

# Protección contra explosiones

## Fundamentos

Sinopsis · Abril 2005

# simatic

# ET 200



**SIEMENS**

# Introducción

**En numerosos países industriales, durante la fabricación, tratamiento, transporte y almacenamiento de sustancias inflamables aparecen o se fugan gases, vapores o nieblas que pasan al medio ambiente. En otros procesos aparecen polvos inflamables. Combinados con el oxígeno del aire los gases, vapores, polvos y nieblas que aparecen en dichos procesos crean una atmósfera potencialmente explosiva que puede conducir a una explosión en caso de ignición.**

Particularmente en la industria química y petroquímica, en la extracción de petróleo y gas natural, en minería y en molinos (p. ej. de cereales, sólidos) y en otros muchos sectores industriales pueden originarse explosiones que pueden conducir a daños graves para personas e instalaciones.

Para evitar los peligros de explosión, en la mayor parte de los Estados se han elaborado prescripciones de protección en forma de leyes, normas y reglamentos. Mediante dichas prescripciones se intenta garantizar un alto nivel de seguridad. A medida que aumenta la globalización de los mercados y se refuerza la colaboración entre los diferentes Estados en el campo económico las Leyes se han unificado en gran medida en los grandes espacios económicos del mundo tales como Europa y Norteamérica.

Así, en la Unión Europea las prescripciones de protección contra explosión se han agrupado en la Directiva 9/94/CE. Dicha directiva entró en vigor el 30.06.2003. A nivel mundial la unificación de las normativas tiene aún un largo camino que recorrer.

El folleto "Protección contra explosiones - Fundamentos" intenta ofrecer a los usuarios y lectores interesados una panorámica sobre la protección contra explosiones asociada al material e instalaciones eléctricos. También sirve como obra de consulta para interpretar las rotulaciones e identificaciones que figuran en los aparatos.

Sin embargo, para la ingeniería e instalación es necesario estudiar intensamente los fundamentos y directivas respectivas.

La elaboración de reglamentos y normas comenzó en Inglaterra. Allí los mineros estaban amenazados desde tiempo inmemorial por el grisú. Desde entonces se ha alcanzado ya un muy alto nivel de seguridad en los países industrializados.

# Contenido

Fundamentos físicos y definiciones	3
Fundamentos legales y normas	6
Clasificación del material protegido contra explosión	8
Seguridad intrínseca	14
Construcción y operación de instalaciones eléctricas	15
Protección Ex en Norteamérica, comparación entre zonas/divisions	16
Parámetros de seguridad	19
Centros de homologación y ensayo	21
Productos de la gama ET 200 para zonas clasificadas	23

# Fundamentos físicos y definiciones

## Explosión

La reacción química espontánea entre una sustancia inflamable y el oxígeno provoca una explosión con gran liberación de energía. Las *sustancias inflamables* pueden estar presentes en forma de gas, niebla, vapor o polvo. Una explosión sólo puede desarrollarse si confluyen tres factores:

1. Sustancia inflamable (con la distribución y concentración adecuadas)
2. Oxígeno (en el aire)
3. Fuente de ignición (p. ej. chispas eléctricas)

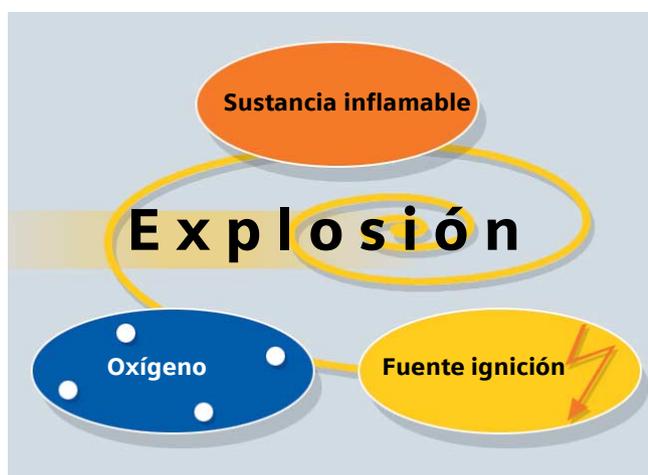


Fig. 1 Explosión

¿Cuáles pueden ser estas medidas de protección?

- Evitar sustancias inflamables
- Inertizar (adición de nitrógeno, dióxido de carbono, etc.)
- Limitar concentraciones
- Mejorar la ventilación

*La protección secundaria contra explosiones se requiere cuando las medidas de protección primarias no excluyan el peligro o, de hacerlo, lo hagan sólo de forma incompleta.*

Para consideraciones de seguridad deben conocerse determinadas características de sustancias inflamables:

## La temperatura de inflamación

La temperatura de inflamación de líquidos inflamables define la temperatura más baja a partir de la cual se forma sobre la superficie del líquido una mezcla vapor-aire inflamable por ignición externa.

Si la temperatura de inflamación de un líquido inflamable así está considerablemente por encima de la temperatura máxima que puede aparecer, entonces no puede formarse allí una atmósfera explosiva. Sin embargo, la temperatura de inflamación de una mezcla de diferentes líquidos puede ser inferior a la temperatura de inflamación de los diferentes componentes.

Los líquidos inflamables se dividen en los reglamentos técnicos en cuatro clases de peligro:

Clase de peligro	Temperatura de inflamación
AI	<21 °C
AII	21 ... 55 °C
AIII	> 55 ... 100 °C
B	< 21°C, a 15°C soluble en agua

## Protección Integrada contra explosión

Evitar la formación de atmósferas explosivas peligrosas 1

Evitar la ignición de atmósferas explosivas peligrosas 2

Limitar las consecuencias de una explosión a un efecto inocuo 3

## Protección contra explosión primaria y secundaria

El principio de la protección integrada contra explosiones exige prever todas las medidas de protección contra explosiones siguiendo un orden predeterminado.

Para ello hay que distinguir entre medidas de protección *primarias* y *secundarias*.

*Bajo protección primaria contra explosión se entienden todas las medidas que evitan la aparición de una atmósfera explosiva peligrosa.*

# Fundamentos físicos y definiciones

## Límite de explosibilidad

En caso de sustancias inflamables una atmósfera explosiva se forma cuando aquéllas tienen una concentración dentro de un rango determinado (ver Fig. 2).

En caso de concentraciones demasiado reducidas (mezcla pobre) o altas (mezcla grasa) no tiene lugar ninguna explosión sino una acción de combustión lenta o incluso ninguna.

En caso de ignición la mezcla sólo explota dentro del rango comprendido entre los límites de explosibilidad superior e inferior. Los límites de explosibilidad dependen de la presión ambiental y de la concentración de oxígeno en el aire (ver tabla inferior).

Dependiendo de la velocidad con que evoluciona la combustión se habla de deflagración, explosión o detonación. Una atmósfera explosiva se da cuando en caso de ignición pueda ponerse en peligro la vida de personas o bienes.

En un recinto cerrado incluso una atmósfera explosiva de reducido volumen puede conducir a peligrosas explosiones.

## Polvos

En ambiente industrial, p.ej. en plantas químicas o en molinos de cereales, los sólidos se presentan con frecuencia en forma desmenuzada, p. ej. en forma de polvo.

El concepto "polvo" se define en la norma DIN EN 50281-1-2 como "pequeñas partículas en la atmósfera que se depositan debido a su propio peso, pero que permanecen durante un cierto tiempo en la atmósfera en forma de mezcla polvo/aire". Los depósitos de polvo son comparables a un cuerpo poroso; hasta un 90 % está formado por cavidades. Si se aumenta la temperatura de depósitos de polvo esto puede provocar la autoinflamación de la sustancia combustible pulverulenta.

Si se arremolinan depósitos de polvo de pequeño tamaño de grano existe riesgo de explosión. Éste aumenta con el fraccionamiento, ya que aumenta la superficie de las cavidades. Las explosiones de polvo son con frecuencia consecuencia de capas de polvo arremolinadas en forma de nube que llevan en su seno el cebado de la inflamación.

También las explosiones de mezclas de gas o vapor con aire pueden arremolinar el polvo, lo que hace que con frecuencia la explosión de gas pase a ser una explosión de polvo.

En minas de carbón las explosiones de grisú tenían con frecuencia explosiones de polvo de carbón cuyo efecto sobrepasaba con frecuencia el efecto de la explosión de gas.

El riesgo de explosión se reduce usando aparatos con una protección contra explosión adecuada. El marcado en el aparato refleja la categoría del mismo y la efectividad de la protección contra explosiones, y así su aplicación en zonas clasificadas.

El potencial de riesgo de atmósferas explosivas de polvo y la elección de las medidas de protección correspondientes se enjuicia en base a los parámetros de seguridad de las sustancias implicadas. Para ello los polvos se clasifican de acuerdo a dos de sus características:

- **Conductividad**  
Se habla de polvos conductores cuando tienen una resistencia eléctrica específica de hasta  $10^3$  ohmios-metro.
- **Inflamabilidad**  
En contraposición, los polvos inflamables se caracterizan porque arden en aire o pueden entrar en autoignición, y que a presión atmosférica y una temperatura entre  $-20^\circ$  Celsius y  $+60^\circ$  Celsius pueden formar con el aire mezclas explosivas.

Parámetros de seguridad en polvos suspendidos son por ejemplo la *energía mínima de ignición* y la *temperatura de inflamación*, mientras que para polvos depositados tienen en la *temperatura de autoignición* una propiedad característica.

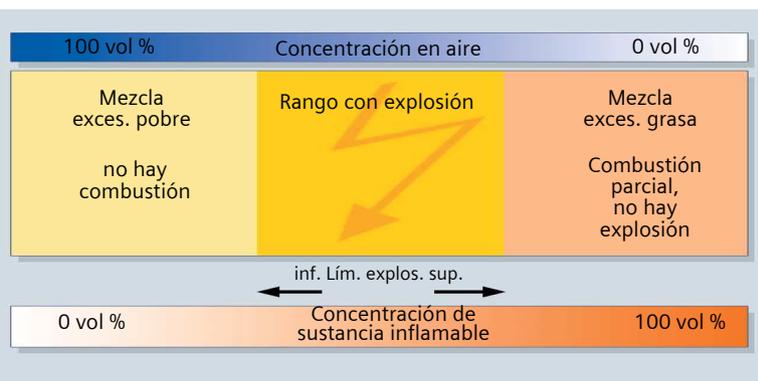


Fig. 2 Rango con explosión

Sustancia	Límite inferior de explosibilidad [vol. %]	Límite superior de explosibilidad [vol. %]
Acetileno	2,3	78,0 (autodescomposición)
Etileno	2,3	32,4
Gasolina	~ 0,6	~ 8
Benceno	1,2	8
Gas natural	4,0 (7,0)	13,0 (17,0)
Fuel-oil/diesel	~ 0,6	~ 6,5
Metano	4,4	16,5
Propano	1,7	10,9
Sulfuro de carbono	0,6	60,0
Gas ciudad	4,0 (6,0)	30,0 (40,0)
Hidrógeno	4,0	77,0

Límites de explosibilidad de sustancias inflamables

## Energía mínima de ignición

Para la ignición de una atmósfera explosiva se requiere aportar una determinada energía.

Bajo energía mínima de ignición se entiende la mínima energía aplicada posible, p. ej. descarga de un condensador, necesaria para iniciar la ignición de una sustancia inflamable.

La energía mínima de ignición se encuentra en un rango de aprox.  $10^{-5}$  J para hidrógeno hasta algunos julios para determinados polvos.

¿Cómo puede producirse una ignición?

- Superficies calientes
- Compresión adiabática
- Ultrasonidos
- Radiación ionizante
- Llamas abiertas
- Reacción química
- Radiación óptica
- Radiación electromagnética
- Descarga electrostática
- Chispas por rozamiento o impacto mecánicos
- Chispas y arcos eléctricos, radiación ionizante

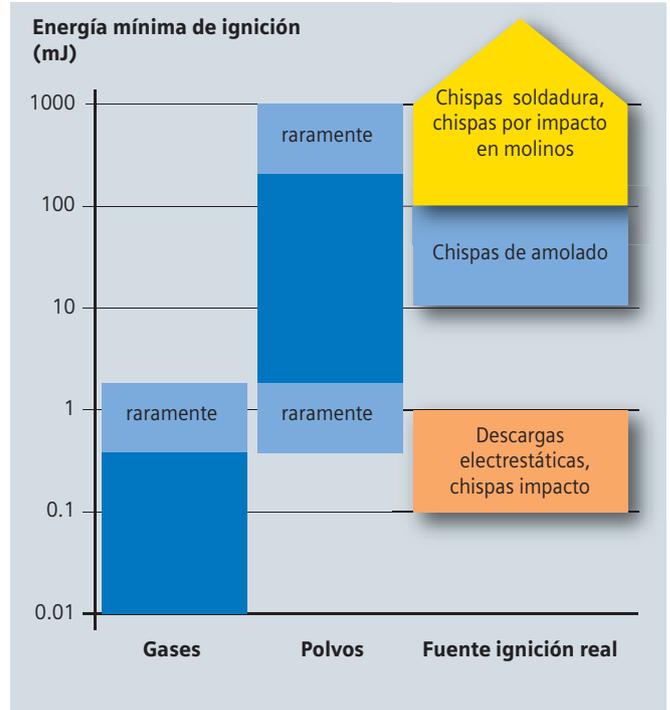


Fig. 3 Comparación entre la energía mínima de ignición de gases y polvos con fuentes de ignición reales



# Fundamentos legales y normas

## Fundamentos legales de la protección contra explosiones

En todo el mundo la protección contra explosiones está reglamentada en forma de Ley por los Gobiernos de los diferentes estados. Las diferencias de requisitos técnicos propias de cada país así como las homologaciones exigidas para aparatos protegidos contra explosión constituyen, sobre todo para fabricantes que operan globalmente, un impedimento importante para la comercialización de sus productos y exigen grandes gastos de desarrollo y homologación. Por ello, desde hace algún tiempo los países, sobre todo las naciones industriales de primera línea, están interesados en armonizar las normas técnicas aplicables para eliminar barreras y materializar en paralelo normas de seguridad unificadas. Dentro de la Comunidad Europea está prácticamente concluido el proceso de armonización en el área de la protección contra explosiones.

A nivel internacional la IEC ha introducido el denominado esquema IECEx con el objetivo de acercarse al objetivo de lograr "un ensayo y un certificado válidos para todo el mundo".

## Directivas CE

Dentro la Comunidad Europea la protección contra explosiones está reglamentada mediante directivas y leyes.

Por ello, los aparatos eléctricos para aplicación en atmósferas explosivas deben disponer de certificado de ensayo. Las instalaciones y dispositivos correspondientes están clasificados como instalaciones sujetas a control, pudiendo utilizar únicamente aparatos homologados para tal fin. Además, la puesta en marcha, los cambios y las inspecciones periódicas de seguridad deberán ser recibidos o realizados por instituciones o sociedades homologadas.

El marco legal lo constituyen las directivas CE promulgadas con carácter obligatorio para todos los Estados miembros de la CE.

Designación abreviada	Texto completo	Número de la directiva	válida desde el	Fin del periodo transitorio
Directiva de baja tensión	Directiva del Consejo del 19 de febrero de 1973 para armonizar las prescripciones legales de los Estados miembros sobre el material eléctrico para aplicación dentro de determinados límites de tensión	73/23/CEE	19.08.74	01.01.97
• Cambio		93/68/CEE	01.01.95	01.01.97
Directiva de CEM	Directiva del Consejo del 3 de mayo de 1989 para armonizar las prescripciones legales sobre compatibilidad electromagnética	89/336/CEE	01.01.92	31.12.95
• Cambio		92/31/CEE	28.10.92	-
• Cambio		93/68/CEE	01.01.95	01.01.97
Directiva de máquinas	Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo del 22 de junio de 1998 para armonizar las prescripciones legales y administrativas de los Estados miembros sobre máquinas	98/37/CE (basado en 89/392/CEE)	01.01.93	31.12.94
Directiva EX (ATEX 100a)	Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo del 23.03.1994 armonizar las prescripciones legales y administrativas de los Estados miembros sobre equipos y sistemas de protección para aplicación conforme en atmósferas potencialmente explosivas	94/9/CE	01.03.96	30.06.03
Directiva de equipos a presión	Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 22.06.1998 armonizar las prescripciones legales y administrativas de los Estados miembros sobre equipos a presión	97/23/CE	29.11.99	29.05.02
ATEX 137 (anticuada: ATEX 118a)	Prescripciones mínimas para mejorar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a atmósferas explosivas	1999/92/CE	16.12.99	30.06.03

Selección de directivas CE importantes

## Leyes y reglamentos nacionales

Por regla general las directivas CE constituyen derecho europeo que debe adaptarse sin cambios, es decir "uno a uno", en los diferentes Estados miembros mediante la correspondiente ratificación nacional. La Directiva 94/9/CE se ha adoptado con el mismo contenido en la Explosionsschutzverordnung ExVO (aplicable en Alemania). El marco legal para equipamientos técnicos es la Gerätesicherheitsgesetz (GSG), anexada a la ExVO, reglamento propio (11. GSGV).

En cambio, la Directiva ATEX 137 (1999/92/CE) sólo incluye "especificaciones mínimas para mejorar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a atmósferas explosivas peligrosas", de forma que cada estado miembro puede promulgar reglamentos propios más rígidos. En la República Federal de Alemania el contenido de la directiva se ha implementado en el reglamento de seguridad. A fin de simplificar las leyes en la BetrSichVO se han refundido simultáneamente los contenidos de reglamentos anteriores. En el área de la protección contra explosiones se trata de:

- Reglamentos sobre instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas (ElexV)
- Reglamento sobre acetileno
- Reglamento sobre sustancias inflamables

Dichos reglamentos caducaron con la entrada en vigor de la BetrSichVO, el 01.01.2003.

## Directivas de protección contra explosiones de los institutos de seguridad en el trabajo alemanes

En las "Directivas para evitar peligros por atmósferas explosivas con colección de ejemplos" de la Asociación Profesional Química de Alemania se enumeran de forma concreta los peligros en atmósferas explosivas indicándose medidas para evitarlos o disminuirlos. Para ello sirve particularmente la colección de ejemplos en los que se detallan dichas medidas para diferentes plantas de proceso potencialmente explosivas en los diferentes sectores industriales. Esto aporta valiosos consejos y estimaciones de riesgos para proyectistas y operadores de tales plantas de proceso o comparables. Si bien no tiene naturaleza legal, las directivas deben considerarse como recomendaciones importantes que pueden aprovecharse para labores de peritaje en caso de eventuales siniestros.

## Normas

Para el campo de la protección contra explosiones existen en todo el mundo multitud de normas especializadas. La normativa correspondiente está sujeta a cambios continuos. Esto está condicionado, por un lado, al avance técnico y, por otro, por los mayores requisitos que impone la sociedad en temas de seguridad. A ello también contribuyen los intentos de armonización a nivel internacional cuyo objetivo final es lograr normas de seguridad unificadas a escala mundial, con la consiguiente eliminación de obstáculos al comercio.

## Normas de la CE

Las normas aplicables en el ámbito de la Comunidad Europea relativas a la protección contra explosiones se elaboran, en base a las directivas CE, bajo la dirección de CENELEC (Comité Europeo para normas electrotécnicas). Los miembros de CENELEC son los comités nacionales de los Estados miembros. Como entretanto la normalización a nivel internacional se ha hecho cada vez más importante gracias al impulso de la IEC, la CENELEC ha decidido promulgar únicamente normas tramitadas en el denominado modo paralelo con la IEC. Prácticamente esto significa que las normas europeas en el ámbito de la electrotecnia sólo se crean o refunden prácticamente en base a normas IEC en calidad de normas europeas armonizadas. En el campo de la protección contra explosiones se trata principalmente de las normas de la serie EN 60079.

Los números de las normas europeas armonizadas están estructuradas conforme al esquema siguiente:

EN	50014	:	1997	Significado
				Año de publicación
				Número de la norma
				Norma europea armonizada

## IEC

A nivel internacional la IEC/CEI, la Comisión Electrotécnica Internacional, edita normas para la protección contra explosiones. Éstas están bajo la responsabilidad del Comité Técnico TC31. Las normas para la protección contra explosiones están incluidas en la serie IEC 60079-x (antes IEC 79-x). La x representa el número de las diferentes normas genéricas, p. ej. IEC 60079-11 para seguridad intrínseca.

# Clasificación del material protegido contra explosión

## Marcado

Del marcado del material eléctrico para atmósferas explosivas deberá poder deducirse:

- el fabricante que ha puesto en circulación el material,
- un nombre o referencia que permita identificarlo
- el campo de aplicación,
  - en minas subterráneas I,
  - otras zonas II,
  - gases y vapores - G -, polvos - D - o minas - M -,
- las categorías que definen si un aparato puede usarse para determinadas zonas,
- el o los modos de protección que cumple el material,
- el laboratorio de ensayo que ha emitido el certificado de prueba, la normativa o edición de la misma que cumple el material, inclusive el número de registro del certificado en el laboratorio de ensayo y , de ser necesario, las condiciones particulares que es preciso respetar.
- Además deberán estar disponibles los mismos datos necesarios para el mismo aparato en versión industrial.

CE 0032	Ex II 2D	IP65	T80°C	Significado
				Rango de temperatura
				Grado de protección de la envolvente
				Zona clasificada (EX)
				Organismo notificado para certificar el sistema de calidad según 94/9CE
				Signo de conformidad

Ejemplo de identificación conforme con 94/9CE

Marcado del aparato	Significado
EMPRESAX modelo 07-5103-.../...	Fabricante y modelo
Ex II 2D IP65 T 80°C	fabricado según EN 50281-.-. Protección por envolvente, grado de protección IP65 Máx. temperatura en la superficie + 80 °C
IBExU 00 ATEX 1081	Nº correlativo del laboratorio de ensayo
	Generación ATEX
	certificado en 2000
	Símbolo o anagrama del laboratorio de ensayo

## Grupos de aparatos/categorías

Los aparatos se clasifican en los grupos siguientes:

- Grupo de aparatos I
  - en explotaciones subterráneas
  - en minas
  - así como en sus instalaciones en superficie
- Grupo de aparatos II
  - Aparatos para su utilización en las restantes áreas

Cada grupo de aparatos tiene a su vez material clasificado en diferentes categorías (Directiva 94/9/CE).

La categoría indica la zona en la que puede aplicarse el material.

Grupo de aparatos I (minería)		
Categoría	M1: muy alto nivel de seguridad	M2: alto nivel de seguridad
Seguridad suficiente	Mediante 2 medidas de protección / en caso de 2 defectos	Deberá desconectarse si aparece atmósfera Ex

Grupo de aparatos II (otras atmósferas explosivas)						
Cat.	1: muy alto nivel de seguridad		2: alto nivel de seguridad		3: nivel normal de seguridad	
Seguridad suficiente	Mediante 2 medidas de protección / en caso de 2 defectos		caso de fallos frecuentes de los aparatos / con 1 defecto		Con funcionamiento perfecto	
Aplicación en	Zona 0	Zona 20	Zona 1	Zona 21	Zona 2	Zona 22
Atmósfera de	G (gas)	D (polvo)	G	D	G	D

Comparativa de grupos de aparatos y categorías

## Zonas

Las atmósferas explosivas se clasifican en zonas. La clasificación en zonas depende de la probabilidad temporal y espacial de que aparezca una atmósfera explosiva peligrosa.

Información y especificaciones para la clasificación en zonas figuran en EN/ IEC 60079-10.

El material instalado en áreas explosivas (zona 0/20) deben cumplir requisitos más altos que en el instalado en zonas menos peligrosas (zona 1/21, zona 2/22). Por regla general el 95 % del material está instalado en la zona 1 y sólo un 5 % en la zona 0.

Gases, vapores y nieblas inflamables		
Zona	Categoría Material	Descripción
0	1G	Atmósfera explosiva peligrosa de forma <b>permanente y durante largos periodos</b> .
1	2G 1G	Puede preverse que la atmósfera explosiva peligrosa aparezca <b>de forma ocasional</b> .
2	3G 2G 1G	Puede contarse con que pueda aparecer una atmósfera explosiva peligrosa <b>sólo de forma ocasional</b> y, de producirse, <b>sólo brevemente</b> .

Polvos inflamables		
Zona	Categoría Material	Descripción
20	1D	Áreas con atmósfera explosiva compuesta de mezclas polvo-aire presente de forma <b>permanente, durante largos periodos o frecuente</b> .
21	2D 1D	Áreas en las cuales pueda contarse con que una atmósfera explosiva, compuesta de mezclas polvo-aire, pueda aparecer de forma <b>ocasional o breve</b> .
22	3D 2D 1D	Áreas en las que no sea probable la aparición de una atmósfera explosiva por polvo arremolinado. Si a pesar de todo aparece, entonces sólo de forma <b>ocasional y durante un periodo muy corto</b> .

Clasificación de las sustancias inflamables en diferentes zonas

# Clasificación del material protegido contra explosión

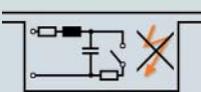
## Modos de protección

Los modos de protección son medidas constructivas y eléctricas tomadas en el material para alcanzar protección contra explosión en atmósferas potencialmente explosivas.

Los modos de protección son medidas secundarias de protección contra explosión. El alcance de las medidas de protección secundaria contra explosión dependen de la probabilidad de aparición de atmósfera explosiva peligrosa.

Los aparatos eléctricos para atmósferas explosivas deben cumplir las especificaciones generales de la norma EN 50014 y las especificaciones particulares para el modo de protección respectivo en el que están ejecutados.

Conforme a la EN 50014 son importantes los modos de protección representados en la página siguiente. Todos los modos de protección se basan en diferentes principios.

Modos de protección para atmósfera de gas						Aplicación en zona		
Modo de protección	Letra	Representación esquemática	Principio fundamental	Norma	Ejemplos	0	1	2
Requisitos generales			Determinaciones generales para el tipo constructivo y ensayo de material eléctrico destinados a atmósferas Ex	EN 50014				
Seguridad aumentada	e		Aplicable sólo al material o sus componentes que en caso normal no generan chispas ni arcos voltáicos, no pueden adoptar temperaturas peligrosas y cuya tensión de alimentación no supere 1 kV	EN 50 019 IEC 60 079-7 FM 3600 UL 2279	Bornes, cajas de conexión		•	•
Envoltorio antideflagrante	d		Si se produce una ignición dentro de la envoltorio, ésta resiste a la presión, es decir, la explosión no se propaga al exterior	EN 50 018 IEC 60 079-1 FM 3600 UL 2279	Subestaciones de distribución, transformadores		•	•
Sobrepresión interna	p		La fuente de ignición es rodeada por un gas de protección bajo sobrepresión (mín. 0,5 mbar); la atmósfera exterior no puede penetrar	EN 50016 IEC 60 079-2 FM 3620 NFPA 496	Cuadros de mando, cuadros de distribución		•	•
Seguridad intrínseca	i		Limitando la energía existente en el circuito se evita la aparición de temperaturas excesivas, chispas y arcos voltáicos	EN 50 020 IEC 60 079-11 FM 3610 UL 2279	Actuadores, sensores, PROFIBUS DP RS 485-IS	•	•	•
Inmersión en aceite	o		El material o sus componentes quedan inmersos en aceite y separados así de la atmósfera explosiva	EN 50 015 IEC 60 079-6 FM 3600 UL 2279	Transformadores, aparellaje		•	•
Pulverulento	q		La fuente de ignición queda rodeada por arena de grano fino. La atmósfera Ex que rodea a la caja no puede inflamarse debido a un arco	EN 50 017 IEC 60 079-5 FM 3600 UL 2279	Bandas calefactoras, condensadores		•	•
Encapsulado	m		La fuente de ignición queda encerrada en una masa por lo que no puede inflamarse la atmósfera explosiva	EN 50 028 IEC 60 079-18 FM 3600 UL 2279	Sensores, aparellaje		•	•
Modos de protección agrupados	n	Zona 2 Este modo de protección agrupan diferentes sistemas de protección	Aplicación ligeramente simplificada de los diferentes modos de protección de zona 2, "n" significa "no inflamable"	EN 50 021 <sup>1)</sup> IEC 60 079-15	Equipos de automatización		•	•

1) ab 2007 EN 60079-15

Modos de protección para atmósferas de polvo					Aplicación en zona		
Modo de protección	Kennzeichnung	Principio fundamental	Norma	Ejemplos	20	21	22
Sobrepresión interna	pD	Un gas de protección (aire, gas inerte o adecuado) a mayor presión que la atmósfera envolvente evita la penetración de la atmósfera ambiente en la envolvente de materiales eléctricos.	EN 50281 IEC 61241	Material en el que durante su funcionamiento aparecen chispas, arcos o partes calientes	●	●	●
Encapsulado	mD	Las piezas susceptibles de inflamarse, por chispas o calentamiento en una atmósfera explosiva están recubiertos por una masa colada de forma que no se inflame la atmósfera explosiva. Esto se logra envolviendo por todos los lados los componentes con una masa colada resistente en alto grado a efectos físicos (particularmente eléctricos, térmicos y mecánicos) así como químicos.	EN 50281 IEC 61241	Grandes máquinas, motores de anillos rozantes o de conmutador, cuadros de control y distribución	●	●	●
Protección por envolvente	tD	La envolvente es tan estanca que impide la penetración de polvo inflamable en su interior. La temperatura de la superficie externa de la envolvente está limitada.	EN 50281 IEC 61241	Sistemas de medición y monitorización	●	●	●
Seguridad intrínseca	iaD, ibD	La tensión y la intensidad se limitan de forma que se garantice la seguridad intrínseca. Ninguna chispa o efecto térmico puede inflamar la mezcla polvo-aire.	EN 50281 IEC 61241	Sensores y actuadores	●	●	●

# Clasificación del material protegido contra explosión

## Grupos de explosión

En los grupos de explosión se diferencia en primer lugar entre grupo I y grupo II de material:

El material eléctrico del grupo I se aplican en minas con peligro de aparición de grisú.

Para el material eléctrico del grupo II se aplica una nueva subdivisión en grupos de explosión. Esta subdivisión depende de la capacidad de transmisión de la ignición a través de un intersticio con ancho máximo de seguridad y longitud dados (según EN 60079-14).

El material homologado para el grupo de explosión IIC puede aplicarse también para los grupos de explosión IIA y IIB.

Grupo de explosión	Aplicación
Grupo I	Aparatos eléctricos para minas con peligro de grisú. ==> Protección antigrisú EEx...I
Grupo II	Aparatos eléctricos para las restantes zonas con riesgo de explosión ==> Protección EEx...II

Grupo de explosión	Intersticio máx. de seguridad con env. antideflagrante <sup>1)</sup>	Peligrosidad	Requisitos impuestos al material
IIA	> 0,9 mm	baja	bajos
IIB	0,5 mm bis 0,9 mm	media	medios
IIC	< 0,5 mm	alta	altos

### Definición de los grupos de explosión

<sup>1)</sup> El intersticio máximo de seguridad es el ancho que queda entre dos superficies paralelas, para bridas, de 25 mm de longitud de una cámara de explosión

## Determinación del grupo de explosión

Dentro y fuera de una cámara de explosión antideflagrante se encuentra un gas. Se inflama el gas situado dentro de la cámara de explosión.

Resultado: El grupo de explosión queda determinado cuando la inflamación dentro de la cámara de explosión deja justo de propagarse al exterior a través del intersticio máximo de seguridad especificado (ver Fig. 6).

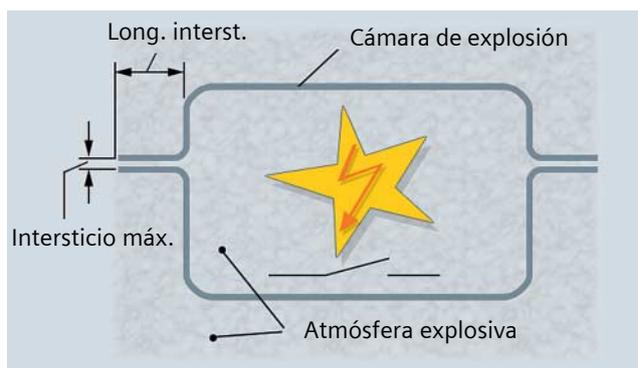


Fig. 6 Cámara de explosión

## Clases de temperatura

La temperatura de ignición de un gas o líquido inflamable es la menor temperatura en una superficie caliente a partir de la cual se produce la ignición de la mezcla gas/aire o vapor/aire.

Por ello, la máxima temperatura superficial de un material debe ser siempre inferior a la temperatura de inflamación de la atmósfera envolvente.

Para aparatos eléctricos del grupo de explosión II se han introducido las clases de temperatura T1 a T6. El material se asigna a una clase de temperatura en base a su máxima temperatura superficial.

El material que cumple una determinada clase de temperatura puede usarse también en aplicaciones con menor clase de temperatura.

Los gases y vapores inflamables se asignan a las clases de temperatura respectivas en base a su temperatura de inflamación.

Clase de temperatura	Temperatura superficial máxima del material	Temperaturas de ignición de sustancias inflamables
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C
T3	200 °C	> 200 °C
T4	135 °C	> 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C
T6	85 °C	> 85 °C

Definición de clases de temperatura

Grupo de explosión	Clases de temperatura					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	Metano					
II A	Acetona Etano Acetato etílico Amoníaco Benceno (puro) Ácido acético Monóx. carbono Dióx. carbono Metano Metanol Propano Tolueno	Alcohol etílico Acetato i-amílico Butano n n-alcohol butílico	Gasolinas Diesel Combustible para aviones Fuel-oils n-hexano	Aldehido de acetilo Éter etílico		
II B	Gas ciudad (gas alumbrado)	Etileno				
II C	Hidrógeno	Acetileno				Sulfuro de carbono

Clasificación de gases y vapores en grupos de explosión y clases de temperatura

# Seguridad intrínseca

La seguridad intrínseca de un circuito se logra limitando la intensidad y la tensión. Esta restricción limita el modo de protección "seguridad intrínseca" a circuitos con potencias relativamente reducidas. Se aplica p. ej. en sistemas de medición, control y regulación.

El modo de protección "seguridad intrínseca" se fundamenta en que para la ignición de una atmósfera explosiva se precisa una energía mínima determinada. En un circuito intrínsecamente seguro aparecen durante el funcionamiento ni en caso de fallo chispas ni un calentamiento térmico tales que causen la ignición de una atmósfera explosiva.

## Categorías de material eléctrico de seguridad intrínseca

El material eléctrico de seguridad intrínseca y las piezas de de seguridad intrínseca del material asociado se dividen en categorías (nivel de seguridad). El nivel de seguridad depende de los requisitos de seguridad y el diseño del material.

### Etapas y barreras de aislamiento

Las etapas y barreras de aislamiento entre los circuitos intrínsecamente seguros y los que no lo son del aparato limitan la intensidad y la tensión a niveles aptos para su aplicación en atmósferas explosivas.

Las etapas y barreras de aislamiento pueden ser aparatos separados o estar integradas en los módulos.

Los módulos Ex de la gama SIMATIC y la unidad de periferia descentralizada ET 200iSP llevan integradas barreras de aislamiento. Esta integración reduce considerablemente las necesidades de espacio y los costes de cableado.

Términos	Definiciones
Circuito intrínsec. seguro	Un circuito intrínsecamente seguro es un circuito en el cual ninguna chispa ni ningún efecto térmico puede causar la ignición de una atmósfera explosiva.
Material eléctrico de seguridad intrínseca	En un material eléctrico de seguridad intrínseca todos los circuitos son intrínsecamente seguros. Las tensiones e intensidades en circuitos intrínsecamente seguros son tan reducidas que en caso de cortocircuito, corte o defecto a tierra no se produce la ignición de la atmósfera explosiva. El material eléctrico de seguridad intrínseca seguro sirve para funciones <b>directamente en la zona con riesgo de explosión</b> . Ejemplo de identificación: EEx ib IIC
Material eléctrico asociado	Como mínimo un circuito del material eléctrico asociado ofrece seguridad intrínseca. Los actuadores y sensores <b>conectados al circuito intrínsecamente seguro</b> pueden estar instalados en la zona con riesgo de explosión. Sin embargo, el material eléctrico asociado <b>no</b> puede, si no se toman otras medida de protección contra explosiones, <b>instalarse en la zona con riesgo de explosión</b> . El marcado de un material eléctrico asociado se realiza poniendo el modo de protección entre corchetes. Ejemplo de marcado: [EEx ib] IIC
Energía mínima de ignición	La energía mínima de ignición de una mezcla de gases y aire o vapor y aire es la energía eléctrica mínima posible que al descargar un condensador sea todavía capaz de inflamar la mezcla de gases o de vapor y aire susceptible a la presión atmosférica y 20 °C.

Conceptos y definiciones para seguridad intrínseca



Fig. 7 SIMATIC ET 200iSP para zonas con riesgo de explosión

Nivel de seguridad	Descripción	Instalación del material
ia	El material eléctrico de seguridad intrínseca no deberá provocar ninguna ignición <ul style="list-style-type: none"> <li>• durante el funcionamiento normal</li> <li>• si aparece un fallo aislado</li> <li>• si aparece una combinación de fallos</li> </ul>	Hasta zona 0
ib	El material eléctrico de seguridad intrínseca no deberá provocar ninguna ignición <ul style="list-style-type: none"> <li>• durante el funcionamiento normal</li> <li>• si aparece un fallo aislado</li> </ul>	Zona 2, Zona 1

Nivel de seguridad del material de seguridad intrínseca

# Construcción y operación de instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas

## Normas

Son aplicables los reglamentos de instalación y construcción según EN 60079-14 así como los reglamentos específicos de cada país.

## Construcción

Para las instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas se utilizan tres sistemas (ver tabla a la derecha).

## Mantenimiento preventivo y correctivo

Para mantener la seguridad de instalaciones eléctricas en atmósferas explosivas se requiere un mantenimiento periódico.

Algunas de las medidas de seguridad más importantes son:

- En atmósferas explosivas están prohibidos por principio los trabajos en instalaciones y materiales sometidos a tensión. Como excepción se permite trabajar en circuitos intrínsecamente seguros.

- En atmósferas explosivas sólo deberán efectuarse operaciones de puesta a tierra o cortocircuito si no existe riesgo de explosión.
- Para todos los trabajos en atmósferas explosivas es necesario asegurarse de que no aparezcan chispas capaces de provocar la ignición ni superficies calientes que puedan conducir a una explosión en presencia de atmósfera explosiva.

*Durante el mantenimiento preventivo y correctivo el operador deberá respetar los siguientes fundamentos importantes:*

- Mantener el estado correcto de la instalación
- Controlar continuamente la instalación eléctrica
- Realizar inmediatamente las medidas de reparación necesarias
- Procurar la operación correcta de la instalación
- Puesta fuera de servicio en caso de defectos no eliminables y que puedan poner en peligro a las personas

Sistemas de cables con entrada indirecta	Sistemas de cables con introducción directa	Sistemas de tuberías
Los cables se introducen mediante pasacables en el espacio de conexión con modo de protección "Seguridad aumentada" y se conectan en bornes. Los bornes tienen también modo de protección "Seguridad aumentada".	Los cables de conexión se llevan directamente al lugar de instalación del aparato. Para ello sólo deberán utilizarse pasacables especialmente certificados para dicho fin.	Los cables eléctricos se llevan aislados dentro de tuberías metálicas cerradas. Las tuberías se conectan a la carcasa a través de pasacables, proviéndose de un sello ( <i>seal</i> ) en el punto de interrupción. Todo el sistema de tuberías constituye una envolvente antideflagrante. El sistema de tuberías se llama también sistema <i>Conduit</i> .

*Sistemas de instalación en zonas con riesgo de explosión*

Fabricante	Instalador	Usuario
<b>Tareas</b>		
Desarrollo de componentes y equipos eléctricos destinados a su empleo en atmósferas potencialmente explosivas.	Selección e instalación de componentes y equipos eléctricos de acuerdo a su aplicación.	Operación segura de la planta o instalación.
<b>Obligaciones</b>		
Respeto de las directivas de construcción generales y particulares y del estado del arte en ingeniería. Tramitación de la prueba por parte de un organismo independiente, siempre que lo prescriba la norma aplicable. Entrega al usuario de todos los certificados de homologación y decalaciones de fabricante. Fabricación de cada componente y equipo eléctrico siguiendo la documentación y muestras de prueba.	Selección e instalación considerando los requisitos al efecto y el uso previsto. <i>Si el instalador no es simultáneamente el usuario, éste puede obligar al primero a extender un certificado de instalación.</i> <i>En este documento se confirma que las instalaciones eléctricas cumplen los requisitos.</i> <i>Si se ha entregado un certificado de este tipo, antes de la primera puesta en marcha ya no es necesario hacer una prueba adicional por parte del usuario.</i>	Responsabilidad de la seguridad de su planta. División en zonas considerando los peligros de explosión. Comprobación del estado seguro, es decir correcto, de la instalación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de la primera puesta en marcha</li> <li>• A determinados intervalos de tiempo</li> </ul> Operación correcta de la instalación eléctrica. Notificación al organismo de control de cada explosión cuya causa haya podido atribuirse a la operación de la instalación.

*Obligaciones del fabricante, instalador y operador*

# Protección Ex en Norteamérica, comparación entre zonas/divisions

**Los principios fundamentales de la protección contra explosiones son iguales en todo el mundo. Sin embargo, en el campo de la protección contra explosión de aparatos e instalaciones eléctricas en Norteamérica se han desarrollado técnicas y sistemas que difieren sensiblemente de los de la IEC (International Electrotechnical Commission).**

Las diferencias conciernen, entre otros, a la clasificación de la atmósferas explosivas, el diseño del material y la construcción de las instalaciones eléctricas.

## Clasificación de las atmósferas explosivas

Las atmósferas explosivas se denominan en Norteamérica "hazardous (classified) locations", especificándose en los EE UU en los apdos. 500 y 505 del National Electrical Code (NEC) y en Canadá en el apdo. 18 y en el anexo J del Canadian Electrical Code (CEC). Comprenden zonas en las cuales pueden aparecer, en cantidades peligrosas, gases, vapores o nieblas (Class I), polvos (Class II) o fibras y pelusas (Class III).

Atendiendo a la frecuencia o duración de aparición de estas sustancias las zonas con riesgo de explosión se clasifican tradicionalmente en Division 1 y Division 2.

Para la Class I se introdujo en 1996 en los EE UU también el sistema de clasificación según IEC, complementando al sistema existente. Este cambio se legalizó en el artículo 505 del NEC. Esto abre al usuario la posibilidad de decidirse por el sistema que más le convenga en los aspectos técnico y económico.

En Canadá también se ha introducido para Class I el esquema de zonas de la IEC (CEC, edición de 1988). Por ello todas las instalaciones de nueva construcción deberán clasificarse allí de acuerdo a dicho esquema.

En el sistema de clasificación tradicional en Norteamérica los gases, vapores y nieblas de la Class I se clasifican en los grupos de gas (Groups) A, B, C y D, y los polvos inflamables de la Class II en los grupos E, F y G.

En este caso la letra A identifica el grupo más peligroso, mientras que según IEC y la nueva clasificación según el artículo 505, C es el grupo de gas más peligroso.

En Canadá es posible usar ambos sistemas de grupos de gases para la clasificación en zonas.

La especificación de la máxima temperatura superficial según el artículo 505 del NEC se realiza, de acuerdo con la IEC, en seis clases de temperatura, T1 a T6, con una subdivisión adicional en clases de temperatura conforme al sistema de "divisions". Tras el CEC 1998 no se ha modificado el sistema de clases de temperatura existente.

## Grados de protección de las envolventes

Como ocurre con los grados de protección IP de envolventes especificados en la IEC 60529, en los EE UU existe, entre otras, la Standard Publ. No. 250 de la NEMA (National Electrical Manufacturing Association) en donde se trata el grado de protección de envolventes.

Estos grados de protección no pueden compararse directamente con los de la IEC, ya que considera más efectos ambientales (p. ej. líquidos refrigerantes, taladrinas, corrosión, heladas, granizo). Por ello la tabla siguiente debe considerarse una directriz sin compromiso.

Grados de protección según NEMA	Grados de protección según IEC
1	IP10
2	IP11
3	IP54
3R	IP14
3S	IP54
4 y 4X	IP56
5	IP52
6 y 6P	IP67
12 y 12K	IP52
13	IP54

Comparación entre grados de protección según NEMA e IEC

### Nota:

*¡Como los requisitos impuestos por la NEMA a los modos de protección equivalen a los grados de protección IP conforme a la IEC o son más elevados la tabla no puede utilizarse para transformar grados de protección IEC en los correspondientes grados de protección según NEMA!*

<b>Gases, vapores o niebla Clasificación Class I</b>		<b>Polvos Clasificación Class II</b>	<b>Fibras y pelusas Clasificación Class III</b>
NEC 500-5 CEC J18-004	NEC 505-7 CEC 18-006	NEC 500-6 CEC 18-008	NEC 500-7 CEC 18-010
División 1 Áreas en las que pueden estar presentes de forma permanente u ocasional concentraciones peligrosas de gases, vapores o nieblas inflamables en condiciones normales de funcionamiento.	Zona 0 Áreas en las que pueden estar presente de forma permanente o en largo periodo concentraciones peligrosas de gases, vapores o nieblas inflamables en condiciones normales de funcionamiento.	División 1 Áreas en las que pueden estar presentes de forma permanente u ocasional concentraciones peligrosas de polvos inflamables bajo condiciones normales de funcionamiento.	División 1 Áreas en las que pueden estar presentes de forma permanente u ocasional concentraciones peligrosas de fibras y pelusas inflamables bajo condiciones normales de funcionamiento.
	Zona 1 Áreas en las que pueden estar presentes de forma ocasional concentraciones peligrosas de gases, vapores o nieblas inflamables bajo condiciones normales de funcionamiento.		
División 2 Áreas en las que no están presentes previsiblemente concentraciones peligrosas de gases, vapores o nieblas inflamables bajo condiciones normales de funcionamiento.	Zona 2 Áreas en las que no están presentes previsiblemente concentraciones peligrosas de gases, vapores o nieblas inflamables bajo condiciones normales de funcionamiento.	División 2 Áreas en las que no están presentes previsiblemente concentraciones peligrosas de polvos inflamables bajo condiciones normales de funcionamiento.	División 2 Áreas en las que no están presentes previsiblemente concentraciones peligrosas de fibras y pelusas inflamables bajo condiciones normales de funcionamiento.
<b>Class I Groups</b>		<b>Class II Groups</b>	<b>Class III</b>
NEC 500-3 CEC J18-050	NEC 505-7 CEC J18-050	NEC 500-3 CEC J18-050	
Division 1 y 2 A (acetileno) B (hidrógeno) C (etileno) D (propano)	Zone 0, 1 y 2 IIC (acetileno + hidrógeno)  IIB (etileno) IIA (propano)	Division 1 y 2 E (metal) F (carbón) G (cereal)	Division 1 y 2 ninguno
<b>Class I Clases de temperatura Division 1 y 2</b>		<b>Class II Clases de temperatura Division 1 y 2</b>	<b>Class III Clases de temperatura Division 1 y 2</b>
T1 ( $\leq 450$ °C)	T1	T1	ninguno
T2 ( $\leq 300$ °C)	T2	T2	
T2A ( $\leq 280$ °C) T2B ( $\leq 260$ °C) T2C ( $\leq 230$ °C) T2D ( $\leq 215$ °C)	–	T2A, T2B, T2C, T2D	
T3 ( $\leq 200$ °C)	T3	T3	
T3A ( $\leq 180$ °C) T3B ( $\leq 165$ °C) T3C ( $\leq 160$ °C)	–	T3A, T3B, T3C	
T4 ( $\leq 135$ °C)	T4	T4	
T4A ( $\leq 120$ °C)	–	T4A	
T5 ( $\leq 100$ °C)	T5	T5	
T6 ( $\leq 85$ °C)	T6	T6	

Clasificación de atmósferas explosivas

# Protección Ex en Norteamérica, comparación entre zonas/Divisions

## Reglamentos de instalación

Para material e instalaciones eléctricas aplicables en salas con riesgo de explosión se aplican en los EE.UU. el National Electrical Code (NEC); en Canadá el Canadian Electrical Code (CEC). Éstos tienen el carácter de reglamentos de construcción de instalaciones eléctricas en todas las áreas y remiten a una serie de normas de otras instituciones que incluyen determinaciones para la instalación y la construcción del material adecuado.

Los métodos de instalación para la filosofía de zonas según el NEC equivalen en gran medida al sistema tradicional Class/Division. El NEC 1996 presenta como novedad, además de la aplicación de tuberías rígidas y cables con aislante de mineral tipo MI en Class I, Division 1 ó zona 1, también la aplicación de cables homologados con cubierta metálico de tipo MC.

## Reglamentos de construcción

Los reglamentos del National Electrical Code y del Canadian Electrical Code especifican qué material y modos de protección pueden utilizarse en las diferentes atmósferas explosivas.

Para la construcción y el ensayo de instalaciones y aparatos eléctricos protegido contra explosiones se aplican en Norteamérica diferentes normas y determinaciones. En los EE.UU. se trata preferentemente de las normas de los Underwriters Laboratories Inc. (UL), Factory Mutual Research Corporation (FM) y International Society for Measurement and Control (ISA). En Canadá, los de la Canadian Standards Association (CSA).

## Certificación y marcado

En los EE.UU. y Canadá los equipos y material eléctricos para centros con riesgo de explosión están obligados por regla general a su homologación. Se exceptúa aquel material eléctrico que debido a su diseño y modo de construcción no puede inflamar la atmósfera explosiva en la que están aplicados. Sobre la obligación de homologación decide el organismo oficial competente.

Los aparatos desarrollados y fabricados para atmósferas explosivas son ensayados y homologados en los EE.UU. y Canadá por laboratorios de ensayo reconocidos a nivel nacional. En los EE.UU. se trata, entre otros, de los laboratorios Underwriters Laboratories o Factory Mutua; en Canadá los de la Canadian Standards Association.

Además de los datos tales como p. ej. fabricante, tipo, número de serie y las características eléctricas, el marcado de material deberá incluir también los datos relativos a la protección contra explosión. Las especificaciones para ello figuran en el NEC, el CEC así como en los correspondientes reglamentos de los laboratorios de ensayo.

## Class I, II & III, Division 1 y 2

El material eléctrico homologado para Class I, Class II y Class III, Division 1 y 2 deberá estar marcado de forma que incluye los datos siguientes:

1. Class(es), division(s)  
(opcional excepto para Division 2)
2. Grupo(s) de gas/polvo
3. Temperatura de empleo o clase de temperatura  
(opcional para T5 y T6)

Ejemplos: Class I Division 1 Groups C D T6

## Class I, zona 0, 1 y 2

El material para aplicar en Class I, zona 0, zona 1 ó zona 2 se diferencia entre "Division Equipment" y "Zone Equipment".

### ■ Division Equipment:

El material homologado para Class I, Division 1 y/o Class I, Division 2 pueden marcarse con los datos siguientes:

1. Class I, Zone 1 ó Class I, Zone 2
2. Grupo(s) de gas IIA, IIB o IIC
3. Clase de temperatura

Ejemplos: Class I Zone 1 IIC T4

### ■ Zone Equipment:

El material que cumple uno o varios modos de protección según el artículo 505 del NEC y las sección 18 del CEC deberán estar marcados de la forma siguiente:

1. Class (opcional en Canadá)
2. Zone (opcional en Canadá)
3. Símbolo AEx (USA) o bien Ex ó EEx (Canadá)
4. Kurzzeichen del modo(s) de protección usado(s)
5. Grupo del material eléctrico II ó grupo(s) de gas IIA, IIB ó IIC
6. Clase de temperatura

Ejemplos: Class I Zone 0 AEx ia IIC T6

# Parámetros de seguridad para gases y vapores inflamables

Sustancia	Temp. de inflamación °C	Clase de temperatura	Grupo de explosión
Dicloroetano 1,2	440	T2	II A
Aldehído acético	140	T4	II A
Acetona	540	T1	II A
Acetileno	305	T2	II C <sup>3)</sup>
Amoniaco	630	T1	II A
Gasolinas, combustibles Otto ebullición incipiente < 135 °C	220 a 300	T3	II A
Benceno (puro)	555	T1	II A
Ciclohexanol	430	T2	II A
Combustibles diesel (DIN 51601)	220 a 300	T3	II A
Combustibles para aviones a reacción	220 a 300	T3	II A
Ácido acético	485	T1	II A
Anhídrido de ácido acético	330	T2	II A
Etano	515	T1	II A
Acetato etílico	460	T1	II A
Alcohol etílico	425	T2	II A / II B
Cloruro etilénico	510	T1	II A
Etileno	425	T2	II B
Óxido de etileno	440 (autodescomposición)	T2	II B
Eter etílico	170	T4	II B
Glicol etilénico	235	T3	II B
Fuel-oil EL (DIN 51603)	220 bis 300	T3	II A
Fuel-oil L (DIN 51603)	220 bis 300	T3	II A
Fuel-oils M y S (DIN 51603)	220 bis 300	T3	II A
Acetato i-amílico	380	T2	II A
Óxido de carbono	605	T1	II A / II B
Metano	595 (650)	T1	II A
Metanol	455	T1	II A
Cloruro de metilo	625	T1	II A
Naftalina	540	T1	II A
n-butano	365	T2	II A
n-alcohol butílico	340	T2	II A
n- hexano	240	T3	II A
n-propanol	405	T2	- *)
Ácido oleico	360 (autodescomposición)	T2	- *)
Fenol	595	T1	II A
Propano	470	T1	II A
Sulfuro de carbono	95	T6	II C <sup>1)</sup>
Ácido sulfrídrico	270	T3	II B
Gasolinas especiales ebullición incipiente < 135 °C	200 bis 300	T3	II A
Gas ciudad (gas de alumbrado)	560	T1	II B
Tetralina (tetrahidronaftalina)	425	T2	- *)
Tolueno	535	T1	II A
Hidrógeno	560	T1	II C <sup>2)</sup>

Extracto del libro de tablas "Parámetros de gases y vapores inflamables" de K. Nabert y G. Schön - (6a edición)

\*) Para esta sustancia aún no se ha determinado el grupo de explosión.

1) También grupo de explosión II B + CS<sub>2</sub> 2) También grupo de explosión II B + H<sub>2</sub> 3) También grupo de explosión II B + C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>

# Parámetros de seguridad para polvos inflamables

Temperaturas de inflamación e ignición en capa de polvos de productos naturales		
Nombre del sólido	Temperatura de inflamación °C	Temperatura de ignición en capa °C
Algodón	560	350
Serrín de madera	400	300
Pienso compuesto/alimentos balanceados	520	295
Cereal	420	290
Soja	500	245
Tabaco	450	300
Almidón	440	290

Temperaturas de inflamación e ignición en capa de polvos de productos de aplicación en química e ingeniería		
Nombre del sólido	Temperatura de inflamación °C	Temperatura de ignición en capa °C
Poliéster	560	–
Caucho	570	–
Detergente	330	–
Polietileno	360	–
Acetato de polivinilo	500	340
Aluminio	530	280
Magnesio	610	410
Azufre	280	280

# Centros de homologación y ensayo

País	Laboratorio de homologación/ensayo	País	Laboratorio de homologación/ensayo
Australia	<p>International Testing and Certification Services (ITACS) 4-6 Second Street, Bowden South Australia 5007 Tel: +61-8-8346-8680, Fax: +61-8-8346-7072 E-mail: alyssa.veale@itacslab.com Internet: www.itacslab.com</p> <p>TestSafe Australia 919 Londonderry Road, Londonderry NSW 2753 P.O.Box 592, Richmond NSW 2753 Tel: +61-2-4724-4900, Fax: +61-2-4724-4999 E-mail: testsafe@workcover.nsw.gov.au Internet: www.testsafe.com.au</p> <p>Simtars Head Office 2 Smith Street, Redbank Qld 4301, PO Box 467, Goodna Qld 4300, Australia Tel: +61-7-3810-6333, Fax: +61-7-3810-6363 E-Mail: simtars@nrm.gld.gov.au Internet: www.simtars.com</p> <p>Sai Global Assurance Services 286 Sussex Street, GPO Box 5420, Sydney NSW 2001 Tel: +61-2-8206-6060, Fax: +61-2-8206-6061 E-mail: assurance@sai-global.com Internet: www.sai-global.com</p>	Alemania (continuación)	FSA - Forschungsgesellschaft f. angewandte Systemsicherheit u. Arbeitsmedizin mbH Dynamostraße 7-11, D-68165 Mannheim Tel: +49-621-4456-1555, Fax: +49-621-4456-1554 Internet: www.fsa.de
Bosnia y Herzegovina	Institut za standarde, mjeriteljstvo i intelektualno vlasništvo Hamdije Cemerlica 2/7, BiH - 71000 Sarajevo Tel. +387-(0)33-65 27 65 E-Mail: info@basmp.gov.ba Internet: www.basmp.gov.ba	Francia	<p>LCIE - Laboratoire Central des Industries Électriques 33 av du Général Leclerc, F-92260 Fontenay-aux-Roses Tel: +33-1-40 95 60 60, Fax: +33-1-40 95 86 56 E-mail: contact@lcie.fr Internet: www.lcie.com</p> <p>INERIS Headquarter Parc Technologique ALATA BP 2, F-60550 Verneuil en Hal-ette Tel: +33-3- 44 55 66 77, Fax: +33-3-44 55 66 99 E-mail: ineris@ineris.fr Internet: www.ineris.fr</p>
Brasil	CEPEL Caixa Postal 68.007, CEP: 21.944-970, Rio de Janeiro, Brazil Tel: +55-21-2598-6458, Fax: +55-21-2280-3687 E-Mail: pilotto@cepel.br	Finlandia	VTT Technical Research Centre of Finland P.O.Box 1000, FIN - 02044 VTT Tel: +358 9 4561, Fax: +358 9 456 7000 E-mail: kirjaamo@vtt.fi Internet: www.vtt.fi
China	Shanghai Institute of Process Automation Instrumentation (SIPAI) 103 Cao Bao Road, Shanghai 200233, China Tel: +86-21-64368180, Fax: +86-21-64333566 E-mail: info@sipai.com Internet: www.sipai.com	Gran Bretaña	<p>Baseefa (2001) Ltd, Health and Safety Laboratory Site Harpur Hill, GB - Buxton Derbyshire SK17 9JN Tel: +44-1298-28255, Fax: +44-1298-28216 E-mail: info@baseefa2001.biz Internet: www.baseefa2001.biz</p> <p>ERA Technology Ltd Cleeve Road, GB -Leatherhead Surrey KT22 7SA Tel: +44-1372-367-000, Fax: +44-1372-367-099 E-mail: info@era.co.uk Internet: www.era.co.uk</p> <p>SIRA Test and Certification Ltd Rake Lane Eccleston, GB - Chester CH4 9JN Tel: +44-1244-670-900, Fax: +44-1244-681-330 E-mail: exhazard@siratec.co.uk Internet: www.siraservices.com</p> <p>SIRA Head Office South Hill, GB - Chiselhurst Kent BR7 5EH Tel: +44-20-8468-1800, Fax: +44-20-8468-1807 E-mail: sales@siratec.co.uk Internet: www.siraservices.com</p> <p>SIRA Certification Service (SCS) South Hill, GB - Chiselhurst Kent BR7 5EH0 Tel: +44-20 8467 2636, Fax: +44-20 8295 1990 E-mail: certification@siratec.co.uk Internet: www.siraservices.com</p>
Dinamarca	UL Internationales Demko A/S Lyskaer 8, P.O.Box 514, DK-2730 Herlev Tel: +45-44-85-65-65, Fax: +45-44-85-65-00 E-mail: info.dk@dk.ul.com Internet: europe.dynamicweb.dk	Italia	Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano (CESI) Via Rubattino 54, I-20134 Milano Tel: +39-02 21251, Fax: +39-02 2125 5440 Internet: www.cesi.it
Alemania	<p>Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) Bundesallee 100, D-38116 Braunschweig Tel: +49-531-592-0, Fax: +49-531-592-9292 Abbestraße 2-12, D-10587 Berlin Tel: +49-30-3481-1, Fax: +49-30-3481-490 Internet: www.ptb.de</p> <p>DMT - Gas &amp; Fire Division Am Technologiepark 1, D-45307 Essen Tel: +49-201-172-01, Fax: +49-201-172-1462 E-mail: dmt@dmtd.de Internet: www.dmt.de</p> <p>IBExU Institut f. Sicherheitstechnik GmbH Fuchsmühlenweg 7, D-09599 Freiberg Tel: +49-3731-3805-0, Fax: +49-3731-23650 E-mail: post@ibexu.de Internet: www.ibexu.de</p> <p>TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. Am Tüv 1, D-30519 Hannover Tel: +49-511-986-0, Fax: +49-511-986-1237 E-mail: hamburg@tuev-nord.de Internet: www.tuev-nord.de</p> <p>TÜV Nord e.V. Große Bahnstraße 31, D-22525 Hamburg Tel: +49-40-8557-0, Fax: +49-40-8557-2295 E-mail: info@tuev-nord.de Internet: www.tuev-nord.de</p>	Japón	<p>The Technical Institution of Industrial Safety (TIIS) Kiyose Test House 1-4-6 Umezono Kiyose, Tokyo 204-0024 Japan Tel: +81-424-91-4519, Fax: +81-424-91-4846 Internet: www.anky.or.jp</p> <p>The Technical Institution of Industrial Safety (TIIS) Headquarter 837-1 Higashi-Nakahara, Kamihirose Syama-shi, Saitama, 350-1321 Japan Tel: +81-42-955-9901, Fax: +81-42-955-9902 Internet: www.anky.or.jp</p>

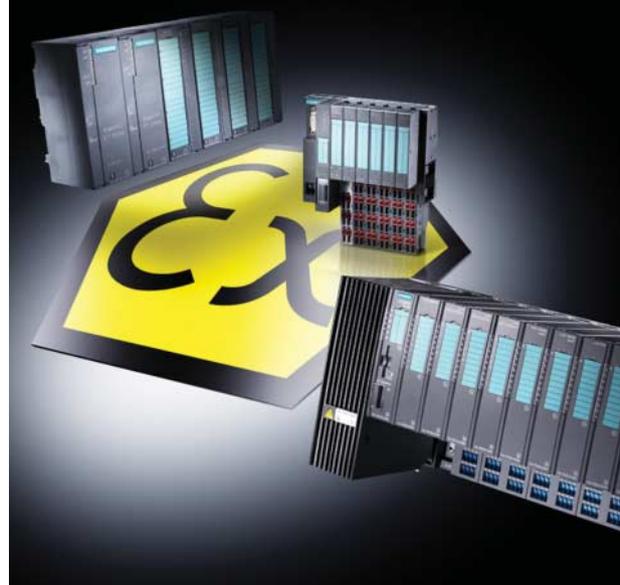
# Centros de homologación y ensayo

País	Laboratorio de homologación/ensayo
Canadá	<p>CSA International 178 Rexdale Boulevard, Toronto, Ontario, CANADA, M9W 1R3 Tel: +416-747-4000, Fax: +416-747-4149 E-mail: certinfo@csa-international.org Internet: www.csa-international.org</p> <p>CANMET 555 Booth , Ottawa, Ontario K1A 0G1 Tel: +613-947-6580, Fax: +613-947-4198</p>
Corea	<p>Korea Industrial Safety Corp. (KISCO) 34-4 Kusa-dong, Poopyoung-gu, Incheon 403-120, The Republic of Korea Tel: +82 32 5100 865, Fax: +82 32 518 6483-4</p>
Kroatién	<p>ZIK - Zavod za Ispitivanje Kvalitete Robe d.d. Ljudevita Gaja 17/3, 10000 Zagreb, Croatia Tel: +385-1-235-4444 Fax: +385-1-235-4400 E-Mail:otm@zik.hr Internet:www.zik.hr</p>
Países Bajos	<p>KEMA Headoffice P.O.Box 9035, NL-6800 ET Arnhem, Utrechtseweg 310, NL-6812 AR Arnhem Tel: +31-26 3 56 91 11, Fax: +31-26 3 51 56 06 E-mail: information@kema.nl Internet: www.kema.nl</p>
Noruega	<p>Nemko AS (Head Office) PO Box 48, Blindern, Gaustadalleen 30, N-0314 Oslo Tel: +47-22 96 06 00, Fax: +47-22 96 06 01 Internet: www.nemko.de</p>
Austria	<p>TÜV Österreich Krugerstraße 16, A-1015 Wien Tel: +43-1-514-07-0, Fax: +43-1-514-07-6005 E-mail: office@tuev.or.at Internet: www.tuev.at</p>
Suecia	<p>Swedish National Testing and Research Institute (SP), Brinellgatan 4 Box 857, S-501 15 Boras Tel: +46-33-16-5000, Fax: +46-33-13-5502 Internet: www.sp.se/eng</p>
Suiza	<p>Electrosuisse Luppenstraße 1, CH-8320 Fehraltorf Tel: +41-1-956-1111, Fax: +41-1-956-1122 E-mail: info@electrosuisse.ch Internet: www.electrosuisse.ch</p> <p>Eidgenössisches Starkstrominspektorat (ESTI) Luppenstraße 1, CH-8320 Fehraltorf Tel: +41-44-956-1212, Fax: +41-44-956-1222 Internet: www.esti.ch</p>

País	Laboratorio de homologación/ensayo
Eslovaquia	<p>EVPU a.s., SKTC 101 Trencianska 19, SK - 01851 Nova Dubnica (Slovakia) Tel: +421 42 44 32 161, Fax: +421 42 44 34 252 E-mail: marketing@evpu.sk Internet: www.evpu.sk</p>
Eslovenia	<p>SIQ - Slovenian Institute of Quality and Metrology Mr Igor Likar Trzaska cesta 2, SI - 1000 Ljubljana Tel: +386-1-4778-100, Fax: +386-1-4778-444 E-mail: info@siq.si Internet: www.siq.si</p>
España	<p>Laboratorio Oficial Jose Maria Madariaga (LOM) Calle Alenzaa 1-2, E - 28003 Madrid Tel: +34-1-442-13-66, Fax: +34-1-441-99-33</p>
Sudáfrica	<p>South African Bureau for Standards (SABS) 1 Dr. Lategan Road; Groenkloof, Private Bag X191, Pretoria 0001, South Africa Tel: +27-12-428-7911/6405, Fax: +27-12-344-1568 E-mail: gcs@sabs.co.za Internet: www.sabs.co.za</p>
República Checa	<p>Physical - technical testing institute, Ostrava-Radvanice Pikartska 7, CZ - 71607 Ostrava-Radvanice Tel: +420 59 62 327 15, Fax: +420 59 62 326 72 E-mail: ftzu@ftzu.cz Internet: www.ftzu.cz</p>
Ucrania	<p>Testing Certification Center of Explosion protected and min- ing Electrical Equipment 50-ty Gvardeysky, divizii str., 17, Ukraine, 83052 Donetsk Tel: +38-(0622)-941243, Fax: +38-(0622)-3450417 E-mail: bkiex@bki.hu Internet: www.bki.hu</p>
Hungría	<p>Prüfstelle für Ex-geschützte Elektrische Betriebsmittel, BKI Mikoviny Sámuel u. 2-4, H - 1300 Budapest, Pf. 115 Tel: (361) 368 9697, 388-9101, Fax: (361) 250 1720 E-mail: bkiex@elender.hu Internet: www.bki.hu</p>
EE.UU.	<p>Northbrook Division, Illinois, Corporate Headquarters 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062-2096; USA Tel: +1-847-272-8800, Fax: +1-847-272-8129 E-mail: northbrook@us.ul.com Internet: www.ul.com</p>

# Gama de productos SIMATIC ET 200 para atmósferas explosivas

Los sistemas de periferia descentralizada para instalación en el armario eléctrico pueden aplicarse también en atmósferas explosivas de gas y polvo, p. ej. en la industria química, alimentaria, farmacéutica o en plataformas petrolíferas. La comunicación de datos se realiza, como es habitual, vía el bus PROFIBUS DP.



Sistemas ET 200 para zonas Ex

## **SIMATIC ET 200S – el poivalente con amplio espectro de funciones**

- Configuración modular al bir con conexión a varios hilos.
- Multifuncional gracias a amplia gama de módulos, p. ej. funciones de seguridad integradas, inteligencia distribuida así como módulos de sensores IQ-Sense.
- ¡Aplicable en atmósferas explosivas (zona 2).
- **NOVEDAD!** También disponible como variante en bloque ampliable con E/S digitales integradas: SIMATIC ET 200S COMPACT.



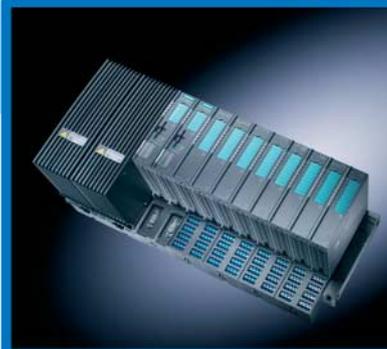
## **SIMATIC ET 200M, el S7-300 con gran número de canales**

- Configuración modular usando módulos estándar de la gama SIMATIC S7-300, también redundante.
- Módulos de E/S de seguridad.
- Aplicable hasta zona 2; sensores y actuadores hasta en zona 1.
- Alta disponibilidad del conjunto gracias a configuración redundante, Hot Swapping y posibilidad de cambio de configuración en marcha.



## **SIMATIC ET 200iSP, la variante de seguridad intrínseca para atmósferas explosivas**

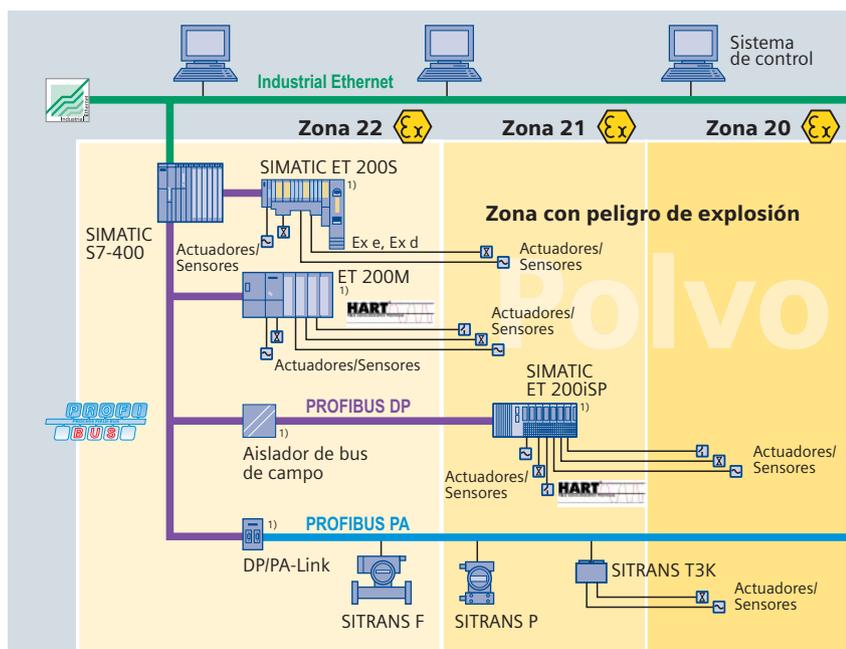
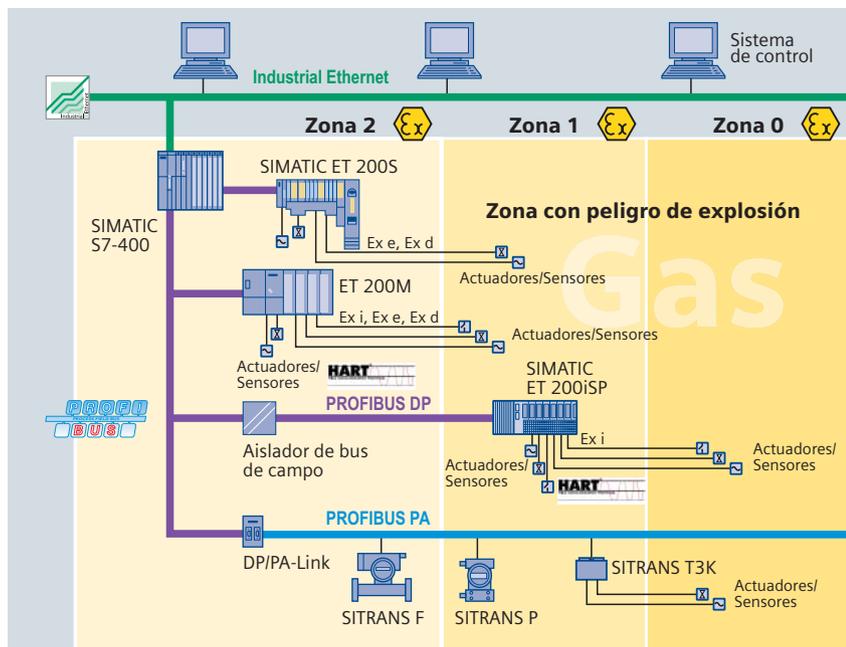
- Configuración modular, también redundante.
- Diseño robusto y de seguridad intrínseca.
- Aplicable hasta en zona 1/21; los sensores y actuadores pueden estar instalados incluso en zona 0/20.
- Alta disponibilidad del conjunto gracias a configuración redundante, Hot Swapping y posibilidad de cambio de configuración en marcha.



# Gama de productos SIMATIC ET 200 para atmósferas explosivas

## PROFIBUS DP de seguridad intrínseca

La seguridad intrínseca del PROFIBUS DP se logra en la ET 200iSP intercalando antes del área explosiva una barrera aisladora de bus de campo. Con ello se limita a un valor admisible la energía de ignición, lo que permite tender el PROFIBUS de seguridad intrínseca en la zona clasificada.



1) Atmósfera de polvo:

Los componentes deben instalarse siempre dentro de una caja con grado de protección IP6x. Si se instalan en zona 22 se precisa una declaración del fabricante. Si se instalan en zona 21 debe disponerse de una certificación para atmósfera de polvo.

# SIMATIC ET 200iSP, la variante de seguridad intrínseca para atmósferas explosivas

ET 200iSP puede aplicarse en zonas clasificadas con atmósfera de gas o polvo:

- La estación ET 200iSP puede instalarse en las zonas 1, 21 y 2, 22.
- Los sensores conectados pueden encontrarse también en las zonas 0, 20.

La comunicación entre los dispositivos de campo y el sistema de control de proceso o los controladores se realiza vía el bus PROFIBUS DP. Ello reduce enormemente los trabajos y gastos de cableado. Con ello puede prescindirse de los distribuidores habituales así como de las cajas de subdistribución y barreras aisladoras para las diferentes señales.

PROFIBUS DP se ha establecido como bus estándar en el nivel de campo, llegando incluso a las atmósferas explosivas. Esta comunicación abierta y homogénea hace que la solución sea flexible y también abierta para otros fabricantes. La normativa a escala internacional de PROFIBUS DP garantiza además al usuario seguridad de futuro para las cuantiosas inversiones previstas con largo horizonte de tiempo.

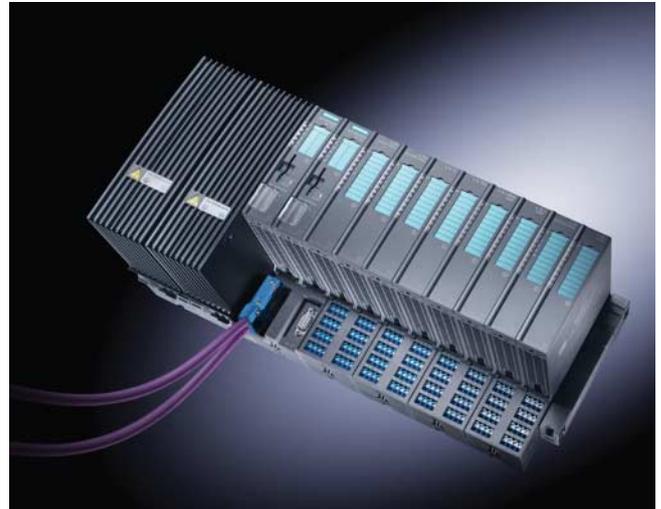
ET 200iSP maximiza la disponibilidad gracias a:

- Cambio de configuración en marcha
- Hot Swapping
- Redundancia

Así, durante el funcionamiento es posible:

- Añadir estaciones
- Ampliar estaciones con módulos, y
- reparametrizar módulos.

El cableado independiente permite el cambio seguro de módulos en marcha. La fuente de alimentación puede desenchufarse y enchufarse sin que se desprendan chispas. El PROFIBUS DP y/o la alimentación pueden configurarse redundantes.



ET 200iSP con conexión PROFIBUS

# SIMATIC ET 200S, el polivalente con la amplia gama de módulos

SIMATIC ET 200S es el sistema de periferia descentralizada polivalente y modular al bir que ofrece grado de protección IP20 y puede adaptarse exactamente a la tarea de automatización. Su robusto diseño permite aplicarlo en presencia de altos esfuerzos mecánicos.

La conexión a los sistemas de bus PROFIBUS y/o PROFINET se realiza a través de diferentes módulos de interfaz. Modelos de éstos con CPU integrada trasladan la potencia de cálculo de una CPU S7-300 directamente a la estación descentralizada. Con ello alivian al control central y permiten reacciones más rápidas a señales de tiempo crítico.

Las soluciones de automatización descentralizadas comprenden con frecuencia no sólo señales digitales y analógicas, también exigen funciones tecnológicas, arrancadores de motor, convertidores de frecuencia o conexión a sistemas neumáticos. La ET 200S ofrece una amplia gama de módulos que permiten resolver las tareas planteadas:

- Módulos tecnológicos disponibles p.ej. tareas de conteo y posicionamiento, para control por levas o para tareas de regulación.
- Conexión a sistemas neumáticos vía módulos de Bürkert.
- Módulos de sensores IQ-Sense permiten la conexión de sensores inteligentes, p. ej. BEROs ultrasónicos.
- Módulos de E/S de seguridad positiva permiten la conexión en instalaciones de seguridad con SIMATIC Safety Integrated.
- De la gama de arrancadores de motor, para atmósferas explosivas están homologados las variantes de 24 V.

Funciones de diagnóstico y cambio de módulos en marcha incrementan la disponibilidad del sistema:

- Expresivos mensajes de diagnóstico señalizan por un lado el estado de los módulos y por otro información discriminada por canales.
- Módulos electrónicos, arrancadores de motor y convertidores de frecuencias pueden reemplazarse en marcha y bajo tensión sin necesidad de herramientas (Hot Swapping). Durante el reemplazo la SIMATIC ET 200S puede seguir funcionando y la aplicación permanece operativa. En el caso de los arrancadores de motor y convertidores de frecuencia puede prescindirse incluso de la desconexión y aislamiento de alimentación de la carga en otro caso necesaria.



*ET 200S con módulos de E/S*

# SIMATIC ET 200M, la periferia S7-300 con gran numero de canales

La unidad periférica descentralizada ET 200M es un esclavo DP de configuración modular en protección IP20. Como módulos de periferia –la interfaz al proceso– pueden aplicarse hasta 8 módulos de señal de alta densidad (p. ej. módulo de 32 entradas digitales) de la gama S7-300.

Para ello no es necesario respetar reglas de asignación de slots. Si se usan módulos de bus activos es posible cambiar y añadir módulos durante la marcha (Hot Swapping).

La conexión a PROFIBUS DP se realiza a través de módulos de interfaz, opcionalmente también por fibra óptica.

Además de con bornes de tornillo y resorte, las señales pueden conectarse aún más rápido y fácil si se usan elementos del sistema de prebleado SIMATIC TOP. La gama incluye conectores frontales con hilos individuales solidarios al igual que un sistema modular completamente enchufable.

Si una ET 200M funciona asociada a un S7-400H/FH, la disponibilidad puede aumentarse, a saber:

- Conexión conmutada:  
Una ET 200M con dos módulos de interfaz
- Conexión redundante:  
Dos ET 200M, cada una con un módulo de interfaz propio

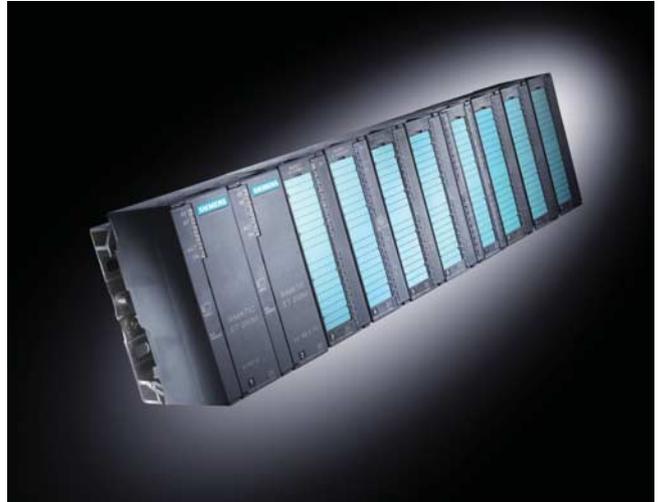
Si la ET 200M se conecta a S7-400, la configuración del PLC puede modificarse en marcha (Configuration in RUN - CiR).

Est permite

- añadir sistemas ET 200M completos,
- añadir módulos dentro de una estación y
- reparametrizar, a escala de canal, módulos digitales y analógicos.

Los módulos de señal pueden reemplazarse durante la marcha, lo que reduce los tiempos improductivos de parada (Hot Swapping).

Los módulos de E/S de seguridad permiten la integración en sistemas de seguridad con SIMATIC Safety Integrated.



ET 200M con módulos S7-300

# Más información

Para más información consultar el folleto

**Periferia descentralizada  
SIMATIC ET 200**

6ZB5310-0FM04-0BA.

Para más detalles consulte nuestra

**SIMATIC Guide Documentación técnica:**

[www.siemens.com/simatic-docu](http://www.siemens.com/simatic-docu)

Para pedir **más folletos**

sobre el tema SIMATIC visite:

[www.siemens.com/simatic/printmaterial](http://www.siemens.com/simatic/printmaterial)

Si desea **una conversación personal**, en esta web encontrará los contactos más cercanos a usted:

[www.siemens.com/automation/partner](http://www.siemens.com/automation/partner)

A través del A&D Mall le permite

**pedir productos por vía electrónica en Internet:**

[www.siemens.com/automation/mall](http://www.siemens.com/automation/mall)

## Bibliografía

Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo del 23.03.1994 armonizar las prescripciones legales y administrativas de los Estados miembros sobre equipos y sistemas de protección para aplicación conforme en atmósferas potencialmente explosivas Boletín Oficial de las Comunidades Europeas, Nr. L 100/1

K. Nabert y G. Schön:  
Parámetros de seguridad de gases y vapores inflamables,  
Deutscher Eichverlag, Braunschweig

DIN VDE 0170/0171 Parte 1 y siguientes (EN 50014 ff.)  
Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas  
DIN VDE 0470 Parte 1 (EN 60529)  
Grados de protección IP; protección contra contactos directos y contra la penetración de cuerpos extraños y agua para material eléctrico  
DIN VDE 0165/02.91  
Construcción de instalaciones eléctricas en atmósferas potencialmente explosivas  
DIN EN 60079-14 VDE 0165 Teil 1:1998-08  
Material eléctrico para atmósferas potencialmente explosivas instalaciones eléctricas en atmósferas potencialmente explosivas  
VDE-Verlag GmbH, Berlin

NFPA 70 - 1996 National Electrical Code, Ausgabe 1996  
National Fire Protection Association, Quincy, MA, EE.UU.  
NFPA 70 - 1999 National Electrical Code, Ausgabe 1999  
National Fire Protection Association, Quincy, MA, EE.UU.  
1998 Canadian Electrical Code, 18. Ausgabe  
Canadian Standards Association, Etobicoke, ON, Canadá  
1996 National Electrical Code Review and Application Guide  
Killark Electric Manufacturing Company, St. Louis, MO, EE.UU.  
1998 Canadian Electrical Code Review and Application Guide  
Hubbell Canada Inc. - Killark, Pickering, ON, Canadá

Folleto  
Protección contra explosión - Fundamentos  
R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH,  
Waldenburg

Este prospecto contiene descripciones o prestaciones que en el caso de aplicación concreto pueden no coincidir exactamente con lo descrito, o bien haber sido modificadas como consecuencia de un ulterior desarrollo del producto.

Por ello, la presencia de las prestaciones deseadas sólo será vinculante si se ha estipulado expresamente al concluir el contrato. Reservada la posibilidad de suministro y modificaciones técnicas.

Siemens AG  
Automation and Drives  
Postfach 4848  
90327 NÜRNBERG  
ALEMANIA

[www.siemens.com/simatic-dp](http://www.siemens.com/simatic-dp)

PDF (6ZB5310-0LE04-0BA2)  
Producido en Alemania  
501464 KB 0905 PDF Es

© Siemens AG 2005  
Sujeto a cambios sin previo aviso

Todos los nombres de productos pueden ser marcas registradas o nombres protegidos de Siemens AG u otras empresas proveedoras suyas cuyo uso por terceros para sus fines puede violar los derechos de sus titulares.