มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545

บทที่ 7

บริเวณอันตราย

แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน บทที่ 7 ข้อที่ 1 จากทั้งหมด 5

1. การแบ่งกลุ่มสำหรับบริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบ่งเป็นกลุ่มอะไรบ้าง

- E,F,G
- A,B,G
- D,E,F,G
- A,B,C,D
- A,B,C,D,E

สามารถตอบได้ : 1

ขอบเขตของมาตรฐาน

ขอบเขตของมาตรฐานในบทนี้ (อ้างอิง 7.1.1)
1. ใช้กับบริภัณฑ์ไฟฟ้า ที่ติดตั้งในบริเวณอันตราย
2. บริภัณฑ์อิเลคทรอนิคส์ ที่ติดตั้งในบริเวณอันตราย
3. วิธีการเดินสายทุกระดับแรงดัน ในบริเวณอันตราย

กรณีที่ไม่ได้ระบุข้อกำหนดใดเอาไว้ในบทนี้ (อ้างอิง 7.1)
ให้ใช้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ในส่วนที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาครอบคลุม

- *องค์ประกอบการเกิดเพลิงไหม้.....ระเบิด*
- *การแบ่งกลุ่ม....ก๊าซ ...ของเหลว ....ฝุ่น..... (Fuel groups)*
- *การจำแนกบริเวณอันตราย (Area Classification)*
- *การเลือกใช้ ตามชนิดอุปกรณ์ฯ (Protection By Enclosure)*
- *การเลือกใช้วงจร (Protection by Design)*
- *การเดินสายในพื้นที่อันตราย (Wiring Methods)*
- *การปิดผนึกในพื้นที่อันตราย (Sealing)*
- *การต่อลงดิน (Grounding)*

Hazardous Locations = Classified Locations (areas)
บริเวณอันตราย

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงฯ กันทั่วไป เช่น

1. *NFPA - National Fire Protection Association*
2. *NEC - National Electrical Code (NFPA 70)*
3. *NEMA - National Electrical Manufactures Association*
4. *IEC - International Electrotechnical Commission*
5. *ASTM - American Society for Testing Materials.*

มาตรฐาน NEC ที่เกี่ยวข้อง

- *Article 500 Hazardous (Classified) Locations*
- *Article 501 Class I Locations*
- *Article 502 Class II Locations*
- *Article 503 Class III Locations*
- *Article 504 Intrinsically Safe Systems*
- *Article 505 Class I, Zone 0, 1, and 2 Locations*

มาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้อง

- *IEC 60079-0 - Part 0: General requirements*
- *IEC 60079-1 - Part 1: Construction and verification test of flameproof enclosures of electrical apparatus*
- *IEC 60079-1-1 - Part 1-1: Flameproof enclosures "d" - Method of test for ascertainment of maximum experimental safe gap*
- *IEC 60079-3 - Part 3: Spark-test apparatus for intrinsically-safe circuits*

มาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

- *IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- *IEC 61241-1-1 ถึง IEC 61241-2-2 - Part 2: Test methods - Section 2: Method for determining the electrical resistivity of dust in layers*
- *IEC 61779-1 - Part 1: General requirements and test methods ถึง IEC 61779-6 เป็นต้น*

Hazardous areas อาจกำหนดได้โดย 3 ปัจจัยหลัก คือ

1.The types of hazard
(ใกล้ open source มาก ก็ยิ่งเสี่ยงมาก .....)

2.The likelihood of the hazard being present in flammable concentrations
(Vapor or gas density, Effect of air current, Identification of leak scenario.....)

3.The (auto) ignition temperature of the hazardous material

ทั้งนี้จะมีปัจจัยร่วมอื่นๆ ประกอบอยู่ด้วย เช่น

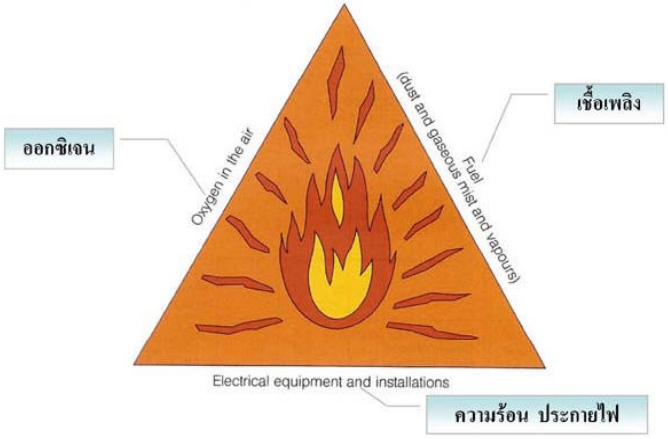
1. Normal or Abnormal Conditions
2. การระบายอากาศ
3. ความดัน อัตราการไหล ขนาดของระบบ
4. ลักษณะ/การก่อสร้างของอาคาร เป็นต้น

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการติดตั้งอุปกรณ์ในบริเวณอันตราย

- เลือกมาตรฐานที่จะนำมาใช้ (ตาม IEC หรือ ตาม NEC)
- เข้าใจ กลุ่มก๊าซหรือสารอันตรายที่ใช้งานอยู่ (Gas group)
- กำหนดประเภทพื้นที่ใช้งานให้ได้ (Division 1, Zone 0,……)
- วิธีการป้องกันของอุปกรณ์ที่เหมาะสม (Method of Protection)
- อุณหภูมิพื้นผิวของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้ (Temp Surface)

ค่าใช้จ่าย และเรื่องความปลอดภัย (ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเสมอ)

องค์ประกอบในการเกิดระเบิด



- ปริมาณออกซิเจน

  ในบรรยากาศทั่วไปมีอยู่ 21 % ซึ่งจะช่วยให้ไฟติดได้ และหากมีน้อยกว่า 15% ไฟจะไหม้ช้าลง หรือดับได้

  (ทั้งนี้อัตราส่วนผสมกับไอหรือก๊าซเชื้อเพลิง จะต้องเหมาะสมด้วย)

- ชนิดของเชื้อเพลิง

  น้ำมัน ก๊าซหุงต้ม จารบี สารทำละลาย โฟม โลหะติดไฟ แมกนีเซียม โซเดียม โปแตสเซียม..... เป็นต้น

- ความร้อน , ประกายไฟ

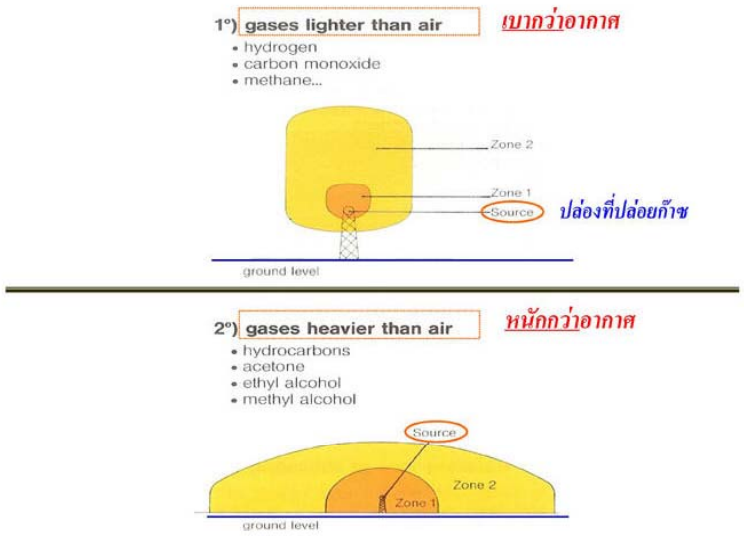
  ประกายไฟจากอุปกรณ์ไฟฟ้า การเชื่อมโลหะ ท่อไอเสีย งานเจียรโลหะ ผิวร้อนของเตาไฟ หม้อไอน้ำ การเสียดสี การทุบตอกด้วยค้อน สกัด ปฏิกิริยาเคมี ไฟฟ้าสถิต ... เป็นต้น

เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ

A. คุณลักษณะของก๊าซแยกตาม Vapor Density

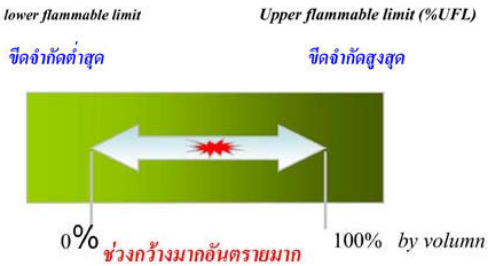
1. ก๊าซที่เบากว่าอากาศ
2. ก๊าซที่หนักกว่าอากาศ **(อากาศ...มีค่าเท่ากับ.... 1.0)**

คุณลักษณะของก๊าซในข้อข้างต้นนี้จะบอกถึง**รูปแบบการแพร่กระจายของก๊าซนั้นๆ** เมื่อมีการรั่วไหลออกสู่ชั้นบรรยากาศ



เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ

B. คุณสมบัติ แยกตามFlammable (Explosive) Limits



หมายเหตุ: LFL - ปริมาณต่ำสุดของสารไวไฟที่จะเกิดการจุดระเบิด

UFL - ปริมาณสูงสุดของสารไวไฟที่จะเกิดการจุดระเบิด

เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ

C. คุณสมบัติ แยกตาม Flash Point

- NFPA 325 - Min. Temp to vaporize the liquid and form to an ignitable mixtures with air คือจุดที่เชื้อเพลิงแบบเหลวได้รับ ความร้อนจนตัวมันเองระเหยกลายเป็นไอ ซึ่งมีปริมาณมากพอที่จะลุกติด ไฟได้หากเกิดประกายไฟขึ้นในขณะนั้น (อาจจะดับลงได้เองเมื่อไอเชื้อเพลิงที่ลอยอยู่นั้นลุกไหม้หมดลง)

- การพิจารณา จะดูจากโอกาสเกิด explosive vapor ของสารไวไฟที่นำมาใช้ในบริเวณอันตรายดังกล่าว

- Fire Point คือจุดที่เชื้อเพลิงเมื่อได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงถึง จุดๆ หนึ่ง จะทำให้ตัวมันเองสามารถลุกติดไฟขึ้นได้

ระดับชั้นอุณหภูมิพื้นผิว(Temperature Class)

- การลุกไหม้อาจมีสาเหตุมาจากความร้อนที่พื้นผิวของบริภัณฑ์ (Maximum Surface Temperature)
- ถ้าความร้อนที่ผิวของของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้ในบริเวณอันตราย มีอุณหภูมิสูงถึงจุดติดไฟของเชื้อเพลิง สารไวไฟก็จะลุกติดไฟได้

"The T-Class on the equipment states that the equipment will not provide an ignition capable surface hotter than the temperature represented by the stated T-Class."

"The bigger the T-Number on the equipment the less hot it will get."

(ขณะทำงานปกติจะรักษาอุณหภูมิที่พื้นผิวไม่ให้เกินค่านี้)

(อ้างอิง "Legrand" Catalog p. 28)

Temperature Class	Max. Surface Temperature	
ตัวย่อ	^oF	^oC
T1	842	450
T2	572	300
T3	392	200
T4	275	135
T5	212	100
T6	185	85

เทียบเคียงระหว่าง 2 มาตรฐาน

NEC	Max. Surface Temperature		IEC
	^oF	^oC	
T1	842	450	T1
T2	572	300	T2
T2-A	536	280	280 T2
T2-B	500	260	260 T2
T2-C	446	230	230 T2
T2-D	419	215	215 T2
T3	392	200	T3

NEC	Max. Surface Temperature		IEC
	°F	°C	
T3-A	356	180	180 T3
T3-B	932	165	165 T3
T3-C	320	160	160 T3
T4	275	135	T4
T4-A	248	120	120 T4
T5	212	100	T5
T6	185	85	T6

ถ้ามีสารเคมีหลายตัว ให้ดูที่สารตัวที่มีอุณหภูมิติดไฟต่ำสุด

ในกรณีที่ไม่มี Marking เอาไว้ ให้ถือว่า Temperature Code เป็นดังนี้:

Group	°F	°C
Group A	536	280
Group B	536	280
Group C	320	180
Group D	536	280

การระบุอุณหภูมิใช้งานบน Nameplate

- บริภัณฑ์ที่ออกแบบต้องแสดงอุณหภูมิใช้งาน 40 °C หรือตาม ตาราง 7-6 แล้วแต่กรณี ถ้าอุณหภูมิโดยรอบสูงกว่านั้นให้ระบุให้ชัด
- บริภัณฑ์ที่ออกแบบให้ใช้งานในช่วงอุณหภูมิ -20°C และ 40 °C นั้นไม่ต้องทำเครื่องหมายเพิ่มเติม
- ยกเว้น นอกเหนือจากช่วงนี้ให้ทำเครื่องหมาย “Ta” หรือ “Tamb” เพิ่มขึ้นด้วย เช่น “-30 °C Ta + 40 °C”

การแบ่งกลุ่มก๊าซ

- ก๊าซแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันซึ่งก็จะทำให้โอกาสในการเกิดอันตรายรวมไปถึงความรุนแรงในการทำให้เกิดความเสียหายก็แตกต่างกันไปด้วย (Ignitable or combustible properties)

เพื่อประโยชน์ในการทดสอบ รับรองอุปกรณ์ เลือกใช้ .....

- ทั่วไปจะแบ่งโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน NEC หรือ IEC

วิธีการแบ่งกลุ่มเชื้อเพลิง ก๊าซ ฝุ่น (ตาม NEC) มี 2 ประเภท 7 กลุ่ม

ประเภทที่ 1 แบ่งตามคุณสมบัติของก๊าซ ของเหลวติดไฟ
(Ignition Energy) (อ้างอิง 7.2.2.1.)

กลุ่ม A -- Acetylene

กลุ่ม B -- Hydrogen MESG<=0.45mm. MIC <=0.40

กลุ่ม C -- Ethylene MESG> 0.45 <=0.75mm. MIC >0.40<=0.80

กลุ่ม D -- Propane MESG> 0.75mm. MIC >0.80

วิธีการแบ่งกลุ่มเชื้อเพลิง ก๊าซ, ฝุ่น (ตาม NEC) มี 2 ประเภท 7 กลุ่ม

ประเภทที่ 2 แบ่งตามชนิดของฝุ่น เส้นใย

(อ้างอิง 7.2.2.2.)

กลุ่ม E -- Aluminum, Magnesium

กลุ่ม F -- Carbon Black, Coal

กลุ่ม G -- Wood dust, Plastic particles

- Combustible dusts (ตาม NEMA 499) – any finely divided solid material 420 microns or less in diameter

วิธีการแบ่งกลุ่มเชื้อเพลิง (ตาม IEC) มี 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 (อ้างอิง 7.7.5)

บรรยากาศที่ประกอบไปด้วยส่วนผสมของก๊าซหลายชนิด
(ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน) เช่น เหมืองแร่

กลุ่มที่ 2

- กลุ่ม IIC -- Acetylene, Hydrogen MESG<=0.5mm. MIC <=0.45
  (most severe group, can be ignited very easily)
- กลุ่ม IIB -- Acetsldehyte, elhylene MESG> 0.5 <=0.9mm. MIC >0.45<=0.80
- กลุ่ม IIA -- Acetone, Ammonia, ethyl alcohol, gasoline, propane
  MESG> 0.9mm. MIC >0.80
- กลุ่มอื่นๆ -- ส่วนผสมหรือการรวมตัวของก๊าซหรือไอโดยเฉพาะ

เทียบเคียงการแบ่งกลุ่ม Gas ของระบบ Zone และ Division

Zone (IEC)	*Division (NEC)*
Group I	Gaseous Mines
Group IIA	Group D
Group IIB	Group C
Group IIC	Group A and B

เปรียบเทียบการแบ่งกลุ่มตาม IEC และ NEC

	IEC	NEC	
Acetylene	กลุ่ม IIC	กลุ่ม A	Class I
Hydrogen	กลุ่ม IIC	กลุ่ม B	Class I
Ethylene	กลุ่ม IIB	กลุ่ม C	Class I
Propane	กลุ่ม IIA	กลุ่ม D	Class I
Methane	กลุ่ม I	เหมืองแร่	
Metal dust	ไม่ได้กำหนด	กลุ่ม E	Class II
Coal Dust	ไม่ได้กำหนด	กลุ่ม F	Class II
Grain Dust	ไม่ได้กำหนด	กลุ่ม G	Class II
Fiber, Flying	ไม่ได้กำหนด	ไม่ได้กำหนด	Class III

การจำแนกบริเวณอันตราย .....เพื่ออะไร

- เพื่อจะได้เลือกใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่เหมาะสม สอดคล้องกับ เชื้อเพลิงและสภาพพื้นที่ใช้งานนั้นตามระดับของความจำเป็นจริงๆ โดยคำนึงถึงจุดสมดุลระหว่างค่าใช้จ่ายและความปลอดภัย

การจำแนกบริเวณอันตราย มี 2 แบบหลักๆ ที่ใช้กันอยู่ คือ

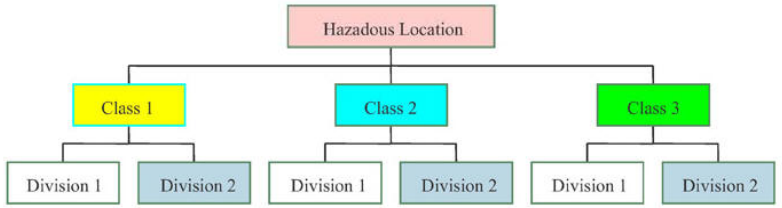
1.แบ่งตามประเภทและแบบ (Class / Division) – **NEC 500**

2.แบ่งตามประเภทและโซน (Class / Zone) – **IEC 60079, NEC 505**

- **ห้ามปะปนหรือนำแต่ละมาตรฐานมาเลือกใช้เป็นส่วนๆ (อ้างอิง 7.1.2.2.) ข้อยกเว้น (ตาม 7.7.4.2)**

การแบ่งประเภทของพื้นที่อันตราย

ตามประเภทและแบบ (NEC)



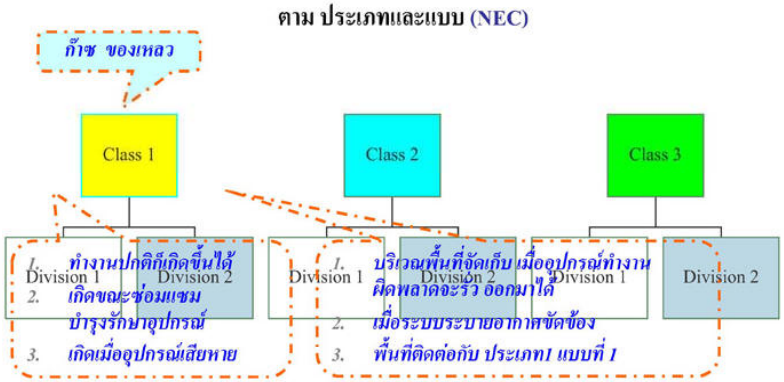
บริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 1 (อ้างอิง 7.2.3.1.)

- บริเวณทำงานปกติมีก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดระเบิดได้
- ก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นเกิดขึ้นได้บ่อยๆ ในสภาวะการซ่อมแซม บำรุงรักษา หรือรั่ว
- เมื่อบริภัณฑ์เกิดเสียหายหรือทำงานผิดพลาดแล้วอาจเกิดก๊าซหรือไอที่มีความเข้มข้นพอ และอาจทำให้บริภัณฑ์ไฟฟ้าขัดข้องเกิดประกายไฟ

บริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 แบบที่ 2 (อ้างอิง 7.2.3.2.)

- บริเวณเก็บของเหลวติดไฟระเหยได้ง่ายหรือก๊าซติดไฟได้ ซึ่งรั่วออกมาได้ในกรณีบริภัณฑ์ทำงานผิดปกติ
- มีการใช้ระบบระบายอากาศเพื่อป้องกันการระเบิดจากก๊าซหรือไอ ที่มีความเข้มข้นพอ แต่ระบบฯ อาจจะขัดข้องทำงานผิดปกติได้
- อยู่ใกล้บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ที่อาจถ่ายเทมาถึงได้ ถ้าไม่มีการทำให้ความดันในห้องสูงกว่าบรรยากาศและมีระบบตรวจสอบ การอัดและระบายอากาศหรือตรวจสอบทำงานผิดพลาด

การแบ่งประเภทของพื้นที่อันตราย



บริเวณอันตราย ประเภทที่ 2 แบบที่ 1 (อ้างอิง 7.2.4.1.)

- บริเวณทำงานปกติมีฝุ่นหรือส่วนผสมพอที่จะเกิดระเบิดได้
- ตามข้างต้น ในสภาวะการซ่อมแซมบำรุงรักษาหรือรั่ว
- มีฝุ่นที่อาจเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ลุกไหม้ได้

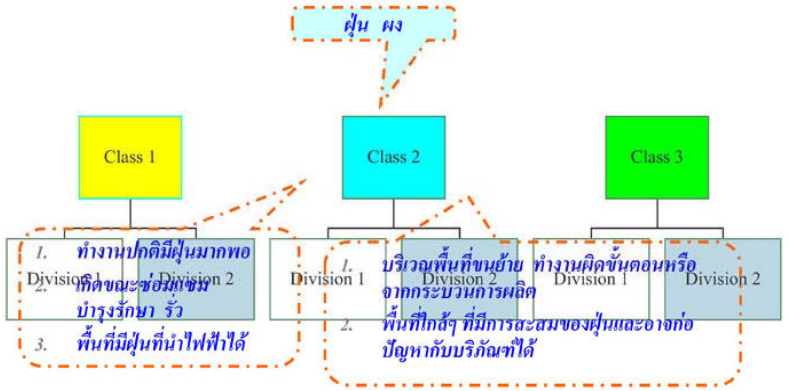
บริเวณอันตราย ประเภทที่ 2 แบบที่ 2 (อ้างอิง 7.2.4.2.)

- ภาวะปกติฝุ่นไม่มากพอ แต่อาจมากพอในกรณีขนถ่ายน้อยครั้ง หรือผิดขั้นตอน หรือจากกระบวนการผลิต

- อาจมีการสะสมฝุ่นในบริเวณใกล้เคียงกับบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน ทำให้ระบายความร้อนยาก หรืออาจจุดระเบิดจากการทำงานผิดปกติ หรือขัดข้องของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

การแบ่งประเภทของพื้นที่อันตราย

ตาม ประเภทและแบบ (NEC)



บริเวณอันตราย ประเภทที่ 3 แบบที่ 1 (อ้างอิง 7.2.4.1.)

- มีเส้นใยที่จุดระเบิดได้ง่าย หรือมีการขนถ่าย ผลิต หรือใช้งานวัตถุที่ทำให้เกิดละอองที่จุดระเบิดได้

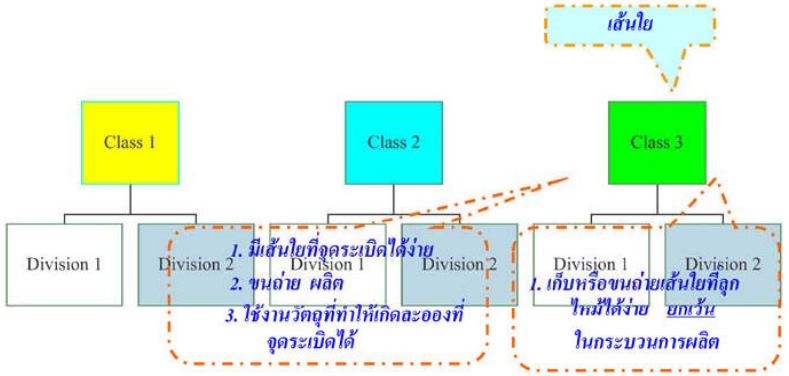
บริเวณอันตราย ประเภทที่ 3 แบบที่ 2 (อ้างอิง 7.2.4.2.)

- เป็นที่ เก็บหรือขนถ่าย เส้นใยที่ลุกไหม้ได้ง่าย

ยกเว้น ในกระบวนการผลิต

การแบ่งประเภทของพื้นที่อันตราย

ตามประเภทและแบบ (NEC)



หลักเกณฑ์การใช้บริภัณฑ์ที่เหมาะสม (อ้างอิง 7.2.2.3)

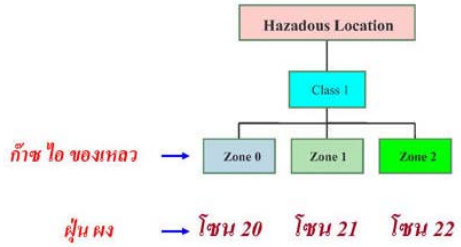
บริภัณฑ์ประเภทที่ 1 ต้องไม่มีผิวเปิดโล่งซึ่งมีอุณหภูมิภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิจุดระเบิดของก๊าซหรือไอ

บริภัณฑ์ประเภทที่ 2 ต้องไม่มีอุณหภูมิภายนอกสูงกว่าที่กำหนดในหัวข้อ 7.2.2.6

บริภัณฑ์ประเภทที่ 3 ต้องมีอุณหภูมิสูงสุดของผิวด้านนอกไม่เกินกำหนดในหัวข้อ 7.5.1

การแบ่งประเภทของพื้นที่อันตราย

ตามประเภทและโซน (IEC, NEC)



บริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 โซน 0 (อ้างอิง 7.7.7.1.)

- บริเวณที่มีก๊าซหรือไอ อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา และ มีความเข้มข้นพอที่จะเกิดการระเบิดได้

บริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 โซน 1 (อ้างอิง 7.7.7.2.)

- สภาวะปกติอาจมี หรือ สภาวะการซ่อมแซมบำรุงรักษาหรือรั่ว
- เมื่อบริภัณฑ์เกิดเสียหายหรือทำงานผิดพลาดแล้วอาจเกิดก๊าซ หรือไอที่มีความเข้มข้นพอ และอาจทำให้บริภัณฑ์ไฟฟ้าขัดข้องเกิดประกายไฟ
- สถานที่อยู่ใกล้ประเภทที่ 1 โซน 0 และอาจได้รับการถ่ายเท

บริเวณอันตราย ประเภทที่ 1 โซน 2 (อ้างอิง 7.7.7.3.)

- สภาวะปกติอาจมี โดยอาจเกิดในระยะเวลาอันสั้นเท่านั้น
- สถานที่เก็บ ที่เป็นระบบปิดซึ่งอาจรั่วมาได้ในขณะที่หยิบยก ผลิตหรือใช้งาน
- สถานที่ซึ่งมีการป้องกันโดยใช้ระบบระบายอากาศซึ่งอาจเกิดการขัดข้องได้
- สถานที่อยู่ใกล้ ประเภทที่ 1 โซน 1 และอาจได้รับการถ่ายเท

การแบ่งประเภทของพื้นที่อันตราย

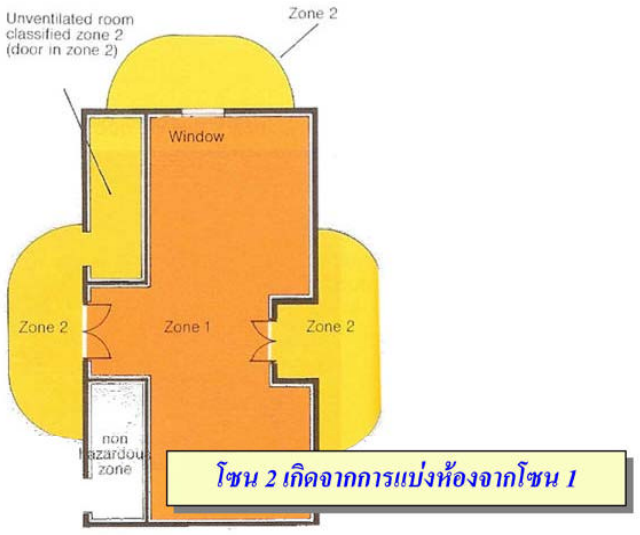
ตามประเภทและโซน (IEC, NEC)

กรณีพื้นที่เป็นบริเวณที่มีฝุ่น

***Zone 20* - Dust cloud likely to be present <u>continuously</u> or for <u>long periods</u>**

***Zone 21*- Dust cloud likely to be present <u>occasionally in normal operation</u>**

***Zone 22* - Dust cloud <u>unlikely to occur</u> in normal operation, but if it does, will only exist for a <u>short period</u>**



เทียบเคียงการแบ่งพื้นที่อันตรายของระบบ Zone และ Division

(อ้างอิง "Legrand" Catalog p. 28)

Zone	Division
Zone 0	Division 1
Zone 1	Division 1
Zone 2	Division 2

เปรียบเทียบการกำหนดพื้นที่อันตราย NEC vs IEC

1. Continuous Present	*Class I Div. 1 (Gas)*	*Zone 0 (Gas)*
	Class II Div. 1 (Dust)	*Zone 20 (Dust)*
	Class III Div. 1 (Fiber)	
2. Intermittent Present	*Class I Div. 1 (Gas)*	*Zone 1(Gas)*
(Normal operation)	*Class II Div. 1 (Dust)*	*Zone 21(Dust)*
	Class III Div. 1 (Fiber)	
3. Occasional Present	*Class I Div. 2 (Gas)*	*Zone 2 (Gas)*
(Abnormal Operation)	*Class II Div. 2 (Dust)*	*Zone 22 (Dust)*
	Class III Div. 2 (Fiber)	

การผลิตอุปกรณ์ตามวิธีการป้องกัน

- วิธีการเลือกใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าให้เหมาะกับพื้นที่อันตรายมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน โดยรวมเราจะเรียกว่า วิธีการป้องกัน (Method of Protection) คือ

  Protection by Enclosure เช่น Explosion Proof Enclosure

  Protection by Design เช่น Intrinsic Safety Circuit

  โดยมีวัตถุประสงค์ ในการแยกองค์ประกอบ (fire triangle)

- เราสามารถตรวจสอบรายละเอียดของอุปกรณ์นั้นๆ ด้วยการดูข้อมูลที่ระบุเอาไว้บน Label / Nameplate ซึ่งจะระบุวิธีการป้องกัน กลุ่มก๊าซใช้งาน อุณหภูมิพื้นผิวขณะใช้งาน ประเภทพื้นที่ใช้งาน เป็นต้น

ตัวย่อที่ใช้ระบุวิธีการป้องกัน ตามระบบ Zone

(อ้างอิง 7.7.3)

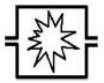
Letter	Method of Protection	
d	Flameproof (Explosion-proof)	-- Class 1 Zone 1
p	Purged and Pressurization	-- Class 1 Zone 1,2
i	Intrinsic safety	-- Class 1 Zone 0,1
n	Type of protection	-- Class 1 Zone 2
o	Oil-immersion	-- Class 1 Zone 1
e	Increased safety	-- Class 1 Zone 1
m	Encapsulation	-- Class 1 Zone 1
q	Powder filling	-- Class 1 Zone 1

Protection by Enclosure

Letter	Method of Protection
d	Flameproof (Explosion-proof)
e	Increased Safety
ia	Intrinsic safety for zone 0
ib	Intrinsic safety for zone 1
m	Encapsulation
nA	Nonsparking equipment
o	Oil-immersion
p	Pressurization
q	Sand filling

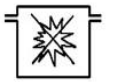
วิธีการป้องกันโดยใช้ Enclosure

FLAMEPROOF "d"



- ZONE 1
- Contain internal explosion
- Control external temperature of enclosure
- Similar to NEC® explosion proof

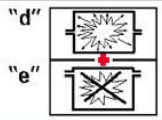
INCREASED SAFETY "e"



- ZONE 1
- High impact resistant enclosures—FRP, GRP, sheet steel/aluminum
- Will not hold static charge
- Use approved components
- Control internal and external temperature
- Maintain minimum of IP 54 ingress protection
- No arcs, no sparks

วิธีการป้องกันโดยใช้ Enclosure

FLAMEPROOF PLUS INCREASED SAFETY "de"



- ZONE 1
- Location of arcing has "d" protection (flameproof)
- Connection terminals have "e" protection (increased safety)
- Typical use in switches, lighting, power outlets—where arcs can normally occur
- Control internal and external temperature

NON-SPARKING "n"

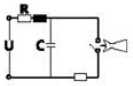
- ZONE 2
- Equipment has no normally arcing parts
- Thermal effects incapable of ignition
- nA=non sparking
- nR=restricted breathing
- nC=hermetically sealed non incendive

วิธีการป้องกันโดยใช้ Enclosure

PRESSURIZED APPARATUS "p"

- ZONE 1
- Expels ignitable vapor/gas
- Maintains positive enclosure pressure

INTRINSIC SAFETY "ia"-"ib"



- ia ZONE 0 & 1
- ib ZONE 1
- Incapable of releasing enough energy to cause an explosion

Enclosure Type Designations ตาม NEMA

Type 1	General Purpose, (Indoor)
Type 2	Dripproof.....(Indoor non-hazardous)
Type 3	Dusttight, Raintight..... (outdoor non-hazardous)
Type 3R	Rainproof
Type 3S	Dusttight, Raintight, Iceproof
Type 4	Watertight, Dusttight
Type 4X	Watertight and corrosion resistance
Type 5	Dusttight

NEMA Type Enclosure

Type 6	Raintight (Hose directed water, temporary submersion)
Type 6P	Raintight (Hose directed water, Prolonged submersion)
Type 7	**Hazardous Locations – Class I, Div 1 indoor**
Type 8	**Hazardous Locations - Class I Div 1 indoor or outdoor**
Type 9	**Hazardous Locations - Class II Div 1 indoor**
Type 10	**Hazardous Locations - Mines**
Type 11	Acid and fume resistance - oil immersed
Type 12	Dusttight and Driptight
ype 13	Oiltight, Dusttight and against sprayed water

Ingress Protection (IP) ตาม IEC

0 Non-protected	0 Non-protected
1 Object greater than 50.0 mm.	1 Vertically dripping Water
2 Object greater than 12.5 mm.	2 Dripping Water (up to 15°)
3 Object greater than 2.5 mm.	3 Spraying Water (up to 60°)
4 Object greater than 1.0 mm.	4 Splashing Water (all directions)
5 Dust- protected	5 Water jets (all directions)
6 Dust-tight	6 Powerful Water jets
	7 temporary immersion
	8 Continuous immersion

Conversion of NEMA to IEC

Type 1	IP10
Type 2	IP11
Type 3	IP54
Type 3R	IP54
Type 3S	IP54
Type 4 and 4X	IP56
Type 5	IP52
Type 6 and 6P	IP67
Type 12 and 12K	IP52
Type 13	IP54

ATEX Directive 94/9/EC ปกติจะเรียกกันว่า

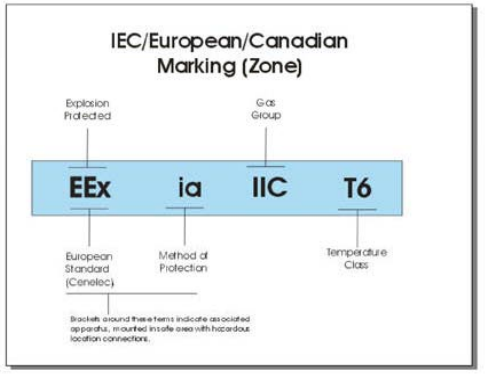
“ ATEX ”

CSA International จะเป็นผู้กำหนด รวมไปถึงการ audit เพื่อที่จะออก EC Certificate and QA (Quality Assurance) ให้

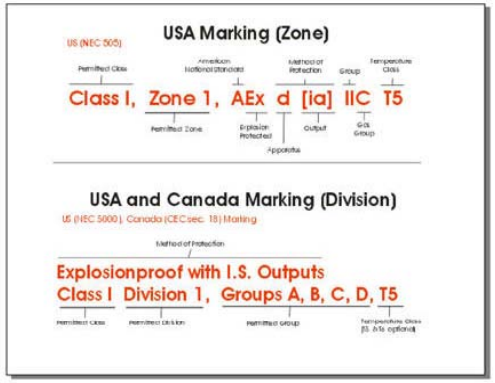
โดยส่วนใหญ่แล้วผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าไปขายใน EU ต้องมีเครื่องหมาย CE marking ที่จะเป็นการยืนยันว่าได้เป็นไปตามข้อกำหนดของทาง ATEX แล้ว

CE Ex

ตัวอย่างฉลากของอุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณอันตราย



ตัวอย่างฉลากของอุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณอันตราย



“ตัวอย่างฉลากของการรับรองผลิตภัณฑ์”

ตัวอย่างการเลือกใช้อุปกรณ์

- อุตสาหกรรมวานิช ประกอบไปด้วยสารติดไฟดังต่อไปนี้ Acetone, Ethyl acetic, Benzene, Ethylmethyl cetone, Methyl acetic, n-butyl acetate, Amyl acetate, Butanol, Ethylene oxiyde (มีสารไวไฟหลายตัว)สารที่มีอุหณภูมิจุดไฟติดต่ำสุด Butanol คือ 340 °C จัดอยู่ในกลุ่ม IIA

EEx "d" IIA T? หรือ EEx "ed" IIA T?

- โรงงานผลิตไฮโดรคาร์บอน มีสารCarbon disulphide สาร Carbon disulphide มีอุหณภูมิจุดไฟติดต่ำสุด คือ 102 °C อยู่ในกลุ่ม IIC

EEx "d" IIC T? หรือ EEx "ed" IIC T?

การเดินสาย (อ้างอิง 7.3.4, 7.4.3, 7.5.3)

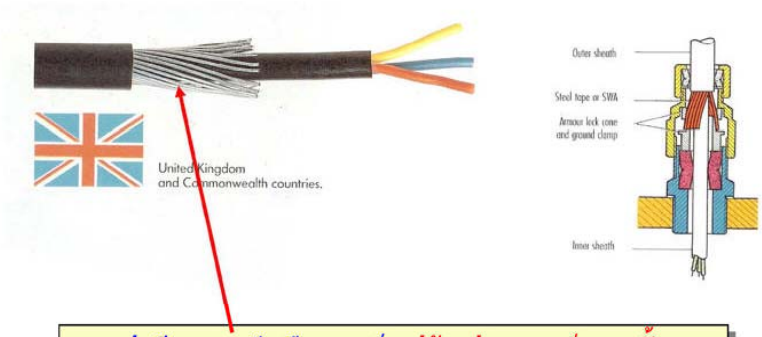
- การเดินสายที่ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานเข้ากับอุปกรณ์ ก็อาจจะก่อให้เกิดอันตรายจากการลุกไหม้ หรือ ระเบิดได้เช่นกัน
- การเดินสายไม่มีการรับรองมาจากโรงงานให้มีความพร้อมใช้งานได้ เหมือนกันกับบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำเร็จรูป
- การเดินสายมีหลายรูปแบบด้วยกันขึ้นอยู่กับพื้นที่ใช้งาน, ค่าใช้จ่ายและ ความสะดวกในการติดตั้ง

การเดินสายร้อยในท่อตามมาตรฐาน NEC

วิธีการเดินสาย

ป้องกันแรงกระแทก สารเคมี แต่ว่า ยุ่งยาก ราคาแพง

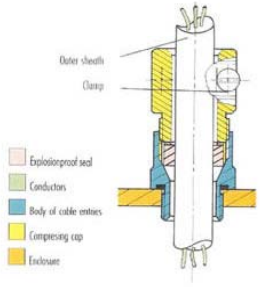
การเดินสายด้วยเคเบิลหุ้มเกราะตามมาตรฐาน BS



ถูกกว่า มีเกราะเหล็กเป็นกราวน์ แต่ต้องต่อกราวนด์ตลอดทั้งหมด

การเดินสายด้วยเคเบิลหุ้มฉนวนอย่างน้อย 2 ชั้นตามมาตรฐานยุโรป

France, Germany, Italy, Spain,
Eastern European countries,
and part of Africa,
the Middle East and the Far East.



ประหยัด คล่องตัว เบา แต่ไม่สามารถป้องกันแรงกระแทกมากๆ ได้

วิธีการเดินสาย (อ้างอิง 7.3.4)

การเดินในบริเวณอันตรายต่างประเภทกัน จะมีข้อกำหนดที่แตกต่างกัน เช่น

บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 (Class 1 Division 1)

- ท่อโลหะหนาแบบมีเกลียว, ท่อโลหะหนาปานกลางแบบมี เกลียว, MI Cable หรือ สายที่ Certified แล้ว
- เกลียวต้องมีอย่างน้อย 5 เกลียว (ลด Spark, Cool Gas)

บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 2 (Class 1 Division 2)

- ท่อโลหะหนาแบบมีเกลียว, ท่อโลหะหนาปานกลางแบบมีเกลียว, MI Cable, Busway แบบมีประเก็น และเครื่องห่อหุ้ม Cable Tray แบบมีประเก็นและเครื่องห่อหุ้ม หรือ สายที่ Certified แล้ว
- ยกเว้น วงจรที่ไม่ก่อให้เกิดพลังงานพอในการจุดระเบิด (ยอมให้ใช้วิธีเดินสายสำหรับสถานที่ธรรมดาได้) ..... เป็นต้น

วิธีการเดินสายในบริเวณต่างๆ โดยสรุป

Class I Div 1
- ใช้ท่อแบบ RSC หรือ IMC
- MI Cable ประกอบกับ approved termination fittings
- ท่อมีเกลียว อย่างน้อย 5 เกลียว
- กรณีใช้ท่อ Flexible ตัว fittings ต้องเป็น Class I locations

Class I Div 2
- ใช้ท่อแบบ RSC หรือ IMC
- Busways or wireways with enclosed gasketed
- MI, MC, MV, or TC Cable with approved termination fittings
- ITC, PLTC, MI, MC, MV, or TC cable in cable tray
- Flexible…. with approved fittings, liquid-tight with approved fittings

วิธีการเดินสายในบริเวณต่างๆ โดยสรุป

Class II Div 1
- RSC or IMC
- MI Cable with approved termination fittings (no tensile stress at the termination fitting)
- อย่างน้อย 5 เกลียว
- Dust-tight flexible, liquid-tight with approved fittings

Class II Div 2
- RSC or IMC or EMT
- Dust-tight wireways
- MI or MC Cable with approved termination fittings
- ITC or PLTC cable in cable tray or MC or TC Cable in ladder
- Flexible…. As for Class II Division 1

วิธีการเดินสายในบริเวณต่างๆ โดยสรุป

Class III Div 1 and 2 - เหมือนกรณีของ Class II Division 2

นอกจากนั้นแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเสมอก็คือ ลักษณะของพื้นที่ใช้งานจริง ที่จะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้วิธี และรูปแบบการเดินสายที่เหมาะสมด้วย

การเปรียบเทียบบริภัณฑ์ และการติดตั้ง (ประเภทที่ 1, 2 และ 3)

วิธีการเดินสาย	บริเวณประเภทที่ 1	บริเวณประเภทที่ 2	บริเวณประเภทที่ 3
1. วิธีการเดินสาย	ท่อ RSC, IMC, MI *(Busway, รางเดินสายมีประเก็นและเครื่องห่อหุ้ม)*	ท่อ RSC, IMC, MI *(EMT, รางเดินสายกันฝุ่น)*	ท่อ RSC, IMC, MI, MC, SNM, wireway กันฝุ่น ท่ออโลหะ
2. การปิดผนึกท่อ	ห่างน้อยกว่า 457 มม. จากเครื่องห่อหุ้มเดินออกจากบริเวณประเภทที่ 1 แบบที่ 1	ระหว่างเครื่องห่อหุ้มธรรมดากับ dust proof	ไม่ได้กำหนด
3.กล่อง เครื่องประกอบ ข้อต่อ	ชนิดกันระเบิด	ชนิดกันฝุ่น	ชนิดกันฝุ่น

วิธีการปิดผนึก (อ้างอิง 7.3.5)

บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 ต้องทำในส่วนของ

- ท่อร้อยสายที่ต่อเข้ากับเครื่องห่อหุ้มที่ทนการระเบิดได้ (อ้างอิง7.3.5.1.2)
- ท่อร้อยสายที่ต่อเข้ากับเครื่องห่อหุ้มที่ระบายความดันหรือเปลือกครอบขั้วสาย จุดต่อสาย จุดต่อแยก ภายในระยะ 457 มม. จากเครื่องห่อหุ้มหรือเครื่องประกอบนั้น (อ้างอิง 7.3.5.1.2)

วิธีการปิดผนึก

บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 1 (ต่อ)

- ที่ซึ่งเครื่องห่อหุ้ม 2 เครื่องขึ้นไปซึ่งต้องมีการปิดผนึกตาม 7.3.5.1.1 และ 7.3.5.1.2 ต่อด้วยนิปเพิล หรือท่อร้อยสายยาวไม่เกิน 914 มม. ให้ทำที่เดียวก็พอถ้าอยู่ห่างจากแต่ละเครื่องห่อหุ้มไม่เกิน 457 มม.

- ท่อร้อยสายที่ออกจาก ประเภทที่ 1 แบบที่ 1ยอมให้ปิดด้านใดด้านหนึ่งของสถานที่นั้นภายในระยะ 3.05 ม. และต้องมีก๊าซหรือไอเล็ดลอดเข้าไปในสถานที่แบบที่ 1 ได้น้อยที่สุด (อ้างอิง 7.3.5.1.4)

วิธีการปิดผนึก

บริเวณอันตรายประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ต้องทำในส่วนของ

- ทำตาม 7.3.5.1.1 - 7.3.5.1.3 และทุกส่วนของท่อหรือนิปเพิลระหว่างจุดที่ปิดผนึกกับแต่ละเครื่องห่อหุ้มต้องเป็นตาม 7.3.5.1.4
- การวางท่อผ่านจากประเภทที่ 1 แบบที่ 2 ไปยังสถานที่ธรรมดา ยอมให้ปิดผนึกที่ด้านเดียว

สารปิดผนึก ประเภทที่ 1 แบบที่ 1 และแบบที่ 2 (อ้างอิง 7.3.5.3)

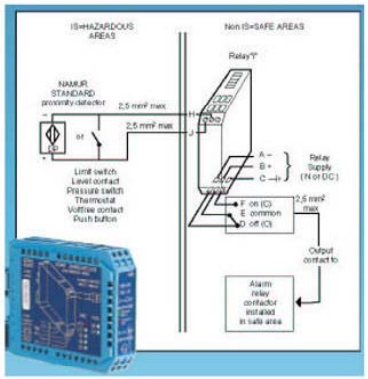
- ต้องได้รับการรับรอง ไม่มีผลเนื่องจากบรรยากาศโดยรอบหรือของเหลว และต้องมีจุดหลอมเหลวไม่ต่ำกว่า 93 °C
- ความหนาต้องไม่น้อยกว่าขนาดของท่อและไม่น้อยกว่า 16 มม.
- การต่อและต่อแยกต้องไม่ทำในที่ๆ จะใส่สารสำหรับปิดผนึก
- การต่อลงดินและการต่อฝากให้เป็นไปตามมาตรฐานนี้ ในบทที่ 4 และ บทที่ 7

การออกแบบระบบ

เพื่อใช้งานในวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง (Intrinsically Safe Circuit)

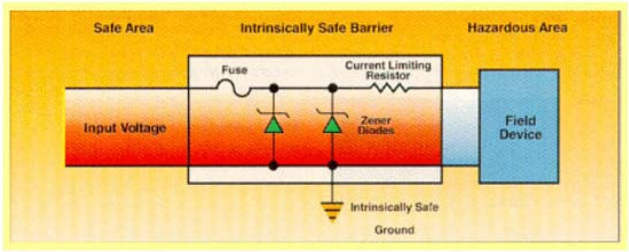
- คือวงจรซึ่งประกายไฟหรือผลของความร้อนที่อาจเกิดขึ้นไม่สามารถทำให้เกิดการจุดระเบิดสารผสมที่ติดไฟได้หรือวัสดุที่ลุกไหม้ได้ ที่อยู่ในอากาศภายใต้สภาวะการทดสอบที่กำหนด

- อุปกรณ์ที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง และการเดินสาย อนุญาตให้ติดตั้งโดยใช้วิธีการเดินสายที่เหมาะสมสำหรับสถานที่ธรรมดา แต่ต้องมีการปิดผนึกตามข้อ 7.6.10 และการแยกตามข้อ 7.6.7

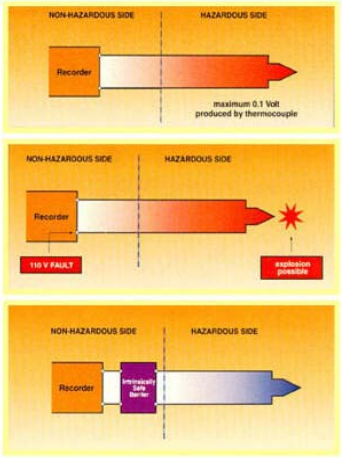


Intrinsically Safe " i"

วงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง (Intrinsically Safe Circuit)



วงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง (Intrinsically Safe Circuit)



การแยกตัวนำที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง (อ้างอิง 7.6.7)

- กรณีการเดินสายเปิด
  - สายตัวนำที่ไม่ได้อยู่ในช่องเดินสายหรือรางเคเบิลต้องแยกให้อยู่ห่างจากสายเคเบิลของวงจรที่ไม่ปลอดภัยอย่างแท้จริงอย่างน้อย 50 มม.

  ยกเว้น เป็นสายชนิด MI, MC หรือ SNM

- กรณีในช่องเดินสาย รางเคเบิล
  - ต้องไม่อยู่ร่วมกับตัวนำของวงจรที่ไม่ปลอดภัยอย่างแท้จริง

  ยกเว้น
  - มีการจับยึดแยกไม่น้อยกว่า 50.8 มม. (2 นิ้ว) หรือใช้ผนังกั้นแยก (ถ้าเป็นโลหะต้องต่อลงดินด้วย)
  - เป็นตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงทั้งหมด
  - ตัวนำของวงจรที่ไม่ปลอดภัยอย่างแท้จริงเป็นสาย MI, MC หรือ SNM

การแยกตัวนำที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง (อ้างอิง 7.6.7) (ต่อ)

- กรณีภายในเครื่องห่อหุ้ม
  - ต้องแยกให้ อยู่ห่างจากสายเคเบิลของวงจรที่ไม่ปลอดภัยอย่างแท้จริงอย่างน้อย 50 มม. หรือตาม 7.6.7.1.2 (หรือท่อร้อยสายที่รับการรับรองแล้ว อยู่ห่างจากท่ออื่นอย่างน้อย 19 มม. อ้างอิง 7.6.7.1.3.2)
  - ต้องยึดตัวนำให้แน่น ปลายสายไม่หลุดหลวม

- กรณีตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริงต่างวงจรกัน ต้องมีการแยกดังนี้
  - แต่ละวงจรอยู่ภายในเปลือกโลหะที่ต่อลงดิน
  - ตัวนำแต่ละวงจรมีฉนวนหนาไม่น้อยกว่า 0.01 นิ้ว

การต่อลงดินและการต่อฝากของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง ให้เป็นไปตาม ANSI / ISA RP 126/1987 และในมาตรฐานนี้ ในบทที่ 4 และ 7

ตัวอย่างวงจรที่นำเอา Intrinsically Safe Circuit มาใช้งาน

- Switching
- proximity switches
- Wire Transmitters
- Thermocouples & RTDs
- Load Cells, Solenoid Valves
- Potentiometers
- LEDs
- I/P Transducers

สัญญลักษณ์ (อ้างอิง 7.6.11)

- วงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง ต้องมีป้ายแสดงไว้ให้ชัดเจน
- อนุญาตให้ใช้รหัสสีได้ โดยตัวนำของวงจรที่ปลอดภัยอย่างแท้จริง ต้องมีสีฟ้าอ่อนและไม่มีตัวนำอื่นที่สีฟ้าอ่อนรวมอยู่ด้วย

ข้อพึงปฏิบัติ (อ้างอิง 7.7.4)

การจัดสร้างบริภัณฑ์และการติดตั้งที่ให้ ความปลอดภัยต้องอยู่ภายใต้สภาวะ

" การใช้งานและบำรุงรักษาที่เหมาะสมตลอดเวลา"

Thank You