

PTC3421 – Instrumentação Industrial

# Aspectos Gerais de Instrumentos

## Parte IV

---

V2020A

PROF. R. P. MARQUES

# Grau de proteção

---

A norma IEC 60529 classifica invólucros elétricos/mecânicos segundo sua proteção à intrusão de sólidos e líquidos.

A norma define uma série de testes padrão, dos quais resulta o grau atribuído, na forma do seguinte código:

# IPnn

IP significa 'Ingress Protection'.

O primeiro dígito (0 – 6) indica proteção contra o ingresso de sólidos.

O Segundo dígito (0 – 9K) indica proteção contra o ingresso de líquidos.

# Grau de proteção

## Primeiro dígito (ingresso de sólidos)

0	Sem proteção.	
1	Proteção contra a inserção de partículas ou objetos de diâmetro > 50mm	Áreas grandes do corpo protegidas; sem proteção contra inserção de mãos.
2	Proteção contra a inserção de partículas ou objetos de diâmetro > 12,5mm	Proteção contra inserção de mãos e dedos.
3	Proteção contra a inserção de partículas ou objetos de diâmetro > 2,5mm	Proteção contra inserção de ferramentas ou arames grossos, insetos grandes, etc.
4	Proteção contra a inserção de partículas ou objetos de diâmetro > 1mm	Proteção contra inserção da maioria dos arames, formigas grandes, etc.
5	Proteção contra poeira	Proteção contra manipulação e contato. Não impede totalmente o ingresso de poeira, mas esta não pode prejudicar a operação do equipamento ao se acumular.
6	À prova de poeira	Proteção contra o ingresso de poeira.

# Grau de proteção

---

## Segundo dígito (ingresso de líquidos)

0	Sem proteção.	
1	Gotejamento vertical	Volume equivalente a 1 mm/min de chuva.
2	Gotejamento até 15° da vertical	Volume equivalente a 3 mm/min de chuva.
3	Borrifo de água até 60° da vertical	Volume de 10 l/min.
4	Jorro de água de todas as direções	
5	Jato de água de todas as direções	Volume de 12,5 l/min em bocal de 6,3 mm.
6	Jato potente de água de todas as direções	Volume de 100 l/min em bocal de 12,5 mm.
7	Imersão até 1 m de profundidade por 30 min	Sem prejuízo à operação pela entrada de água.
8	Imersão contínua até 1 m de profundidade	Sem prejuízo à operação pela entrada de água.
9K	Jato de água em altas pressão e temperatura	Definido originalmente pela ISO 20653.

# Grau de proteção

---

O Dígito 0 indica que o equipamento não possui grau de proteção.

Para diferenciar a ausência de proteção de proteção não especificada utiliza-se o dígito X.

Ou seja:           IP60 significa proteção contra poeira e nenhuma proteção contra líquidos.

                          IP6X significa proteção contra poeira e proteção não especificada contra líquidos.

Note que o grau IP é do invólucro do equipamento, portanto pode-se aumentar o grau IP de um instrumento enrobustecendo o invólucro.

# Grau de proteção

---

Exemplos: O Smartphone Galaxy S8 tem grau de proteção IP68.

O iPhone 7 tem grau de proteção IP67.

Portanto o S8 pode ser imerso continuamente em água, ao contrário do iPhone, que foi certificado apenas para imersões de até 1m de profundidade por 30min.

OBS. NUNCA jogue o seu telefone na água.



O Sensor de temperatura EH RTD TR66  
(para a indústria de óleo gas)

pode ser especificado com grau IP desde IP66 até IP68.

# Identificação de tubulações

A Norma ABNT NBR 6493 regulamenta o uso de cores para identificação de tubulações industriais.

alaranjado-segurança (2.5 YR 6/14)	Produtos químicos não gasosos
amarelo-segurança (5 Y 8/12)	Gases não liquefeitos
azul-segurança (2.4 PB 4/10)	Ar comprimido
Branco (N 9.5)	Vapor
cinza-claro (N 6.5)	Vácuo
cinza-escuro (N3.5)	Eletroduto
cor-de-alumínio	Gases liquefeitos inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade (e.g. Diesel, gasolina, querosene, solventes)
marrom-canalização (2.5 YR 2/4)	Materiais fragmentados (minérios), petróleo bruto
Preto (N 1)	Inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade (e.g. asfalto, alcatrão, piche)
verde-emblema (2.5 G 3/4)	Água (exceto água para combate a incêndio)
vermelho-segurança (5 R 4/14)	Água e outras substâncias para combate a incêndio

# Identificação de tubulações

Exemplos:



# Risco de explosão:

## Áreas classificadas

---

Segundo as normas IEC (adotadas pela ABNT).

Definimos como **áreas classificadas** os locais onde existe risco de formação ou existência de atmosfera explosiva.

Podemos classificá-las por

1. Zonas  
Classificadas pela frequência e duração da ocorrência de atmosfera explosiva.
2. Grupos  
Classificados pela presença de materiais que favoreçam a ocorrência de explosões.

# Risco de explosão:

## Áreas classificadas

---

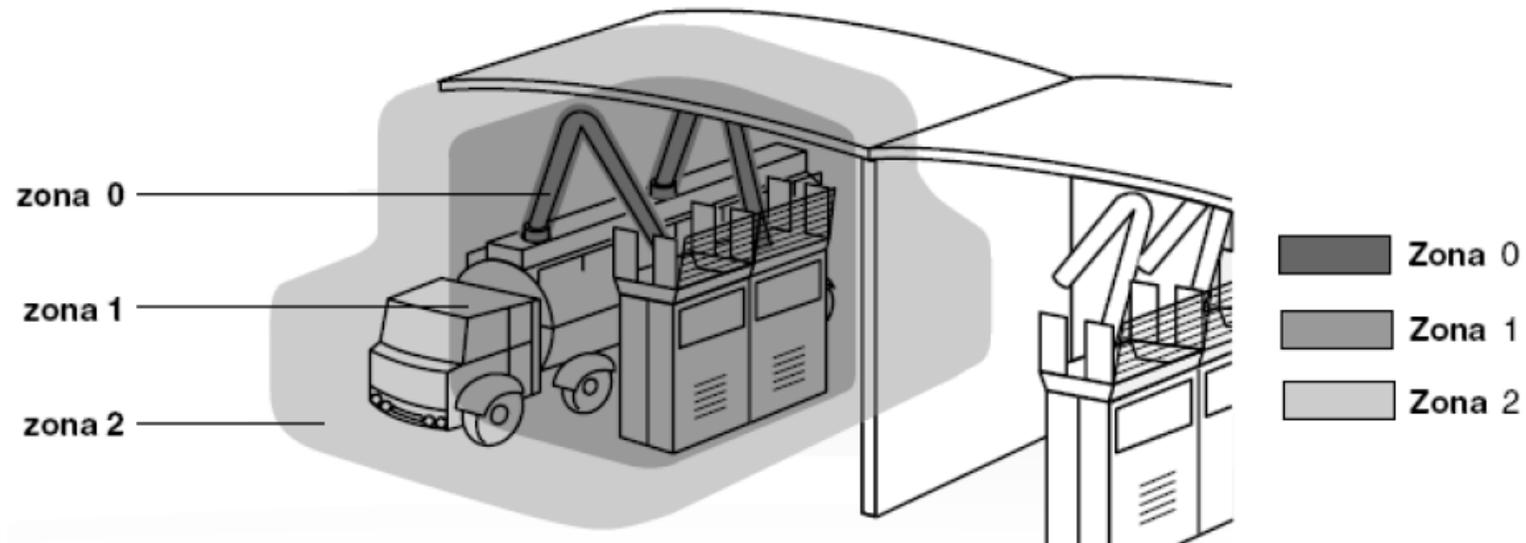
### 1. Classificação por zonas (resumida)

Zona 0	Local em que a atmosfera explosiva, formada por <b>gases combustíveis</b> , ocorre permanentemente ou por longos períodos.
Zona 1	Local em que a atmosfera explosiva, formada por <b>gases combustíveis</b> , é de ocorrência provável na operação normal dos equipamentos.
Zona 2	Local em que a atmosfera explosiva, formada por <b>gases combustíveis</b> , é de ocorrência improvável na operação normal dos equipamentos. Ocorrendo, será de curta duração.
Zona 10	Local em que a atmosfera explosiva, formada por <b>poeiras combustíveis</b> , ocorre permanentemente ou por longos períodos.
Zona 11	Local em que a atmosfera explosiva, formada por <b>poeiras combustíveis</b> , é de ocorrência improvável na operação normal dos equipamentos. Ocorrendo, será de curta duração.

# Risco de explosão: Áreas classificadas

---

Exemplo:  
Unidade de abastecimento



# Risco de explosão: Áreas classificadas

---

Exemplo: Tanque de óleo



# Risco de explosão: Áreas classificadas

---

Exemplo: Tanque de óleo



# Risco de explosão: Áreas classificadas

Exemplo: Tanque de óleo



# Risco de explosão: Áreas classificadas

Exemplo: Tanque de óleo



# Risco de explosão: Áreas classificadas

---

Exemplo: A tubulação



# Risco de explosão: Áreas classificadas

---

Exemplo: A tubulação



# Risco de explosão: Áreas classificadas

Exemplo: A tubulação



# Risco de explosão: Áreas classificadas

Exemplo: A tubulação



# Risco de explosão:

## Áreas classificadas

---

### 2. Classificação por grupos (resumida)

Grupo I	Local em que prevalecem os gases da família do Metano (chamada Grisu) e poeiras de carvão. É um grupo típico para minas subterrâneas.
Grupo II	Grupo típico para indústrias de superfície (químicas, petroquímicas, farmacêuticas, etc.). É subdividido em IIA, IIB e IIC
Grupo IIA	Local em que prevalecem nas atmosferas explosivas os gases da família do Propano.
Grupo IIB	Local em que prevalecem nas atmosferas explosivas os gases da família do Etileno.
Grupo IIC	Local em que prevalecem nas atmosferas explosivas os gases da família do Acetileno (incluindo Hidrogênio).

# Risco de explosão:

## Temperatura de ignição

---

Uma dada atmosfera explosiva pode entrar em ignição espontânea ao atingir uma certa temperatura.

Diferentes substâncias explosivas entram em ignição em diferentes temperaturas.

Nenhum equipamento (inclusive instrumentação) que se localize em uma área classificada pode aquecer ao ponto de sua superfície atingir a temperatura de ignição da atmosfera da respectiva área.

Dessa forma os equipamentos são classificados de acordo com a temperatura máxima atingível por sua superfície.

# Risco de explosão:

## Temperatura de ignição

---

<b>Temperatura máxima da superfície (em °C)</b>	<b>Classe de temperatura</b>	<b>Equipamentos permitidos</b>
450°C	T1	T1 – T6
300°C	T2	T2 – T6
200°C	T3	T3 – T6
135°C	T4	T4 – T6
100°C	T5	T5 – T6
85°C	T6	T6

OBS. Quanto maior a classe, mais restritivo é o equipamento.

# Risco de explosão:

## Grau de proteção dos invólucros

---

Para Zona 0	ia (segurança intrínseca)
-------------	---------------------------

Segurança intrínseca se refere a limitar a energia a níveis que não permitam a ignição da substância explosiva referente à área classificada.

Para tanto é necessário envolver não só o instrumento em campo, mas também a alimentação elétrica, fiação, etc.

Somente instrumentos com grau ia podem ser utilizados em zonas 0.

# Risco de explosão:

## Grau de proteção dos invólucros

---

Para Zona 1	ib (segurança intrínseca)
	o (imersos em óleo)
	p (pressurizados) A produção de pressão positiva em equipamentos impede o ingresso da atmosfera explosiva nas partes sensíveis.
	q (imersos em areia)
	m (encapsulados) Componentes sensíveis (chaves, fusíveis, transformadores) podem ser encapsulados para evitar o contato da atmosfera explosiva com faíscas, superfícies quentes, etc.
	e (segurança aumentada) Incorporação ao equipamento de características construtivas que impeçam a ocorrência de faíscas, sobreaquecimento, etc.
	d (à prova de explosão)

# Risco de explosão:

## Grau de proteção dos invólucros

---

Só para Zona 2	nX (não acendíveis, etc.)
----------------	---------------------------

Equipamentos não acendíveis são equipamentos que não podem produzir faíscas, centelhamentos, etc. ou atingir temperaturas acima da temperatura de ignição **em operação normal**.

Este é um grau mais fraco de proteção e portanto somente é indicado para uso em zonas 2.

Há varios tipos: nA (não acendíveis), nL (baixa energia), nC (contatos encapsulados), etc.

# Risco de explosão:

## Nível de proteção

Designação EPL (Equipment Protection Level)

Compostas por duas letras.

# Xx

Primeira letra do EPL Local de instalação		Segunda letra do EPL Nível de proteção	
<b>M</b>	<b>Mining.</b> Para minas subterrâneas	<b>a</b>	<b>Muito Alto.</b> Tolerante a falha simples.
<b>G</b>	<b>Gas.</b> Para instalação em local sujeito a atmosfera explosiva de gases combustíveis	<b>b</b>	<b>Alto.</b> Adequado a operação normal com distúrbios frequentes.
<b>D</b>	<b>Dust.</b> Para instalação em local sujeito a atmosfera explosiva de poeiras combustíveis	<b>c</b>	<b>Proteção elevada.</b> Adequado a operação normal.

# Risco de explosão: Marcação de equipamentos

Segundo a norma NBR IEC 60079-0, esta marcação é obrigatória no corpo de equipamentos certificados, segundo o exemplo abaixo:

<b>BR</b>	<b>Ex</b>	<b>d</b>	<b>IIC</b>	<b>T6</b>	<b>EPL</b>	<b>Ga</b>
Indica a origem da certificação BR é para certificação brasileira	indica equipamento protegido para área classificada	indica o grau de proteção do invólucro	indica o grupo para o qual o equipamento é adequado	indica a classe de temperatura de superfície do equipamento	(letras E + P + L)	Indica a designação EPL do equipamento

# Risco de explosão: Marcação de equipamentos

Exemplo: Caixa de junção



# Risco de explosão: Marcação de equipamentos

---

Exemplo: Junção de eletroduto



# Risco de explosão: Marcação de equipamentos

---

Exemplo: Sensor magnético para portas de segurança  
(marcação da união europeia)



# Risco de explosão: Marcação de equipamentos

Exemplo: Válvula Solenóide  
(marcações europeia (ATEX), IEC e Federação Russa)

Atex notified body and certificate number	MODEL N° <input type="text"/> SERIAL N° <input type="text"/>	atos® Atos spa - Via alla Piana, 57 21018 Sesto Calende (Vai) Italy	
Marking according to ATEX Directive	CE 0722 CESI 02 ATEX 014X		
IECEX notified body and certificate number	<input type="radio"/>  II 2G Ex d IIC T6/T4 Gb <input type="radio"/> <input type="radio"/>  II 2D Ex tb III C T85°C / T135°C Db		
Marking according to IECEx Directive	<b>IECEX CES 10.0010X</b> <b>Ex d IIC T6/T4 Gb</b> <b>Ex tb III C T85°C / T135°C Db</b>		
Russian notified body and certificate number	TP TC N° TC RU C-IT. Г Б 08. В. 00881 012/2011 Серия RU N°0239862		
Marking according to ATEX Directive	<b>EAR</b> <input type="radio"/>  II 2G Exd IIC T6/T4 <input type="radio"/> Supply <input type="text"/> W <input type="text"/> V <input type="text"/> Hz Tamb. - <input type="text"/> ÷ + 45°C / +70°C IP66/67		
	<input type="radio"/> For the correct selection of connecting cable temperatures see safety instructions <input type="radio"/> AT-907/BT		



# Risco de explosão:

## Certificação

---

Hoje, no Brasil, é obrigatória a certificação de todo e qualquer equipamento elétrico (incluindo instrumentação) para uso em atmosfera explosiva.

Os requisitos de proteção necessários a uma dada instalação industrial devem ser obtidos a partir de um relatório de análise de risco (ou análise de segurança).

Análise de segurança e certificação são tópicos complexos, requerem conhecimento profundo do processo industrial específico e estão fora do escopo deste curso.

Uma vez que aspectos legais estão envolvidos (a certificação é obrigatória por lei) estão envolvidos os seguintes campos do direito:

- Direito do trabalho e previdenciário (em caso de acidentes de trabalho);
- Direito civil (em caso de sinistros sem vítimas);
- Direito penal (em caso de sinistros com vítimas);
- Direito ambiental (em caso de desastre ambiental).

# Outros tipos de certificação

---

Além de grau de proteção de ingresso e risco de proteção há uma infinidade de classificações e certificações para instrumentos.

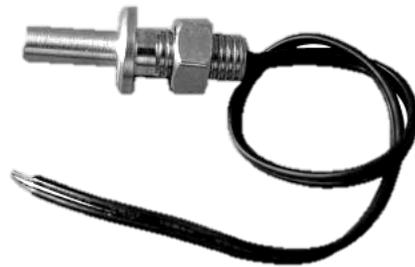
- Corrosão;
- Aspectos ambientais;
- Som;
- Vibração;
- Proteção radiológica;
- Emissão radiológica;
- Confiabilidade;
- etc.

Países ou regiões específicas, assim como diferentes indústrias, adotam uma infinidade de diferentes padrões e caracterizações.

# Conexões

---

Instrumentos podem ser montados de uma infinidade de maneiras: encaixados, colados, soqueteados, parafusados, etc., mas há três formas típicas que merecem menção:



ROSCA



FLANGE



SOLDA

# Conexões

---

- ROSCA - Adequado para conexões pequenas (flanges não são viáveis);
- Todo o esforço mecânico (ou pressão) é aplicado à rosca, portanto é adequado a esforços (ou pressões) mais baixos;
  - A vedação é feita por meio de “o-rings”.



- FLANGE - Adequado para conexões maiores ou instrumentos mais pesados (em que rosquear é inviável);
- O esforço mecânico (ou pressão) é distribuído entre os parafusos . É potencialmente mais resistente;
  - A vedação é feita por meio de juntas.



- SOLDA - Resistência e vedação máximas;
- A retirada ou manutenção é mais difícil.