



Proteção contra explosão

Teoria e prática

Teoria e prática da proteção contra explosão

Atmosferas explosivas podem ocorrer em quase todas as aplicações industriais. Ao mesmo tempo, a segurança das pessoas e dos processos de produção, bem como um ambiente limpo, são metas corporativas importantes em todo o mundo.

Portanto, a proteção contra explosão não é apenas um problema nos sistemas tradicionais do setor químico e petroquímico.



Indústria de processos



Indústria de alimentos



Construção de máquinas e fabricação de sistemas



Infraestrutura



Power-to-X

Conteúdo

Bases técnicas e legais para a proteção contra explosão	4
Diretrizes, padrões e regulamentos	8
Classificação de potencialmente explosivo áreas em zonas	16
Tipos de proteção	20
Seleção de dispositivos	28
Marcação de produtos Ex	34
Instalação de sistemas em áreas potencialmente explosivas	38
Projetar e instalar circuitos intrinsecamente seguros	40
Tecnologia de conexão na área Ex	60
Instalação de dispositivos elétricos para transmissão de sinal na área Ex	64
Glossário	68

Sobre o conteúdo:

Este folheto básico oferece uma visão geral sobre proteção contra explosão. O documento ajuda os planejadores, instaladores e operadores de sistemas em seu trabalho diário, mas não substitui o estudo contínuo dos princípios e normas legais relevantes. Este folheto explica os fundamentos físicos que envolvem a formação de explosões e as medidas técnicas que podem ser tomadas para preveni-las. Além disso, são descritas as bases e normas legais globalmente relevantes, bem como as diretrivas europeias e as normas norte-americanas para proteção contra explosão elétrica.



Além disso, o documento oferece assistência aos operadores de sistemas na instalação de sistemas em áreas potencialmente explosivas. Aqui, o foco está no projeto e na instalação de circuitos intrinsecamente seguros.



Mais informações sobre proteção contra explosão:
Basta digitar o código da Web no campo de pesquisa em nosso site.

Código da Web: #2267

1

Bases técnicas e legais para a proteção contra explosão

A segurança das pessoas e dos processos de produção, bem como um ambiente limpo, são metas corporativas importantes em todo o mundo. O pré-requisito para atingir essas metas é estar ciente de como as explosões ocorrem onde quer que materiais combustíveis, oxigênio e fontes de ignição possam se reunir, e como evitá-las.

1.1 Formação e prevenção de explosões

A combustão é uma reação de oxidação na qual a energia é liberada. Enquanto a energia durante um incêndio é liberada lentamente, quando grandes quantidades de energia são liberadas repentinamente, isso é chamado de explosão. À medida que a velocidade com que a combustão se espalha aumenta, o processo é chamado de combustão rápida, seguida de deflagração e, em casos extremos,

detonação, nesta ordem.

No caso de combustão completa, o dano causado aumenta significativamente com a velocidade de propagação. Ordens de grandeza de propagação:

- Combustão rápida cm/s
- Deflagração m/s
- Detonação km/s

Uma explosão ocorre quando há uma combinação de um material combustível, oxigênio e uma fonte de ignição. Se um dos componentes estiver faltando, não ocorrerá nenhuma reação exotérmica.

Material combustível Gases combustíveis (névoas, vapores) e poeiras combustíveis



Atmosferas explosivas

Mistura de material combustível e oxigênio dentro dos limites de explosividade



Explosão

Presença simultânea de material combustível, oxigênio e fonte de ignição



Oxigênio

Por exemplo, o oxigênio contido no ar



Fontes de ignição de dispositivos elétricos

Por exemplo, superfícies quentes ou energia/faíscas

1.1.1 Limites de explosividade superiores e inferiores

No caso de gases, a proporção das concentrações determina se uma explosão é possível. A mistura só pode ser inflamada se a concentração do material no ar estiver entre o limite inferior de explosividade (LEL) e o limite superior de explosividade (UEL).

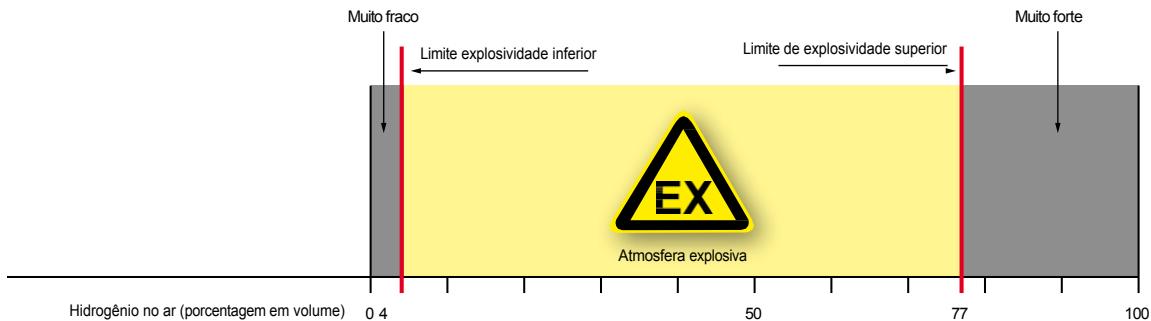
Alguns materiais quimicamente não resistentes (por exemplo, acetileno, óxido de etileno) também podem sofrer reações exotérmicas sem oxigênio por meio de autodecomposição. O nível superior de explosividade

(UEL) muda para 100% em volume. A faixa de explosão de um material se expande à medida que a pressão e a temperatura aumentam.

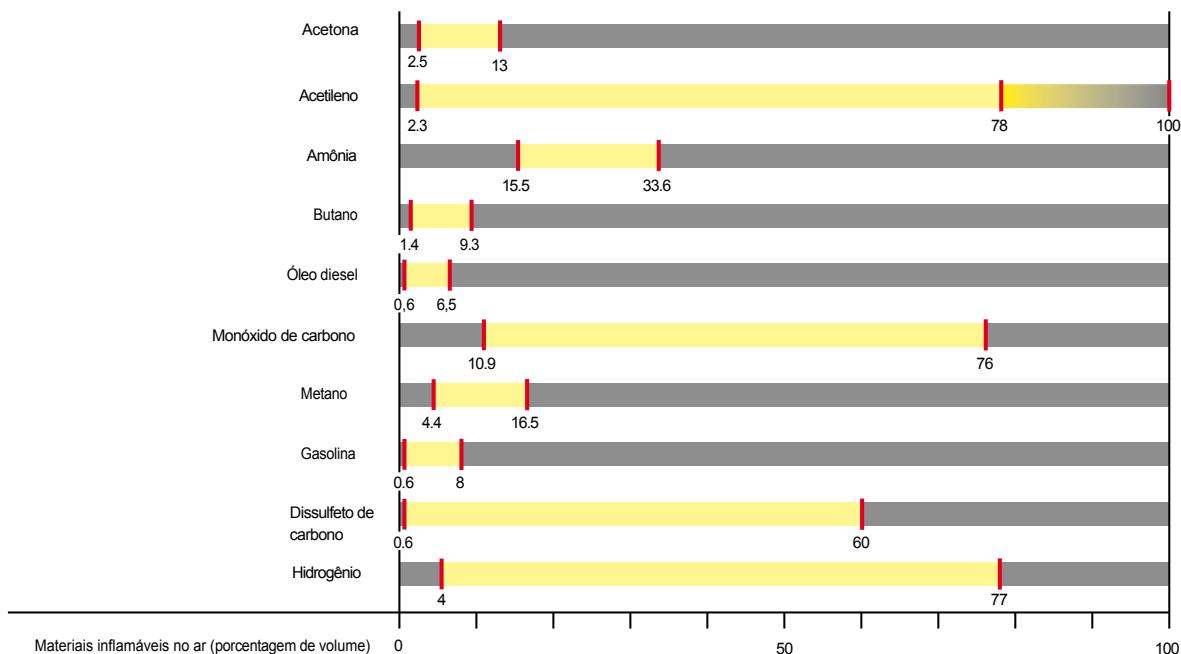
Especificações semelhantes às definidas para gases também podem ser feitas para poeiras, embora os limites de explosividade não tenham o mesmo significado aqui. As nuvens de poeira geralmente são heterogêneas e a concentração dentro da mesma nuvem varia muito. Um limite inferior de inflamabilidade (de aproximadamente 20 ... 60 g/m³)

e um limite superior de inflamabilidade (de aproximadamente 2 ... 6 kg/m³) podem ser determinados para a poeira. Devido às diferentes normas e aos procedimentos de medição nelas descritos, podem ocorrer valores ligeiramente diferentes ao determinar os limites de explosividade. Os valores-limite listados abaixo são baseados na norma IEC/EN 60079-20.

Limites explosivos do hidrogênio



Exemplos de gases sob pressão normal



1.1.2 Visão geral das fontes efetivas de ignição

Fonte de ignição	Exemplos de causas
Faíscas	Faíscas criadas mecanicamente (por exemplo, causadas por processos de fricção, impacto ou abrasão), faíscas elétricas. O operador é obrigado a implementar medidas de proteção contra explosão em uma ordem específica.
Arcos elétricos	Curto-circuito, operações de comutação.
Superfícies quentes	Aquecedor, produção de corte de metal, aquecimento durante a operação.
Chamas e gases quentes	Reações de combustão, faíscas durante a soldagem.
Sistemas elétricos	Abertura/fechamento de contatos, contato solto. Uma tensão extra baixa de proteção ($U < 50 \text{ V}$) não é uma medida de proteção contra explosão. As baixas tensões ainda podem gerar energia suficiente para inflamar uma atmosfera potencialmente explosiva.
Eletricidade estática	Descarga de peças condutoras carregadas e dispostas separadamente, como ocorre com muitos plásticos, por exemplo.
Correntes de compensação elétrica, proteção contra corrosão catódica	Correntes reversas de geradores, curto-circuito na parte condutora exposta/falha à terra em caso de erros, indução.
Ondas eletromagnéticas na faixa de $3 \times 1,011 \dots 3 \times 1,015 \text{ Hz}$	Feixe de laser para medição de distância, especialmente para focalização.
Alta frequência $104 \dots 3 \times 1,012 \text{ Hz}$	Sinais sem fio, geradores industriais de alta frequência para aquecimento, secagem ou corte.
Queda de raio	Distúrbios climáticos atmosféricos.
Radiação ionizante	Máquina de raios X, material radioativo, absorção de energia leva ao aquecimento.
Ultrassom	A absorção de energia em materiais sólidos/líquidos leva ao aquecimento.
Compressão adiabática e ondas de choque	Abertura repentina das válvulas.
Reações exotérmicas	A reação química leva ao aquecimento.

1.1.3 Medidas de proteção contra explosão

O operador é obrigado a implementar medidas de proteção contra explosão em uma ordem específica. Como regra, a prioridade deve ser dada às medidas para evitar atmosferas potencialmente explosivas. Portanto, é necessário considerar primeiro se e em que ponto essas medidas podem ser aplicadas de forma significativa. Se não for possível encontrar uma solução satisfatória, devem ser tomadas medidas para evitar uma fonte de ignição. Se isso não for suficiente, projete medidas de proteção contra explosão

se necessário, até mesmo combinações adequadas das medidas descritas. Enquanto a proteção primária contra explosão evita a presença da atmosfera explosiva, com a proteção secundária contra explosão, uma explosão é evitada com segurança ao se evitar fontes de ignição eficazes por meio de projeto. Dependendo da aplicação, há diferentes tipos de proteção com diferentes princípios de proteção para a proteção secundária contra explosão. Há também a proteção terciária

Proteção contra explosão. Isso envolve medidas de projeto que reduzem as consequências de uma explosão a um nível aceitável.

Solicite medidas de proteção contra explosão

1. Proteção primária contra explosão

Evitar a formação de atmosfera explosiva perigosa.

- Evite materiais combustíveis (tecnologias de substituição)
- Inertização (adição de nitrogênio)
- Ventilação e suprimento de ar
- ...

2. Proteção secundária contra explosão

Evitar a ignição de atmosfera explosiva perigosa.

- Proteção contra explosão elétrica

3. Proteção contra explosão construtiva

Limitar o impacto de uma explosão a um nível seguro

- Design resistente à pressão
- Equipamento de alívio de pressão e compensação de pressão (arruelas de pressão)

2

Diretrizes, padrões e regulamentos

Medidas especiais de segurança são necessárias para a operação de sistemas e máquinas em áreas com atmosferas explosivas. Os requisitos aplicáveis internacionalmente estão listados nas diretrizes e normas mais importantes para o mercado global.

2.1 Proteção contra explosão na União Europeia - diretrizes ATEX

A Diretiva ATEX rege a harmonização das disposições legais nos estados membros para dispositivos e sistemas de proteção em termos de garantir o uso correto em áreas potencialmente explosivas. O termo ATEX é derivado das palavras francesas "ATmosphère EXplosible".

Para abordar a questão da proteção contra explosão, a União Europeia introduziu a Diretiva ATEX 2014/34/EU para fabricantes e a Diretiva 1999/92/EC para operadores. Essas diretrivas foram então traduzidas para a legislação nacional dos diferentes estados membros - na Alemanha, por exemplo, para a diretiva do fabricante com a 11^a. Portaria de Segurança de Produtos (11^a ProdSV), também chamada de Portaria de Proteção contra Explosão de Produtos (ExVO), e na diretriz do operador com a Portaria Alemã sobre Segurança e Saúde Industrial (BetrSichV) e a Portaria sobre Materiais Perigosos (GefStoffV).

Grupo e categoria de equipamentos de acordo com a Diretiva ATEX 2014/34/EU

Para determinar o procedimento adequado a ser usado para a avaliação da conformidade, o fabricante deve primeiro decidir a qual grupo e categoria de equipamento o produto pertence, com base em seu uso pretendido (mais informações a partir da página 9).

Grupo de equipamentos I:

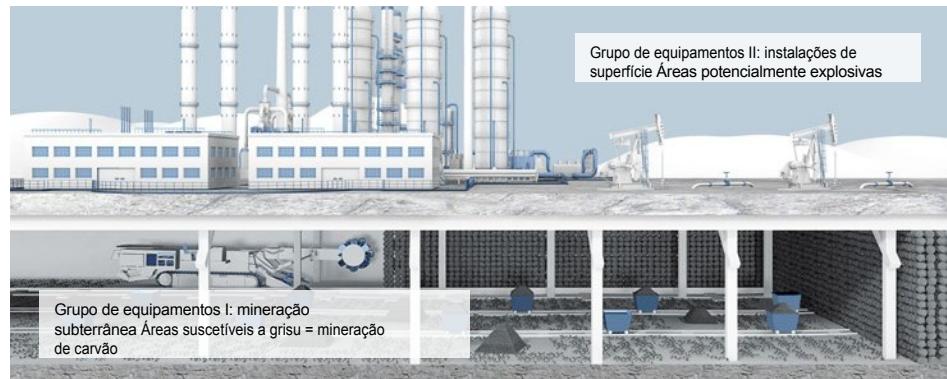
Equipamento para uso em mineração subterrânea e nas instalações de superfície conectadas que são ameaçadas por grísu (metano) ou poeiras combustíveis.

Grupo de equipamentos II:

Equipamento para uso em todas as outras áreas que possam ser ameaçadas por uma atmosfera explosiva.

As categorias de equipamentos são atribuídas aos grupos de equipamentos em Diretiva 2014/34/EU. As categorias M1 e M2 são determinadas para o grupo de equipamentos I. Três categorias - 1, 2 e 3 - são definidas no grupo de equipamentos II. A categoria é usada para determinar a conexão com as zonas na diretriz do operador 1999/92/EC.

Grupo-alvo	Diretriz	Designação comum
Fabricantes	2014/34/EU	ATEX 114
Operadores	1999/92/CE	ATEX 137



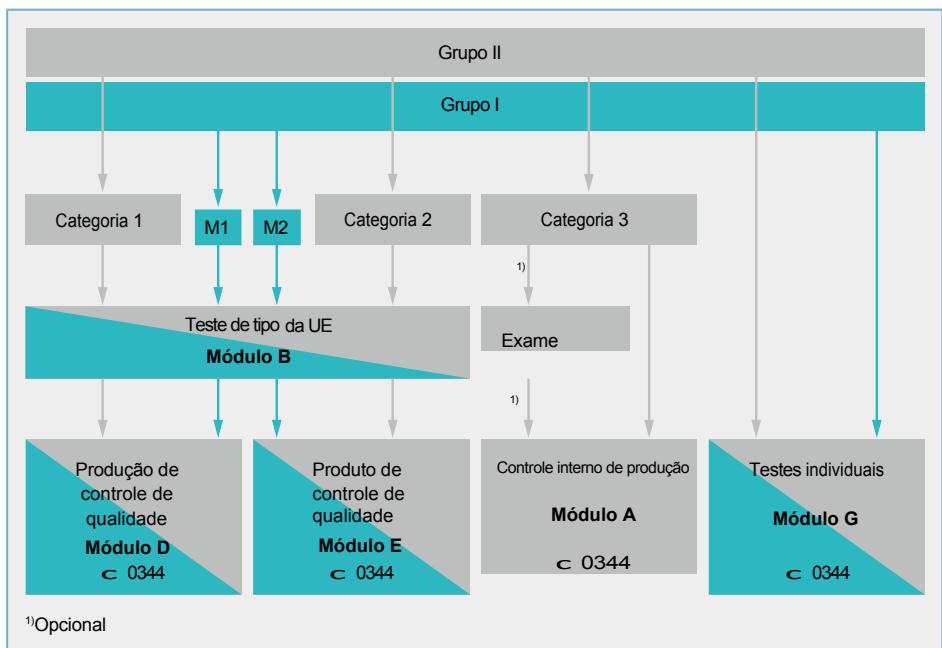
Requisitos de grupos e categorias de equipamentos

Grupo de equipamentos	Categoria do equipamento	Grau de proteção	Garantia de proteção	Condições operacionais
I	M1	Grau de segurança muito alto	Duas medidas de proteção independentes. Seguro se dois erros ocorrerem independentemente um do outro.	Por motivos de segurança, deve ser possível continuar operando um dispositivo mesmo que a atmosfera seja potencialmente explosiva.
I	M2	Alto grau de segurança	Em operação normal, as medidas de proteção permanecem eficazes mesmo em condições difíceis.	Deve ser possível desligar esses dispositivos se ocorrer uma atmosfera potencialmente explosiva.
II	1	Muito alto	Duas medidas de proteção independentes. Seguro se dois erros ocorrerem independentemente um do outro.	Os dispositivos ainda podem ser usados nas zonas 0, 1, 2 (G) ¹⁾ e 20, 21, 22 (D) ²⁾ e continuar sendo operados.
II	2	Alta	Seguro em operação normal e se ocorrerem falhas comuns.	Os dispositivos ainda podem ser usados nas zonas 1, 2 (G) ¹⁾ e 21, 22 (D) ²⁾ e continuar sendo operados.
II	3	Normal	Seguro em operação normal.	Os dispositivos ainda podem ser usados nas zonas 2 (G) ¹⁾ e 22 (D) ²⁾ e continuar sendo operados.

¹⁾(G)= gas²⁾(D)= pó

Avaliação da conformidade

Antes que um produto possa ser colocado no mercado da União Europeia, todo fabricante deve realizar um procedimento de avaliação de conformidade. Há vários módulos que o fabricante pode usar para isso, dependendo do grupo e da categoria em que o produto está classificado. Uma combinação dos Módulos B e D é geralmente usada para dispositivos elétricos das Categorias 1 e 2. O número de identificação do órgão notificado que está monitorando o processo de produção é acrescentado após a marcação c, por exemplo, c 0344. No caso de testes individuais (Módulo G - verificação da unidade), o número de identificação do órgão notificado que realizou o teste individual deve ser anexado à marcação c. O Módulo A (controle interno da produção) é usado para dispositivos elétricos da Categoria 3. Em Nesse caso, o número de identificação do Órgão Notificado não pode ser usado.



Avaliação da conformidade de acordo com a Diretiva 2014/34/EU para equipamentos elétricos

¹⁾Opcional

Órgão notificado

Os órgãos notificados (anteriormente denominados órgãos) são instituições privadas de testes que foram nomeadas pelos estados membros da UE para conduzir determinadas partes de um procedimento de avaliação de conformidade.

Por exemplo, quando o Módulo B estiver sendo usado de acordo com Diretiva 2014/34/EU, o órgão notificado

testa o projeto técnico do produto e o certifica, emitindo um certificado de teste de tipo da UE, declarando que ele atende aos requisitos aplicáveis. Uma visão geral atualizada dos órgãos notificados pode ser encontrada no Sistema de Informações Nando da Comissão Europeia.

Instituto de testes	País	Identificação
PTB	Alemanha	0102
DEKRA Testing and Certification GmbH	Alemanha	0158
TÜV Nord	Alemanha	0044
IBExU	Alemanha	0637
BAM	Alemanha	0589
INERIS	França	0080
LCIE	França	0081
LOM	Espanha	0163
DEKRA Certification B.V.	Países Baixos	0344
CESI	Itália	0722
UL DEMKO	Dinamarca	0539
NEMKO	Noruega	0470

2.2 Proteção contra explosão na América do Norte - NEC e CEC

Nos EUA, os requisitos que regem a instalação de dispositivos elétricos estão descritos no National Electrical Code (NEC) NFPA 70 e, no Canadá, no Canadian Electrical Code (CEC) CSA C22.1. Além dos requisitos para uso padrão (locais comuns), eles também incluem requisitos para uso em áreas potencialmente explosivas (locais perigosos).

O componente fundamental nesse caso é uma aprovação, ou seja, uma avaliação do produto com base no projeto, realizada por um instituto de testes reconhecido (National Recognized Testing Laboratory nos EUA ou uma empresa credenciada pelo Standard Council of Canada no Canadá).

Os dispositivos podem ser subdivididos com base no sistema de Classe/Divisão, como é conhecido, ou com base no sistema de Classe/Zona, que, por sua vez, é baseado em padrões internacionais. Como ambos os sistemas são usados, é preciso ter cuidado ao escolher os dispositivos para garantir que a aprovação corresponda ao aplicativo. Os dispositivos aprovados em ambos os sistemas pouparam o usuário da necessidade dessa consideração.

As NRTLs bem conhecidas incluem:

- Underwriter Laboratories Inc. (UL)
- CSA Group Testing and Certification Inc (CSA)
- FM Approvals LLC (FM)

Código elétrico nacional (NEC) nos EUA

Item	Conteúdo
500	Requisitos gerais para Divisões de Classe I, II e III
501	Requisitos para divisões da classe I
502	Requisitos para divisões da classe II
503	Requisitos para divisões da classe III
504	Requisitos para Divisões de Classe I, II e III em relação à segurança intrínseca (IS)
505	Requisitos gerais e especiais para as zonas 0, 1 e 2
506	Requisitos gerais e especiais para as zonas 20, 21 e 22

Código Elétrico Canadense (CEC) no Canadá

Item	Conteúdo
18-000	Requisitos gerais para Classe I/zona e Classe II e III/Divisões
18-090	Requisitos para a zona 0 da Classe I
18-100	Requisitos para as zonas 1 e 2 da Classe II
18-200	Requisitos para divisões da classe II
18-300	Requisitos para divisões da classe III
Apêndice J	Requisitos gerais e especiais para divisões da Classe I

2.3 Proteção mundial contra explosão - IECEEx

O IECEEx é um método internacional de certificação de equipamentos usados em áreas potencialmente explosivas. O objetivo do esquema IECEEx é harmonizar normas Ex nacionais e internacionais. Isso simplifica o comércio global de equipamentos para aplicações potencialmente explosivas.

aplicações sem comprometer o alto nível de segurança da Diretriz ATEX. O equipamento certificado de acordo com o IECEEx é reconhecido mundialmente por padrões, testes e marcas de teste internacionalmente uniformes. Com base nas aprovações IECEEx existentes,

as aprovações nacionais, como a CCC para a China, o INMETRO para o Brasil ou a Kosha (KC) para a Coreia, podem ser obtidas mais facilmente.

2.4 Padronização - proteção contra explosão elétrica para fabricantes

Os fabricantes podem usar uma série de padrões ao avaliar seus produtos durante e após o desenvolvimento.

A Diretiva ATEX 2014/34/EU estipula a conformidade com os requisitos básicos de segurança e saúde. Isso é alcançado por meio do uso de normas harmonizadas publicadas no Jornal Oficial da União Europeia (normas EN), por exemplo.

Como já mencionado no item 2.3, as normas IECEEx publicadas pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) formam a base para quase todos os padrões harmonizados, bem como um número cada vez maior de normas em uso de vários países. A série de normas IEC 60079 trata da proteção contra explosão elétrica para atmosfera de gás e poeira

em todo o mundo. Além disso, há também padrões nacionais e padrões específicos para instituições de teste, como determinados padrões UL. Assim como existem padrões com relação à proteção contra explosão de gás, também existem padrões para proteção contra explosão de poeira.

Padrões para equipamentos elétricos em áreas com risco de explosões de gás

Tipo de proteção	Símbolo	Referência NEC	Referência CEC	Princípio
Requisitos gerais				Base para os tipos de proteção
Segurança intrínseca	Ex AEx i IS	Artigo 505 Artigo 504	Seção 18 Seção J	Limitação de energia
Maior segurança	Ex e AEx e	Artigo 505	Seção 18	Medidas construtivas por meio de espaçamento e dimensionamento
Não perigoso para a ignição	NI	Artigo 501	Seção J	Medidas construtivas por meio de espaçamento e limitação de energia
À prova de explosão	XP	Artigo 501	Seção J	Medidas de construção por meio de moradias
Gabinete à prova de fogo	Ex d AEx d	Artigo 505	Seção 18	Medidas de construção por meio de moradias
Encapsulamento moldado	Ex m AEx m	Artigo 505	Seção 18	Exclusão de uma atmosfera explosiva
Imersão em líquido	Ex o AEx o	Artigo 505	Seção 18	Exclusão de uma atmosfera explosiva
Enchimento de areia	Ex q AEx q	Artigo 505	Seção 18	Exclusão de uma atmosfera explosiva
Gabinete pressurizado	Ex p AEx p Tipo X, Y, Z	Artigo 505 Artigo 501	Seção 18 Seção J	Exclusão de uma atmosfera explosiva
Tipo de proteção "n"	Ex n AEx n	Artigo 505	Seção 18	Melhor qualidade industrial
Sistemas intrinsecamente seguros	Exi			Limitação de energia em circuitos interconectados intrinsecamente seguros
Faixa de radiação óptica	Ex op AEx op	Artigo 505	Seção 18	Limitação da potência de radiação

IS = Dispositivos com circuitos intrinsecamente seguros NI = Equipamento não incendiário e circuitos de campo não incendiários XP= Invólucro pressurizado à prova de explosão tipo X, Y, Z =

Padrões para equipamentos elétricos em áreas com risco de explosões de poeira

Tipo de proteção	Símbolo	Referência NEC	Referência CEC	Princípio
Requisitos gerais				Base para os tipos de proteção
Proteção fornecida pela moradia	Ex t AEx t DIP DT	Artigo 506 Artigo 502 Artigo 502	Seção 18 Seção J Seção J	Proteção por meio do projeto de moradias
Segurança intrínseca	Ex i AEx i IS	Artigo 505 Artigo 504	Seção 18 Seção J	Limitação de energia
Gabinete pressurizado	Ex p AEx p Tipo X, Y, Z	Artigo 505 Artigo 502	Seção 18 Seção J	Exclusão de uma atmosfera explosiva
Encapsulamento moldado	Ex m AEx m	Artigo 505	Seção 18	Exclusão de uma atmosfera explosiva
Faixa de radiação óptica	Ex op AEx op			Limitação da potência de radiação
Não perigoso para a ignição	NI	Artigo 502	Seção J	Limitação de energia

DT= Invólucro à prova de poeira DIP= Protegido contra explosão de poeira IS= Dispositivos com circuitos intrinsecamente seguros NI = Equipamento não incendiário e tipo não incendiário X, Y, Z = invólucro pressurizado

Norma EN	Norma IEC	EUA, Divisão (NEC 500)	EUA, zona (NEC 505)	Canadá, divisão	Canadá, zona
EN IEC 60079-0	IEC 60079-0		UL 60079-0		CSA C22.2 No. 60079-0
EN 60079-11	IEC 60079-11	UL 913	UL 60079-11 CSA C22.2 No. 157		CSA C22.2 No. 60079-11
EN IEC 60079-7	IEC 60079-7		UL 60079-7		CSA C22.2 No. 60079-7
		UL 121201		CSA C22.2 No. 213	
		UL 1203		CSA C22.2 No. 30	
EN 60079-1	IEC 60079-1		UL 60079-1		CSA C22.2 No. 60079-1
EN 60079-18	IEC 60079-18		UL 60079-18		CSA C22.2 No. 60079-18
EN 60079-6	IEC 60079-6		UL 60079-6		CSA C22.2 No. 60079-6
EN 60079-5	IEC 60079-5		UL 60079-5		CSA C22.2 No. 60079-5
EN IEC 60079-2	IEC 60079-2	NFPA 496	UL 60079-2 NFPA 496		CSA C22.2 No. 60079-2
EN IEC 60079-15	IEC 60079-15		UL 60079-15		CSA C22.2 No. 60079-15
EN IEC 60079-25	IEC 60079-25				
EN 60079-28	IEC 60079-28		UL 60079-28		CSA C22.2 No. 60079-28

Norma EN	Norma IEC	EUA, divisão	EUA, zona	Canadá, divisão	Canadá, zona
EN IEC 60079-0	IEC 60079-0		UL 60079-0		CSA C22.2 No. 60079-0
EN 60079-31	IEC 60079-31	UL 1203 UL 121201	UL 60079-31 CSA C22.2 No. 25 CSA C22.2 No. 213		CSA C22.2 No. 60079-31
EN 60079-11	IEC 60079-11	UL 913	UL 60079-11 CSA C22.2 No. 157		CSA C22.2 No. 60079-11
EN IEC 60079-2	IEC 60079-2	NFPA 496	UL 60079-2 NFPA 496		CSA C22.2 No. 60079-2
EN 60079-18	IEC 60079-18		UL 60079-18		CSA C22.2 No. 60079-18
EN 60079-28	IEC 60079-28		UL 60079-28		CSA C22.2 No. 60079-28
		UL 121201		CSA C22.2 No. 213	

2.5 Padronização - proteção contra explosão mecânica para fabricantes

A Diretiva ATEX 2014/34/EU contém requisitos harmonizados para dispositivos não elétricos, incluindo o uso em áreas com perigo de explosões de poeira.

Existem normas para dispositivos não elétricos, assim como existem para dispositivos elétricos.

Tipo de proteção	Símbolo	Norma EN	Norma IEC
Método e requisitos básicos		EN ISO 80079-36	ISO IEC 80079-36
Gabinete à prova de fogo	d	EN 60079-1	IEC 60079-1
Gabinete pressurizado	p	EN 60079-2	IEC 60079-2
Segurança na construção	c	EN ISO 80079-37	ISO 80079-37
Controle da fonte de ignição	b	EN ISO 80079-37	ISO 80079-37
Imersão em líquido	k	EN ISO 80079-37	ISO 80079-37

2.6 Padronização - proteção contra explosão para operadores de sistemas

A Diretiva 1999/92/EC exige que os operadores de sistemas de engenharia de processos garantam que os sistemas sejam protegidos contra explosão. Os requisitos a serem atendidos

com relação a planejamento, instalação e operação são especificados nas normas EN e IEC.

Designação	Norma EN	Norma IEC
Proteção contra explosão Parte 1: Conceitos básicos e metodologia	EN 11271	
Atmosferas explosivas Parte 10.1: Classificação de áreas - atmosferas de gás explosivo Parte 10.2: Classificação de áreas - atmosferas de poeira explosiva	EN 60079-10-1 EN 60079-10-2	IEC 60079-10-1 IEC 60079-10-2
Áreas potencialmente explosivas Parte 14: Configuração, seleção e instalação de sistemas elétricos	EN 60079-14	IEC 60079-14
Áreas potencialmente explosivas Parte 17: Teste e manutenção de sistemas elétricos	EN 60079-17	IEC 60079-17
Áreas potencialmente explosivas Parte 19: Reparo, revisão e recuperação de equipamentos	EN 60079-19	IEC 60079-19

3 Classificação de áreas potencialmente explosivas em zonas

As áreas potencialmente explosivas são divididas em zonas de acordo com a ATEX e a IECEx. Nos EUA, há também o conceito de divisão (NEC 500), além do conceito de zona (NEC 505). A classificação das zonas é de responsabilidade do operador da planta.

3.1 Classificação de zona de acordo com ATEX e IECEx

A divisão de zonas é regulamentada na Europa por meio da Diretiva ATEX 1999/92/EC (Workplace Directive). Além disso, há normas para classificação de zonas na IEC/EN°60079-10. O Comitê Europeu de Padronização (CEN) também criou a norma EN 11271. A norma EN 11271 contém informações básicas

sobre proteção contra explosão e fornece suporte para ambas as Diretivas ATEX (2014/34/EU e 1999/92/EC). Em Além disso, há assistência específica do país para a classificação de zonas, como as regras de proteção contra explosão da Associação Federal de Empregadores da Indústria Química da Alemanha.

As áreas explosivas para gases e poeiras também são classificadas em zonas:

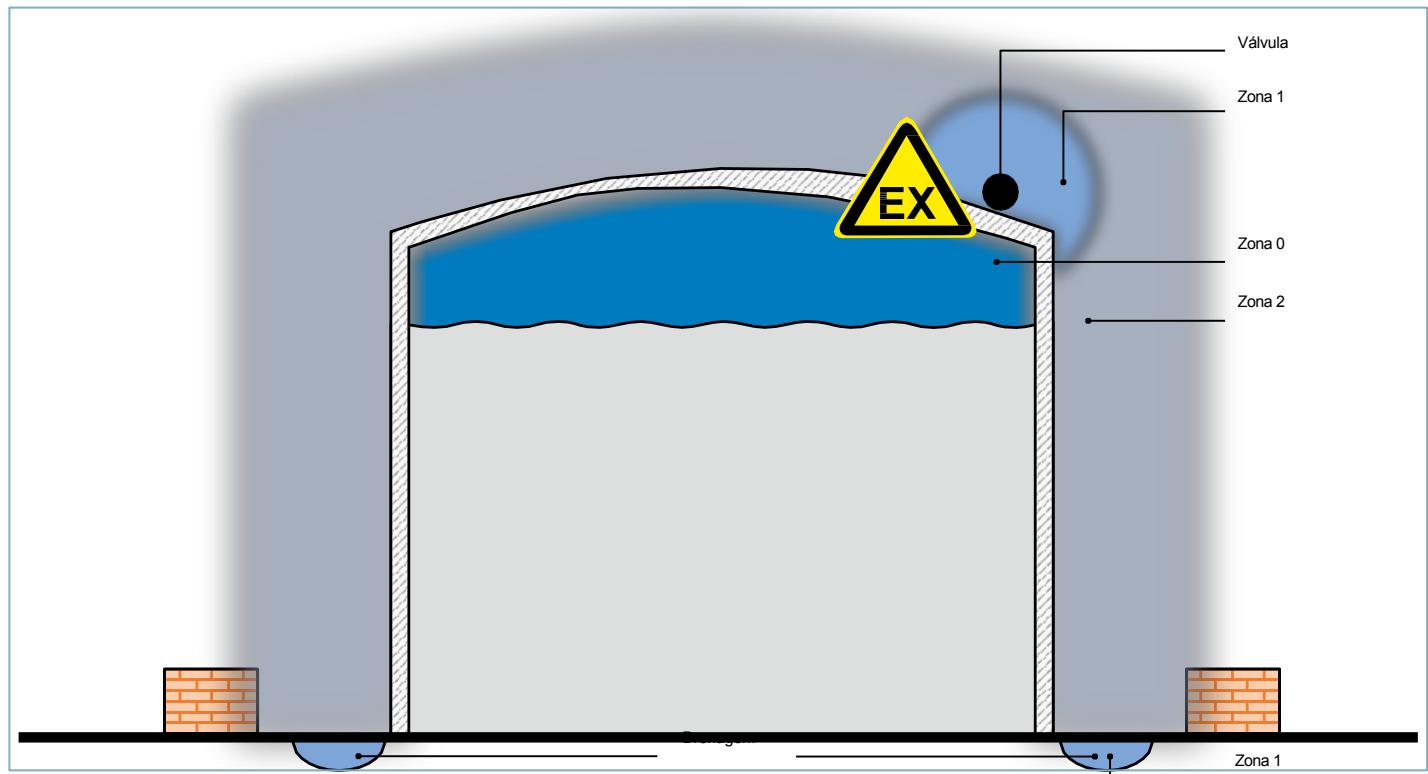
Classificação de zona para gases de acordo com a Diretiva ATEX 1999/EC/92 e IEC/EN 60079-10-1

Classificação de zonas	Tipo e duração do perigo
Zona 0	Área na qual uma atmosfera explosiva, que consiste em uma mistura de ar e materiais combustíveis na forma de gás, vapor ou névoa, está presente continuamente ou por longos períodos ou com frequência .
Zona 1	Área na qual uma atmosfera explosiva, que consiste em uma mistura de ar e materiais combustíveis na forma de gás, vapor ou névoa, pode ocorrer ocasionalmente em uma operação normal.
Zona 2	Área na qual uma atmosfera explosiva, que consiste em uma mistura de ar e materiais combustíveis na forma de gás, vapor ou névoa, não é provável de ocorrer em operação normal, mas, se ocorrer, persistirá apenas por um curto período .

Classificação de zona para poeiras de acordo com a Diretiva ATEX 1999/EC/92 e IEC/EN 60079-10-2

Classificação de zonas	Tipo e duração do perigo
Zona 20	Área na qual uma atmosfera explosiva, na forma de uma nuvem de poeira combustível suspensa no ar, está presente continuamente ou por longos períodos, ou frequentemente presente.
Zona 21	Área na qual é provável que ocorra ocasionalmente uma atmosfera explosiva na forma de uma nuvem de poeira combustível suspensa no ar em operação normal.
Zona 22	Área na qual não é provável que ocorra uma atmosfera explosiva na forma de uma nuvem de poeira combustível suspensa no ar em operação normal , mas, se ocorrer, persistirá apenas por um curto período.

Classificação de zonas para gás usando o exemplo de um tanque de armazenamento para líquidos inflamáveis



Zona 0

- Dentro do tanque, acima do líquido combustível

Zona 1

- Área (por exemplo, raio de 2 m) ao redor da válvula de entrada e saída
- Pias nas quais gases inflamáveis mais pesados que o ar podem se acumular

Zona 2

- Área ao redor do tanque até a parede de proteção

3.2 Classificação de zona ou divisão de acordo com NEC e CEC

No National Electrical Code (NEC), as áreas explosivas nos EUA e na Europa são designadas de acordo com seu perigo. No Canadá, o procedimento é comparável e baseado no Código Elétrico Canadense (CEC).

Entretanto, por muito tempo, apenas a divisão de áreas potencialmente explosivas em duas classes ou divisões era comum nos EUA, de acordo com o Artigo 500 do NEC.

Foi somente com o Artigo 505 do NEC de 1996 que a classificação internacional de áreas potencialmente explosivas

em três zonas para gases/líquidos e poeiras também foi introduzido nos EUA.

Ambos os padrões legais (Artigo 500 e Artigo 505) existem lado a lado.

Como já mencionado, o artigo 500 do NEC reconhece apenas duas áreas com relação à frequência de ocorrência, fazendo distinção entre o risco de explosão em operação normal (Divisão I) e em caso de mau funcionamento ou defeitos (Divisão II). Entretanto, ao definir áreas potencialmente explosivas, ele se baseia em uma subdivisão diferente, concentrando-se no tipo

de fonte perigosa (gás, líquido, poeira, etc.) e a gravidade do risco de explosão. As diversas áreas (divisões) são, portanto, divididas em outras classes (class) e grupos (groups).

Diagrama de atribuição simplificado para conceitos de zonas e divisões

	Área explosiva					
IEC/EN	Zona 0	Zona 1		Zona 2		
EUA: NEC 505	Zona 0	Zona 1		Zona 2		
EUA: NEC 500	Divisão 1			Divisão 2		
	Material explosivo	Classe	Grupo	Material explosivo	Classe	Grupo
	Gás/vapor ou líquido	I	A, B, C, D	Gás/vapor ou líquido	I	A, B, C, D
	Poeira	II	E, F, G	Poeira	II	F, G
	Fibras	III	--	Fibras	III	--

Esse esquema de atribuição simplificado só pode ser considerado como uma aproximação aproximada das possibilidades. Qualquer conversão deve ser verificada caso a caso. Isso se aplica

em particular para equipamentos elétricos da Divisão 2, que geralmente só podem ser usados na zona 2 sem testes e certificações adicionais.

Divisões em áreas e grupos de acordo com o NEC 500

Área	Grupos (material típico)
Classe I (gases e vapores)	Grupo A (acetileno) Grupo B (hidrogênio) Grupo C (etileno) Grupo D (propano)
Classe II (poeiras)	Grupo E (pó de metal) Grupo F (pó de carvão) Grupo G (pó de grãos)
Classe III (fibras)	Nenhum subgrupo

3.3 Visão geral das divisões e classes de acordo com o NEC 500

Classificação	Atmosferas explosivas	Tipo de perigo
Classe I, Divisão 1	Gás, líquido e vapor	Concentrações incendiárias de gases, vapores ou líquidos inflamáveis podem estar presentes constante ou temporariamente em condições normais de operação.
Classe I, Divisão 2	Gás, líquido e vapor	Concentrações incendiárias de gases, vapores ou líquidos inflamáveis geralmente não ocorrem em condições normais de operação.
Classe II, Divisão 1	Poeira	Concentrações incendiárias de poeira combustível podem estar presentes constante ou temporariamente em condições normais de operação.
Classe II, Divisão 2	Poeira	Concentrações incendiárias de poeira combustível não costumam ocorrer em condições normais de operação.
Classe III, Divisão 1	Fibras	Áreas nas quais fibras facilmente inflamáveis são processadas ou transportadas.
Classe III, Divisão 2	Fibras	Áreas nas quais fibras facilmente inflamáveis são armazenadas ou transportadas.

4 Tipos de proteção

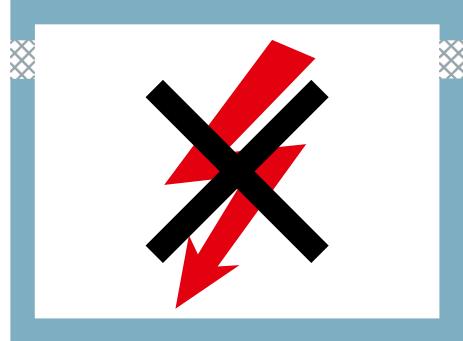
Dependendo da aplicação, há diferentes tipos de proteção com diferentes princípios de proteção para a proteção contra explosão secundária. O que todos eles têm em comum é o fato de evitar a ignição de uma atmosfera explosiva.

4.1 Visão geral dos tipos essenciais de proteção

4.1.1 Aumento da segurança Ex e

Na proteção de segurança aumentada, tensões de até 11 kV podem ser introduzidas na área potencialmente explosiva. A segurança aumentada é particularmente adequada para a alimentação de motores, lâmpadas e transformadores. O princípio de proteção é baseado em medidas construtivas. As folgas de ar e as distâncias de fuga são determinadas para as partes energizadas e divididas em níveis de tensão. Isso evita faíscas elétricas. Além disso, o grau de proteção IP54 (EN 60529) deve ser atendido, no mínimo. A limitação da temperatura da superfície garante que a atmosfera explosiva não possa ser inflamada em nenhum ponto, nem mesmo

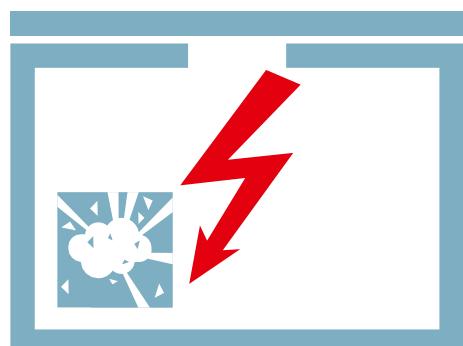
dentro do compartimento, durante a operação. O compartimento não exclui a entrada de gases. Para aumentar a segurança, o grau de proteção IP pode ser reduzido para IP20, por exemplo, se forem tomadas medidas de proteção adicionais. Algumas delas devem ser levadas em consideração durante a instalação.



4.1.2 Gabinete à prova de fogo Ex d

Na proteção de invólucros à prova de fogo, o projeto do invólucro impede que uma explosão se espalhe. Uma explosão que ocorre em seu interior não é capaz de inflamar a atmosfera explosiva que envolve o invólucro. Isso resulta em invólucros muito robustos. As caixas têm tampas e pontos de entrada, por exemplo, para cabos e linhas. A folga máxima permitida presente é dimensionada de forma a impedir que a explosão se espalhe de dentro da caixa para a atmosfera explosiva ao redor.

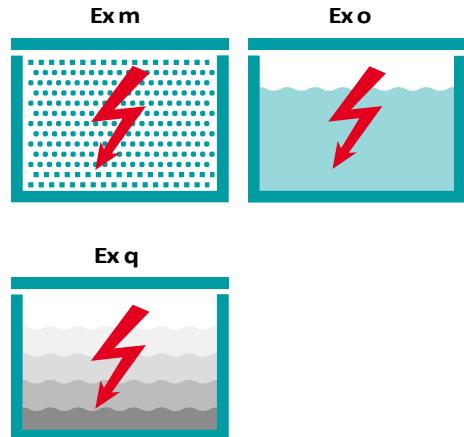
Alteração das entradas de cabos e linhas no tipo de proteção Ex d, por exemplo, removendo a ferrugem com uma escova de aço, não é permitido. Isso pode alterar a folga, destruindo assim o princípio de proteção. As especificações do fabricante devem ser rigorosamente observadas.



4.1.3 Encapsulamento moldado, enchimento com areia ou imersão em óleo Ex m, Ex q, Ex o

O princípio dos tipos de proteção de encapsulamento moldado, enchimento de areia e imersão em óleo é cercar possíveis fontes de ignição em um item de equipamento elétrico com o meio de um composto de moldagem, areia ou óleo. Esse

impede a ignição da atmosfera explosiva. Tensões de 10 ... 11 kV também podem ser usadas nesses tipos de proteção.

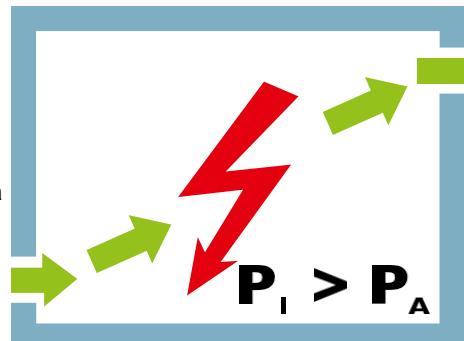


4.1.4 Invólucro pressurizado Ex p

A proteção pressurizada do invólucro descreve os métodos que usam a sobrepressão para evitar que uma atmosfera explosiva entre nos invólucros ou na sala de controle. A pressão ambiente ao redor do invólucro é sempre menor do que a pressão interna. São possíveis três formas de invólucro pressurizado (consulte a tabela). No caso de sobrepressão estática, o invólucro deve ser hermeticamente fechado. Não há perda de pressão. No entanto, são mais comuns os métodos em que a sobrepressão é mantida pela compensação das perdas por vazamento ou pela purga contínua. A sobrepressão geralmente é criada por ar comprimido simples. A proteção Ex p exige uma unidade de monitoramento que desligue de forma confiável o equipamento elétrico dentro do invólucro assim que não houver mais sobrepressão suficiente. A unidade de monitoramento deve ser projetada com um tipo de proteção diferente para que também possa ser operada sem sobrepressão.

Os itens do equipamento podem ser operados internamente sem levar em consideração a proteção contra explosão.

A temperatura da superfície dos itens do equipamento não deve inflamar a atmosfera penetrante potencialmente explosiva após a queda da sobrepressão. Se as condições operacionais determinarem que um dispositivo ou componente dentro da caixa não deve ser desligado, ele deve ser protegido contra explosão com um tipo diferente de proteção.



Possibilidades de compartimento pressurizado

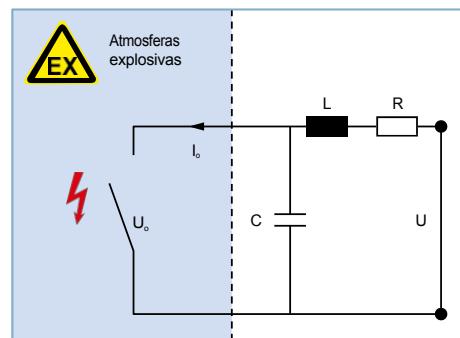
Gabinete pressurizado	Estático	Compensação das perdas por vazamento	Purga contínua
Ar comprimido	Sem correção	Compensação das perdas por vazamento	Correção contínua
Estados operacionais	—	Fase de pré-purga: O compartimento é purgado e qualquer atmosfera explosiva presente é removida do compartimento. Fase de operação: A sobrepressão no compartimento é monitorada. Se ela diminuir, o equipamento elétrico dentro da caixa é desligado.	

4.1.5 Proteção de segurança intrínseca Ex i

A proteção de segurança intrínseca, ao contrário de outros tipos de proteção (como segurança aumentada), refere-se não apenas a itens individuais do equipamento, mas a todo o circuito. Um circuito é descrito como intrinsecamente seguro se a corrente e a tensão forem limitadas a tal ponto que que nenhuma faísca ou efeito térmico possa causar a ignição de uma atmosfera potencialmente explosiva. A tensão é limitada para manter a energia da faísca abaixo da energia de ignição do gás circundante.

O efeito térmico, ou seja, superfícies excessivamente quentes, é evitado pela limitação da corrente. Isso também se aplica aos sensores

conectados aos circuitos intrinsecamente seguros. A energia também pode ser armazenada na forma de capacitâncias ou indutâncias dentro do circuito intrinsecamente seguro. Isso também deve ser levado em consideração ao examinar o circuito intrinsecamente seguro.



4.1.6 Proteção Ex n

O tipo de proteção n pode ser descrito como uma qualidade industrial aprimorada, projetada para operação normal. Uma consideração adicional de erro não é realizada e, portanto, o tipo de proteção n só é adequado para uso na zona 2 ou na zona 22.

Isso só pode ser usado no grupo de dispositivos II (ATEX) ou nos grupos II e III (IECEx).

O fabricante especifica os dados técnicos para a operação normal. No caso do tipo de proteção n, é feita uma distinção entre cinco versões diferentes, que podem ser derivadas

em parte pelos tipos de proteção conhecidos: segurança aumentada, segurança intrínseca, gabinete à prova de chamas, gabinete pressurizado e encapsulamento moldado.

O tipo de proteção n inclui os tipos de proteção nA, nC e nR. Como o tipo de proteção IEC 60079-15:2005 IEC 60079-15:2010 proteção, o nZ foi incluído no nível de proteção pzc no O tipo de proteção IEC 60079-2:2014. nL foi incluído no nível de proteção ic na norma IEC 60079-11:2006. o tipo de proteção nA não é mais

incluído na edição atual da IEC/EN 60079-15:2017. Ela já foi adotado na IEC 60079-7:2015 como nível de segurança "ec".

Subdivisão do tipo de proteção n de acordo com a IEC/EN 60079

Abreviação	Importância	Comparável com ...	Método	Subdivisão dos grupos de acordo com o IECEx
A	Sem faíscas	Ex e	A ocorrência de arcos elétricos, faíscas ou superfícies quentes é minimizada.	A partir da IEC 60079-0:2007, subdividido em IIA, IIB, IIC
C	Equipamento de ignição	Até certo ponto, Ex d e Ex m	Dispositivo de comutação fechado, componentes não inflamáveis, instalações hermeticamente fechadas, seladas ou encapsuladas.	IIA, IIB, IIC e IEC 60079-0:2007
R	Carcaças de respiração restrita	—	A entrada de gases explosivos é limitada.	A partir da IEC 60079-0:2007, subdividido em IIA, IIB, IIC

4.2 Tipos de proteção e suas aplicações

Tipos de proteção para equipamentos elétricos em áreas com perigo de explosões de gás

Tipo de proteção		Princípio de proteção	EN/IEC	Zona	Aplicativo
da d, db dc	Gabinete à prova de fogo	Prevenção da propagação de explosões	EN 60079-1 IEC 60079-1	0 1 2	Dispositivos de comutação, controle e sinalização, controladores, motores, eletrônica de potência
px py pz	Gabinete pressurizado	Exclusão de uma atmosfera explosiva	EN 60079-2 IEC 60079-2	1 2	Gabinetes de controle, motores, equipamentos de medição e dispositivos de análise, computadores
q	Enchimento de areia	Evitar a propagação de faíscas e o aumento da temperatura	EN 60079-5 IEC 60079-5	1 2	Transformadores, relés, capacitores
ob oc	Imersão em óleo	Exclusão de uma atmosfera explosiva	EN 60079-6 IEC 60079-6	1 2	Transformadores, relés, controles de inicialização, dispositivos de comutação
eb ec	Maior segurança	Evitar a propagação de faíscas e o aumento da temperatura	EN 60079-7 IEC 60079-7	1 2	Caixas de derivação e conexão, carcaças, motores, blocos de terminais, dispositivos elétricos
ia ib ic	Segurança intrínseca	Limitação de energia	EN 60079-11 IEC 60079-11	0 1 2	Tecnologia de medição e controle, sensores, atuadores, instrumentação
	Fieldbus intrinsecamente seguro sistemas (FISCO)		EN 60079-25 IEC 60079-25	0 1 2	
nA	Equipamentos que não soltam faíscas	Evita faíscas, comparável a Ex ec	EN 60079-15 IEC 60079-15	2	Equipamentos elétricos para aplicações industriais normais
nC	Equipamento de ignição	Equipamentos selados ou hermeticamente fechados	EN 60079-15 IEC 60079-15	2	Equipamentos elétricos para aplicações industriais normais
nR	Restrição do compartimento de respiração	Proteção fornecida pela moradia	EN 60079-15 IEC 60079-15	2	Equipamentos elétricos para aplicações industriais normais
ma mb mc	Encapsulamento moldado	Exclusão de uma atmosfera explosiva	EN 60079-18 IEC 60079-18	0 1 2	Bobinas de relés e motores, eletrônicos, solenoides válvulas, sistemas de conexão
op	op is - radiação óptica inherentemente segura op pr - radiação óptica protegida op sh - sistemas ópticos com intertravamento	Limitar ou impedir a transmissão de energia da radiação óptica	EN 60079-28 IEC 60079-28	0 ou 1 ou 2 1 ou 2 0 ou 1 ou 2	Dispositivos optoeletrônicos

Equipamentos elétricos em áreas com risco de explosões de poeira

Tipo de proteção		Princípio de proteção	EN/IEC	Zona	Aplicativo
ta tb tc	Proteção fornecida pela moradia	Exclusão de uma atmosfera explosiva	EN 60079-31 IEC 60079-31	20 21 22	Dispositivos de comutação, comando e sinalização, lâmpadas, caixas de derivação e conexão, caixas
pxb pyb pzc	Gabinete pressurizado	Exclusão de uma atmosfera explosiva	EN 60079-2 IEC 60079-2	21 21 22	Gabinetes de controle, motores, dispositivos de medição e análise
ia ib ic	Segurança intrínseca	Limitação de energia	EN 60079-11 IEC 60079-11	20 21 22	Tecnologia de medição e controle, sensores, atuadores, instrumentação
ma mb mc	Encapsulamento moldado	Exclusão de uma atmosfera explosiva	EN 60079-18 IEC 60079-18	20 21 22	Bobinas e relés de motores, eletrônicos e sistemas de conexão

4.3 Proteção de segurança intrínseca

4.3.1 Princípio

O tipo de proteção de segurança intrínseca (Ex i) se estabeleceu mundialmente em o campo da tecnologia de medição e controle em sistemas com áreas potencialmente explosivas.

Os circuitos intrinsecamente seguros geralmente são compostos pelos seguintes elementos:

- Equipamento intrinsecamente seguro, ou seja, uma carga instalada na área Ex, como um transmissor de temperatura Ex i
- equipamento associado, que envolve uma fonte em uma área não-Ex (isolador Ex i)
- Cabo de conexão entre equipamentos intrinsecamente seguros e associados

O princípio de proteção por trás do tipo de proteção Ex bi baseia-se na limitação da energia que é conduzida para a área potencialmente explosiva e é armazenada ali. Isso significa que a energia de qualquer faísca potencial deve ser sempre menor do que a energia mínima de ignição da atmosfera potencialmente explosiva circundante. Ao contrário de todos os outros tipos de proteção, a Ex i não se refere apenas a um único item de equipamento,

mas também para todo o circuito intrinsecamente seguro, de acordo com a norma IEC/EN 60079-11.

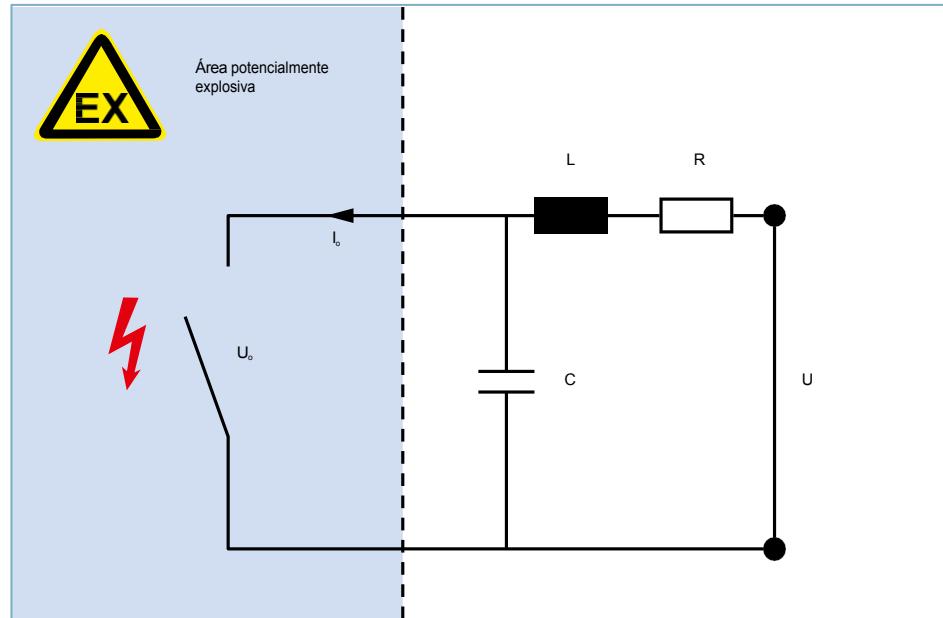


Diagrama básico de circuito intrinsecamente seguro

A tensão é limitada para manter a energia da faísca abaixo da energia de ignição do gás circundante. O efeito térmico, ou seja, superfícies excessivamente quentes, é evitado pela limitação da corrente.

Limitação de tensão e corrente

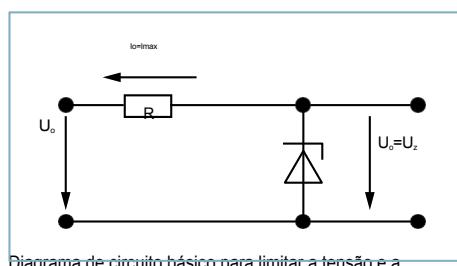


Diagrama de circuito básico para limitar a tensão e a corrente

O diodo Zener torna-se condutor em um nível de tensão definido. Isso limita a tensão U_o na área potencialmente explosiva área. Um resistor conectado em série limita a corrente máxima I_o .

$$I_{o(\max)} = \frac{U(o)}{R}$$

Ao limitar a tensão e a corrente, o seguinte se aplica à potência máxima:

$$P_o = \frac{U_o^2}{4R}$$

Os valores máximos permitidos são determinados pelas curvas de limite de ignição especificadas na norma IEC/EN 60079-11. As curvas de limite de ignição foram determinadas usando um testador de faísca, conforme descrito no Apêndice B da IEC/EN 60079-11.

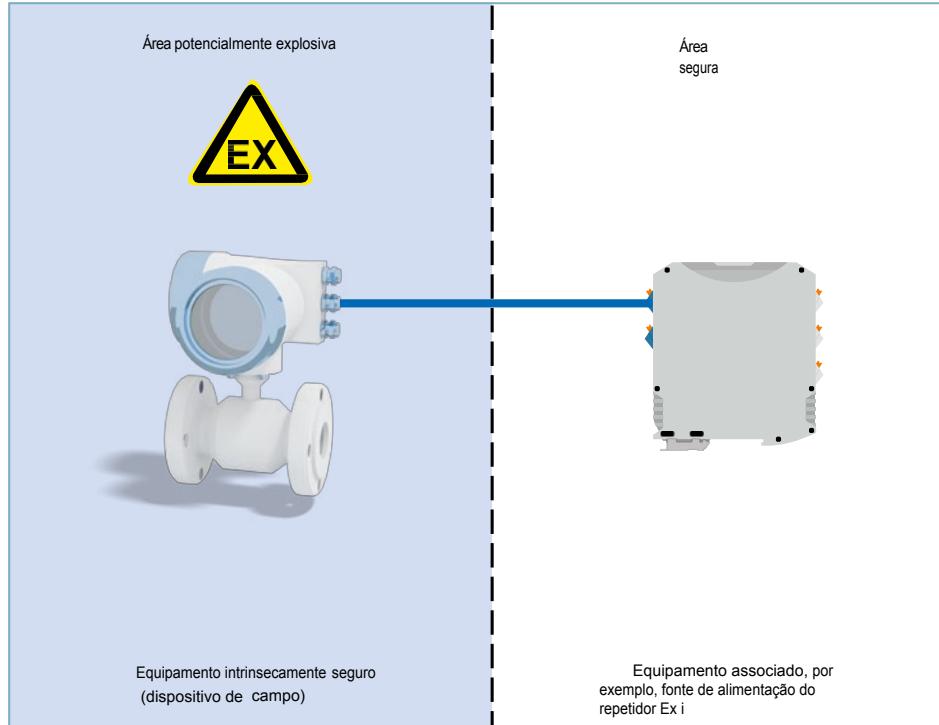
As curvas de limite de ignição contêm especificações para os grupos de gás I e II, bem como para o grupo de poeira III. O Grupo II (gases) é subdividido em IIA, IIB e IIC, dependendo da energia de ignição. O Grupo III (poeiras) é dividido da seguinte forma em IIIA, IIIB e IIIC.

Energias de ignição de gases típicos

Grupo	Gás típico	Energia de ignição/μJ
I		280
IIA	Metano	>180
IIB	Propano	60 ... 180
CII	Etileno	<60
	Hidrogênio	

4.3.2 Circuito intrinsecamente seguro

Um circuito intrinsecamente seguro consiste em pelo menos um item de equipamento intrinsecamente seguro e um item de equipamento associado e cabos de conexão. Os circuitos do equipamento elétrico satisfazem os requisitos de segurança intrínseca. Os equipamentos intrinsecamente seguros só podem ser conectados a circuitos não intrinsecamente seguros por meio de equipamentos associados. O equipamento associado tem tanto os circuitos intrinsecamente seguros quanto os circuitos não intrinsecamente seguros. Os circuitos são isolados usando barreiras Zener ou isoladores elétricos. Equipamento intrinsecamente seguro e as peças intrinsecamente seguras dos equipamentos associados são classificadas de acordo com a norma IEC/EN 60079-11 nos níveis de segurança ia, ib e ic.



Exemplo de um circuito intrinsecamente seguro

4.3.3 Nível de segurança de acordo com a norma IEC/EN 60079-11

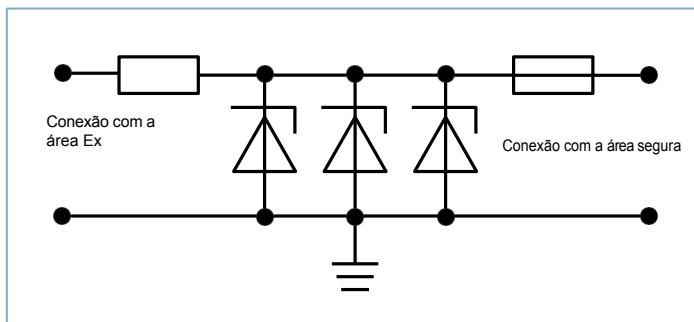
O nível de segurança ia, ib ou ic define se a proteção é mantida com duas falhas ou uma falha no circuito de proteção, ou se nenhuma proteção é fornecida no caso de uma falha. A segurança intrínseca se baseia no monitoramento de falhas para descartar de um risco de explosão. No entanto, isso não fornece nenhuma conclusão quanto à segurança operacional. Isso significa que uma falha funcional total do equipamento pode ser permitida do ponto de vista da proteção contra explosão.

Os equipamentos elétricos podem ser usados até a zona 0, de acordo com o nível de segurança. Os equipamentos associados são instalados na área segura. Somente os circuitos intrinsecamente seguros são roteados para a área potencialmente explosiva, de acordo com o nível de segurança. Os equipamentos associados sempre podem ser projetados com uma tipo de proteção para que seja instalado na zona 2 ou talvez até na zona 1.

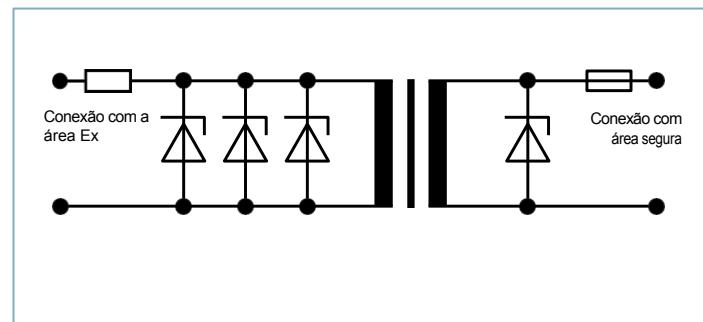
Nível de segurança	Monitoramento de falhas	Zonas permitidas
ia	Em condições normais de operação, não é capaz de causar ignição se ocorrer qualquer combinação de duas falhas.	0, 1, 2
ib	Em condições normais de operação, não é capaz de causar ignição se ocorrer uma falha.	1, 2
ic	Em condições normais de operação, o dispositivo não é capaz de causar ignição.	2

4.3.4 Equipamento associado com ou sem isolamento elétrico

Para circuitos intrinsecamente seguros na zona 0, a norma IEC/EN 60079-14 Seção 12.3 recomenda o uso preferencial do nível de proteção "ia" em conjunto com o isolamento elétrico.



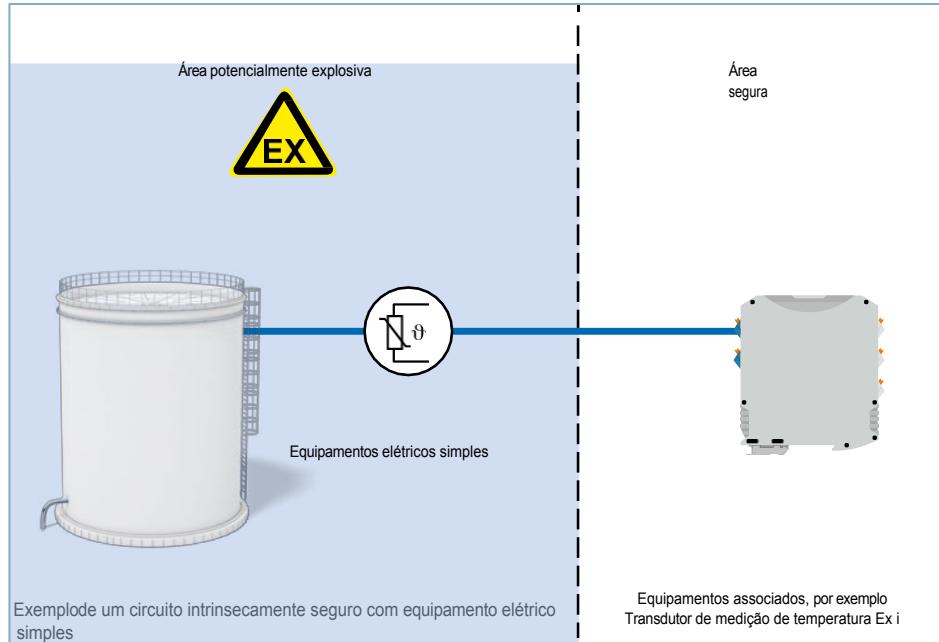
Sem isolamento elétrico: Ex i Barreira Zener



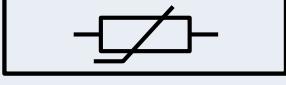
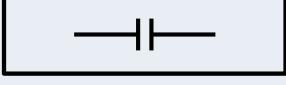
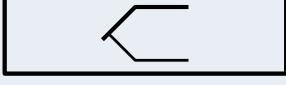
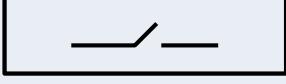
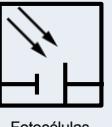
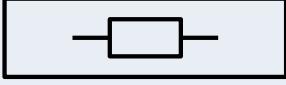
Com isolamento elétrico: Condicionador de sinal Ex i

4.3.5 Equipamentos elétricos simples

Equipamentos elétricos simples não exigem aprovação; no entanto, eles devem ser atribuídos a uma classe de temperatura e estar em conformidade com quaisquer outros requisitos aplicáveis da IEC/EN 60079-11. A temperatura máxima pode ser calculada a partir da potência P_o do equipamento associado e a classe de temperatura pode ser determinada. As características do armazenamento de energia devem ser especificadas com precisão e devem ser levadas em conta ao determinar a segurança geral do sistema.



Visão geral de equipamentos elétricos simples

Componentes passivos	Armazenamento de energia	Fontes de energia*
 Pt 100	 Capacitores	 Termopares
 Interruptores	 Bobinas	 Fotocélulas
 Caixas de distribuição		
 Resistores		
		*Requisito $U \leq 1.5 \text{ V}$ $I \leq 100 \text{ mA}$ $P \leq 25 \text{ mW}$

5 Seleção de dispositivos

A seção a seguir se concentra na proteção contra explosão secundária. Ao selecionar os dispositivos, de acordo com os tipos de proteção, o usuário deve analisar o tipo de perigo e a duração e a frequência do perigo. O tipo de perigo é determinado pelo exame da fonte de ignição com base na temperatura de ignição e na energia de ignição. No caso da duração e da frequência do perigo, é estabelecida a relação entre a classificação da zona e a categoria do equipamento e o nível de proteção do equipamento.

5.1 Requisitos gerais

Classificação de equipamentos por diretriz

A diretriz ATEX exige que os equipamentos sejam classificados em grupos e categorias. O grupo de equipamentos I inclui operações subterrâneas e de superfície na mineração. O grupo de equipamentos II inclui todas as outras áreas, como o setor químico, o processamento de petróleo e gás, poeiras potencialmente explosivas em moinhos e silos, etc. A ordem em que estão organizados é histórica. As categorias de equipamentos 1 a 3 são um parâmetro para avaliar o grau de segurança do equipamento e são usadas para determinar em qual das diferentes zonas de risco da área potencialmente explosiva de gás ele pode ser usado.

Classificação de equipamentos por padrão

Desde 2009, a série de normas IEC/EN 60079 inclui uma classificação adicional de acordo com os grupos de gases (II) e de poeira (III) para uso em superfícies. Entretanto, a designação de grupos de gases de IIA a IIC e de grupos de poeira de IIIA a IIIC não deve ser confundido com os grupos de equipamentos da Diretiva ATEX, porque o As diretrizes da ATEX são diferenciadas apenas por mineração subterrânea (I) e instalações de superfície (II).

Áreas	Grupo de equipamentos de acordo com a Diretiva 2014/34/EU	IEC/EN 60079-0:2018	
Minas suscetíveis a grisu	Grupo I	Grupo I	
Áreas com risco de explosões de gás	Grupo II	Grupo II	IIA IIB IIC
Áreas com perigo de explosões de poeira	Grupo II	Grupo III*	IIIA IIB IIC

5.2 Tipo de perigo - fonte de ignição consideração da fonte

Ao considerar a fonte de ignição, as fontes potenciais de ignição são consideradas de acordo com a energia de ignição e a temperatura da superfície:

Faíscas/energia

A ignição da atmosfera explosiva é evitada se a energia de ignição do equipamento for menor do que a energia mínima de ignição das substâncias ao redor (consulte 5.2.1 Grupos).

Superfícies quentes

A atmosfera explosiva pode ser impedida de entrar em ignição se a temperatura da superfície do equipamento for inferior à temperatura de ignição do gás circundante (consulte 5.2.2 Classes de temperatura).

5.2.1 Grupos para gases e poeiras de acordo com a norma

Os dispositivos para uso em atmosferas potencialmente explosivas do Grupo II (gases) e III (poeira) são divididos em grupos (IIA, IIB, IIC), e IIIA, IIIB, IIIC, que indicam a energia máxima de ignição do dispositivo.

Um dispositivo só pode ser usado se a energia máxima de ignição do dispositivo for inferior à energia mínima de ignição da substância (gás ou mistura de poeira). Um dispositivo com marcação IIC pode ser usado para todos os gases e um dispositivo com marcação IIIC pode ser usado para todas as poeiras.

Os gases são mais explosivos do que as poeiras: por exemplo, os dispositivos com IIB são adequados para IIIC.

A divisão no grupo II de acordo com A, B, C é particularmente

importante para os tipos de proteção, invólucro à prova de chamas (Ex d) e segurança intrínseca (Ex i). No caso do invólucro à prova de chamas, ele se baseia na largura da fenda limite (MWG) determinada experimentalmente, que reduz a transmissão da energia de uma explosão interna para a atmosfera explosiva que circunda o invólucro, de modo que ela fique abaixo da energia mínima de ignição do material. Para a segurança intrínseca, a taxa mínima de corrente de ignição é decisiva, o que resulta em na energia máxima de ignição do circuito Ex i e que deve estar abaixo da energia mínima de ignição dos respectivos gases.

A tabela a seguir apresenta uma visão geral dos grupos, a energia de ignição necessária e a periculosidade resultante das substâncias, além de exemplos típicos de materiais.

Grupo	Energia de ignição necessária	Perigo causado por substâncias	Exemplos de substâncias
IIA	+++	+	Acetona, etano, amônia, monóxido de carbono. Propano, butano, gasolina, combustível diesel, acetaldeído
IIB	++	++	Metano, etileno, éter etílico, álcool etílico, sulfeto de hidrogênio
CII	+	+++	Hidrogênio, acetileno, dissulfeto de carbono
IIIA	+++	+	Folhas combustíveis, por exemplo, fibras de algodão
IIIB	++	++	Poeira não condutora, por exemplo, farinha, madeira
IIIC	+	+++	Poeira condutora, por exemplo, poeira de alumínio

5.2.2 Classes/límites de temperatura para gases e poeiras por padrão

Temperaturas para o grupo I (minas de carvão/mina suscetível ao clima)

A temperatura máxima permitida na superfície do equipamento depende do tipo de depósito de pó de carvão.

Grupo I	Temperatura	Condições
Minas suscetíveis a grisu	150°C	Com depósitos de pó de carvão no equipamento
	450°C	Sem depósitos de pó de carvão no equipamento

Classes de temperatura para o grupo II (gases)

A atmosfera explosiva pode ser impedida de entrar em ignição se a temperatura da superfície do equipamento for inferior à temperatura de ignição do gás circundante. A temperatura da superfície é válida para todas as partes de um item elétrico

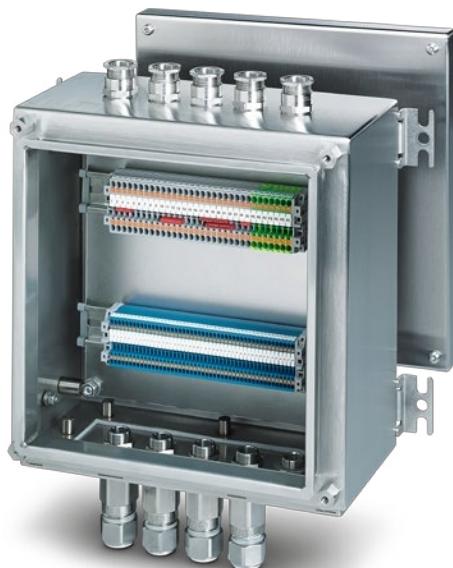
equipamentos que podem entrar em contato com o material explosivo. A maioria dos gases pode ser atribuída às classes de temperatura T1 a T3.

Classes de temperatura do grupo II de acordo com IEC/EN 60079 e NEC 500

Classes de temperatura de acordo com a norma IEC/EN 60079	Classes de temperatura de acordo com UL 913/ ISA 12.12.01 ou NEC 500	Temperatura máxima da superfície do equipamento em °C	Faixa de temperatura de ignição do gás em °C	Exemplos
T1	T1	>300 ... ≤450	>450	Monóxido de carbono, metano, hidrogênio
T2	T2	>200 ... ≤300	> 300 ... ≤450	Acetileno, butano, etileno
	T2A	>260 ... ≤280		
	T2B	>230 ... ≤260		
	T2C	>215 ... ≤230		
	T2D	>200 ... ≤215		
	T3	>135 ... ≤200	>200 ... ≤300	Gasolina, sulfeto de hidrogênio, ciclohexano
T3	T3A	>165 ... ≤180		
	T3B	>160 ... ≤165		
	T3C	>135 ... ≤160		
T4	T4	>100 ... ≤135	>135 ... ≤200	Acetaldeído, éter dietílico (nenhuma outra substância)
	T4C	>100 ... ≤120		
T5	T5	>85 ... ≤100	>100 ... ≤135	Nenhuma substância
T6	T6	≤85	>85 ... ≤100	Dissulfeto de carbono

Exemplo

O plano é equipar um invólucro com grau de proteção IP54 (Ex eb IIC Gb) com blocos de terminais aprovados e, em seguida, cumprir a classe de temperatura T6 em uma área potencialmente explosiva de gás. Como o gás pode penetrar na carcaça, a temperatura máxima permitida para T6 não deve ser excedida nem na parte externa da carcaça nem na parte interna dos terminais.



Caixa de terminais para uma área de zona 1 com perigo de explosões de gás

Limites de temperatura para

poeira

Para áreas com perigo de explosões de poeira, a temperatura máxima da superfície não é especificada em classes de temperatura, mas como um limite de temperatura com um valor de temperatura especificado (°C). A temperatura máxima da superfície do equipamento não deve exceder a temperatura de ignição de uma camada de poeira ou de uma nuvem de poeira combustível.

Isso se deve ao fato de que:

$$T_{Amax} = \frac{2}{3} T_{\text{Sparkling}}$$

$$T_{Amax} = \frac{2}{3} T_{\text{Glomerate}} - 75^\circ\text{C}$$
 (camada de poeira de até 5 mm)

T_{Amax} = A temperatura máxima da superfície do equipamento

$T_{\text{Sparkling}}$ = Temperatura de ignição da camada de poeira

$T_{\text{Glomerate}}$ = Temperatura de incandescência da camada de poeira

A temperatura máxima da superfície do equipamento é a menor das duas temperaturas T_{Amax} . Mais informações podem ser encontradas na norma IEC/EN 60079-14, por exemplo.

5.3 Duração e frequência do perigo

Esta seção aborda a relação entre a classificação da zona, bem como a categoria do equipamento e o nível de proteção do equipamento:

Classificação de zonas

As áreas explosivas de gás e poeira são divididas em três zonas Ex. Elas diferem quanto à duração e à frequência do perigo. A classificação das zonas já foi descrita em detalhes na Seção três.

Categoria do equipamento e nível de proteção do equipamento

A categoria do equipamento ou o nível de proteção do equipamento indica a segurança do dispositivo com relação à proteção contra explosão.

5.3.1 Relação entre zonas e categorias de equipamentos/nível de proteção do equipamento

As categorias de equipamentos e os níveis de proteção de equipamentos descrevem os nível de segurança e o nível de proteção dos dispositivos. Quais dispositivos são adequados para cada zona são mostrados em Diretiva ATEX 2014/34/EU por meio da categoria do equipamento (categorias 1, 2, 3). Na norma IEC/EN 60079-0, a aplicabilidade dos dispositivos para as respectivas zonas é descrita por meio de

nível de proteção do equipamento (EPL: a, b, c). Tanto para a marcação da categoria do equipamento quanto para o nível de proteção do equipamento, o G significa "gás" e o D significa "poeira". Por exemplo, em aplicações de gás, um dispositivo marcado como 1G e Ga, ou seja, com um nível muito alto de segurança e proteção, é adequado para a zona mais perigosa 0 e, portanto, também para todas as outras zonas de gás. Estruturalmente, esse dispositivo foi projetado para ainda

ser seguro no caso de duas falhas independentes.

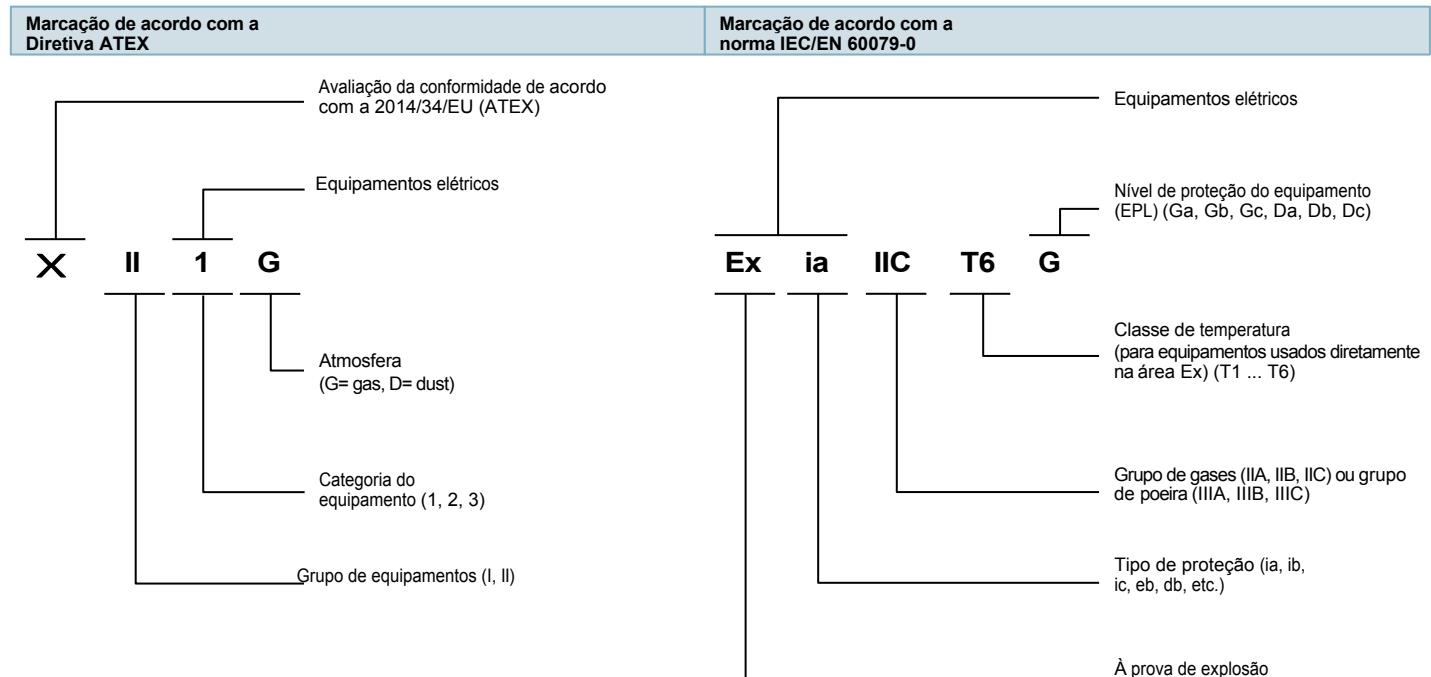
Classificação de zonas Diretiva 1999/92/CE	Nível de segurança ou nível de proteção	Categoria do equipamento Diretiva ATEX 2014/34/EU	Nível de proteção do equipamento (EPL) Norma IEC/EN 60079-0
Zonas de gás			
Zona 0	Muito alto - o dispositivo ainda é seguro no caso de duas falhas independentes	1G	Ga
Zona 1	Alto - no caso de um erro independente, o dispositivo ainda está seguro	2G	Gb
Zona 2	Normal - não à prova de falhas	3G	Gc
Zonas de poeira			
Zona 20	Muito alto - o dispositivo ainda é seguro no caso de duas falhas independentes	1D	Da
Zona 21	Alto - no caso de um erro independente, o dispositivo ainda está seguro	2D	Db
Zona 22	Normal - não à prova de falhas	3D	Dc

6 Marcação de produtos Ex

De acordo com a Diretiva ATEX 2014/34/EU e a norma IEC/EN 60079-0, o equipamento deve ser etiquetado para áreas potencialmente explosivas. Os dispositivos para proteção contra explosão na UE devem ser etiquetados de acordo com a ATEX e a norma.

6.1 Marcação de equipamentos intrinsecamente seguros (dispositivo de campo Ex i)

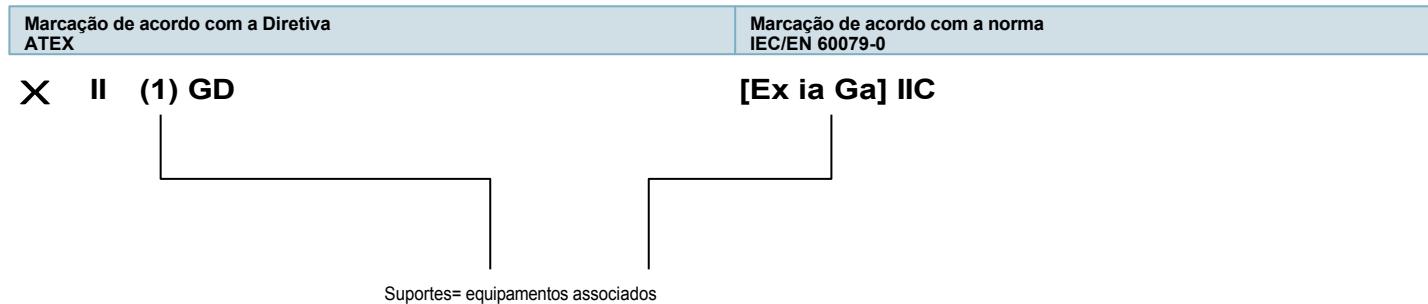
De acordo com a norma IEC/EN 60079-11, um equipamento intrinsecamente seguro é um dispositivo elétrico no qual todos os circuitos são intrinsecamente seguros. Ele é instalado em uma área potencialmente explosiva.



6.2 Marcação associada do equipamento (ex.: condicionadores de sinal)

O equipamento associado de acordo com a IEC/EN 60079-11 é um dispositivo elétrico que contém circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros. Ele é projetado de forma que os circuitos não intrinsecamente seguros não possam influenciar os intrinsecamente seguros. Os

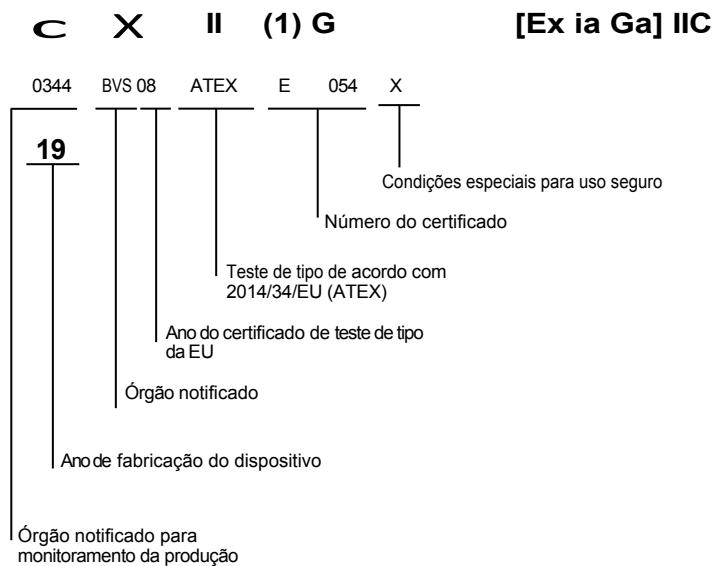
Portanto, os isoladores Ex i são particularmente importantes, pois são absolutamente necessários em todos os circuitos Ex i MCR. O equipamento associado é instalado fora da área Ex e, portanto, não requer nenhuma informação sobre a temperatura da superfície.



"1" e "Ex ia" entre parênteses significam que o equipamento intrinsecamente seguro conectado pode ser instalado até a zona 0.

6.3 Outras marcações a serem exibidas

Além da marcação, conforme mostrado nas Seções 6.1. e 6.2., a empresa deve ser marcada de acordo com a diretiva ATEX, que é o órgão notificado para o monitoramento da produção, o ano em que o dispositivo elétrico é fabricado e a conformidade com outras diretrizes, como a CE.



6.4 Relação entre categorias de equipamentos, EPL e zonas

O nível de proteção do equipamento (EPL) foi introduzido na norma IEC/EN 60079-0:2007 e especifica o nível de proteção do equipamento do dispositivo ou componente. O nível de proteção do equipamento

deve ser visto da mesma forma que as categorias de equipamentos usadas na Diretiva ATEX. A nova norma agora oferece uma maneira de atribuir dispositivos a zonas que é mais simples do que

marcando-os de acordo com seu tipo de proteção.

	Categoria do equipamento de acordo com a Diretiva ATEX 2014/34/EU	Nível de proteção do equipamento (EPL)	Zona	Tipo de perigo
Gás	1G	Ga	0	Contínuo, longos períodos, frequente
	2G	Gb	1	Ocasionalmente
	3G	Gc	2	Normalmente não está presente, apenas em períodos curtos
Poeira	1D	Da	20	Contínuo, longos períodos, frequente
	2D	Db	21	Ocasionalmente
	3D	Dc	22	Normalmente não está presente, apenas em períodos curtos
Mineração	M1	Ma		Contínuo, longos períodos, frequente
	M2	Mb		Ocasionalmente

6.5 Identificação na União Europeia - diretrizes ATEX

Na Europa, a marcação de equipamentos, componentes e sistemas de proteção é baseada na marcação especificada em diretrizes e normas.

Exemplos de marcação de acordo com a Diretiva ATEX 2014/34/EU e EN 60079-0 para atmosferas de gás

Atmosfera de gás	Número do certificado de teste de tipo da UE U: componente X: condições operacionais especiais	Marcação ...			
		... de acordo com a ATEX	... de acordo com a norma EN 60079-0:2006	... de acordo com a norma EN 60079-0:2009	
Equipamentos elétricos	IBExU 09 ATEX 1030			Ex-nA II T4	Ex-nA IIC T4 Gc
Equipamentos associados	BVS 08 ATEX E 094 X			[Ex ia] IIC	[Ex ia Ga] IIC
Componente	KEMA 07 ATEX 0193 U	0344		Ex e II	Ex e IIC Gb

Exemplos de marcação de acordo com a Diretiva ATEX 2014/34/EU e EN 60079-0 para atmosferas com poeira

Atmosfera de poeira	Número do certificado de teste de tipo da UE X: condições especiais de operação	Marcação ...			
		... de acordo com a ATEX	... de acordo com a norma EN 61241:2006	... de acordo com a norma EN 60079-0:2009	
Equipamentos elétricos	PTB 00 ATEX 0000 X			Ex tD A21 IP65 T80°C	Ex tb IIIC T80°C Db
Equipamentos associados	TÜV 00 ATEX 0000			[Ex iaD]	[Ex ia Da] IIIC

6.6 Marcação mundial - IECEx

Com o sistema IECEx, a marcação é puramente derivada dos requisitos das normas IEC.

Exemplos de etiquetagem com o número do certificado IECEx e de acordo com a IEC 60079-0

Atmosfera de gás	Número do Certificado de Conformidade IECEx U: componente X: condições especiais de instalação	Marcação ...	
		... de acordo com a norma IEC 60079-0:2004	... de acordo com a norma IEC 60079-0:2007
Equipamentos elétricos	IECEx IBE 09.0002X	Ex-nA II T4	Ex-nA IIC T4 Gc
Equipamentos associados	IECEx BVS 08.035X	[Ex ia] IIC	[Ex ia Ga] IIC
Componente	IECEx KEM 07.0057U	Ex e II	Ex e IIC Gb

Exemplos de etiquetagem com o número do certificado IECEx e de acordo com a IEC 60079-0

Atmosfera de poeira	Número do Certificado de Conformidade IECEx U: componente X: condições especiais de instalação	Marcação ...	
		... de acordo com o padrão antigo IEC 61241-0:2005	... de acordo com a norma IEC 60079-0:2007
Equipamentos elétricos	IECEx IBE 00.0000X	Ex tD A21 IP65 T80°C	Ex t IIIC T80°C Db
Equipamentos associados	IECEx BVS 00.0000X	[Ex iaD]	[Ex ia Da] IIIC

6.7 Identificação na América do Norte - NEC e CEC

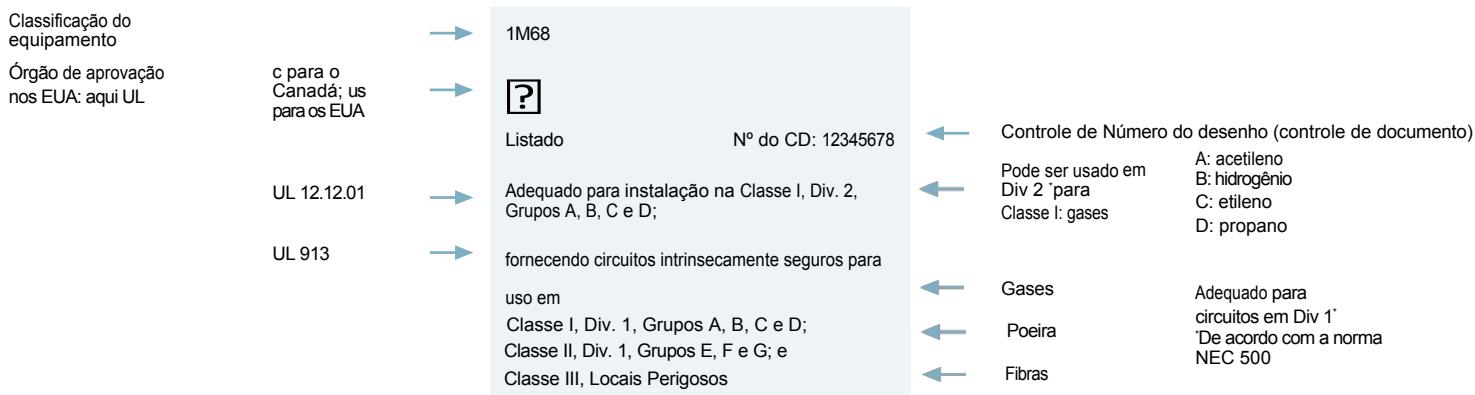
Na América do Norte, a aprovação pode ser obtida para equipamentos intrinsecamente seguros associados (Associated Apparatus) de acordo com o conceito de divisão (NEC 500/ UL 12.12.01 em conjunto com UL 913) ou com o conceito de zona

(NEC 505 e NEC 506/UL 60079-0 e seguintes).

Como a marcação da série UL 60079 corresponde à série IEC 60079

Devido à extensa harmonização, apenas o exemplo de uma marcação de acordo com o conceito de divisão é mostrado aqui.

Exemplos de etiquetagem com o número do certificado IECEx e de acordo com a IEC 60079-0



7

Instalação de sistemas em áreas potencialmente explosivas

Se os sistemas forem instalados em áreas potencialmente explosivas, um grande número de medidas de precaução deverá ser tomado. O operador é responsável pela operação segura do sistema e pela segurança da equipe. Além disso, ele deve garantir que os requisitos mínimos da Diretriz do Operador sejam aplicados.

7.1 Padrões e diretrizes

A Diretiva 1999/92/EC sobre os "requisitos mínimos para melhorar a segurança e a proteção da saúde dos trabalhadores potencialmente expostos a riscos de atmosferas explosivas" está relacionada à operação de sistemas potencialmente explosivos e, portanto, é direcionado aos operadores. De acordo com a Diretiva 1999/92/EC, eles devem avaliar, entre outras coisas, o risco de explosão da planta (análise de risco), garantir as regulamentações mínimas, dividir os

em zonas de risco e criar um documento de proteção contra explosão.

Os requisitos a serem observados são descritos e aprofundados nas normas IEC/EN 60079-10 e IEC/EN 60079-14 normas. Na IEC/EN 60079-10, você encontra mais detalhes sobre a classificação de zonas e na IEC/EN 60079-14 você encontra detalhes sobre a configuração, seleção e instalação de sistemas elétricos: por exemplo, requisitos sobre cabos e linhas

detalhes sobre o tipo de proteção - especificações de instalação relacionadas e medidas de proteção contra raios.

7.2 Análise de risco

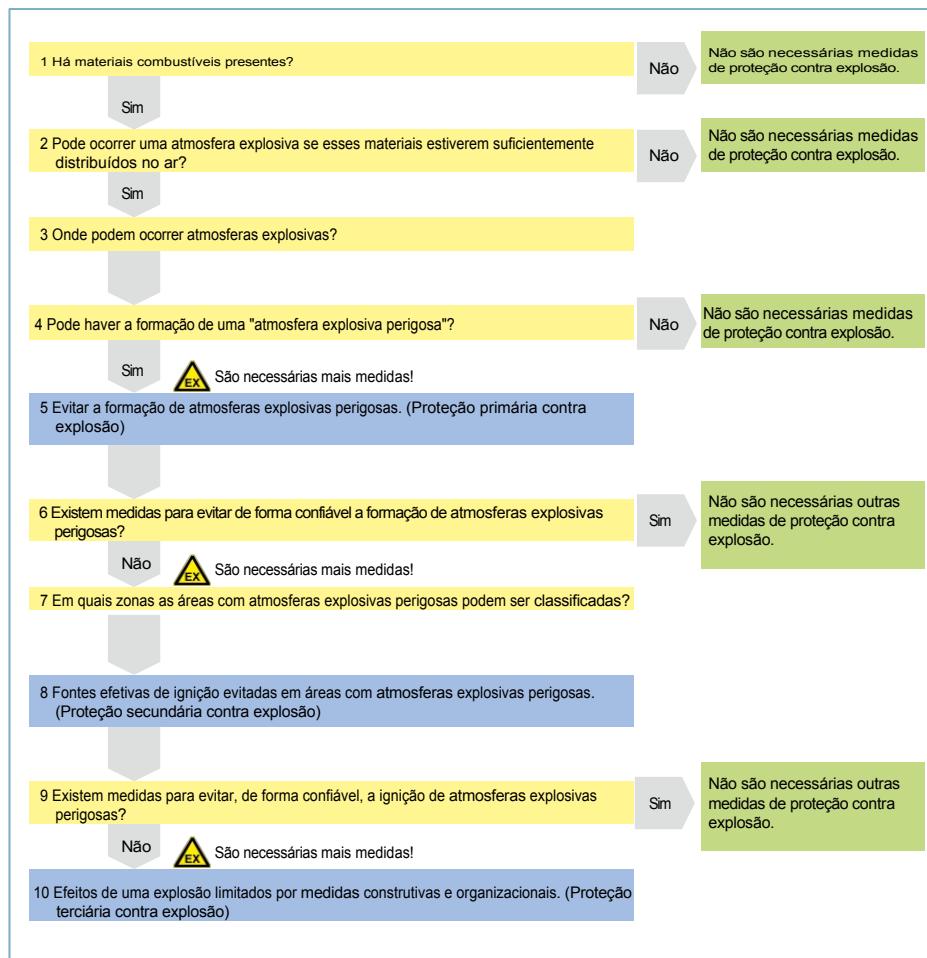
O operador de um sistema deve realizar uma avaliação detalhada. Isso se baseia nas normas IEC/EN 60079-10, IEC/EN 60079-14 e EN 11271, para exemplo.

As zonas são determinadas e os itens de equipamento permitidos são selecionados com base nessa avaliação. Cada sistema deve ser examinado com relação às suas características específicas. Os possíveis riscos associados à ocorrência de uma explosão apesar dessas medidas devem ser examinados com antecedência: por exemplo, podem ocorrer reações em cadeia, qual é a

qual a extensão dos danos aos edifícios e qual o efeito da explosão em outras partes do sistema? É possível que efeitos recíprocos, que nunca poderiam ocorrer em um sistema individual, ocorram em sistemas vizinhos. A avaliação de risco geralmente é realizada por uma equipe que analisa todos os aspectos relevantes do sistema. Em caso de dúvida, recomendamos consultar outros especialistas. A avaliação de riscos é a base para todas as outras medidas até o ponto de operação do sistema. Essas avaliações

deve ser registrado no documento de proteção contra explosão. O guia mencionado no artigo 11 da Diretiva 1999/92/EC contém o seguinte procedimento metódico (derivado de fluxograma):

Fluxograma de avaliação para identificação e prevenção de riscos de explosão:



7.3 Documento de proteção contra explosão

A documentação é fundamental para a operação segura do sistema dentro da área potencialmente explosiva. Ela é criada antes da instalação e deve sempre

ser mantido atualizado. Se forem feitas alterações no sistema, todas as variáveis de influência descritas devem ser levadas em consideração.

Exemplo de estrutura da documentação

Pessoa responsável pelo objeto	Identificado pelo nome
Descrição das características estruturais e geográficas	Plano do local e do edifício, ventilação e suprimento de ar
Descrição dos procedimentos	Descrição do sistema do ponto de vista da proteção contra explosão
Dados de materiais	Lista de dados com características relevantes para uma explosão
Avaliação de riscos	Veja o guia acima
Conceitos de proteção	Classificação de zonas, tipos de proteção aplicados
Medidas organizacionais	Treinamento, instruções por escrito, liberação para o trabalho

8

Projeto e instalação de circuitos intrinsecamente seguros

Para garantir que o circuito intrinsecamente seguro seja realmente seguro, o usuário ou operador deve executar e implementar as medidas descritas nesta seção: desde a avaliação da adequação do equipamento em relação ao nível de proteção necessário e aos grupos de materiais disponíveis até a comprovação da segurança intrínseca, passando pela instalação.

8.1 Projetando circuitos intrinsecamente seguros

O operador determina a zona, o grupo e a classe de temperatura para o dispositivo de campo, com base na análise de risco realizada. Ao selecionar os dispositivos adequados, verifique primeiro se os dispositivos foram aprovados para a

aplicação pretendida. Isso pode ser feito, por exemplo, marcando o equipamento de acordo com a tabela "Verificação da adequação do dispositivo usando a marcação":

Equipamento intrinsecamente seguro (dispositivo de campo)	Avaliação da marcação Ex	Equipamentos associados
Ex II 1 G Ex ia IIB T6 Ga	A categoria do dispositivo e o nível de proteção do dispositivo (EPL) do equipamento intrinsecamente seguro (dispositivo de campo) correspondem à zona especificada.	
Ex II 1 G Ex ia IIB T6 Ga	O tipo de proteção é permitido na zona especificada.	
Ex II 1 G Ex ia IIB T6 Ga	O dispositivo é aprovado para uso na atmosfera de gás predominante.	
	Dessa forma, o equipamento correspondente é marcado com colchetes e sem especificação da classe/límites de temperatura.	Ex II (1) G [Ex ia Ga] IIC
Ex II 1 G Ex ia IIB T6 Ga	A categoria do dispositivo e o nível de proteção do dispositivo (EPL) do equipamento associado correspondem, no mínimo, à categoria do dispositivo e ao nível de proteção do dispositivo (EPL) do dispositivo de campo.	Ex II (1) G [Ex ia Ga] IIC
Ex II 1 G Ex ia IIB T6 Ga	O tipo de proteção do equipamento associado corresponde ao do equipamento intrinsecamente seguro (dispositivo de campo).	Ex II (1) G [Ex ia Ga] IIC
Ex II 1 G Ex ia IIB T6 Ga	O equipamento associado é aprovado para o mesmo grupo ou para um grupo de ordem superior.	Ex II (1) G [Ex ia Ga] IIC

8.2 Prova de segurança intrínseca

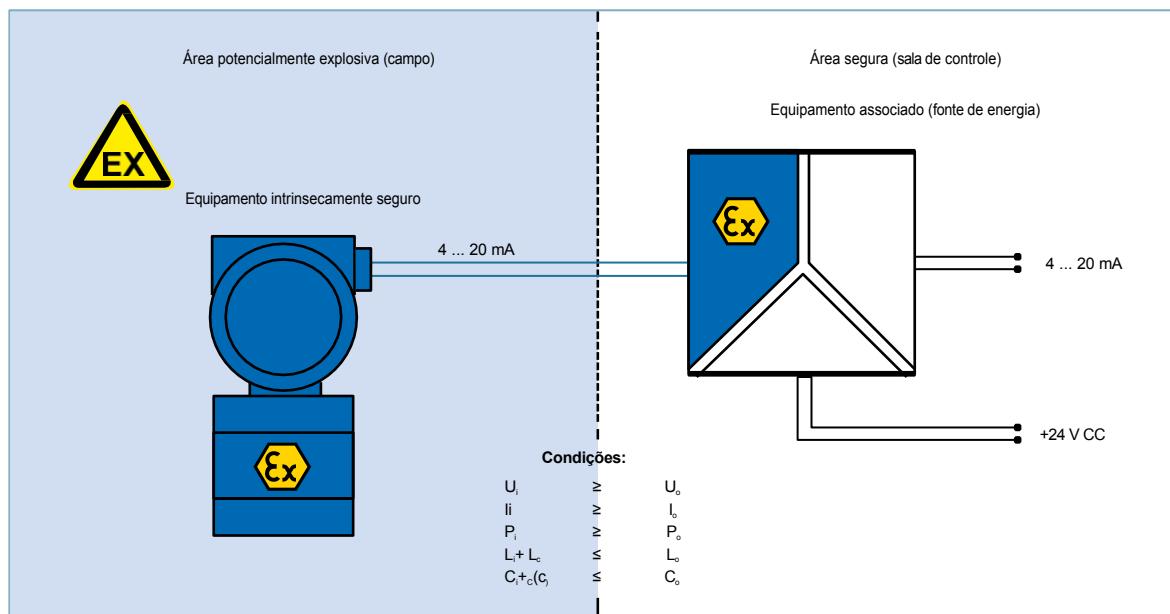
O circuito intrinsecamente seguro geralmente consiste no equipamento intrinsecamente seguro, no equipamento associado e nos cabos de conexão. Para garantir que a combinação de dispositivos selecionada pelo operador seja de fato intrinsecamente segura, é necessário comprovar a segurança intrínseca realizada para o circuito correspondente.

O instalador ou operador é responsável por fornecer a prova de segurança intrínseca, não o fabricante. Esse comprovante deve ser implementado de acordo com a norma IEC/EN 60079-14 e, se necessário, outras normas nacionais e regulamentos de instalação.

8.2.1 Circuitos intrinsecamente seguros com uma fonte de corrente

De modo geral, os circuitos intrinsecamente seguros têm apenas uma fonte de energia ou um item de equipamento associado. Na primeira etapa, os critérios são verificados de acordo com a tabela "Verificação da adequação do dispositivo usando a marcação", na Seção 8.1. Para ajudar no planejamento e na instalação, é aconselhável manter as instruções de operação para

o equipamento que está sendo usado. Os parâmetros necessários, ou seja, os dados de segurança para verificar a segurança intrínseca, são obtidos a partir deles. A próxima etapa é verificar os dados relacionados à segurança do circuito intrinsecamente seguro (tensão, corrente, potência, capacidade e indutância) de acordo com a figura abaixo.



Para demonstrar segurança intrínseca, as cinco condições especificadas na figura "Critérios para atender à segurança intrínseca" devem ser atendidas.

Parâmetros relacionados à segurança e suas abreviações

Designações comuns	Europa	EUA/Canadá
Para equipamentos intrinsecamente seguros (dispositivo de campo):		
Tensão máxima de entrada	U_i	V_{max} / U_i
Potência máxima de entrada	I_i	I_{max}
Capacidade interna máxima (ou capacidade concentrada no circuito intrinsecamente seguro)	C_i	C_i
Indutância interna máxima (ou indutância concentrada no circuito intrinsecamente seguro)	L_i	L_i
Para equipamentos associados:		
Tensão máxima de saída	U_o	V_{oc}
Potência máxima de saída	I_o	I_{sc}
Capacitância externa máxima (conectável)	C_o	C_a
Indutância externa máxima (conectável)	L_o	L_{ex}
Para cabo/linha:		
Capacidade do cabo/linha	C_c	C_{cabo}
Indutância do cabo/linha	L_c	L_{cabo}

No circuito intrinsecamente seguro, todas as capacitâncias e indutâncias devem ser levadas em conta e comparadas com a capacidade C_o e a indutância L_o do equipamento associado. Na prática, é particularmente importante observar a capacidade, pois ela pode restringir a

comprimento de cabos ou linhas substancialmente. Como orientação, a capacidade C_c pode ser considerada de aproximadamente 140 ... 200 nF/km e a indutância L_c de aproximadamente 0,8... 1 mH/km. Em caso de dúvida, sempre assuma o pior caso.

Verificação da segurança intrínseca para circuitos simples intrinsecamente seguros

A verificação de um circuito intrinsecamente seguro com as curvas características lineares descritas acima é permitida se houver um circuito intrinsecamente seguro simples disponível.

Não há capacidades concentradas externas (C_i) nem indutâncias concentradas externas (L_i) presentes. Os valores certificados para C_o e L_o podem ser totalmente utilizados.

Verificação da segurança intrínseca para circuitos mistos intrinsecamente seguros

Um circuito misto intrinsecamente seguro existe quando capacitâncias concentradas externas (C_i) e/ou indutâncias concentradas externas (L_i) estão presentes.

A verificação de segurança intrínseca descrita acima também é permitida se um circuito misto intrinsecamente seguro estiver presente e a seguinte condição for atendida: valor total de $L_i < 1\%$ de L_o ou valor total de $C_i < 1\%$ de C_o .

Os valores certificados para C_o e L_o também podem ser totalmente utilizados nesse caso.

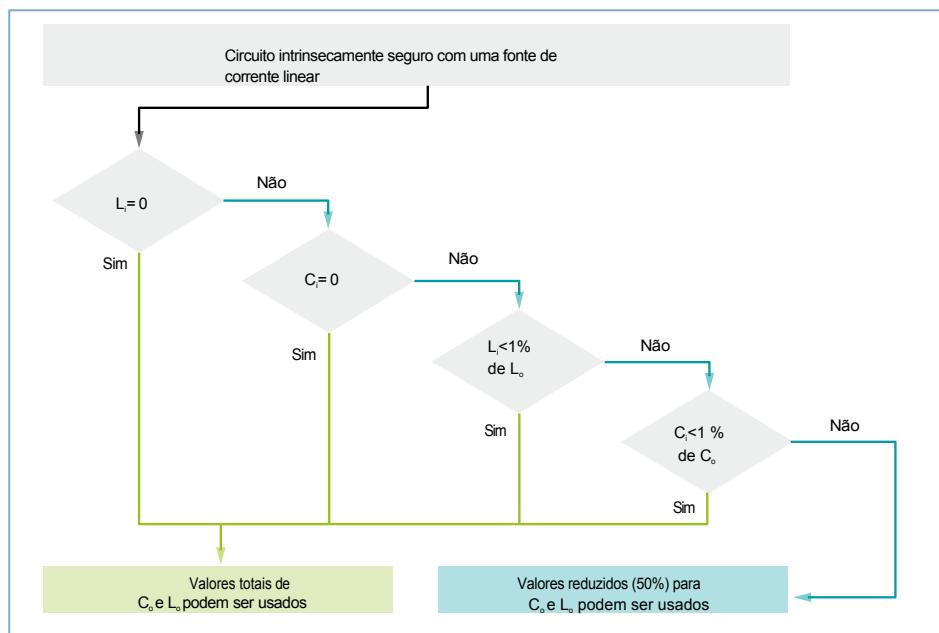
No entanto, se tivermos um circuito misto intrinsecamente seguro com a condição que $L_i \geq 1\% \text{ de } L_o$ e $C_i \geq 1\%$ de C_o , então somente 50% dos valores certificados para C_o e L_o podem ser utilizados ("regra dos 50%"). Portanto, aplica-se o seguinte:

$$C_i + C_C \leq 0,5 C_o$$

$$L_i + L_C \leq 0,5 L_o$$

Para melhor compreensão, a avaliação da aplicação da regra de 50% é mostrada em um gráfico na figura a seguir:

Se a regra de 50% for aplicada, os pares de valores certificados para C também podem ser usados para os equipamentos associados C_o e L_o são disponibilizados. Esse é o caso da série de isoladores Ex i



Representação gráfica para a avaliação da aplicação da regra de 50% de acordo com a IEC/EN 60079-11

MACX Analog ou MINI Analog, por exemplo. Isso significa que é possível obter comprimentos de cabo maiores em comparação com a regra de 50%. Esses pares de valores podem ser encontrados nas instruções de operação, na folha de dados ou no certificado de teste de tipo da EU para o equipamento correspondente.

8.2.2 Circuitos intrinsecamente seguros com mais de uma fonte de corrente

Em alguns outros casos, há mais de uma fonte de corrente ou mais de um equipamento correspondente em um circuito intrinsecamente seguro. Nesses casos, a comprovação da segurança intrínseca, deve ser demonstrada por meio de cálculos teóricos ou testes com um testador de faíscas o "spark tester" (de acordo com a norma IEC/EN 60079-11). A presença ou não um acréscimo de corrente deve ser levado em consideração. Portanto, para esses casos, recomenda-se, portanto, que a avaliação seja feita por um especialista.

Exemplos de interconexão de vários circuitos intrinsecamente seguros com curvas características de corrente e tensão lineares estão listados no Apêndice A e no Apêndice B da IEC/EN 60079-14:2013. Quando itens de equipamentos associados com curvas características não lineares são interconectados, a avaliação baseada na tensão sem carga e na corrente de curto-circuito não produz resultados. Entretanto, os cálculos podem ser realizados com base no relatório PTB-ThEx-10, "Interconexões de circuitos não linear e linear

intrinsecamente seguros". Isso foi incorporado à IEC/EN 60079-25 (sistemas intrinsecamente seguros). Aqui, os métodos gráficos são usados para avaliar a segurança intrínseca até a zona 1.

8.3 Exemplos de comprovação de segurança intrínseca

A seguir, exemplos de projetos de circuitos intrinsecamente seguros baseados em aplicações típicas, como entrada e saída analógicas, entrada e saída digitais e medições de temperatura. Se as cinco condições da figura a seguir forem atendidas, será comprovado que a combinação considerada do equipamento intrinsecamente seguro, o equipamento associado e os cabos de conexão são intrinsecamente seguros.

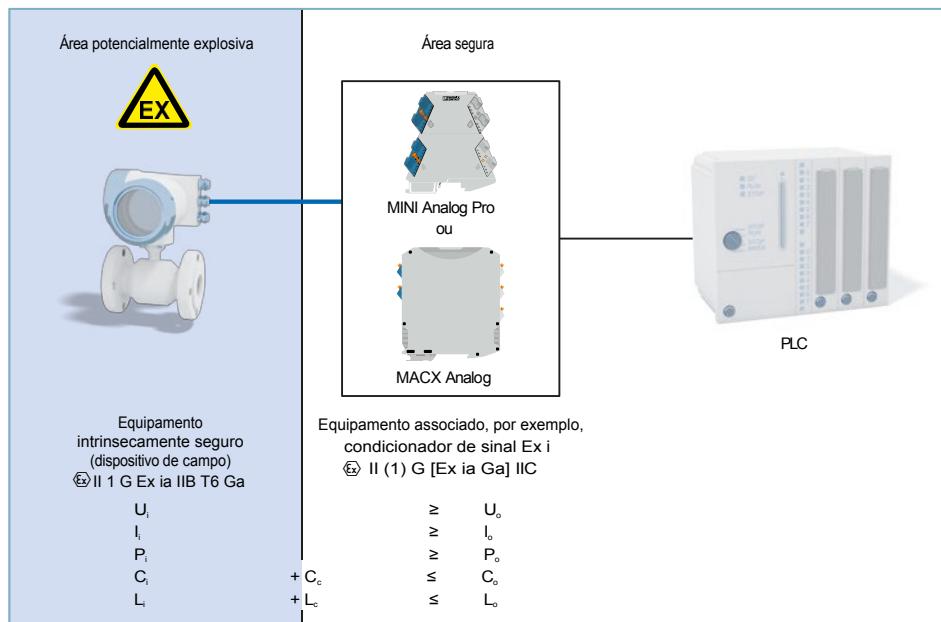
Para comprovação da segurança intrínseca, as capacidades e indutâncias dos cabos podem ser encontradas nas folhas de dados dos cabos.

Alternativamente, as seguintes especificações de pior caso podem ser assumidas de acordo com a norma IEC/EN 60079-14 para capacitâncias de cabos e capacidades de cabos:

Capacitância do cabo: 200 nF/km

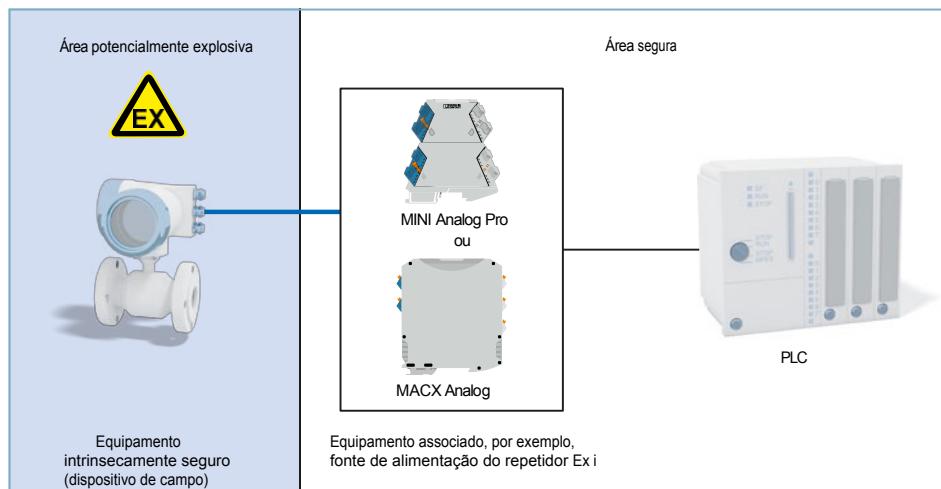
Indutâncias do cabo: 1 mH/km

Os parâmetros especificados pelos fabricantes de cabos geralmente são mais baixos.



8.3.1 Entrada analógica

Caso 1: Fonte de alimentação do repetidor Ex i O dispositivo transmite sinais analógicos de 4 ... 20 mA de um transdutor de medição passivo da área Ex para um controlador e fornece energia ao transdutor de medição.



Comparação dos dados de segurança

Equipamento intrinsecamente seguro: Transmissor de pressão		Cabos / linhas ¹⁾ Comprimento = 500m		Equipamento associado: Fonte de alimentação do Repetidor Ex i MACX MCR-EX-RPSSI-I			Condições atendidas?
U _i	30 V			≥ U _o	25.2 V		Sim ²⁾
I _i	100 mA			≥ I _o	93 mA		Sim ²⁾
P _i	750 mW			≥ P _o	587 mW		Sim ²⁾
C _i	0 nF	+C _c	+90 nF	≤ C _o	IIC: 107 nF		Sim ²⁾
L _i	0 mH	+L _c	+0,5 mH	≤ L _o	IIC: 3 mH		Sim ²⁾

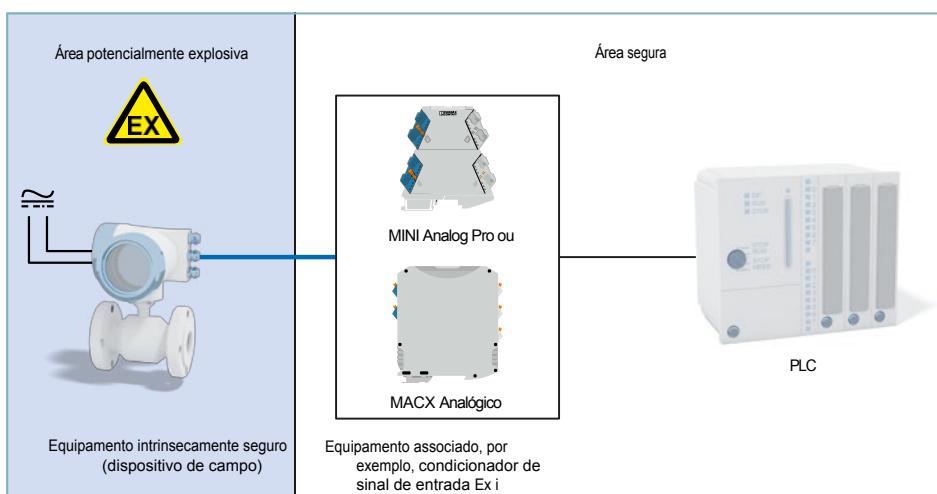
¹⁾Pressuposto: C_c= 180 nF/km, L_c= 1 mH/km

²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de segurança intrínseca são, portanto, atendidas.

Caso 2: Condicionador de sinal de entrada,

Ex i O dispositivo transmite sinais analógicos de 0/4 ... 20 mA de um transdutor de medição ativo (transdutor de medição de 4 fios) da área Ex para um controlador de forma eletricamente isolada. O transdutor de medição ativo não é alimentado com energia pelo condicionador de sinal de entrada Ex i.

Nesse caso, a fonte é o dispositivo de campo e não o equipamento associado. Isso altera a abordagem de verificação da segurança intrínseca de acordo com a tabela a seguir:



Comparação dos dados de segurança

Equipamento associado: Condicionador de sinal de entrada Ex i - MACX MCR-EX-RPSSH		Cabos / linhas ¹⁾ Comprimento = 500m		Equipamento: Transdutor de fluxo			Condições atendidas?
U _i	30 V			≥ U _o	28.3 V		Sim ³⁾
I _i	150 mA			≥ I _o	130 mA		Sim ³⁾
P _i ²⁾	-			-	P _o	920 mW	Sim ³⁾
C _i	0 nF	+C _c	+90 nF	≤ C _o	IIC: 100 nF		Sim ³⁾
L _i	0 mH	+L _c	+0,5 mH	≤ L _o	IIC: 2 mH		Sim ³⁾

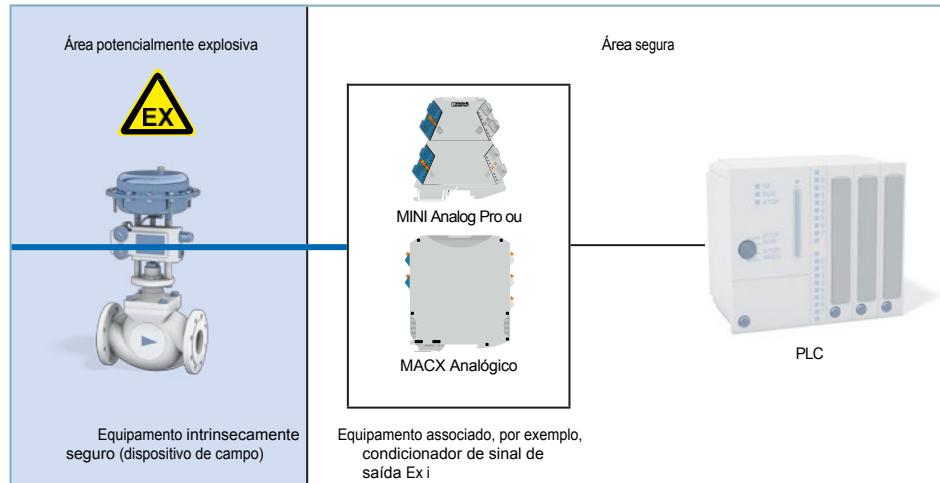
¹⁾Pressuposto: C_c= 180 nF/km, L_c= 1 mH/km

²⁾Nas aprovações, P_i não está listado. Isso significa que, nesse circuito, P_i não é relevante e, portanto, não precisa ser considerado aqui.

³⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de segurança intrínseca são, portanto, atendidas.

8.3.2 Saída analógica

Os condicionadores de sinal de saída Ex i transmitem sinais analógicos de 0/4 ... 20 mA de um controlador para um atuador na área Ex usando um método eletricamente isolado.



Cenário 1: Condicionador de sinal de saída Ex i em um circuito misto intrinsecamente seguro sem regra de 50% Comparação dos dados de segurança

Equipamento intrinsecamente seguro: Válvula de controle		Cabos/linhas ¹⁾ Comprimento = 250m		Equipamento associado: Condicionador de sinal de saída Ex i - MINI MCR-EX-IDS-I-I-PT			Condições atendidas?
U _i	28 V			≥	U _o	26.4 V	Sim ²⁾
I _i	110 mA			≥	I _o	98 mA	Sim ²⁾
P _i	770 mW			≥	P _o	647 mW	Sim ²⁾
C _i	5 nF	+C _c	+45 nF	≤	C _o	IIC: 89 nF	Sim ²⁾
L _i	0 mH	+L _c	+0,25 mH	≤	L _o	IIC: 2 mH	Sim ²⁾

¹⁾Pressuposto: C_c= 180 nF/km, L_c= 1 mH/km

²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de segurança intrínseca são, portanto, atendidas.

Há um circuito misto intrinsecamente seguro (capacitâncias concentradas externas (C_i) e/ou indutâncias concentradas externas (L_i) presentes), que atende à seguinte condição: valor total de L_i<1% de L_o ou

valor total para C_i<1% de C_o. Assim, os valores certificados para C_o e L_o podem ser totalmente explorados.

Caso 2: Condicionador de sinal de saída Ex i em um circuito misto intrinsecamente seguro com regra de 50%
Comparação dos dados de segurança

Equipamento intrinsecamente seguro: Válvula de controle		Cabos/linhas ¹⁾ Comprimento = 100m		Equipamento associado: Condicionador de sinal de saída Ex i - MINI MCR-EX-IDS-I-I-PT			Condições atendidas?
U _i	28V			≥ U _o	26.4 V		Sim ²⁾
I _i	110 mA			≥ I _o	98 mA		Sim ²⁾
P _i	770 mW			≥ P _o	647 mW		Sim ²⁾
C _i	5 nF	+C _c	+20 nF	≤ 0,5 ^(*) C _o	IIC: 44,5 nF		Sim ²⁾
L _i	0,3 mH	+L _c	+0,1 mH	≤ 0,5 ^(*) L _o	IIC: 1 mH		Sim ²⁾

¹⁾Pressuposto: C_c= 180 nF/km, L_c= 1 mH/km

²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de segurança intrínseca são, portanto, atendidas.

Um circuito misto intrinsecamente seguro está presente (capacidades concentradas externas (C_i) e/ou indutâncias concentradas externas (L_i) estão presentes), que atende à seguinte condição: valor total de L_i ≥ 1% de L_o e valor total de C_i ≥ 1% de C_o. Assim, os valores certificados para C_o e L_o não são totalmente explorados. Eles devem ser reduzidos em 50%.

O que se segue se aplica a esse caso:

$$C_i + C_c \leq 0,5 C_o$$

$$L_i + L_c \leq 0,5 L_o$$

Para permitir comprimentos de cabo maiores, pares de valores certificados para C_o e L_o podem ser fornecidos para o equipamento associado se a regra de 50% tiver que ser aplicada.

Esse é o caso da série de isoladores Ex i

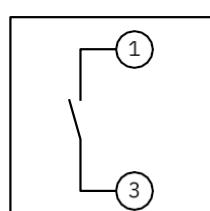
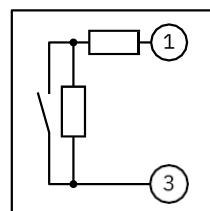
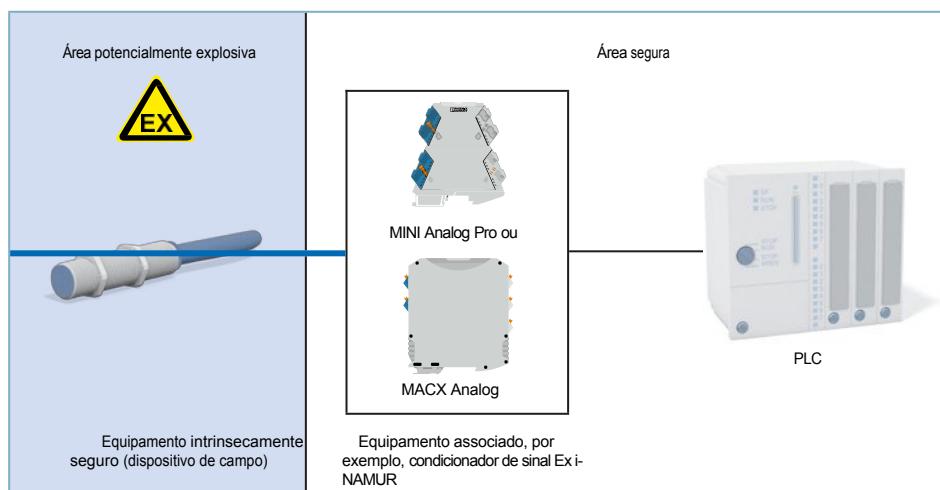
MACX Analog ou MINI Analog, por exemplo.

8.3.3 Entrada digital

Os condicionadores de sinal Ex i NAMUR transmitem sinais binários de sensores em campo para o controlador usando um método eletricamente isolado. Esse sinal é gerado no campo por uma chave ou um sensor NAMUR. No lado da saída do sinal no condicionador, o sinal é encaminhado ao controlador como um sinal binário por um relé ou por um transistor.

Um circuito de resistência adicional permite que a detecção de rompimento de fios seja realizada até mesmo em chaves simples.

A resistência garante que uma corrente mínima esteja sempre fluindo, mesmo quando a chave está aberta. Dessa forma, é possível identificar uma quebra de linha. No caso de equipamentos elétricos simples, como chaves simples, somente os valores de indutância e capacidade dos cabos ou linhas são usados para a comparação dos dados de segurança. Para obter requisitos adicionais relacionados a equipamentos elétricos simples, consulte a página 27.



Comparação dos dados de segurança

Equipamento intrinsecamente seguro: Sensores NAMUR		Cabos/linhas ¹⁾ Comprimento = 500 m			Equipamento associado: Condicionador de sinal Ex i - MINI MCR-EX-NAM-RO-PT		Condições atendidas?
U _i	13.5 V			≥	U _o	10.1 V	Sim ²⁾
I _i	37 mA			≥	I _o	10,9 mA	Sim ²⁾
P _i	125 mW			≥	P _o	28 mW	Sim ²⁾
C _i	50 nF	+C _c	+90 nF	≤	C _o	CII: 2,87 µF	Sim ²⁾
L _i	0,2 mH	+L _c	+0,5 mH	≤	L _o	CII: 300 mH	Sim ²⁾

¹⁾Pressuposto: C_c= 180 nF/km, L_c= 1 mH/km

²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de segurança intrínseca são, portanto, atendidas.

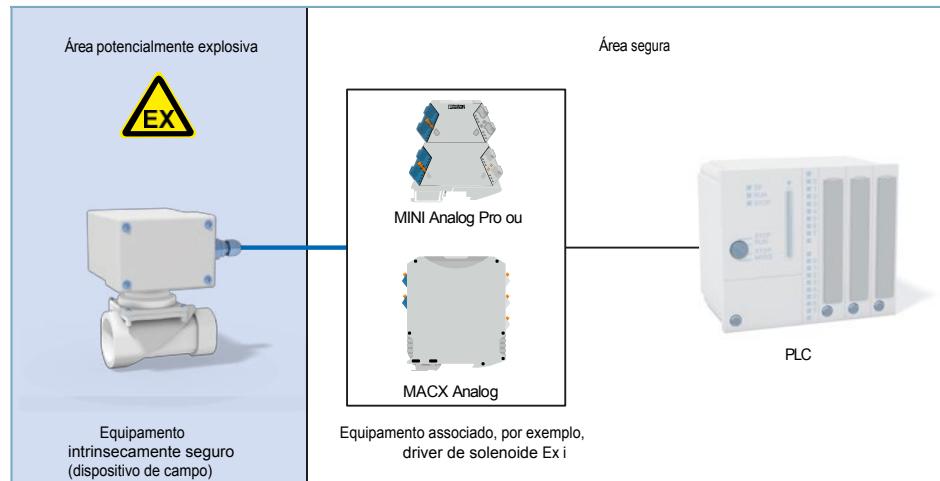
Há um circuito misto intrinsecamente seguro (capacitâncias concentradas externas (C_i) e/ou indutâncias concentradas externas (L_i) presentes), que atende a seguinte

condição: valor total de L_i<1% de L_o ou valor total de C_i<1% de C_o. Assim, os valores certificados para C_o e L_o podem ser totalmente explorados.

8.3.4 Saída digital

Os drivers de solenoide Ex i conectam um interruptor ou uma fonte de tensão instalada na área segura a um dispositivo de campo usando um método eletricamente isolado. Válvulas solenoides intrinsecamente seguras, módulos de alarme ou outros dispositivos intrinsecamente seguros podem ser conectados, e equipamentos elétricos simples, como LEDs, podem ser operados.

As dimensões de um driver de solenoide com uma válvula solenoide são descritas a seguir como exemplo. Além de verificar a segurança intrínseca, isso também inclui a verificação dos dados de função:



Exemplo para o driver de solenoide Ex i MACX MCR-EX-SL-SD-24-48-LP

Comparação dos dados de segurança

Equipamentos intrinsecamente seguros: Válvulas solenoides		Cabos/linhas ¹⁾ Comprimento = 100m			Equipamento associado: Driver de solenoide Ex i MACX MCR-EX-SL-SD-24-48-LP		Condições atendidas?
U _i	28V			≥	U _o	27.7 V	Sim ²⁾
I _i	115 mA			≥	I _o	101 mA	Sim ²⁾
P _i	1.6 W			≥	P _o	697 mW	Sim ²⁾
C _i	0 nF	+C _c	+18 nF	≤	C _o	IIC: 80 nF	Sim ²⁾
L _i	0 mH	+L _c	+0,1 mH	≤	L _o	CII: 5,2 mH	Sim ²⁾

¹⁾Pressuposto: C_c= 180 nF/km, L_c= 1 mH/km

²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de segurança intrínseca são, portanto, atendidas.

Verificação de dados de função

Além da comprovação da segurança intrínseca, os dados funcionais também devem ser verificados. Especialmente no caso de acionamentos de solenoides, isso pode ser um desafio, pois não existe um padrão, como no caso do NE43 para sinais analógicos de 4 ... 20 mA.

O exemplo a seguir ilustra como o teste pode ser realizado para verificar a compatibilidade funcional da válvula solenoide e do driver do solenoide.

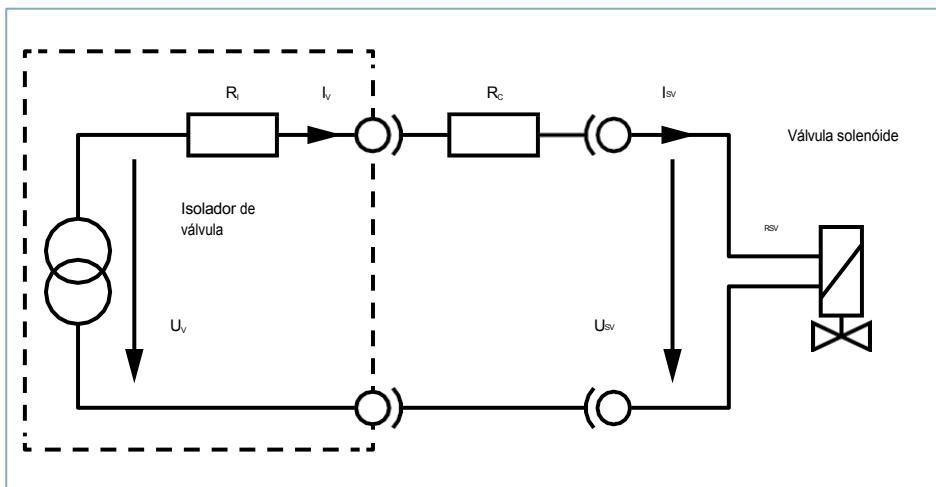


Diagrama esquemático da conexão de uma válvula solenoide com um driver de solenoide

Chave para o diagrama esquemático

R_i	= Resistência interna do isolador de válvula
U_V	= Tensão garantida do isolador de válvula sem carga
R_c	= Resistência máxima permitida do cabo quando o isolador de válvula e a válvula estão interconectados
R_{sv}	= Resistência efetiva da bobina da válvula solenoide (a resistência do cobre do enrolamento depende da temperatura ambiente)
I_v	= Corrente máxima que o isolador de válvula pode fornecer
I_{sv}	= Corrente necessária para a bobina do solenoide para que a válvula seja acionada ou parada
U_{sv}	= Tensão presente na bobina com ISV (a resistência do cobre do enrolamento depende da temperatura ambiente)

As seguintes condições devem ser atendidas para que a função seja garantida:

$$1. I_v \geq I_{sv}$$

$$2. R_c = \frac{U_V}{I_{sv}} - R_i - R_{sv} \gg 0 \Omega$$

1. Verificação dos dados da função: Valores do driver do solenoide:

$$U_V = 24 \text{ V}, R_i = 276 \Omega, I_v = 48 \text{ mA}$$

Valores da válvula solenoide:

$$R_{sv}(65^\circ\text{C}) = 566 \Omega, I_{sv} = 23 \text{ mA}$$

$$I_v = 48 \text{ mA} \geq I_{sv} = 23 \text{ mA}$$

Isso significa que a corrente máxima que o driver do solenoide pode fornecer é suficiente para operar a bobina do solenoide.

2. Determinação da resistência máxima permitida do cabo:

$$R = \frac{U_V - R_i - R_{sv}}{I_{sv}} = \frac{24 \text{ V}}{0.023 \text{ A}} - 276 \Omega - 566 \Omega = 201,5 \Omega$$

Com uma seção transversal de energia de 0,5 mm², o comprimento máximo possível do cabo é 2.798km.

Entretanto, como os dados de segurança da aprovação Ex (consulte a prova de segurança intrínseca) também devem ser levados em consideração, o comprimento máximo permitido do cabo no exemplo é de 444 m para o grupo IIC. Um comprimento de cabo de 3,66 km poderia ser implementado para o Grupo IIB com $L_o = 20 \text{ mH}$ e $C_o = 660$. Aqui, os dados da função limitam o comprimento máximo possível do cabo a 2.798 km.

O cálculo mostra que a resistência do cabo pode ser de 201,5 Ω sem afetar a função de interconexão.

Recomendação: Para que a válvula funcione, $R_c \geq$ deve ser 25 Ω para que haja reservas suficientes para comprimentos de cabo maiores.

Valores de referência para cabos e linhas:

Resistência do condutor (linha de alimentação/retorno)	0,5 mm ² : 72 Ω/km 0,75 mm ² : 48 Ω/km 1,5 mm ² : 24 Ω/km
Capacitância do cabo	Aprox. 180 nF/km
Indutância do cabo	Aprox. 0,8 mH/km

8.3.5 Medição de temperatura

Os transdutores de medição de temperatura convertem os sinais de medição dos sensores de temperatura em sinais analógicos padrão (por exemplo, 0/4 ... 20 mA). Os sensores de temperatura são projetados como termômetros de resistência (por exemplo, Pt 100, etc.) e termopares (por exemplo, J, K). De acordo com a norma EN 60079-11, eles podem ser considerados equipamentos elétricos simples, pois são

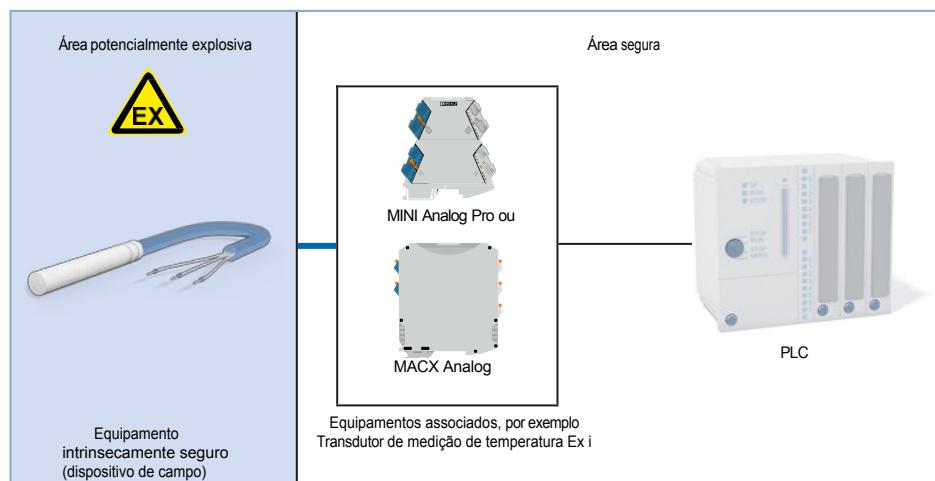
passivo (para obter mais informações sobre o tópico "Equipamento elétrico simples", consulte a Seção 4.3.5 na página 27). Os equipamentos elétricos simples devem atender aos requisitos da norma EN 60079-11 e não devem prejudicar a segurança intrínseca do circuito em que são usados. No entanto, eles não são cobertos pela Diretiva ATEX 2014/34/EU. Se certificado,

são usados sensores intrinsecamente seguros; isso reduz a quantidade de trabalho de teste necessário.

Há duas possibilidades para converter o sinal de temperatura em um sinal padrão para o controlador:

1. Medição de temperatura usando um transdutor de medição de temperatura Ex i

O sinal de medição do termômetro de resistência Pt 100 é encaminhado para o transdutor de medição de temperatura por meio de uma linha de sinal. No transdutor de medição, o sinal de temperatura é convertido em um sinal padrão e os circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros são isolados simultaneamente. O transdutor de medição é um item associado ao transdutor de temperatura. O equipamento com segurança intrínseca do tipo de proteção Ex ia. Ele é instalado em um gabinete de controle na área segura.



Comparação dos dados de segurança

Equipamento intrinsecamente seguro: Termômetro de resistência		Cabos/linhas ¹⁾ Comprimento = 100 m		Equipamentos associados: Transdutor de medição de temperatura Ex i MACX MCR-EX-RTD-I		Condições atendidas?
U _i	7 V			≥ U _o	6 V	Sim ²⁾
I _i	400 mA			≥ I _o	16,8 mA	Sim ²⁾
P _i	330 mW			≥ P _o	25,2 mW	Sim ²⁾
C _i	150 nF	+C _c	+18 nF	≤ C _o	IIC: 600 nF	Sim ²⁾
L _i	0,027 mH	+L _c	+0,1 mH	≤ L _o	IIC: 100 mH	Sim ²⁾

¹⁾Pressuposto: C_c= 180 nF/km, L_c= 1 mH/km

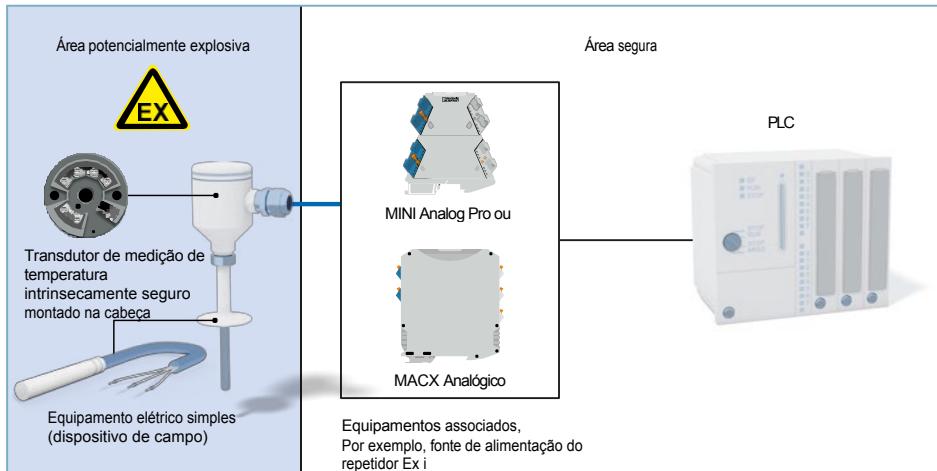
²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de confiabilidade de redução são, portanto, atendidas.

Há um circuito misto intrinsecamente seguro (capacitâncias concentradas externas (C_i) e/ou indutâncias concentradas externas (L_i) presentes), que atende ao seguinte

condição: valor total de L_i<1% de L_oou valor total de C_i<1% de C_o. Assim, os valores certificados para C_o e L_o podem ser totalmente explorados.

2. Medição de temperatura usando o transmissor de temperatura Ex i e a fonte de alimentação do repetidor Ex i

O sinal de medição do termômetro de resistência Pt 100 é convertido em um sinal padrão nas proximidades do ponto de medição, ou seja, em áreas potencialmente explosivas. Transdutores de medição de temperatura Ex i alimentados por loop e os transmissores de temperatura Ex i são usados para isso. O sinal padrão é então roteado para uma fonte de alimentação repetidora Ex i. Ela é instalada na área segura. Na fonte de alimentação do repetidor Ex i, o circuito intrinsecamente seguro e o não intrinsecamente seguro são separados. Os dados relacionados à segurança de o equipamento elétrico, o transmissor de temperatura intrinsecamente seguro e o



A fonte de alimentação do repetidor como equipamento associado deve ser comparada. Nesse caso, a comprovação da segurança intrínseca deve ser realizada duas vezes.

Comparação dos dados relacionados à segurança do transmissor de temperatura Ex i com a fonte de alimentação do repetidor Ex i

Equipamento intrinsecamente seguro: FA MCR-EX-HT-1TS-I-OLP Ex i - transmissor de temperatura		Cabos/líneas ¹⁾ Comprimento = 100 m		Equipamentos associados: Fornecimento de alimentação do repetidor Ex i MINI MCR-EX-RPSS-I-I		Condições atendidas?
U _i	30 V			≥ U _o	26.4 V	Sim ²⁾
I _i	100 mA			≥ I _o	98 mA	Sim ²⁾
P _i	800 mW			≥ P _o	647 mW	Sim ²⁾
C _i	0 nF	+C _c	+18 nF	≤ C _o	IIC: 92 nF	Sim ²⁾
L _i	0 mH	+L _c	+0,1 mH	≤ L _o	CI: 2 mH	Sim ²⁾

¹⁾Pressuposto: C_c = 180 nF/km, L_c = 1 mH/km

²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de confiabilidade de redução são, portanto, atendidas.

Comparação dos dados de segurança do termômetro de resistência Ex i com o transmissor de temperatura Ex i

Equipamento intrinsecamente seguro: Termômetro de resistência		Cabos/líneas ¹⁾ Comprimento = 100 m		Equipamento intrinsecamente seguro: Transmissor de temperatura Ex i FA MCR-EX-HT-TS-I-OLP		Condições atendidas?
U _i	7 V			≥ U _o	4.3 V	Sim ²⁾
I _i	400 mA			≥ I _o	4,8 mA	Sim ²⁾
P _i	330 mW			≥ P _o	5,2 mW	Sim ²⁾
C _i	150 nF	+C _c	+18 nF	≤ C _o	CI: 3 μF	Sim ²⁾
L _i	0,027 mH	+L _c	+0,1 mH	≤ L _o	CI: 50 mH	Sim ²⁾

¹⁾Pressuposto: C_c = 180 nF/km, L_c = 1 mH/km

²⁾Conclusão: As condições para o cumprimento da prova de confiabilidade de redução são, portanto, atendidas.

Há um circuito misto intrinsecamente seguro (capacitâncias concentradas externas (C_i) e/ou indutâncias concentradas externas (L_i) presentes), que atende ao seguinte

condição: valor total de L_i<1% de L_o ou valor total de C_i<1% de C_o. Assim, os valores certificados para C_o e L_o podem ser totalmente explorados.

8.4 Instalação de circuitos intrinsecamente seguros

Todo o circuito intrinsecamente seguro deve ser protegido contra a entrada de energia de outras fontes e contra campos elétricos e magnéticos.

8.4.1 Instalação de cabos e linhas

Quando os cabos ou linhas são instalados, eles devem ser protegidos contra danos mecânicos, corrosão, efeitos químicos e térmicos.

Esse é um requisito obrigatório no tipo de proteção de segurança intrínseca. O acúmulo de uma atmosfera explosiva em eixos, canais, tubos e fendas deve ser evitado. Gases, vapores, líquidos e poeiras combustíveis também não devem poder se espalhar por eles. Sempre que possível, os cabos ou linhas não devem ser interrompidos quando roteados em uma área potencialmente explosiva. Se isso não for possível, os cabos ou linhas só devem ser conectados em uma caixa com um grau de proteção aprovado para a área potencialmente explosiva. zona. Se isso não for possível por motivos de instalação, as condições estabelecidas na norma IEC/EN 60079-14 devem ser atendidas.

O que se segue também se aplica a circuitos intrinsecamente seguros, inclusive aqueles fora da área potencialmente explosiva:

- Proteção contra a entrada de energia externa
- Proteção contra campos elétricos ou magnéticos externos. Possível causa: linha aérea de alta tensão ou linhas monofásicas de alta tensão
- Cabos de núcleo único de circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros não devem ser roteados no mesmo cabo
- Vários circuitos intrinsecamente seguros podem ser roteados em cabos ou linhas multifilares

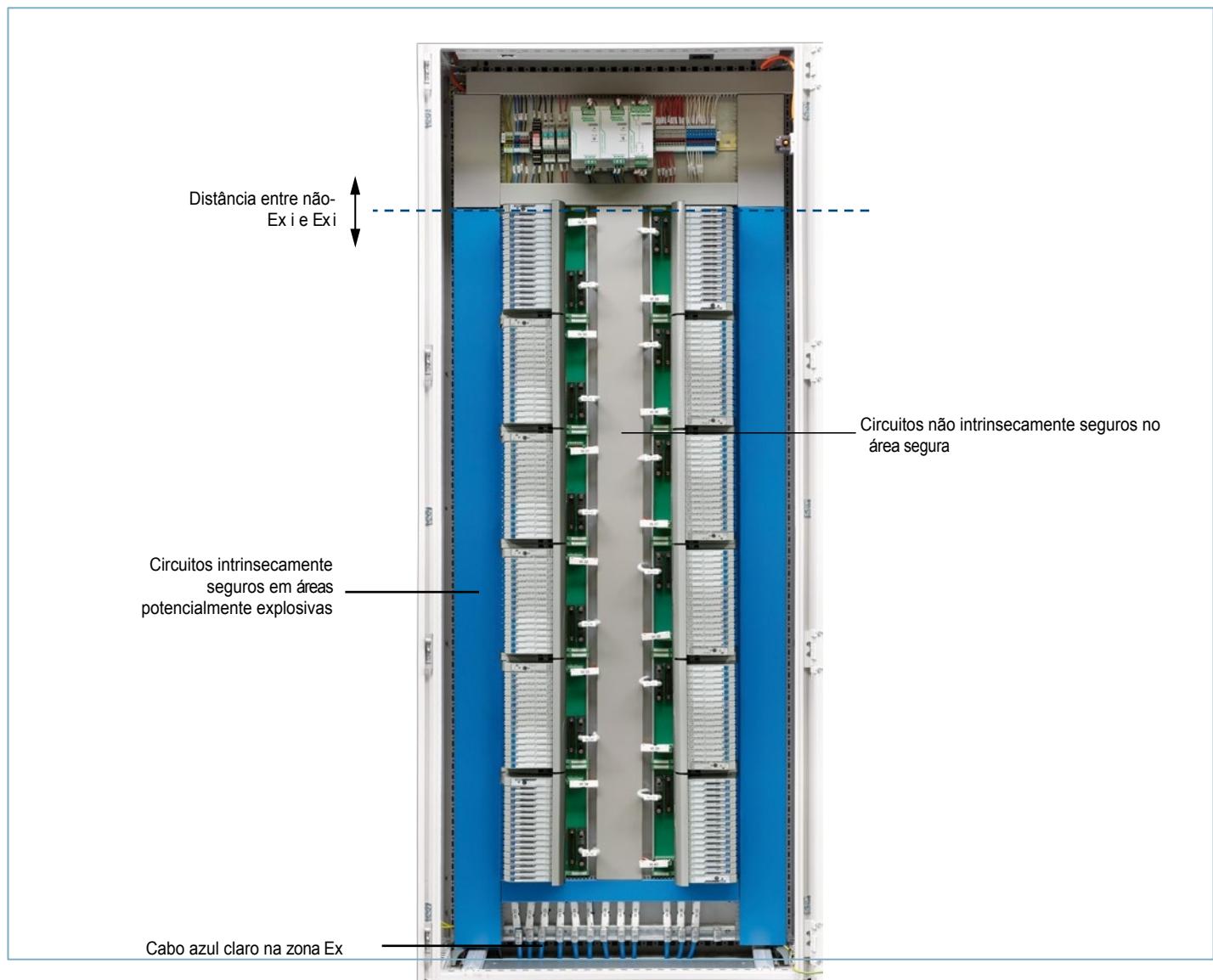
- No caso de cabos/linhas blindados, com bainha metálica ou protegidos, os circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros podem ser instalados em um mesmo duto de cabos
- Os fios não utilizados devem ser isolados do aterramento em ambas as extremidades e isolados de outros fios por meio de terminações adequadas.

As blindagens condutoras só podem ser aterradas em um ponto, que geralmente está localizado na área não potencialmente explosiva.

Consulte também a seção "Aterramento em circuitos intrinsecamente seguros" (8.4.2). No gabinete de controle, os circuitos intrinsecamente seguros devem estar claramente marcados. A norma não estipula um processo uniforme; em vez disso, ela simplesmente indica que a cor azul clara deve ser usada preferencialmente para a marcação. Os condutores neutros dos cabos de energia geralmente também são marcados com a cor azul. Para evitar qualquer confusão, devem ser usadas marcações diferentes para os circuitos intrinsecamente seguros. Uma disposição clara e uma separação espacial são vantajosas no gabinete de controle.

Critérios de seleção para cabos/linhas para proteção de segurança intrínseca

Critério	Condição	Observação
Cabos/linhas isolados	Tensão de teste ≥ 500 V CA ≥ 750 V CC	Terra do condutor, blindagem do condutor e terra da blindagem
Diâmetro dos condutores individuais	$\geq 0,1$ mm	Também para condutores com fios finos
Cabos com trançado fino	Proteger contra emendas	Por exemplo, com ponteiras
Cabos/linhas multifilares	Permitido	Leve em conta as condições de monitoramento de falhas na IEC/EN 60079-14
Parâmetros	$(C_C \text{ e } L_C)$ ou $(C_C \text{ e } L_C/R_C)$	Em caso de dúvida: pior caso



Casos especiais para aterramento de blindagens condutoras em circuitos intrinsecamente seguros

	Motivo	Condições
a	A blindagem tem alta resistência; blindagem trançada adicional contra interferência indutiva	Condutor de aterramento robusto (mín. 4 mm ²), condutor de aterramento isolado e blindagem: Teste dielétrico de 500 V, ambos aterrados em um ponto, o condutor de aterramento atende aos requisitos de segurança intrínseca e está especificado no certificado.
b	Ligação equipotencial entre as duas extremidades	A ligação equipotencial em toda a área em que o circuito intrinsecamente seguro está instalado é garantida em grande parte.
c	Aterramento múltiplo por meio de pequenos capacitores	A capacidade total não é superior a 10 nF.

8.4.2 Aterramento em circuitos intrinsecamente seguros

Podem surgir diferenças de potencial quando os circuitos intrinsecamente seguros são aterrados. Essas diferenças devem ser levadas em conta ao considerar os circuitos. Os circuitos intrinsecamente seguros podem ser isolados do aterramento.

O perigo de carga eletrostática deve ser considerado. A conexão por meio de um resistor $R = 0,2 \dots 1 \text{ M}\Omega$ para descarregar a carga eletrostática não é considerada uma forma de conexão de aterramento. Um circuito intrinsecamente seguro pode ser conectado ao sistema de ligação equipotencial se isso for feito somente em um ponto dentro do circuito intrinsecamente seguro. Se um circuito intrinsecamente seguro consistir em vários subcircuitos eletricamente isolados, cada seção poderá ser conectada ao aterramento uma vez. Se o aterramento for necessário para um sensor/atuador localizado

na zona 0 devido à sua função, isso deve ser implementado imediatamente fora do zona 0. Os sistemas com barreiras Zener devem ser aterrados nesses pontos. A proteção mecânica contra danos também deve ser fornecida, se necessário. Esses circuitos não podem ser aterrados em outro ponto. Todos os equipamentos elétricos que não passarem no teste de tensão com pelo menos 500 V para o terra são considerados aterrados. Quanto ao isolamento elétrico dos circuitos de alimentação e de sinal, as falhas e as correntes transitórias nas linhas de ligação equipotencial devem ser levadas em conta.

8.4.3 Folgas para os blocos de terminais de conexão

Entre diferentes circuitos intrinsecamente seguros

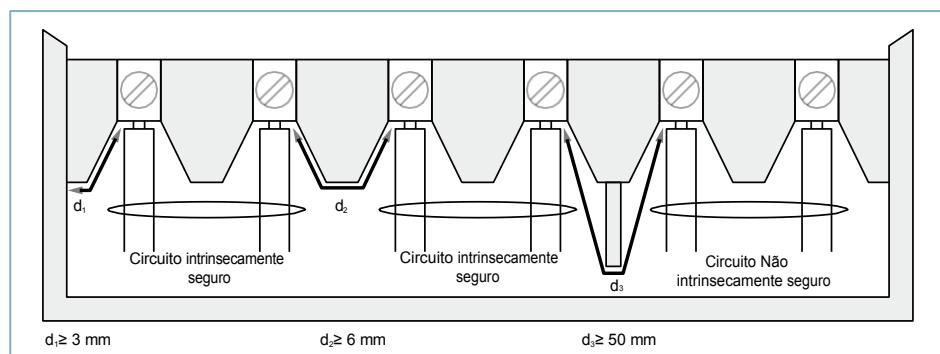
A distância entre os blocos de terminais em diferentes circuitos intrinsecamente seguros deve ser de pelo menos 6 mm. A distância entre as partes condutoras dos blocos de terminais de conexão e as partes condutoras que podem ser aterradas deve ser de pelo menos 3 mm. Os circuitos intrinsecamente seguros devem estar claramente marcados.

Entre circuitos intrinsecamente seguros e outros circuitos

A distância nos blocos de terminais entre as partes condutoras de circuitos intrinsecamente seguros e as partes condutoras de circuitos não intrinsecamente seguros deve ser de pelo menos 50 mm. O espaçamento também pode ser criado usando uma placa divisória feita de material isolante ou uma placa de metal aterrada. Os cabos ou condutores de circuitos intrinsecamente seguros não devem entrar em contato com um circuito não intrinsecamente seguro, mesmo que

devem se soltar do bloco de terminais por conta própria. Os cabos ou condutores devem ser encortados adequadamente durante a instalação.

Requisitos especiais na zona 0 A norma IEC/EN 60079-26, "Construção, teste e marcação de aparelhos elétricos do grupo II categoria 1 G", foi adicionada à série IEC/EN 60079. Ela descreve outros requisitos para o uso de equipamentos com tipos de proteção diferentes da segurança intrínseca na zona 0.



Lacunas de acordo com a norma IEC/EN 60079-11

8.4.4 Manutenção e assistência técnica

Não é necessária nenhuma autorização especial (por exemplo, certificado de incêndio) para o manutenção de circuitos intrinsecamente seguros. Os cabos dos circuitos intrinsecamente seguros podem ser curto-circuitados ou interrompidos sem colocar em risco o tipo de proteção. Os equipamentos intrinsecamente seguros podem ser substituídos (ou os módulos de plug-in podem ser removidos) sem que o sistema tenha a ser desligado. Correntes ou tensões perigosas geralmente não estão presentes em circuitos intrinsecamente seguros, portanto, eles são seguros para as pessoas. Circuitos intrinsecamente seguros aprovados

dispositivos de medição seguros devem ser usados para medir circuitos intrinsecamente seguros. Se os dados desses dispositivos de medição não forem levados em consideração, a segurança intrínseca poderá ser comprometida.

8.5 Proteção contra raios e surtos em circuitos de sinal intrinsecamente seguros

8.5.1 O perigo

Os efeitos das sobretensões nos circuitos de sinal podem comprometer a disponibilidade dos sistemas de engenharia de processos. Esses efeitos perigosos podem ser causados por operações de comutação na rede elétrica, interferência eletromagnética de conversores de frequência ou até mesmo ocorrer devido à queda de raios durante tempestades. Nesse caso, é importante considerar que a queda de um raio representa um perigo mesmo que a distância até o sistema seja de poucos quilômetros. O campo eletromagnético que é criado durante a equalização de carga cria uma situação em que as sobretensões transitórias são acopladas às linhas de sinal por meio de acoplamento capacitivo e indutivo, com o efeito se manifestando nas extremidades dos cabos. Além disso, o potencial de aterramento local

podem surgir, criando diferenças de curto prazo no potencial de referência de aterramento entre as partes do sistema. Os componentes usados em circuitos de sinal que exigem proteção contra explosão devem atender aos requisitos mínimos de isolamento. Esses itens de equipamento, em sua maioria, têm uma rigidez dielétrica de 1,5 kV (fio de sinal ao terra, modo comum). A força elétrica entre os fios (modo diferencial), por outro lado, geralmente é de apenas algumas centenas de volts ou menos. Os cabos devem ter uma resistência dielétrica mínima de 500 V CA rms. Na prática, entretanto, os picos de tensão que podem ocorrer com Os eventos de raios e sobretensão são muito maiores. Supõe-se que as amplitudes de vários quilovolts ocorrem em apenas

alguns microssegundos e a resistência mínima de isolamento dos componentes no circuito de sinal é excedida. Quanto maior for a área dos cabos de sinal colocados ao ar livre (chamada de zona 0 de proteção contra raios), maior será o perigo de que o mau funcionamento das peças do sistema ou até mesmo a destruição dos componentes eletrônicos possam ser causados pelos efeitos descritos acima.

8.5.2 Limitação efetiva de tensão

Os produtos de proteção contra surtos limitam de forma eficaz e permanente os picos de tensão na rede de sinais. No estado operacional normal, o item de proteção contra surtos tem uma impedância muito alta entre os fios de sinal e o potencial de aterramento, bem como entre os próprios fios de sinal e, portanto, não tem influência sobre os circuitos de medição ou a transmissão de dados. Entretanto, se a tensão presente localmente aumentar para valores inadmissíveis devido ao acoplamento eletromagnético ou a diferenças de potencial, o módulo de proteção contra surtos se tornará de baixa impedância dentro de microssegundos. O carregamento pode ser equalizado por meio dos módulos. O nível de tensão em os dispositivos eletrônicos a serem protegidos permanecem tão limitados durante esse processo que os valores críticos não são excedidos. Depois que a equalização da carga ocorre, os produtos de proteção contra surtos retornam ao estado operacional normal de alta resistência.

A proteção contra surtos também deve ser usada com base na premissa de que não é possível criar faíscas em uma posição indefinida dentro dos circuitos de sinal e dos materiais de isolamento. Portanto, a proteção contra surtos também serve ao propósito de proteção secundária contra explosão com o objetivo de evitar fontes de ignição em situações especiais em que podem ocorrer grandes diferenças de potencial de curto prazo.

A tensão de centelhamento dos dispositivos de proteção é, em alguns casos, maior do que a tensão de teste dielétrico de 500 V CA rms. Em outros casos, a tensão de faísca é um pouco menor, de modo a proteger tanto os dispositivos terminais quanto o isolamento dos cabos e linhas nesse caso. O que deve ser levado em consideração aqui é que o dispositivo de proteção ou o plugue de proteção contra surtos deve ser removido da instalação em caso de medições de isolamento. Os circuitos de sinal geralmente são projetados usando

uma abordagem de dois fios isolados com blindagem adicional do cabo. Além das duas superfícies de fixação para os fios de sinal, uma terceira superfície de fixação no dispositivo de proteção para a blindagem do cabo pode ser usada para aterramento direto sobre o trilho de montagem. Além disso, algumas versões do SURGETRAB, por exemplo, também oferecem a opção de aterramento dos fios de sinal.

A blindagem do cabo é feita indiretamente por meio de um protetor de descarga de gás adicional. Essa opção pode fazer sentido se correntes indesejadas estiverem fluindo sobre a blindagem do cabo e ele estiver aterrado em ambas as extremidades.

8.5.3 Vários tipos de proteção

Um critério básico de decisão para selecionar um dispositivo de proteção contra surtos para áreas com proteção EX é o tipo de proteção e a aprovação associada. O tipo de proteção Ex i é frequentemente encontrado nos produtos de proteção contra surtos, que são aprovados de acordo com a ATEX e a IECEx. Dependendo da avaliação geral, os circuitos de sinal podem ser roteados para a zona Ex 0. Os dispositivos de proteção contra surtos geralmente são instalados nos pontos finais na área não Ex e nas zonas Ex (até a zona 1).

Para proteção contra surtos em circuitos Ex intrinsecamente seguros, IEC/EN 60079-14

especifica que 10 pulsos do formato (8/20) µs devem poder ser gerenciados com segurança com uma corrente de surto de descarga de 10 kA.

Outro tipo de proteção disponível é a segurança aumentada Ex e. O uso de tais produtos é possível na zona Ex 2, levando-se em consideração determinadas condições.

Alguns produtos que são instalados diretamente no dispositivo de campo também apresentam aprovação do tipo de proteção Ex d e, junto com o dispositivo de campo, formam uma unidade à prova de explosão. Essa solução

pode ser instalada na zona Ex 1 ou 2. As aprovações de acordo com a NEC/UL também estão disponíveis para produtos de proteção contra surtos e são certificadas e consideradas separadamente.

8.5.4 Prova de segurança intrínseca

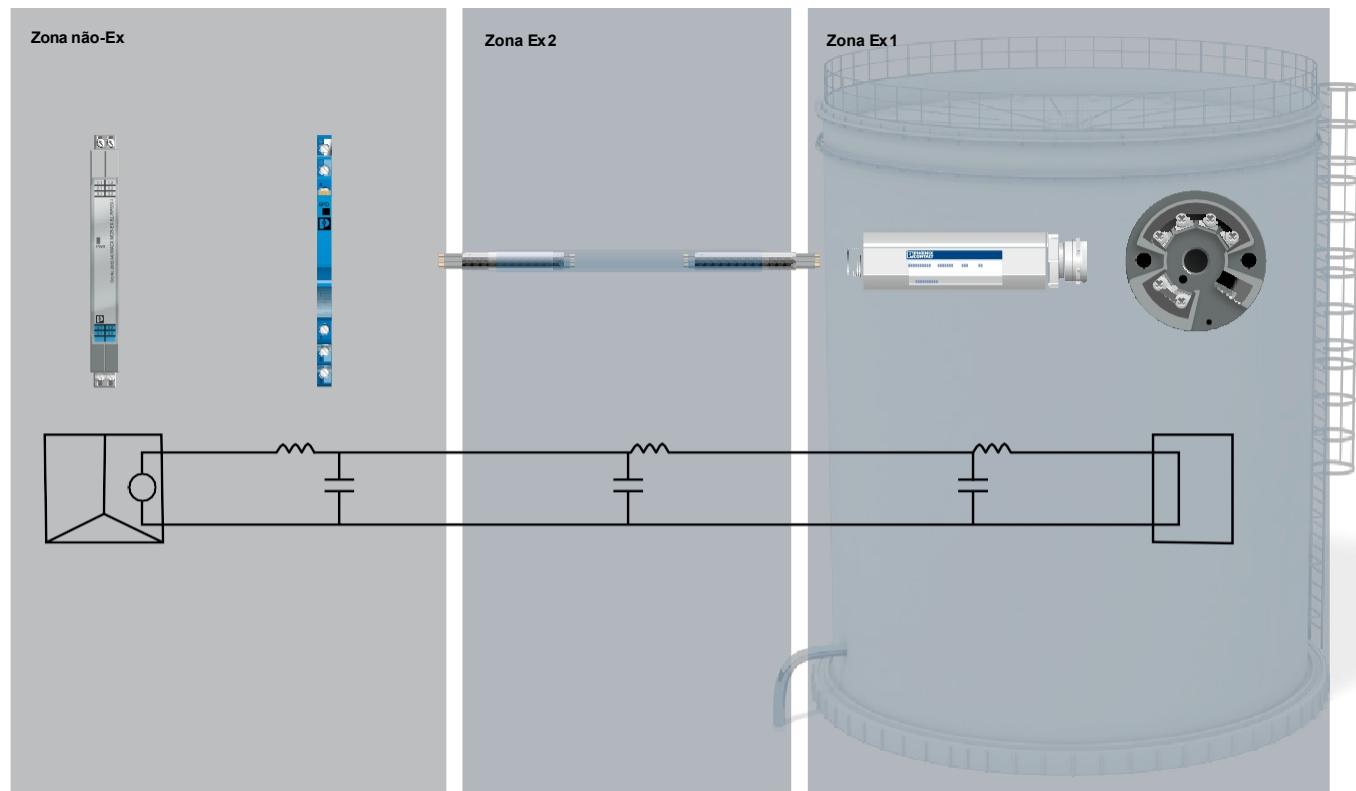
Se os dispositivos de proteção contra surtos forem incorporados ao circuito intrinsecamente seguro, isso deverá ser levado em consideração ao demonstrar a segurança intrínseca de acordo com a IEC/EN 60079-25 Parágrafo 13/Apêndice A. Os dados necessários para o cálculo podem ser encontrados no certificado ATEX/IEC e nas folhas de dados. As instâncias em que os parâmetros individuais não estão listados com um valor explícito podem ser ignoradas. O exemplo a seguir ilustra como a demonstração da prova pode ser realizada.

Exemplo: Fazenda de tanques

Um dispositivo de medição de nível em um tanque de combustível é conectado à placa de controle por meio de um longo caminho de cabo de 500 m. Devido à atmosfera explosiva que está sempre presente no interior do tanque, a Zona Ex 0 prevalece ali. Os valores de medição são convertidos em um sinal de corrente unitária

diretamente no tanque (4 a 20 mA) e, em seguida, transmitida para a placa de controle. Essa unidade funcional está localizada na zona Ex 1. O SPD no campo é construído diretamente no transdutor de medição. A distância de 1 m da zona Ex 0 não deve ser excedida. Os cabos entre o sensor de medição e o SPD devem ser projetados de modo que fiquem protegidos contra a interferência direta de raios. Uma possibilidade aqui seria instalar os cabos em um condutte de metal. Uma abordagem significativamente mais simples é usar itens de proteção contra sobretensão que podem ser montados diretamente no cabeçote de medição. Da mesma forma, um SPD é implantado na extremidade oposta, de modo que a sobretensão também seja efetivamente limitada na segunda extremidade do cabo. Consulte o parágrafo 16.3 da IEC/EN 60079-14 e outros materiais relacionados para obter contextos importantes sobre o tópico de proteção contra surtos em circuitos intrinsecamente seguros.

Parâmetro



Isoladores de sinal Ex I	Proteção contra surtos	Cabos	Proteção contra surtos	Transmissores
MACX-MCR-EX-SL-RPSSH	TTC-6P-1X2-EX-24DC-UT-I		S-PT-EX(I)-24DC	FA MCR-EX-HT-TS-I-OLP-PT
$U_0 = 25,2 \text{ V CC}$	$U_{i1} = 30 \text{ V CC}$		$U_{(i2)} \leq 30 \text{ V CC}$	$U_{i3} \leq 30 \text{ V CC}$
$I_0 = 93 \text{ mA}$	$I_{i1} = 400 \text{ mA (TA} < 50^\circ\text{C @ T4)}$		$I_{i2} \leq 350 \text{ mA (TA} < 50^\circ\text{C)}$	$I_{i3} \leq 130 \text{ mA}$
$P_0 = 0,587 \text{ W}$	$P_{i1} = -$		$P_{i2} = 3 \text{ W}$	$P_{i3} = 800 \text{ mW}$
$L_0 = 2 \text{ mH}$	$L_{i1} = \text{insignificante}$	$L_C = 0,8 \text{ mH/km} * 00 \text{ m} = 0,4 \text{ mH}$	$L_{i2} = 1 \mu\text{H}$	$L_{i3} = \text{insignificante}$
$C_0 = 107 \text{ nF}$	$C_{i1} = \text{insignificante}$	$C_C = 140 \text{ nF / km} * 500 \text{ m} = 70 \text{ nF}$	$C_{i2} = 2 \text{ nF}$	$C_{i3} = \text{insignificante}$

Verificação

$U_0 = 25,2 \text{ V} \leq U_{i1} = 30 \text{ V}$ ✓	$U_0 = 25,2 \text{ V} \leq U_{i2} = 30 \text{ V}$ ✓	$U_0 = 25,2 \text{ V} \leq U_{i3} = 30 \text{ V}$ ✓
$I_0 = 93 \text{ mA} \leq I_{i1} = 400 \text{ mA}$ ✓	$I_0 = 93 \text{ mA} \leq I_{i2} = 350 \text{ mA}$ ✓	$I_0 = 93 \text{ mA} \leq I_{i3} = 130 \text{ mA}$ ✓
$P_0 = 587 \text{ mW} \leq P_{i2} = 3 \text{ W}$ ✓		
L ₀ e C ₀ podem ser totalmente utilizados.		
$L_0 = 2 \text{ mH} \geq L_{i1} + L_C + L_{i2} + L_{i3} = 0,4 \text{ mH} + 1 \mu\text{H} = 0,4001 \text{ mH}$		
$C_0 = 107 \text{ nF} \geq C_{i1} + C_C + C_{i2} + C_{i3} = 2 \text{ nF} + 50 \text{ nF} = 52 \text{ nF}$		

9 Tecnologia de conexão na área Ex

A tecnologia de conexão desempenha um papel importante na instalação de cabos de sinal e de alimentação elétrica em áreas potencialmente explosivas. Esta seção fornece uma visão geral dos requisitos para blocos de terminais para circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros e sua instalação em caixas de distribuição, bem como entradas de cabos em caixas Ex d.

9.1 Bornes para uso em ambientes Ex e com maior proteção de segurança

Os blocos de terminais devem atender aos requisitos para a conexão de condutores externos. A norma IEC/EN 60079-7 para o aumento da segurança forma a base para a inspeção correspondente.

Além dos testes de tipo especificados no padrão do produto, os testes adicionais Os requisitos para aumentar a segurança podem ser resumidos da seguinte forma:

- Folgas de ar e distâncias de fuga suficientemente grandes
- Materiais de isolamento que são resistentes à temperatura e ao envelhecimento
- Proteção contra afrouxamento acidental
- Os condutores não devem ser danificados durante a conexão
- Pressão de fixação contínua e suficiente
- Entre em contato com a confiabilidade se a temperatura flutuar
- Nenhuma transmissão de pressão de fixação através do material isolante
- Conexão de vários condutores somente em pontos terminais adequados
- Elemento elástico para condutores multifilares de 4 mm² ou mais
- Torque especificado para blocos de terminais de conexão a parafuso

Os dados técnicos dos bornes na área Ex são especificados pelo exame de tipo e documentados no certificado. Os dados básicos para o uso de blocos de terminais e acessórios são os seguintes:

- Tensão nominal de isolamento
- Tensão nominal
- Seções transversais de condutores conectáveis
- Faixa de temperatura operacional
- Resistência de contato de acordo com a Seção 8.2 da IEC/EN 60079-7

Como componentes aprovados para o tipo de proteção de segurança aumentada, os blocos de terminais são usados em espaços de fiação para dispositivos a serem usados em áreas potencialmente explosivas. A aprovação de componentes serve como base para a certificação de um dispositivo ou sistema de proteção.

Bornes de passagem e bornes de condutores de proteção com o tipo de proteção "Ex eb" são usados na Categoria 2 e EPL Gb dispositivos para as zonas 1 e 2 para gases. Os espaços de fiação e os compartimentos associados devem atender aos requisitos do respectivo tipo de proteção e ser aprovados para isso.

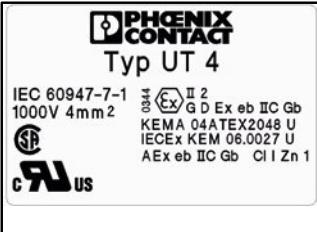
Blocos de terminais para o tipo de proteção

"Ex ec" é avaliado ou certificado, só pode ser usado em dispositivos da categoria 3 ou EPL Gc para a zona 2 (gases). Além dos blocos de terminais de passagem, itens como terminais de função adequados, ou seja, os blocos de terminais de fusíveis ou os blocos de terminais de desconexão de teste podem ser usados como componentes da Categoria 3 na zona 2 no tipo de proteção "Ex ec".

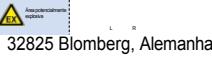
A aprovação de um componente é indicada com o sufixo "U". Os blocos de terminais com tipo de proteção "Ex e" de segurança aumentada devem ser marcados adequadamente.

Usando o bloco de terminais de passagem UT 4 como exemplo, os elementos da marcação são mostrados na lateral.

Placa de classificação

Requisitos de marcação de acordo com a IEC/EN 60079-0 para ATEX e IECEEx	
	<p>Nome ou marca registrada do fabricante</p>  <p>Designação de tipo</p> <p>UT 4</p> <p>Marcação do tipo de proteção</p> <p>Ex eb IIC Gb</p> <p>Número do certificado de exame de tipo da UE de acordo com a ATEX</p> <p>KEMA 04ATEX2048 U</p> <p>Número de certificado de acordo com o IECEEx</p> <p>IECEx KEM 07.0010 U</p>

Etiqueta da embalagem

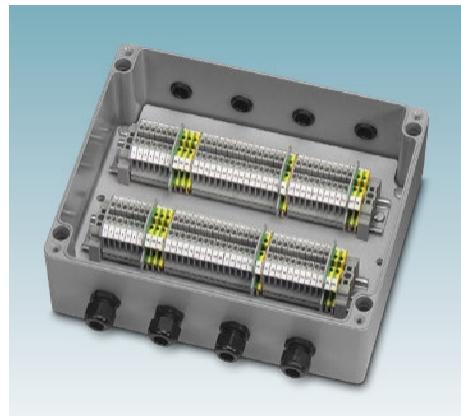
Requisitos de marcação de acordo com a Diretiva ATEX 2014/34/EU, Apêndice II	
	<p>Nome e endereço do fabricante</p>  <p>Designação de tipo</p> <p>UT 4</p> <p>Data de fabricação</p> <p>2019-01-17</p> <p>Número de identificação do órgão notificado (DEKRA Certification B.V.)</p> <p>0344</p> <p>Teste de tipo de acordo com a Diretiva ATEX 2014/34/EU</p>  <p>Grupo de equipamentos</p> <p>II</p> <p>Categoria do equipamento</p> <p>2</p> <p>Letra de identificação para proteção contra explosão de gás</p> <p>G</p> <p>Carta de identificação para proteção contra explosão de poeira</p> <p>D</p>

Observações importantes:

Dependendo da temperatura máxima de operação, os blocos de terminais podem ser usados até a classe de temperatura T6. Consulte as respectivas instruções de instalação para obter informações precisas sobre a faixa de temperatura operacional, bem como sobre a instalação, o uso e o uso de acessórios, se aplicável.



Bloco de terminais em Ex e



Blocos de terminais em invólucro Ex e

9.2 Blocos de terminais para tipo de proteção de segurança intrínseca Ex i

De acordo com a IEC/EN 60079-14, os blocos de terminais são qualificados como equipamentos elétricos simples para uso em circuitos intrinsecamente seguros. Não é necessário um exame de tipo por um órgão notificado nem marcação. Se os blocos de terminais forem codificados por cores como parte de um circuito intrinsecamente seguro, eles deverão ser azuis claros. Isso significa que os terminais que estão em conformidade com o padrão industrial IEC/EN 60947-7-1 podem ser usados diretamente em circuitos intrinsecamente seguros, desde que as distâncias de fuga e de ar, bem como as folgas fornecidas pelo isolamento sólido, sejam atendidas de acordo com a norma IEC/EN 60079-11.

A distância entre as conexões externas de dois circuitos intrinsecamente seguros diferentes deve ser de pelo menos 6 mm.

Entretanto, a distância mínima entre as conexões não isoladas e as peças metálicas aterradas ou outras peças condutoras precisa ser de apenas 3 mm.

Esses tipos de blocos de terminais foram testados e, em geral, satisfazem os requisitos do tipo de proteção de segurança intrínseca de acordo com a IEC/EN 60079-0 e a IEC/EN 60079-11, incluindo os requisitos sobre folgas de ar e distâncias de fuga e folgas fornecidas pelo isolamento sólido para circuitos de até 60 V. Uma declaração do fabricante é fornecida para demonstrar a conformidade.

Para separar os circuitos intrinsecamente seguros dos não intrinsecamente seguros, deve ser criado um espaço de pelo menos 50 mm entre os pontos de conexão.



Caixa de terminais azul para circuitos intrinsecamente seguros

9.3 Circuitos Ex e e Ex i em um único compartimento

Em equipamentos elétricos, como caixas de junção, os circuitos intrinsecamente seguros (Ex i) e de segurança aumentada (Ex e) podem ser combinados.

O isolamento mecânico seguro e, se necessário, a separação visual são prescritos aqui. Deve-se garantir que os condutores individuais não entrem em contato com as partes condutoras dos outros circuitos quando a fiação for desconectada do bloco de terminais.

A distância entre os blocos de terminais deve ser de pelo menos 50 mm.

Os procedimentos de fiação padrão também devem ser observados para que seja improvável que os circuitos entrem em contato uns com os outros, mesmo que um condutor se solte por conta própria. Em gabinetes de controle com alta densidade de fiação, isso

A separação é obtida com o uso de placas de partição metálicas isolantes ou aterradas. Aqui também, a distância entre os circuitos intrinsecamente seguros e os não intrinsecamente seguros deve ser de 50 mm.

As medições são feitas em todas as direções ao redor da placa divisória. A distância pode ser menor se as placas divisórias estiverem a pelo menos 1,5 mm da parede da caixa. As placas de partição metálicas devem ser aterradas e devem ser suficientemente fortes e rígidas.

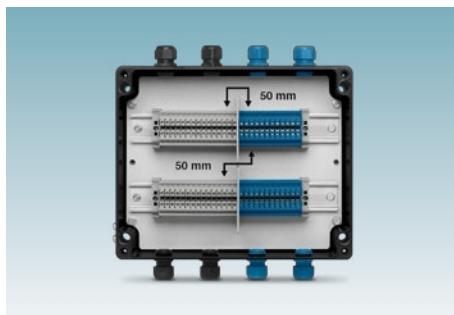
Elas devem ter pelo menos 0,45 mm de espessura. As placas de partição isolantes não metálicas devem ter pelo menos 0,9 mm de espessura.

Os circuitos Ex e devem ser protegidos adicionalmente no compartimento por uma tampa (no mínimo IP30) se a tampa final puder ser aberta durante a operação. Caso contrário, só é permitido abrir a tampa da extremidade

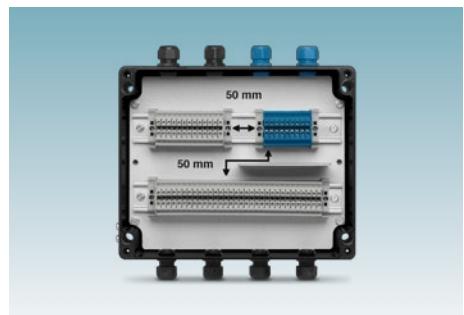
quando os circuitos Ex e forem desligados. As etiquetas de advertência correspondentes devem ser afixadas.



Folga através da placa divisória entre circuitos intrinsecamente seguros e outros circuitos



As folgas entre os circuitos intrinsecamente seguros e outros circuitos também devem ser observadas, mesmo quando houver vários trilhos DIN



Placa divisória entre os trilhos DIN para garantir a folga

9.4 Entradas de habitação

Duas técnicas de instalação são usadas em todo o mundo:

Na Europa, as entradas de cabos ou linhas no invólucro à prova de fogo e os tipos de proteção de segurança aumentada são mais comumente usados. Nos EUA e no Canadá, o sistema de conduite é tradicionalmente usado.

Entrada de cabo ou linha

As entradas de cabo ou de linha são mais frequentemente projetadas com proteção Ex e de segurança aumentada ou com invólucro à prova de chamas Ex d. As entradas de cabo ou de linha com invólucro à prova de chamas são à prova de ignição de poeira e são usadas em conjunto com invólucros à prova de chamas.

As entradas de cabos ou linhas de segurança aumentada são usadas em conjunto com as caixas para aumentar a proteção de segurança. As

Os requisitos relacionados à proteção IP do compartimento devem ser levados em consideração

ao selecionar o cabo ou a entrada de linha.

Sistema de conduites

Nos EUA, é dada especial importância ao fornecimento de cabos ou com um alto grau de proteção mecânica, razão pela qual o sistema de conduites se tornou muito difundido aqui.

Comparação da entrada de cabos ou linhas com o sistema de conduites

Em comparação com cabos ou linhas ou entradas de cabos/linhas, os sistemas de conduites são mais trabalhosos de instalar.

Além disso, um sistema de conduites poderia facilmente permitir que combustíveis, misturas de gases potencialmente explosivas ou itens semelhantes fossem transportados involuntariamente de uma parte do sistema para outra. Para evitar isso

requer bloqueio adicional (vedação), por exemplo, moldando segmentos individuais do sistema de conduites.

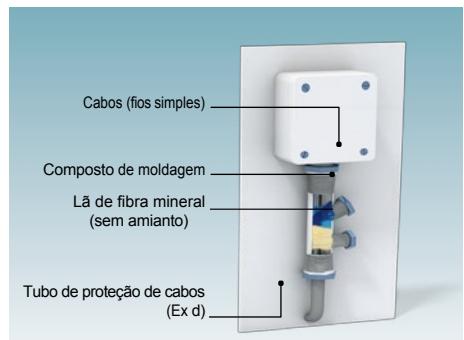
Além disso, a condensação pode se formar facilmente nos sistemas de conduites, o que, por sua vez, pode causar falhas de aterramento e curtos-circuitos como resultado da corrosão.



Sistema de cabos com entrada indireta (Ex e)



Sistema de cabos com entrada direta (Ex d)



Sistema de conduite com trava de ignição (vedação)

10

Instalação de dispositivos elétricos para transmissão de sinais na área Ex

Os equipamentos elétricos operados em sistemas com áreas Ex estão sujeitos a diferentes requisitos de uso. Para a tecnologia MCR, por exemplo, podem ocorrer as seguintes aplicações: (1) os sensores e atuadores estão distribuídos em todas as zonas Ex, (2) os condicionadores de sinal estão localizados na zona 1, na zona 2 ou na área de segurança, (3) o controlador geralmente está na área de segurança. A instrumentação pode ser feita de acordo com o tipo de segurança intrínseca e/ou em um tipo diferente de proteção.

10.1 Transmissão de sinal intrinsecamente segura em áreas potencialmente explosivas

Os sensores/atuadores a serem instalados na zona 0 são projetados principalmente com proteção Ex ia de segurança intrínseca. Os sensores/atuadores intrinsecamente seguros são conectados ao equipamento associado com proteção do tipo Ex de segurança intrínseca. Os dados de segurança necessários para dimensionar O circuito intrinsecamente seguro é especificado no certificado de teste do tipo UE para o isolador Ex i.

Se os isoladores Ex i forem aprovados somente de acordo com o tipo de proteção de segurança intrínseca, eles só poderão ser instalados fora da área potencialmente explosiva. Se os isoladores Ex i precisarem ser instalados dentro da área potencialmente explosiva, eles deverão ser instalados de forma a que estejam protegidos por um tipo diferente de proteção, como um invólucro à prova de fogo. Se um isolador Ex i for montado em um invólucro à prova de chamas, ele também poderá ser instalado na zona 1. Além do tipo de proteção de segurança intrínseca,

Os isoladores Ex i podem ser projetados e aprovados de acordo com outro tipo de proteção, por exemplo, o tipo de proteção "ec" de segurança aumentada. Se esse for o caso, eles podem ser instalados diretamente na zona 2, levando em conta determinadas condições.

As condições especiais de instalação para instalação na zona 2 estão especificadas nas instruções de operação do isolador Ex i e incluem, por exemplo, que um invólucro adequado e aprovado (IEC/EN 60079-15 e IEC/EN 60079-0) com pelo menos É usada a classe de proteção IP54.

Os isoladores Ex i aprovados de acordo com o tipo de proteção Ex ia também podem ser usados para sensores/atuadores aprovados de acordo com o tipo de proteção Ex ib ou Ex ic.

10.2 Transmissão de sinal não intrinsecamente segura em áreas potencialmente explosivas

Além da transmissão de sinal intrinsecamente segura em áreas potencialmente explosivas, há também sensores/atuadores projetados para outros tipos de proteção: por exemplo, invólucro resistente à pressão Ex d ou segurança aumentada Ex e. Para essa finalidade, é permitido o uso de isoladores não intrinsecamente seguros.

Se dispositivos não intrinsecamente seguros tiverem de ser instalados na zona 2, aplicam-se os mesmos requisitos descritos anteriormente para os isoladores Ex i. Você precisa aprovação de acordo com a Ex ec, que é acompanhada de condições especiais. As condições especiais de instalação para instalação na zona 2 estão especificadas no

As instruções de operação do isolador incluem, por exemplo, o uso de um invólucro adequado e aprovado (IEC/EN 60079-15 e IEC/EN 60079-0) com, no mínimo, classe de proteção IP54. Se essa aprovação não for concedida, os isoladores deverão ser instalados em um invólucro à prova de chamas de acordo com a norma Ex dc. Entretanto, isso geralmente é muito mais caro do que um invólucro IP54.

Um sensor/atuador com o tipo de proteção "ec" pode ser conectado a um isolador intrinsecamente seguro ou a um isolador de segurança. isolador não intrinsecamente seguro na zona 2. Se ele for conectado a um isolador Ex i, o princípio de proteção de segurança intrínseca não terá mais efeito. O isolador Ex i

deve ser marcado como um isolador não intrinsecamente seguro para garantir que não seja mais usado em nenhum circuito intrinsecamente seguro.

Ao selecionar os dispositivos adequados para a zona 2, é preciso garantir que os dados elétricos dos sensores/atuadores não sejam excedidos. Se os sensores/atuadores forem montados em um invólucro à prova de fogo ou se tiverem seu próprio invólucro à prova de fogo, eles também poderão ser instalados na zona 1. O tipo de proteção "ec" também é adequado se os sensores/atuadores forem usados na zona 2.

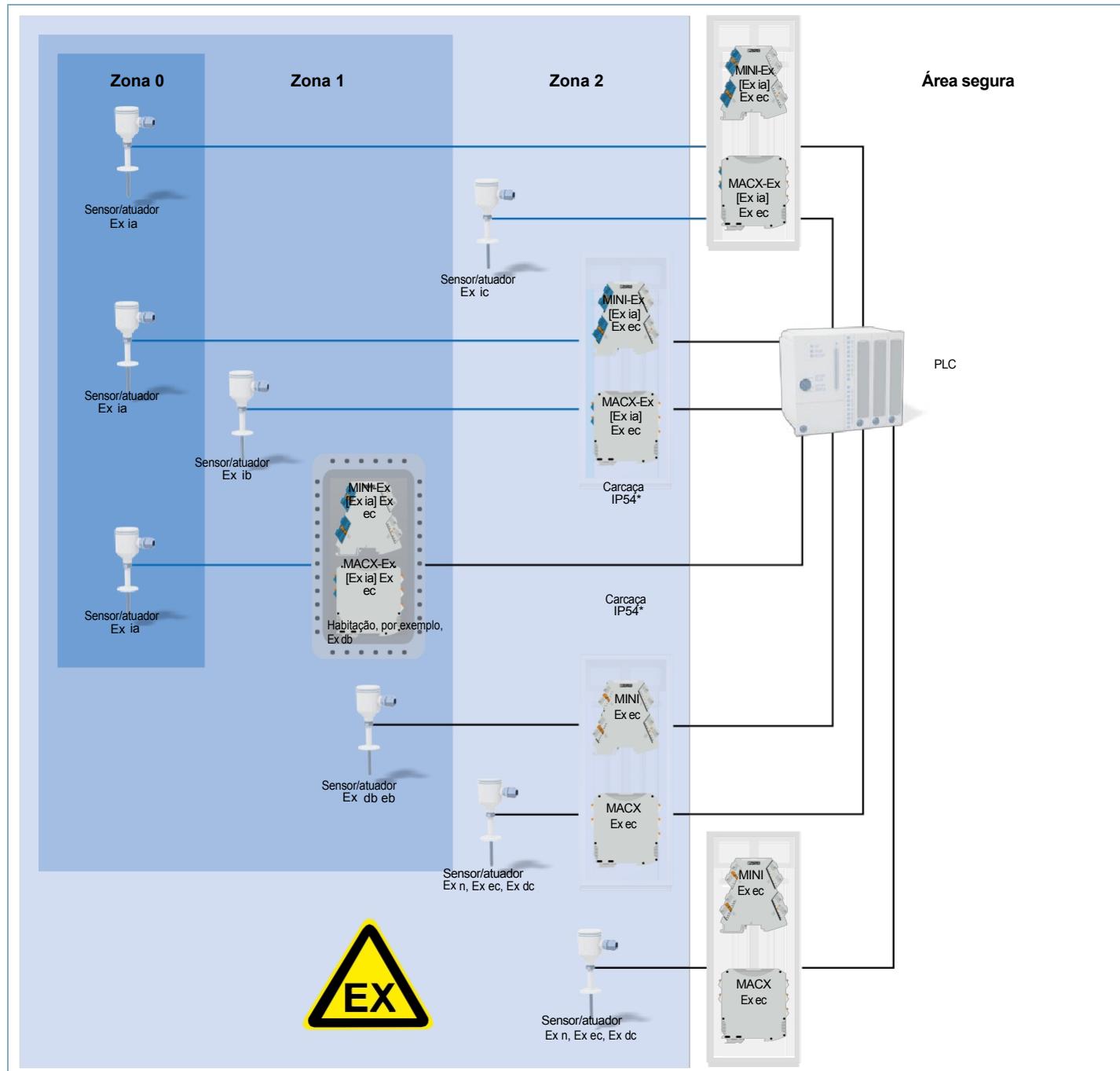
10.3 Requisitos de instalação

A figura mostra uma série de opções para a instalação de dispositivos elétricos em áreas com risco de explosões de gás. Especial requisitos referentes à configuração, seleção e instalação de sistemas elétricos em áreas potencialmente explosivas

pode ser encontrada na norma IEC/EN 60079-14. Outros fatores importantes quando se trata de operar sistemas em áreas potencialmente explosivas são a inspeção, a manutenção e os reparos. As especificações referentes a esses assuntos podem ser encontradas na norma IEC/EN 60079-17

e IEC/EN 60079-19.

Exemplo de instalação de dispositivos elétricos para transmissão de sinais



11

Glossário

Área potencialmente explosiva (abreviação: área Ex)

Uma área na qual uma atmosfera potencialmente explosiva está presente ou pode ser esperada em uma quantidade tal que medidas especiais de precaução são necessárias na construção, instalação e uso de equipamentos elétricos.

Componente Ex

Uma peça de equipamento elétrico para áreas potencialmente explosivas ou um módulo (exceto para entradas de cabo/linha Ex) identificado pelo símbolo U. Essa peça não pode ser usada sozinha em tais áreas e requer um certificado adicional quando instalada em equipamentos ou sistemas elétricos para uso em áreas potencialmente explosivas.

Símbolo U

U é o símbolo usado após o número do certificado para identificar um componente Ex.

Símbolo X

X é o símbolo usado após o certificado para identificar condições especiais para aplicação segura.

Observação: Os símbolos X e U não são usados juntos.

Círculo intrinsecamente seguro

Um círculo no qual nem uma faísca nem um efeito térmico podem causar a ignição de uma determinada atmosfera explosiva.

Equipamentos elétricos

O conjunto completo de componentes, circuitos elétricos ou partes de circuitos elétricos que geralmente estão localizados em um único compartimento.

Equipamentos elétricos intrinsecamente seguros

Um item de equipamento no qual todos os circuitos são intrinsecamente seguros.

Equipamentos associados

Um item de equipamento elétrico que contém circuitos intrinsecamente seguros e não intrinsecamente seguros e é projetado de forma que os circuitos não intrinsecamente seguros não possam influenciar os circuitos intrinsecamente seguros.

Observação: Isso também é indicado por colchetes e colchetes redondos na marcação. O equipamento associado deve ser instalado fora da área potencialmente explosiva, desde que não esteja em conformidade com outro tipo adequado de proteção.

Equipamentos elétricos simples

Um item de equipamento elétrico ou uma combinação de componentes com um projeto simples, com parâmetros elétricos determinados com precisão, que não prejudica a segurança intrínseca do circuito no qual deve ser usado.

Abreviações:

Observação: O índice i indica "in", enquanto o representa "out".

U_i= Tensão máxima de entrada

A tensão máxima (valor de pico da tensão CA ou CC) que pode ser aplicada aos elementos de conexão de circuitos intrinsecamente seguros sem afetar a segurança intrínseca. Isso significa que nenhuma tensão maior do que o valor do U_iassociado pode ser conectada a esse circuito intrinsecamente seguro.

Um possível acréscimo de tensão também deve ser levado em consideração.

Consulte também IEC/EN 60079-14, Apêndice B.

I_i= Corrente máxima de entrada

A corrente máxima (valor de pico da corrente alternada ou corrente contínua) que pode ser fornecida por meio dos elementos de conexão dos circuitos intrinsecamente seguros sem destruir a segurança intrínseca.

Isso significa que nenhuma corrente maior do que o valor do I_iassociado pode ser alimentada nesse circuito intrinsecamente seguro.

Uma possível adição de corrente também deve ser levada em consideração aqui. Consulte também a norma IEC/EN 60079-14, Apêndice B.

P_i= Potência máxima de entrada

A potência máxima de entrada em um circuito intrinsecamente seguro que pode ser implementado em equipamentos elétricos sem destruir a segurança intrínseca. Isso significa que nenhum circuito intrinsecamente seguro com potência superior a P_i pode ser conectado aqui.

Observação sobre U_i, I_i e P_i:

O certificado de teste do tipo UE geralmente fornece apenas uma ou duas especificações para U_i, I_i ou P_i. Nesse caso, não há restrições para os termos que não são mencionados, pois uma limitação interna adicional já foi implementada nesse item de equipamento.

U_o = Tensão máxima de saída

A tensão máxima de saída (valor de pico da tensão CA ou CC) em um circuito intrinsecamente seguro que pode ocorrer em condições de marcha lenta nos elementos de conexão do equipamento elétrico com qualquer tensão aplicada, até a tensão máxima, incluindo U_m e U_i . Isso significa que U_o é a tensão máxima sem carga que pode estar presente nos blocos de terminais com a tensão de alimentação máxima no caso de uma falha.

 I_o = Corrente máxima de saída

A corrente máxima (valor de pico da corrente alternada ou corrente contínua) em um circuito intrinsecamente seguro que pode ser retirado dos blocos de terminais de conexão do equipamento elétrico.

Isso significa que I_o corresponde à máxima corrente de curto-círcuito possível I_k nos blocos de terminais de conexão.

 P_o = Potência máxima de saída

A potência elétrica máxima em um circuito intrinsecamente seguro que pode ser retirada do equipamento.

Isso significa que, quando um sensor ou atuador é conectado a esse circuito intrinsecamente seguro, essa potência deve ser levada em consideração, por exemplo, ao aquecer ou com a carga em relação à classe de temperatura associada.

 C_i = Capacitância interna máxima

Capacitância equivalente efetiva para as capacitâncias internas do equipamento nos elementos de conexão.

 L_i = Indutância interna máxima

Indutância equivalente efetiva para as indutâncias internas do equipamento nos elementos de conexão.

 C_o = Capacitância externa máxima

O valor máximo da capacitância em um circuito intrinsecamente seguro que pode ser conectado aos elementos de conexão do equipamento elétrico sem destruir a segurança intrínseca.

Isso significa que esse é o valor máximo que todas as capacitâncias que trabalham fora do equipamento podem atingir.

As capacitâncias externas compreendem as capacitâncias do cabo/linha e as capacitâncias internas dos itens de equipamento conectados. No caso de limitação de corrente ôhmica linear, C_o depende de U_o . Consulte também IEC/EN 60079-11, Apêndice A, Tabela A2 e Figura A2 e A3.

 L_o = Indutância externa máxima

O valor máximo da indutância em um circuito intrinsecamente seguro que pode ser conectado aos elementos de conexão do equipamento elétrico sem destruir a segurança intrínseca.

Isso significa que esse é o valor que todas as indutâncias que trabalham fora do equipamento podem atingir no total. As indutâncias externas compreendem as indutâncias do cabo/linha e as indutâncias internas dos itens de equipamento conectados.

No caso da limitação de corrente ôhmica linear, L_o depende de I_o . Veja Também IEC/EN 60079-11, Apêndice A, Figura A4, A5, A6.

 C_c = Capacidade do cabo ou da linha

Auto-capacitância de um cabo ou linha. Isso depende do cabo ou da linha. Geralmente, está entre 140 nF/km e 200 nF/km.

 L_c = Indutância do cabo ou da linha

Autoindutância de um cabo ou linha. Isso depende do cabo ou da linha e, em geral, está entre 0,8 mH/km e 1 mH/km.

 U_m = Valor RMS máximo da tensão CA ou tensão CC máxima

A tensão máxima que pode ser conectada a elementos de conexão não intrinsecamente seguros do equipamento associado sem afetar a segurança intrínseca. O valor de U_m pode ser diferente nas várias conexões de um dispositivo, bem como para a tensão CA e CC.

Isso significa que $U_m= 250$ V pode ser especificado para a tensão de alimentação e na saída $U_m= 60$ V, por exemplo. De acordo com a norma IEC/EN 60079-14, Cláusula 12.2.1 2, também é preciso garantir que os itens do equipamento que estão conectados a um sistema não intrinsecamente seguro os blocos de terminais de conexão dos equipamentos associados não são alimentados com uma tensão de alimentação superior à U_m especificado na placa de classificação do equipamento associado. Para o exemplo acima, isso significa:

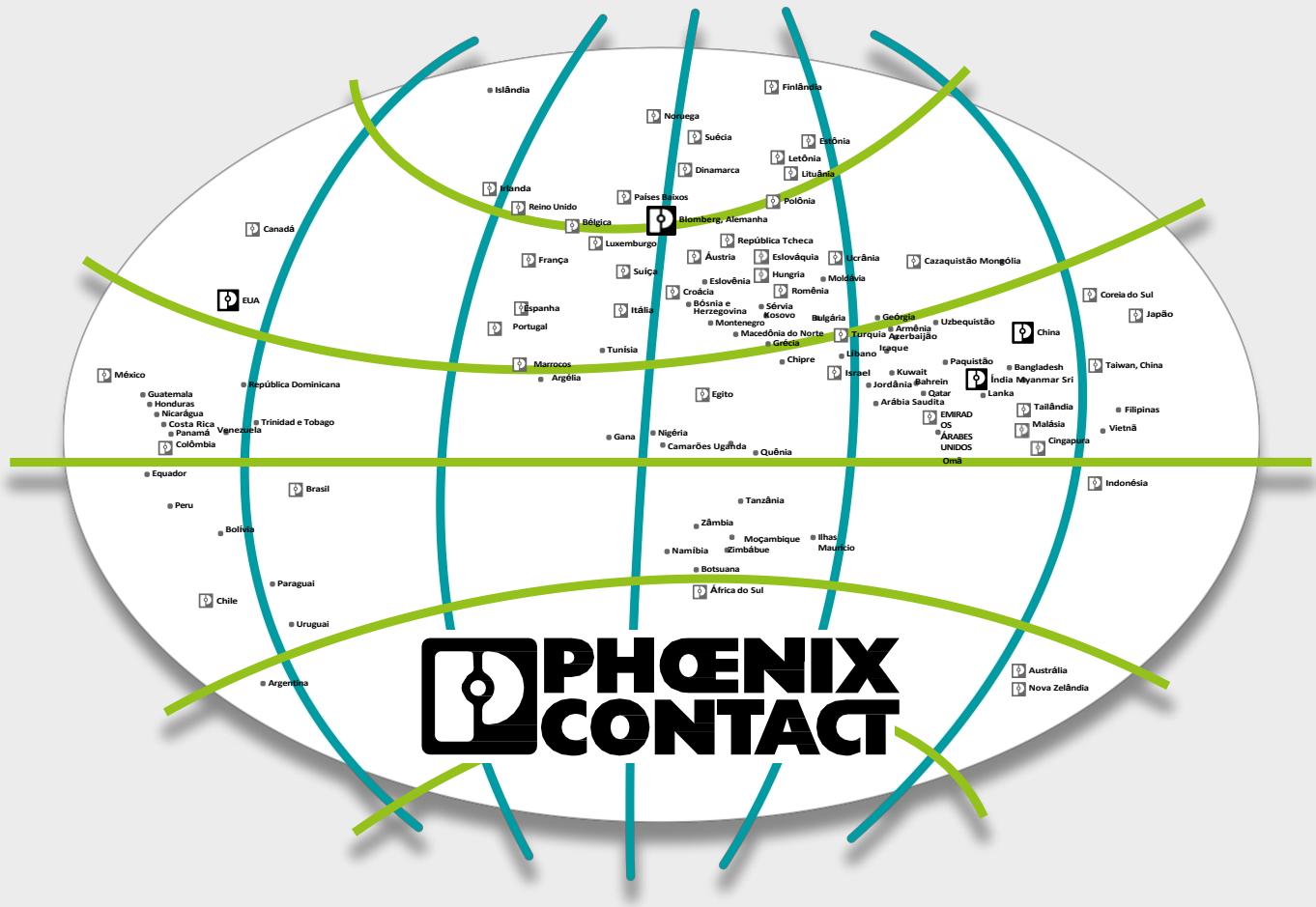
Um outro item de equipamento com uma tensão de alimentação de até 250 V pode ser conectado à tensão de alimentação do equipamento associado. Apenas um item de equipamento com uma tensão de alimentação de até 60 V pode ser conectado à saída do equipamento associado.

 I_n = Corrente nominal do fusível

A corrente nominal de um fusível de acordo com a norma EN 60127 ou de acordo com a especificação do fabricante. Essa é a corrente nominal especificada para um fusível.

 T_a ou T_{amb} = Temperatura ambiente

A temperatura ambiente T_a ou T_{amb} deve ser listada na placa de classificação e especificada no certificado se estiver fora da faixa de -20 °C a +40 °C.



Comunicação aberta com os clientes e parceiros em todo o mundo

A Phoenix Contact é uma líder global de mercado com sede na Alemanha. Somos conhecidos por fabricar produtos e soluções voltados para o futuro, para a eletrificação, interligação e automação de todos os setores da economia e da infraestrutura. Com uma rede global que abrange mais de 100 países e mais de 21.000 funcionários, mantemos um relacionamento próximo com nossos clientes, algo que acreditamos ser essencial para nosso sucesso comum.

Nossa ampla gama de produtos inovadores facilita aos nossos clientes a implementação da tecnologia mais recente em uma variedade de aplicações e setores. Isso se aplica especialmente aos mercados-alvo de energia, infraestrutura, indústria e mobilidade.

Você pode encontrar seu parceiro local em

phoenixcontact.com