

เทคนิคพื้นฐานในการป้องกันการระเบิด (Technical Principle of Explosion Protections)

1. Temperature Classification

อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีระดับอุณหภูมิสูงขึ้นไม่เท่ากันเมื่อใช้งานตาม ปกติถ้าการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ทำให้เกิดความร้อนสูงจนถึงระดับอุณหภูมิที่ไอระเหยของสารไวไฟสามารถลุกติดไฟ ได้เอง (Auto-Ignition Temperature) อาจเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ ดังนั้นมาตรฐาน NEC และ IEC รวมทั้งมาตรฐานอื่นๆ จึงมีการแบ่งระดับอุณหภูมิสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นบนพื้นผิวของสิ่งห่อหุ้ม (Enclosure) อุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะที่ใช้งานตามปกติ ซึ่งเรียกว่า Temperature Class (T Class) เพื่อให้มั่นใจได้ว่าอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ จะไม่ทำให้เกิดความร้อนสูงจนแก่สหรือ ไอระเหยของสารไวไฟที่ผสมอยู่ในบรรยากาศลุกติดไฟได้เอง ดังนั้นเมื่อทราบว่าสารไวไฟที่ใช้มีค่า Auto-ignition Temperature เท่าใด ก็จะต้องเลือกระดับ T class ของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีความต่ำกว่าค่า Auto-Ignition Temperature ของสารไวไฟในพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น

ตารางที่ 3.1 แสดงรหัสมาตรฐานของ Temperature Classification ในมาตรฐาน IEC และ NEC

ระดับอุณหภูมิสูงสุด	มาตรฐาน IEC	มาตรฐาน NEC
450 ° C	T1	T1
300 ° C	T2	T2
280 ° C		T2A
260 ° C		T2B
230 ° C		T2C
215 ° C		T2D
200 ° C	T3	T3
180 ° C		T3A
165 ° C		T3B
160 ° C		T3C
135 ° C	T4	T4
120 ° C		T4A
100 ° C	T5	T5
85 ° C	T6	T6

ที่มา : มาตรฐาน IEC และ NEC

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าตามรหัสมาตรฐานของ T-Classification กับสารไวไฟ

สารไวไฟ	Ignition Temperature (° C)	T-Class	IEC group
Acetaldehyde	140	T4	IIA
Acetic Acid	485	T1	IIA
Acetic Anhydride	330	T2	IIA
Acetone	540	T1	IIA
Acetylene	305	T2	IIC
Ammonia	630	T1	IIA
Benzene	220	T3	IIA
Carbon Disulfide	95	T6	IIC
Diesel	220 – 300	T3	IIA
Ethane	515	T1	IIA
Ethylalcohol	425	T2	IIA
Ethylene	425	T2	IIB
Hydrogen	560	T1	IIC
Methane	595	T1	IIA
Methanol	455	T1	IIA
Naphthalene	520	T1	IIA
Propane	470	T1	IIA
Toluene	535	T1	IIA

ที่มา : มาตรฐาน IEC

จากตารางที่ 3.2 ถ้าเลือกใช้อุปกรณ์ต่อสายไฟฟ้า (Terminal Box) ที่มีระดับมาตรฐานระดับที่ดีที่สุดคือ T6 อุปกรณ์นั้นอาจทดสอบมาแล้วว่าอุณหภูมิสูงสุดในการใช้งานประมาณ 80 C ที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 C การเลือกฉนวนของสายไฟที่ต่ออยู่ก็จะต้องมีความเหมาะสมด้วย เช่น ฉนวนของสายไฟที่เป็น PVC จะสามารถทนความร้อนได้เพียง 70 C เท่านั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

2.มาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันการระเบิด (Explosion proof Protection)

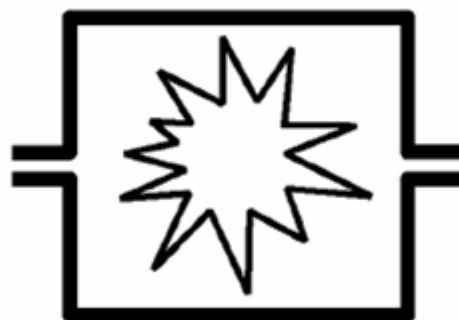
วิธีการออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าและส่วนประกอบในการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่สามารถป้องกัน การระเบิดเกิดจากแนวคิดพื้นฐานที่ว่า การเกิดเพลิงไหม้จะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่างคือสารไวไฟปริมาณมากพอ ออกซิเจน และแหล่งจุดติดไฟ ดังนั้นวิธีการป้องกันการระเบิดจึงใช้แนวคิดพื้นฐานในการป้องกันไม่ให้เกิด ความร้อนสูงที่ผิวเครื่องห่อหุ้มหรือเกิดประกายไฟได้ แต่ถ้าเกิดมีประกายไฟขึ้นภายในเครื่องห่อหุ้มก็จะไม่ทำให้เกิดไฟไหม้ลุกลาม ออกนอกตู้ภายนอกได้

ตารางที่ 3.3 แสดงมาตรฐานการใช้เทคนิคป้องกันการระเบิดตามมาตรฐานของ IEC และ NEC

เทคนิคป้องกันการระเบิด	รหัสมาตรฐาน	พื้นที่อันตรายที่ใช้ได้	
		มาตรฐาน IEC	มาตรฐาน NEC
Flameproof	d	Zone 1 และ 2	Division 1 หรือ 2
Intrinsically Safe	ia	Zone 0, 1 และ 2	Division 1 หรือ 2
Intrinsically Safe	ib	Zone 1 และ 2	Division 2
Purge or Pressurization	p	Zone 1 และ 2	Division 1 หรือ 2
Increased Safety	e	Zone 1 และ 2	Division 2
Immersed in Oil	o	Zone 1 และ 2	Division 2
Filled with Powder / Sand	q	Zone 1 และ 2	Division 2
Encapsulated / Molding	m	Zone 1 และ 2	Division 2
Non-Sparking / Nonincendive	n	Zone 2	Division 2

ที่มา : มาตรฐาน NEC และ IEC

Flameproof Type “d” Protection

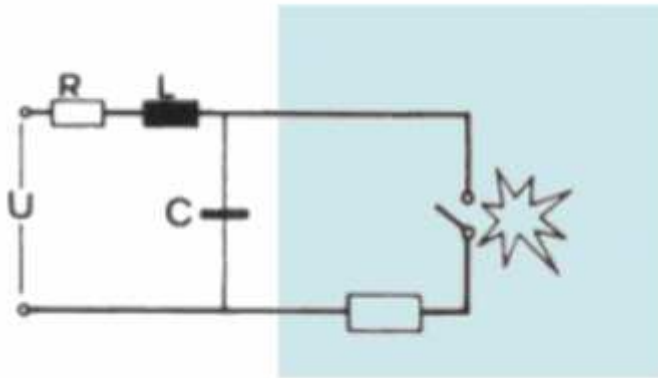


รูปที่ 3.1 Flameproof Type “d” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้สามารถเกิดการจุดระเบิดภายในส่วนเปลือกของ อุปกรณ์ได้หากมีแก๊สหรือไอระเหยแทรกเข้าไปภายในและมีประกายไฟเกิดขึ้น แต่ความดันที่เกิดขึ้นจากการระเบิดจะไม่สามารถทำความเสียหายกับเปลือกหุ้ม อุปกรณ์ไฟฟ้าจนทำให้เปลวไฟขยายออกสู่ภายนอกได้ เทคนิคการป้องกันแบบนี้มักใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มักทำให้เกิดอาร์คหรือสปาร์ก รวมทั้งเกิดความร้อนสูงขณะที่มีการใช้งานตามปกติ เช่น มอเตอร์, โคมไฟ, สวิตช์ควบคุม, เตารีด และ เต้าเสียบ เป็นต้น

Intrinsic Safety Type “ia” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมากจนกระทั่งผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ดังกล่าวถึง 2 จุดในเวลาเดียวกันแล้วจะไม่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนมากเพียงพอให้แก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเกิดจุดติดไฟได้



รูปที่ 3.2 Intrinsic Safety Type “ia” และ “ib” Protection

Intrinsic Safety Type “ib” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับกระแสไฟและแรงดันไฟฟ้าต่ำมากจนกระทั่งผลของการเกิดลัดวงจรภายในอุปกรณ์ดังกล่าวเพียง 1 จุดก็จะไม่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนมากเพียงพอให้แก๊สหรือไอระเหยของสารไวไฟเกิดจุดติดไฟได้เทคนิคการป้องกันแบบ Intrinsic Safety มักใช้กับ Thermocouple, Transducer, Transmitter, Proximity Switch, Flow Detector, และ Level Sensor เป็นต้น วงจรไฟฟ้าที่เป็นแบบ Intrinsically Safe มักจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

- (1) อุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor หรือ Instrument)
- (2) อุปกรณ์จำกัดพลังงาน (Energy-limiting Device) บางครั้งเรียกว่า “Barrier”
- (3) สายไฟฟ้าที่มีการป้องกันความเสียหายจากการกระแทกทางกลได้

เครื่องมือที่ใช้เป็น Barrier นี้จะทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า ที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ ใช้ Resistor ช่วยลดกระแสลัดวงจร, ใช้ Zener Diode ช่วยจำกัดแรงดันไฟฟ้าเกินและใช้ Fuse ช่วยตัดวงจรที่เกิดกระแสลัดวงจรไฟฟ้า

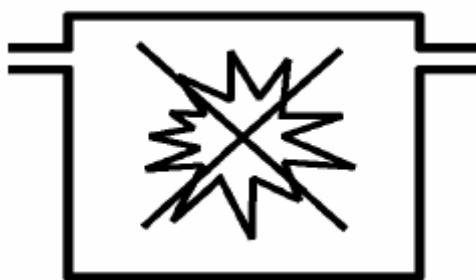
Pressurized Type “p” Protection



รูปที่ 3.3 Pressurized Type “p” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีการอัดอากาศบริสุทธิ์เข้าไปใน เครื่องห่อหุ้ม เพื่อไล่อะ เหะของสาร ไวไฟออกนอกเครื่องห่อหุ้ม พร้อมกับรักษาระดับความดันอากาศภายในนั้นให้สูงกว่าภายนอกเล็กน้อยเพื่อป้องกันไอ ระเหยของสารอันตรายจากภายนอกแพร่เข้ามาในเครื่อง ห่อหุ้มที่มีส่วนประกอบวงจร ไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดการสปาร์กได้ โดย ปกติจะออกแบบให้มีความดันอากาศแตกต่างกัน 0.5 mbar หรือ 50 Pa ในบางกรณีอาจจะใช้แก๊สเฉื่อยอัดเข้าไป ในเปลือกหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้าแทนที่จะใช้ อากาศซึ่งมีออกซิเจนผสมอยู่ประมาณ 21% เพื่อป้องกันการระเบิดได้ดีมากขึ้น แก๊สเฉื่อยที่ใช้ เช่น แก๊สไนโตรเจน เพราะไม่เป็นอันตรายและมีอยู่ในอากาศทั่วไป

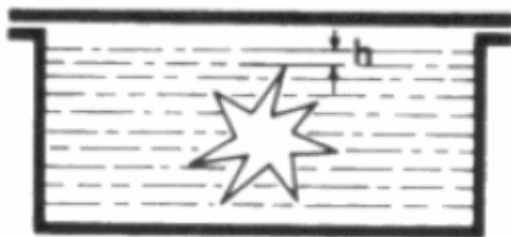
Increased Safety Type “e” Protection



รูปที่ 3.4 Increased Safety Type “e” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งตามปกติจะไม่มีการเกิดอาร์ค หรือสปาร์ก ขึ้นได้ นอกจากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ดังนั้นการเพิ่มระบบป้องกันเหตุไม่ปกติที่อาจเกิดขึ้นได้จึงเป็นวิธีการ หนึ่งซึ่งจะไม่ปล่อยให้มีความร้อนสูงเกิดขึ้นที่อุปกรณ์นั้นๆ เทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับอุปกรณ์การต่อสายไฟ, ระบบแสงสว่าง, มอเตอร์, และเครื่องมือวัดเป็นต้น ในกรณีของกล่องต่อสายไฟ แนวคิดของการป้องกันสามารถทำได้โดย ไม่ออกแบบให้มีการต่อ สายหนาแน่นเกินไปภายในกล่องต่อสายเดียว, เลือกลงอุปกรณ์ต่อสายที่มั่นคงไม่หลุดง่าย, ใช้ฉนวนไฟฟ้าที่ทนความร้อน สูงได้, และหลีกเลี่ยงการต่อสายไฟที่นำ กระแสไฟฟ้ามากมายไว้ในกล่องต่อสายเดียวกัน

Oil Immersion Type “o” Protection



รูปที่ 3.5 Oil Immersion Type “o” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีจุ่มแช่อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนที่มีการอาร์ก หรือสปาร์ก บ่อยครั้งและอาจจะรุนแรงด้วย ลงไปใน Mineral Oil เพื่อไม่ให้ความร้อนที่เกิดจากประกายไฟสัมผัสกับเชื้อเพลิงโดยตรง นอกจากนี้ น้ำมันที่ใช้แช่ซึ่งมีการหมุนเวียนยังช่วยทำหน้าที่ระบายความร้อน ในบริเวณที่เกิดอาร์คด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการอาร์ก จะทำให้มีน้ำมันบางส่วนเกิดปฏิกิริยาเคมีและได้แก๊ส Hydrogen และ Acetylene ออกมา นอกจากนี้หากเกิดการลัดวงจรอย่างรุนแรงน้ำมันนี้ก็จากติดไฟและทำให้เกิด เปลวไฟไหม้ได้ วิธีการป้องกันแบบนี้จึงไม่นิยมใช้ในพื้นที่อันตรายเพราะมีความเสี่ยงสูง เทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับ สวิตช์เกียร์ และหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่ เป็นต้น

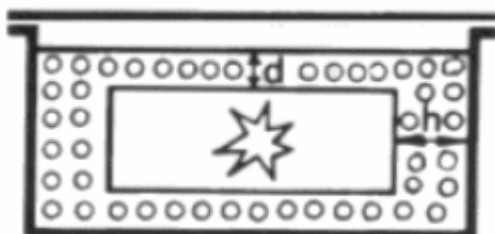
Powder Filled Type “q” Protection



รูปที่ 3.6 Explosive Atmosphere

อุปกรณ์ ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีเติมผงแก้วลงไปเปลือกหุ้มอุปกรณ์ ไฟฟ้าส่วนที่มีการอาร์ก หรือสปาร์ก เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนที่เกิดจากประกายไฟสัมผัสกับไอระเหยของสารไวไฟ ได้โดยตรง เทคนิคการป้องกันแบบนี้นิยมใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น คาปาซิเตอร์ และหม้อแปลงขนาดเล็ก เป็นต้น

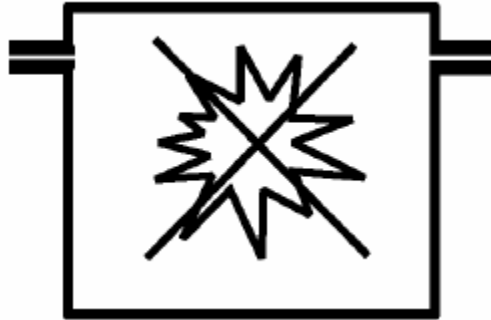
Encapsulation Type “m” Protection



รูปที่ 3.7 Encapsulation Type “m” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้วิธีการเคลือบปิดส่วนที่อาจมีการอาร์ก หรือสปาร์กไว้ด้วยฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันมิให้มีไอระเหยของสารไวไฟ แทรกเข้าไปสัมผัสกับความร้อนที่เกิดขึ้นได้โดยตรง ฉนวนปิดกั้นการอาร์กที่นิยมใช้ คือ Epoxy Resin, Thermoplastic, thermosetting และ Elastomeric Material เป็นต้น เทคนิคการป้องกันแบบนี้มักใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น Solenoid Valve, Rapid Starter, Resistor, Capacitor, Optoisolator และ Diode เป็นต้น

Nonincendive Type “n” Protection



รูปที่ 3.8 Nonincendive Type “n” Protection

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีรหัสการป้องกันแบบนี้จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งตามปกติจะไม่มี การเกิดอาร์กหรือสปาร์กที่รุนแรง รวมทั้งจะไม่เกิดความร้อนที่เปลือกหุ้มอุปกรณ์สูงจนสามารถทำให้เกิดการจุดติดไฟได้ โดยใช้เครื่องห่อหุ้มที่ปิดสนิทจนฝุ่น น้ำและแก๊สไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ตามเกณฑ์การทดสอบ เทคนิคการป้องกันแบบนี้ยังอาจถูกแบ่งเป็นวิธีการป้องกันได้อีก 3 ชนิด ดังนี้

- Non-Sparking “nA” คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่จะไม่มีการสปาร์กเกิดขึ้น
- Hermetically Sealed “nC” คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่มีเปลือกหุ้มปิดสนิทจนไม่มีอากาศเข้าได้เลย
- Restricted Breathing “nR” คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดที่จะจำกัดอากาศไม่ให้เข้าหรือออกจากเปลือกหุ้มได้ ทำให้อยู่ในเปลือกหุ้มส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อาจเกิดสปาร์กไม่มีไอระเหยมากพอที่จะเกิดติดไฟได้

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2548) โครงการจัดทำคู่มือการตรวจสอบ ติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า ในพื้นที่อันตรายที่มีไอระเหยของสารไวไฟ แหล่งที่มา <http://www2.diw.go.th>