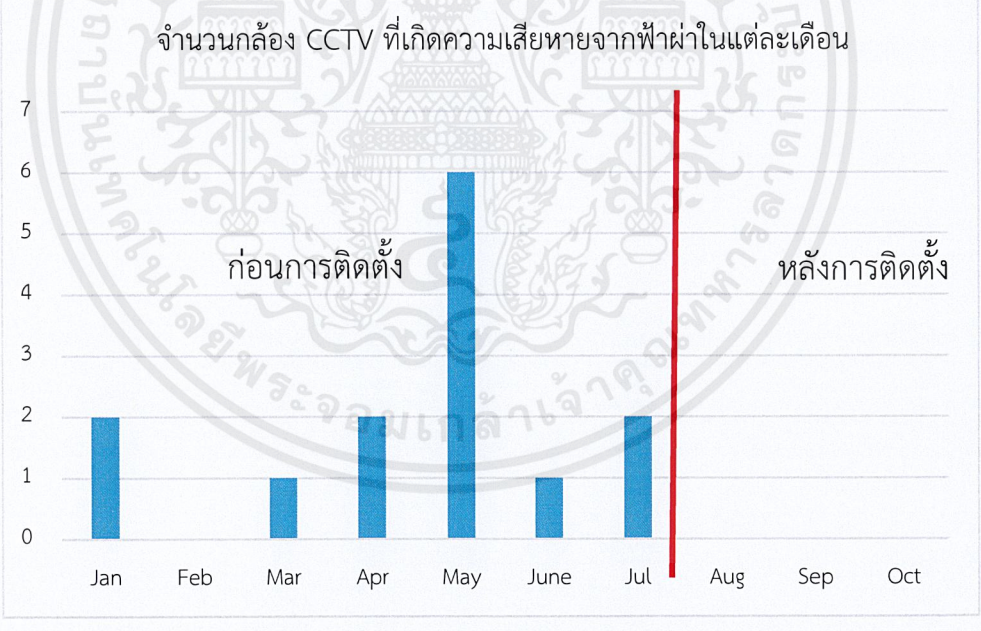
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินทั้ง 2 ระบบคือ ระบบ CCTV และระบบ Fire Alarm มีการเก็บผลลัพธ์ทั้งแต่ก่อนติดตั้ง และหลังติดตั้งเผื่อเปรียบเทียบผลของการดำเนินงานว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ ดังนี้

4.1 ระบบ CCTV

จากการเก็บสถิติจำนวนของกล้อง CCTV ที่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 จัดทำเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4.1



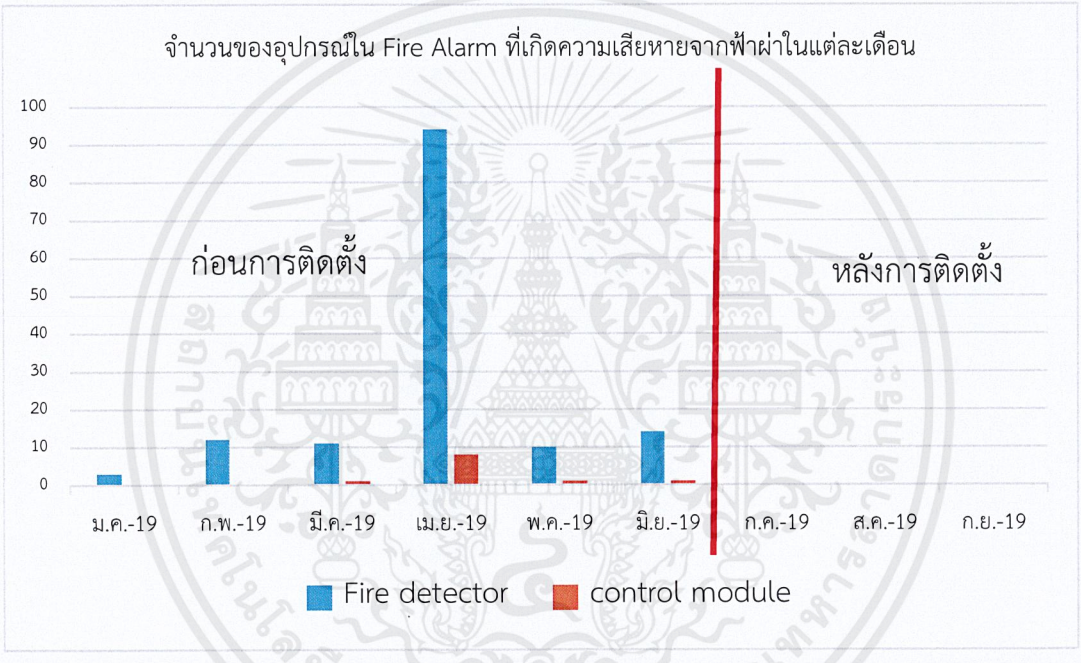
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงจำนวนกล้อง CCTV ที่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่าในแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพบว่าก่อนการติดตั้งมีกล้อง CCTV เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่าในแต่ละเดือน แต่เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงกันเดิน และสายกราวด์อย่างถูกต้องแล้ว พบว่าไม่มีจำนวนกล้อง CCTV ที่เสียจากฟ้าผ่าเลย

4.2 ระบบ Fire Alarm

จากการเก็บสถิติจำนวนของอุปกรณ์ในระบบ Fire Alarm ที่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 จัดทำเป็นกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนของอุปกรณ์ในระบบ Fire Alarm ที่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่าในแต่ละเดือน

จากการพบว่าก่อนการติดตั้งมีอุปกรณ์ในระบบ Fire Alarm เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่าในแต่ละเดือน แต่เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงกันเดิน และสายกราวด์อย่างถูกต้องแล้ว พบว่าไม่มีอุปกรณ์ในระบบ Fire Alarm เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่าเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป และวิจารณ์ผลดำเนินงาน

5.1 สรุปผล และวิจารณ์ผลดำเนินงาน

ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องหรือมีการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในโรงงานอุตสากรรม และในอาคารสำนักงานต่างๆ เช่น อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สื่อสาร หรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักรในระบบกระบวนการผลิต เช่น ASD หรือ PLC มักจะประสบปัญหาอุปกรณ์ดังกล่าว มีการชำรุดเสียหายบ่อยครั้งในขณะมีเหตุการณ์ฝนตกฟ้าผ่า หรือเกิดจากการผิดพร่อง (Fault) ในระบบไฟฟ้า ด้วยจากสาเหตุมีแรงดันไฟฟ้าเกินเข้ามา ในอาคารเกินกว่าที่อุปกรณ์สามารถที่จะทนได้ และมักจะคิดว่าระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกไม่ดีพอ หรือเป็นเหตุการณ์สุดวิสัยที่ไม่สามารถจะทำการป้องกันได้ ซึ่งโดยความจริงแล้วจุดประสงค์ของการป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคารนั้น เพื่อป้องกันความเสียหายทางกลกับอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างจากฟ้าผ่า แต่ไม่สามารถป้องกันความเสียหายให้กับอุปกรณ์ที่อยู่ภายในอาคารเนื่องจากฟ้าผ่าได้ และอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ในระบบ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีเลย์ต่างๆ ไม่สามารถที่จะทำการป้องกันได้เช่นเดียวกันดังนั้นการป้องกันการชำรุดของอุปกรณ์

โครงงานฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางการป้องกันความเสียหายทางกายภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากฟ้าผ่า โดยมีการศึกษาปัญหา การออกแบบวงจร การเลือกอุปกรณ์แรงดันเกินให้เหมาะสมกับชนิดของ Input และการติดตั้งอุปกรณ์แรงดันเกินในจุดต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อป้องกันแรงดันเกินอันเนื่องมาจากฟ้าผ่า ทำให้ระบบ CCTV และระบบ Fire Alarm เกิดความเสียหายบ่อยครั้ง นอกจากนั้นยังลดค่าใช่จ่ายในการซ่อมระบบ เพิ่มความปลอดภัยภายในโรงงาน และตามกฎหมายระบุไว้ว่าระบบ Fire Alarm ต้องใช้งานได้ตลอดเวลา เมื่อระบบเกิดความเสียหายทำให้โรงงานไม่ผ่านมาตรฐานความปลอดภัยตามกฎหมายป้องกันเพลิงไหม้ของประเทศไทย จากการดำเนินงาน พบว่าหลังการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินในระบบ CCTV และระบบ Fire Alarm ผลลัพธ์เป็นไปตามที่คาดไว้คือ ไม่มีอุปกรณ์ที่เกิดความเสียหายจากฟ้าผ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องด้วยงบประมาณที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถติดตั้ง Surge Protection ได้ครบทุกตัว หากต้องการความปลอดภัยที่แน่นอน ควรติดตั้งที่อุปกรณ์ทุกตัว

2. การติดตั้งจำเป็นต้องปิดระบบ CCTV และ Fire Alarm ในระหว่างการติดตั้งต้องแจ้งฝ่ายความปลอดภัยทุกครั้ง เพื่อเฝ้าระวังไม่ให้เกิดเหตุฉุกเฉินในขณะปิดระบบ

2. ในขั้นตอนการออกแบบ และติดตั้ง ต้องมีการทำงานร่วมกันระหว่างวิศวกร และผู้รับเหมาอย่างเข้มงวด เนื่องจากจะต้องมีการสื่อสารงานให้เข้าใจเพื่อให้งานมีความสอดคล้องกัน ป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

3. สำหรับการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ นั้นจะมีวันเวลาที่แตกต่างกันออกไป จำเป็นต้องวางแผนในการสั่งซื้ออุปกรณ์ให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกัน เพื่อที่จะประหยัดเวลาในการดำเนินงาน และป้องการการสูญเสียอันไม่พึงประสงค์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น

4. ก่อนการทำงานโครงงานจำเป็นต้องศึกษาถึงสิ่งต่างๆ ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ รวมไปถึงรายละเอียดปลีกย่อยที่มีผลต่อการออกแบบ เพื่อสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาวางแผนในการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ และตรงต่อเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินในอาคารจากเหตุการณ์ฟ้าผ่า** (Online). Available: http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=2193

[2] **ฟ้าผ่าเกิดจากอะไร** (Online). Available: https://ngthai.com/science/21830/thunders/

[3] **ฟ้าผ่า** (Online). Available: http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/53/Lighting/index2.htm

[4] **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Surge Protection** (Online). Available: http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/surge_knowledge.php

[5] **Surge protection System** (Online). Available: http://www.cjcombine.com/LPI/SURGE-PROTECTION-SYSTEM.html

[6] **ความรู้เกี่ยวกับกล้องวงจรปิด** (Online). Available: https://www.hsssccctv.com/14604727/ความรู้เกี่ยวกับกล้องวงจรปิด-

[7] **ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้** (Online). Available: http://www.magpiez.com/index.php?option=com_content&view=article&id=68:fire-alarm-System&catid=37:knowledgebase

[8] **Category 5, 5e, 6, 6a and 7 Cable Standards** (Online). Available: http://www.cablek.com/technical-reference/cat-5---5e--6--6a---7--8-standards

[9] **Fiber Optic สายใยแก้วนำแสง** (Online). Available: https://www.it24hrs.com/2017/fiber-optic-for-the-faster-connection/

[10] **สายดินมีไว้เพื่ออะไร** (Online). Available: https://www.baanlaesuan.com/72792/maintenance/electric-System/ground-wire

[11] **Media converter** (Online). Available: https://www.data-precision.com/content/4731/ตอบคำถามยอดฮิตกับ-media-converter

[12] **Surge protector** (Online). Available: https://shedheads.net/whole-house-surge-protectors/types

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[13] **สายดินมีไว้เพื่ออะไร** (Online). Available: https://www.baanlaesuan.com/72792/maintenance/electric-System/ground-wire

[14] **Addressable Module** (Online). Available: http://www.vecthai.com/main/?p=4512

[15] คณะอนุกรรมการมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าภาคที่ 4 ระบบไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง. (2553). **มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 4 ระบบไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง**.กรุงเทพ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวชุติกาญจน์ ชัยมนัสกุล
วัน เดือน ปีเกิด	5 ธันวาคม พุทธศักราช 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	653 Rnp place ซ.ฉลองกรุง1 เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
เบอร์โทรศัพท์	093-5793817
E-mail	mook.chaimanuskul@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2547-2549	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนศรีอรุโณทัย
พุทธศักราช 2550-2552	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนศรีอรุโณทัย
พุทธศักราช 2553-2555	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร
พุทธศักราช 2556-2558	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร
พุทธศักราช 2559-2562	ศึกษาระดับอุดมศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2562	เป็นนักศึกษาฝึกงาน ณ แผนกFacility Management บริษัท โรเบิร์ตบ็อช ออโตโมทีฟ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้