

Sicurezza in aree pericolose

Indice

1.1	Caratteristiche di Sicurezza	3
1.2	Rischio esplosioni	4
1.3	La combustione	4
1.4	Campo di infiammabilità	5
1.5	Metodi di protezione	10
1.6	Enti Formatori	12
1.7	Classificazione delle aree pericolose.....	14
1.8	Scelta costruzione elettriche per le Zone 0, 1 e 2.....	16
2.1	Strumentazione Flameproof	17
2.2	Circuiti a sicurezza intrinseca	18
2.3	Modello Entity	19
2.4	Bus Powered Devices.....	20
2.5	Separately Powered Devices.....	21
2.6	Tipi di protezione addizionali	22
2.7	Modello FISCO	24
2.8	Modello FNICO	28
2.9	Concetti di Sicurezza a Confronto	30

Elenco Figure

Figura 1.3-1:	<i>Triangolo del fuoco</i>	5
Figura 1.4-1:	<i>Intervallo di infiammabilità</i>	9
Figura 1.6-1:	<i>Marchio Distintivo Europeo</i>	14
Figura 2.4-1:	<i>IS Fieldbus con dispositivi Bus Powered</i>	21
Figura 2.5-1:	<i>IS Fieldbus con dispositivi alimentati separatamente</i> ...	22
Figura 2.6-1:	<i>Modello Entity</i>	23
Figura 2.7-1:	<i>Modello FISCO</i>	27
Figura 2.8-1:	<i>Modello FNICO</i>	29

Elenco Tabelle

Tabella 1.4-1:	<i>limiti di esplosività e le temperature d'innescio dei diversi composti chimici (fonte Honeywell)</i>	8
Tabella 1.6-1:	<i>Enti per la classificazione delle arre pericolose</i>	13
Tabella 1.7-1:	<i>Probabilità di presenza di atmosfera esplosiva</i>	15
Tabella 2.3-1:	<i>Parametri IS raccomandati in Zona Pericolosa</i>	20
Tabella 2.7-1:	<i>Parametri per le apparecchiature FISCO</i>	25
Tabella 2.7-2:	27
Tabella 2.8-1:	<i>Valori utilizzati di norma per gli alimentatori in Zona</i> 229	

Premessa

La richiesta di sempre maggiore sicurezza in tutte le attività umane è una caratteristica di tutti i paesi a elevato livello di sviluppo economico e tecnologico. Affinché la gestione della sicurezza sia efficace, occorre privilegiare l'approccio preventivo.

A tal fine sono state messe a punto sofisticate e specifiche tecniche di diagnostica preventiva dei guasti, metodologie per la valutazione dell'affidabilità, disponibilità e manutenibilità di sistemi, senza contare i metodi di stima delle conseguenze degli incidenti, diventati essenziali per un progetto e la gestione operativa dei moderni componenti, sistemi e impianti ingegneristici.

Tale approccio è confermato, in ambito normativo, dalle numerose direttive sulla sicurezza emanate dalla Unione Europea. Infatti, alla base di tali direttive vi è la consapevolezza, culturale e giuridica, che una sicurezza fondata su interventi successivi alla manifestazione del danno non è sufficiente, ma occorre agire in via preventiva.

1 Aree Pericolose

1.1 Caratteristiche di Sicurezza

L'uso della trasmissione industriale digitale nei processi continui ha elevato il controllo e l'automazione dei sistemi migliorando la valutazione delle prestazioni degli stessi attraverso adeguati apparati di misura.

I fieldbus, utilizzati come mezzo di comunicazione tra i sistemi produttivi e gli strumenti per il controllo, hanno innalzato il livello funzionale degli impianti riducendo nel contempo i costi di installazione e manutenzione.

In alcuni casi, l'infrastruttura di connessione deve rispettare severe norme di sicurezza soprattutto negli impianti e ambienti ad alto rischio di incendio o di esplosione in cui può essere perseguito il principio di sicurezza intrinseca.

Prima di addentrarci nel tema dell'utilizzo del Fieldbus in zona pericolosa, si darà una visione generale delle zone pericolose e dei metodi di protezione.

1.2 Rischio esplosioni

Considerando gli impianti che per esigenze di processo, utilizzino sostanze che possano creare un'atmosfera pericolosa, tale da causare un'esplosione od un incendio, come ad esempio una raffineria o un impianto chimico, è necessario operare delle scelte per considerare le migliori apparecchiature elettriche da utilizzare per scongiurare il pericolo di esplosione.

Una volta individuate le varie zone di pericolo (compito della Sezione Elettrica), stabilito quali gas, vapori o altri materiali siano presenti, per quanto tempo nel corso dell'anno, e quali siano le loro caratteristiche, sarà fondamentale capire quali strumenti possono essere installati in quella zona. Prima di parlare dei metodi di protezione, è necessario comprendere come possa avvenire un'esplosione, quali siano le cause d'innesco.

1.3 La combustione

Teoricamente, generare un'esplosione od un incendio non è una cosa molto semplice: essa è un processo di trasformazione rapida di energia chimica in energia termica.

Chimicamente i fenomeni di ossidazione, di combustione e di esplosione sono reazioni esotermiche, e sono tra loro differenti per la velocità di reazione.

Affinché la reazione avvenga è necessaria la presenza contemporanea di tre componenti fondamentali:

- ✓ Il combustibile – sotto forma di gas, vapori o polveri
- ✓ Il comburente – ossigeno presente nell'aria
- ✓ L'energia di accensione – di tipo elettrico o termico

L'insieme di queste tre componenti è quello che viene chiamato *Triangolo del Fuoco* (anche detto *triangolo della combustione*).



Figura 1.3-1: *Triangolo del fuoco*

Una volta innescata la reazione, il risultato può essere una combustione lenta, una fiamma veloce o un'esplosione, a seconda di come viene liberata l'energia esotermica.

I fattori che influenzano il processo di combustione, data una certa sorgente d'innescò, sono:

- Temperatura
- Tempo d'esposizione
- Energia della sorgente

1.4 Campo di infiammabilità

La presenza contemporanea delle tre componenti non è comunque ancora sufficiente per causare un incendio o un'esplosione. Infatti devono essere rispettate determinate caratteristiche affinché tale evento si verifichi.

In primo luogo rapporto di miscela (comburente / combustibile) deve essere compreso entro limiti ben definiti. In secondo luogo l'energia di accensione, misurata in Joule, deve superare un determinato valore di soglia, il quale è diverso per ogni sostanza. Essa altro non è che una scintilla causata da un

qualche fenomeno elettrico (apertura dei contatti di un interruttore). L'energia necessaria a innescare la miscela esplosiva è veramente bassa: si pensi che per innescare una miscela di idrogeno e aria sono sufficienti 20 μ Joule, cioè l'energia di una scintilla prodotta da una corrente di 20 mA con una tensione di 10 V per una durata di 0,1 ms.

Una seconda sorgente d'innescò è l'innalzamento non controllato della temperatura superficiale di un qualunque apparecchio: si pensi a una lampadina accesa la cui temperatura esterna del vetro si innalza al punto da essere superiore alla Temperatura di accensione della miscela, essa verrà innescata.

Per ogni sostanza è possibile tracciare un grafico, che indica la caratteristica d'innescò, dalla quale si determina la minima energia d'innescò (LEL), al di sotto della quale non è possibile l'innescò della miscela e naturalmente il limite superiore di esplosività (UEL). Nella *Tabella 1.4-1* (fornitore Honeywell) sono mostrati i limiti di esplosività e le temperature d'innescò dei diversi composti chimici:

Composto Chimico	CAS Number	Formula	Peso Molec.	B.P. °C	Dens. Vap. Rel.	F.P. °C	Limiti di Esplosività IEC 61779				I.T. °C
							LEL %v/v	UEL %v/v	LEL mg/L	UEL mg/L	
Acido acetico	64-19-7	CH ₃ COOH	60.0	118	2.07	40	5.4	16	100	430	485
Acido cianidrico	74-90-8	HCN	27.0	26	0.90	-18	5.6	40	-	-	538
Acido solfidrico	7783-06-4	H ₂ S	34.1	-60	1.19	-	4.3	45.5	60	650	270
Acetato di butile-n	123-86-4	CH ₃ COOC ₄ H ₉	116.2	127	4.01	22	1.7	7.6	-	-	425
Acetato di etile	141-78-6	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃	88.1	77	3.04	-4	2.2	11.5	75	420	460
Acilato di etile	140-88-5	CH ₂ =CHCOOC ₂ H ₅	100.1	100	3.45	9	1.8	-	74	-	-
Acetato di metile	79-20-9	CH ₃ COOC H ₃	74.1	57	2.56	-10	3.2	16	95	500	475
Acilato di metile	96-33-3	CH ₂ =CHCOOC ₂ H ₃	86.1	80	3.0	-3	2.8	25	100	895	-
Acetato di pentile		CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	-	147	4.48	25	1.0	7.1	60	550	375
Acetone	67-64-1	(CH ₃) ₂ CO	58.1	56	2.0	-19	2.5	13	60	310	535
Acetonitrile	75-05-8	CH ₃ CN	41.3	82	1.42	5	-	4.4	16	-	523
Acetil acetone	123-54-6	CH ₃ COCH ₂ COCH ₃	100.1	140	3.5	34	1.7	-	-	-	340
Acetilene	74-86-2	CH=CH	26.0	-84	0.9	-	2.3	100	-	-	305
Acilonitrile	107-13-1	CH ₂ =CHCN	53.1	77	1.83	-5	3	17	65	380	480
Alcool Etilico	64-17-5						Vedi Etanolo				
Alcool Isopropilico	67-63-0						Vedi Propanolo				
Aldeide Butirica	123-72-8	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHO	72.1	75	2.48	<-5	1.4	12.5	42	380	230
Aldeide acetica	75-07-0	CH ₃ CHO	44.1	20	1.52	-38	4	57	73	1040	140
Aldeide formica	50-00-0	HCHO	30.0	-19	1.03	-	7	73	87	910	424
Ammoniaca	7664-41-7	NH ₃	17.0	-33	0.59	-	15	28	105	200	630
Anidride acetica	108-24-7	(CH ₃ CO) ₂ O	102.1	140	3.52	54	2.7	10	-	-	334
Anilina	65-53-3	C ₆ H ₅ NH ₂	93.1	184	3.22	75	1.2	8.3	-	-	617
Benzene	71-43-2	C ₆ H ₆	78.1	80	2.7	-11	1.2	8	39	270	560
1-Bromobutano		CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ Br	-	102	4.72	<21	2.5	-	230	-	265
Bromoetano		C ₂ H ₅ Br	-	38	3.75	<-20	6.7	11.3	300	510	510
Butano	106-97-8	C ₄ H ₁₀	58.1	-1	2.05	-60	1.4	8.5	37	210	365
Butanone		C ₄ H ₈ CO	72.1	80	2.48	-1	1.8	11.5	50	350	505
Cloruro di Allile	107-05-1	CH ₂ =CHCH ₂ Cl	-	45	2.64	-20	3.2	11.2	105	360	485
Cloruro di Acetile	75-36-5	CH ₃ COCl	-	51	2.7	4	5.0	-	-	-	390
Clorobenzene	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	112.6	132	3.88	28	1.4	7.1	60	520	637
1-Clorobutano		CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ Cl	-	78	3.2	<0	1.8	10	65	390	460
Cloroetano		C ₂ H ₅ Cl	64.5	12	2.22	-	3.6	15.4	95	400	510
2-Cloroetano		CH ₂ ClCH ₂ OH	-	129	2.78	55	5.0	16	160	5.40	425
Cloroetilene		CH ₂ =CHCl	62.3	-14	2.15	-	3.6	29.3	95	770	470
Cloruro di Metile	74-87-3	CH ₃ Cl	50.5	-24	1.78	-	10.7	13.4	50	400	625
Cloro Metano							Vedi Cloruro di Metile				
Cloro Toluene							Vedi Cloruro di Benzile				
1-Cloropropano		C ₃ H ₇ Cl	-	37	2.7	-18	2.4	10.7	-	300	592
2-Cloropropano		(CH ₃) ₂ CHCl	-	47	2.7	-32	2.8	11.1	-	-	520
Cloruro di Benzile	100-44-7	C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	-	179	4.36	60	1.2	-	55	-	585
Cloruro di Vinile	75-01-4						Vedi Cloroetilene				
Ciclobutano	287-23-0	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂	56.1	13	1.93	-	1.8	-	42	-	-
Cicloesano	110-82-7	CH ₂ (CH ₂) ₄ CH ₂	84.2	81	2.9	-18	1.2	7.8	40	290	259
Cicloesanolato	108-93-0	CH ₂ (CH ₂) ₄ CHOH	100.2	161	3.45	68	1.2	-	-	-	300
Cicloesanone	108-94-1	CH ₂ (CH ₂) ₄ CO	98.1	156	3.38	43	1.0	9.4	-	380	419
Ciclopropano	75-19-4	CH ₂ CH ₂ CH ₂	42.1	-33	1.45	-	2.4	10.4	40	185	495
Creosolo	95-48-7	CH ₃ C ₆ H ₄ OH	-	191	3.73	81	1.1	-	45	-	555
Crotonaldeide		CH ₃ CH=CHCHO	-	102	2.41	13	2.1	15.5	-	-	230
Cumene	92-82-8	C ₉ H ₈ CH(CH ₃) ₂	-	152	4.13	36	0.88	6.5	-	-	420
Decano	124-18-5	C ₁₀ H ₂₂	-	173	4.9	96	0.8	5.4	-	-	205
Diclorobenzene-orto	95-50-1	C ₆ H ₄ Cl ₂	147.0	179	5.07	66	2.2	9.2	130	750	640
1,1-Dicloroetano	107-06-2	CH ₃ CHCl ₂	99.0	57	3.42	-10	5.6	16	225	660	440
1,2-Dicloroetano		CH ₂ ClCH ₂ Cl	99.0	84	3.42	5	6.2	15.9	-	-	413
1,1-Dicloroetilene	75-35-4	CH ₂ =CCl ₂	97.0	37	3.4	-18	7.3	16	-	-	570
1,2-Dicloroetilene	540-59-0	ClCH=CHCl	97.0	33	3.55	-10	9.7	12.8	220	650	440
1,2-Dicloropropano		CH ₂ CHClCH ₂ Cl	113.0	96	3.9	15	3.4	14.5	160	690	555
Dietilammina	109-89-7	(C ₂ H ₅) ₂ NH	45.1	56	2.53	<-20	1.7	10.1	50	305	310
Dimetilammina	124-40-3	(CH ₃) ₂ NH	45.1	7	1.55	-	2.8	14.4	52	270	400

Dimetilaniilina	121-69-7	C ₈ H ₃ (CH ₃) ₂ NH ₂	121.2	194	4.17	63	1.2	7.0	60	350	370
Dimetilformammide	68-12-2	HCON(CH ₃) ₂	73.1	152	2.51	58	1.8	15.2	-	-	440
1,2-Dicloroetilene	540-69-0	ClCH=CHCl	97.0	33	3.55	-10	9.7	12.8	220	650	440
1,2-Dicloropropano		CH ₂ CHClCH ₂ Cl	113.0	96	3.9	15	3.4	14.5	160	690	555
Diethylammina	109-89-7	(C ₂ H ₅) ₂ NH	45.1	56	2.53	<-20	1.7	10.1	50	305	310
Dimetilammina	124-40-3	(CH ₃) ₂ NH	45.1	7	1.55	-	2.8	14.4	52	270	400
Dimetilaniilina	121-69-7	C ₈ H ₃ (CH ₃) ₂ NH ₂	121.2	194	4.17	63	1.2	7.0	60	350	370
Dimetilformammide	68-12-2	HCON(CH ₃) ₂	73.1	152	2.51	58	2.2	15.2	-	-	440
1,4-Diossano	123-91-1	OCH ₂ CH ₂ OCH ₂ CH ₂	88.1	101	3.03	11	1.9	22.5	70	820	379
Eptano	142-82-5	C ₇ H ₁₆	100.2	98	3.46	-4	1.1	6.7	46	280	215
Esano	110-54-3	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	86.2	69	2.97	-21	1.0	7.4	-	265	233
Etano	74-84-0	CH ₃ CH ₃	30.1	-87	1.04	-	2.5	15.5	37	195	515
Etanoio		C ₂ H ₅ OH	46.1	78	1.59	12	3.1	19	67	290	425
Etere Butilico	142-96-1	(C ₄ H ₉) ₂ O	130.2	141	4.48	25	1.5	7.6	48	460	185
Etere Etilico	60-29-7	(C ₂ H ₅) ₂ O	74.1	34	2.55	<-20	1.7	36	50	1100	170
Etere Isopropilico	108-20-3	(CH ₃) ₂ CH ₂ O	-	69	3.52	-28	1.4	21	-	-	416
Etere metilico	115-10-6	(CH ₃) ₂ O	46.1	-25	1.59	-	3.7	27.0	38	520	-
Etioletano		C ₂ H ₅ SH	62.1	35	2.11	-20	2.8	18	70	460	295
Etil Benzene	100-41-4	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	106.2	135	3.66	15	1.0	6.7	44	-	431
Etil Ciclobutano		C ₂ H ₅ CH(CH ₂) ₂ CH ₂	84.2	-	2.0	<-16	1.2	7.7	-	-	210
Etil Cicloesano		C ₂ HCH(CH ₂) ₄ CH ₂	112.2	131	3.87	14	0.9	6.6	-	-	262
Etil Ciclopentano	640-89-7	C ₇ H ₅ CH(CH ₂) ₃ CH ₂	98.2	103	3.4	1	1.1	6.7	-	-	260
Etilene	74-85-1	CH ₂ =CH ₂	28.1	-104	0.97	-	2.3	34	31	390	425
Etil Metil Etere		CH ₃ OC ₂ H ₅	-	8	2.09	-	2.0	10.1	49	255	190
Idrogeno	1333-74-0	H ₂	2.0	-253	0.07	-	4.0	75.6	3.3	64	560
Iso-cloropropano											
Kerosene	8008-20-6	Miscela	-	150	-	38	0.7	5	-	-	210
Metano	74-82-8	CH ₄	16	-161	0.55	-	4.4	15	-	-	595
Metanolo		CH ₃ OH	32.0	65	1.11	11	6.7	36	73	350	455
2-Metossietanolo		CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	76.1	124	2.63	39	2.4	14	80	630	285
Metil Acetilene		CH ₃ C=CH	40.1	-23	1.4	-	1.7	-	-	-	-
Metil Cicloesano	108-87-2	CH ₃ CH(CH ₂) ₄ CH ₂	98.2	101	3.38	-4	1.16	6.7	45	-	260
Metilammina	74-89-5	CH ₃ NH ₂	31.1	-6	1.07	-	4.2	20.7	-	2.70	430
2-Metil Pentano	107-83-5	C ₃ H ₇ CH(CH ₃)C ₂ H ₅	86.2	-	2.97	<-20	1.2	-	-	-	-
Nafta		Miscela	-	35	2.5	-6	0.9	6	-	-	290
Naftalina	91-20-3	C ₁₀ H ₈	-	218	4.42	77	0.9	5.9	45	320	528
Nitrato di Isopropile		(CH ₃) ₂ CHONO ₂	-	105	-	20	2	100	-	-	175
Nitrobenzene	98-95-3	C ₆ H ₅ NO ₂	123.1	211	4.25	88	1.7	-	90	-	480
Nonano	111-84-2	C ₉ H ₂₀	128.3	151	4.43	30	0.8	5.6	37	300	205
Ossido di Carbonio	630-08-0	CO	28.0	-191	0.97	-	10.9	74.2	145	870	605
Ossido di etilene	75-21-8	CH ₂ CH ₂ O	44.0	11	1.52	-	3.7	100	55	1820	440
Ottano	111-65-9	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	114.2	126	3.93	13	1.0	3.2	-	-	210
Pentano	109-66-0	C ₅ H ₁₂	72.2	36	2.48	<-20	1.4	8.0	41	240	285
Pentacolo		C ₅ H ₁₁ OH	-	138	3.04	34	1.2	10.5	44	380	300
Piridina	110-86-1	Miscela	79.1	115	2.73	17	1.8	12.0	56	350	550
Propano	74-98-6	C ₃ H ₈	44.1	-42	1.56	-	1.7	9.5	39	180	4.70
Propanolo		(CH ₃) ₂ CHOH	60.1	83	2.07	12	2.2	12	-	-	425
Propene		CH ₂ =CHCH ₃	42.1	-48	1.5	-	2.0	11.7	35	210	455
Solfuro di carbonio	75-15-0	CS ₂	76.1	46	2.64	-20	1.0	60	30	1900	102
Stirene	100-42-5	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	104.2	145	3.6	30	1.1	8.0	45	350	490
Tetraidrofurano	109-99-9	CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂ O	72.1	64	2.49	-17	1.5	11.8	-	360	224
Toluene	108-88-3	C ₆ H ₅ CH ₃	92.1	111	3.18	6	1.1	7	44	270	535
Trementina	8006-64-2	Miscela	-	149	-	35	0.8	-	-	-	254
Trietilammina	121-44-8	(C ₂ H ₅) ₃ N	101.2	89	3.5	-	1.2	8	50	340	-
Trimetilammina		(CH ₃) ₃ N	59.1	3	2.04	-	2.0	11.6	49	285	190
1, 3, 5 - triossano		OCH ₂ OCH ₂ OCH ₂	90.1	115	3.11	45	3.2	29	-	1110	410
Xilene	95-47-6	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106.2	144	3.66	30	1.0	6.7	44	335	464

Peso molec. : Peso Molecolare I.T. : Ignition Temperature/Temperatura di Infiammabilità
 B.P. : Boiling Point/Temperatura di ebollizione F.P. : Flash Point
 Dens.Vap.Rel. : Densità vapore relativa (aria = 1)

Tabella 1.4-1: limiti di esplosività e le temperature d'innescio dei diversi composti chimici (fonte Honeywell)

Al di sotto del livello LEL, la quantità di gas non è sufficiente per produrre un'esplosione di gas, mentre sopra il livello UEL la miscela non ha abbastanza ossigeno. Quindi l'intervallo di infiammabilità di ogni gas o miscela è compreso tra il limite di esplosione inferiore e superiore. Al di fuori di questo intervallo il gas non può bruciare (vedi Figura 1.4-1).

In genere un aumento della temperatura, della pressione o del contenuto di ossigeno corrisponde a un ampliamento dell'intervallo di infiammabilità.

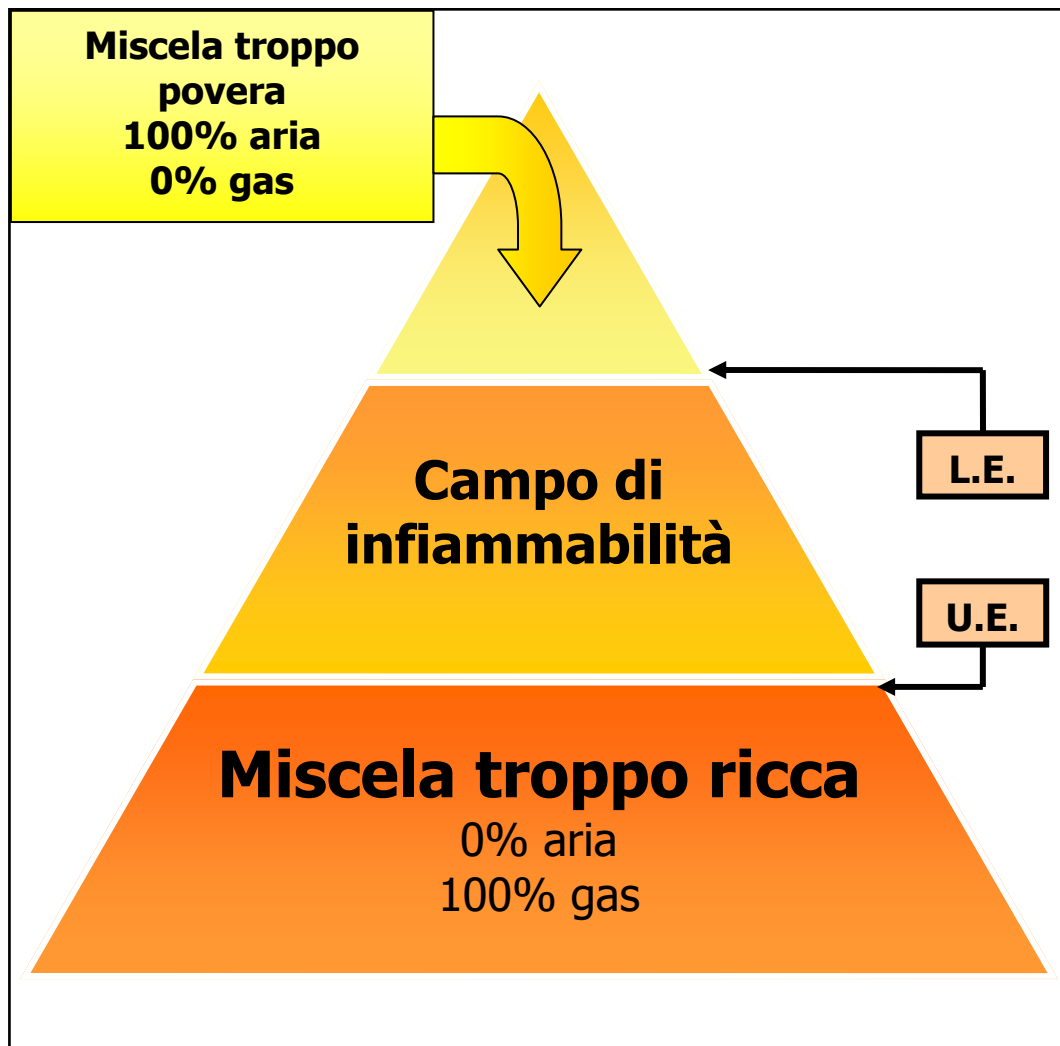


Figura 1.4-1: *Intervallo di infiammabilità*

Altri due parametri importanti che caratterizzano le sostanze chimiche sono il punto d'infiammabilità (o "Flash Point") e la densità relativa.

Il primo viene definito come la temperatura minima di un liquido alla quale, in determinate condizioni normalizzate, esso emana vapori in quantità sufficiente a originare una miscela infiammabile.

La densità relativa è la misura della densità del gas o del vapore relativa all'aria; dato per assunto che l'aria ha densità relativa pari a uno, i gas con densità relativa minore di uno sono più leggeri, mentre se maggiori di uno tendono verso il basso, essendo più pesanti.

1.5 Metodi di protezione

Fondamentalmente i criteri su cui si basano i diversi modi di protezione sono i seguenti:

- ▲ contenimento;
- ▲ segregazione;
- ▲ prevenzione;

Il contenimento di un'esplosione è la sola metodologia che permette all'esplosione di avvenire, questa tuttavia deve rimanere confinata in un luogo ben definito e non deve propagarsi nell'atmosfera circostante; si utilizzano apposite custodie chiamate proprio "explosion proof". Questo è il metodo più antico, ma tuttora è uno dei più validi e sicuri per la maggior parte delle applicazioni.

La caratteristica fondamentale della prevenzione è quella di aumentare l'affidabilità dei componenti elettrici che nel modo normale di utilizzo non possono scintillare né raggiungere temperature superficiali d'innescamento. Questa tecnica è applicata ai metodi di Sicurezza Intrinseca e Sicurezza Aumentata.

Con la tecnica di segregazione si tende a separare o isolare fisicamente parti elettriche in tensione o superfici calde dalla miscela esplosiva; i suoi metodi di protezione sono la Pressurizzazione, l'Incapsulamento in resina, l'Immersione in olio o sabbia di quarzo.

Naturalmente la scelta di un modo di protezione specifico per una determinata apparecchiatura dipende da diversi fattori quali:

- ▲ dimensioni fisiche del materiale da proteggere
- ▲ facilità di manutenzione ordinaria e straordinaria
- ▲ affidabilità e flessibilità del sistema
- ▲ costi di realizzazione e manutenzione
- ▲ zona d'installazione

Diamo ora un breve elenco delle caratteristiche dei vari metodi di protezione, per i quali esistono chiare normative comunitarie.

- **Ex "d" - A prova di esplosione;** questo metodo sfrutta il principio di contenimento dell'esplosione, cioè i circuiti elettrici che vengono a contatto con l'atmosfera esplosiva siano racchiusi in custodie appositamente progettate per resistere alla pressione sviluppata dall'esplosione; queste cassette permettono al gas di entrare, ma in caso d'innesco, l'esplosione è contenuta all'interno e i gas combusti escono attraverso appositi giunti, progettati affinché la fiamma, uscendo si raffreddi e quindi all'esterno arriverà il prodotto della combustione raffreddato, incapace d'innescare l'atmosfera circostante. La caratteristica principale è la robustezza che garantisce l'affidabilità nel tempo.
- **Ex "e" – A sicurezza aumentata;** questo metodo è applicabile solo ad apparecchiature non scintillanti, come custodie, morsetti, bobine, ecc. Viene quasi sempre utilizzata con altri metodi di protezione, aumentandone la sicurezza; i requisiti principali delle apparecchiature in questione, le rendono non scintillanti anche in condizioni di funzionamento autonomo.
- **Ex "i" – A sicurezza intrinseca;** sfruttando la tecnica della prevenzione, questa metodologia si applica nella maggior parte dei casi alla strumentazione di misura e controllo e alla regolazione dei processi di produzione negli impianti a rischio di esplosione. Si considera intrinsecamente sicuro un circuito quando in qualsiasi condizione di operatività e di guasto non può produrre alcuna scintilla o sovratemperatura tali da innescare l'atmosfera esplosiva. Conseguentemente l'applicazione a sicurezza aumentata è limitata ai circuiti di bassa potenza, ma è universalmente riconosciuta come una delle migliori per l'alto grado di sicurezza e la notevole economicità sia d'installazione che di manutenzione.
- **Ex "p" – A sovrappressione interna;** il principio base è quello della segregazione, impedendo l'ingresso all'atmosfera esplosiva; tramite una pressione interna per l'insuflazione di un gas inerte o dell'aria, si mantiene una pressione interna superiore a quella esterna. Questo metodo si applica a quadri elettrici di grandi dimensioni, soprattutto strumentazione e controllo, a grossi motori o trasformatori MT/BT. Possono essere costruite intere sale controllo con questo sistema, ma richiede sofisticati sistemi d'allarmi e quindi non economico.
- **Ex "m" – Per incapsulamento;** la protezione consiste nel ricoprire i componenti che possono produrre scintille o sovratemperature, da una resina

che resiste alle condizioni ambientali; esso garantisce buone caratteristiche di isolamento sia elettrico che meccanico, ma rende impossibile qualsiasi intervento manutentivo.

- **Ex "o" – Per immersione in olio;** uguale al metodo precedente, ma applicabile a trasformatori o apparecchi che siano dotati di organi di movimento. Difficoltà di manutenzione, ma non impossibile, e necessaria presenza di sistemi che garantiscano un livello dell'olio costante.
- **Ex "q" – Per immersione sotto sabbia;** con questo metodo la custodia che protegge l'apparecchiatura è riempita di un materiale, solitamente polvere di quarzo, che nelle normali condizioni impedisce che un'eventuale scintilla venga trasmessa all'esterno, nell'atmosfera pericolosa.

Dopo questa panoramica, possiamo concludere che un modo di protezione perfetto e universale non esiste; ogni metodo è progettato per particolari applicazioni impiantistiche, ma ognuno di essi non è infallibile: se non viene fornita una manutenzione che tenga le condizioni dell'apparato pari al momento in cui è stato installato, la sicurezza non è più garantita.

1.6 Enti Formatori

Prima di tutto è importante comprendere la differenza tra *norme giuridiche* e *norme tecniche*: dalle prime nascono le regole di comportamento dei soggetti che si trovano nell'ambito di sovranità di uno Stato, cioè sono i regolamenti di attuazione dei provvedimenti legislativi del Governo, i quali dettano solamente delle linee generali.

Le norme tecniche invece sono l'insieme di prescrizioni per progettare, costruire e controllare apparecchiature e impianti affinché sia garantita la sicurezza di funzionamento; esse sono emanate da organismi nazionali e internazionali.

L'attività di normazione è divisa su tre livelli, in relazione all'area geografica: internazionale, nazionale e regionale; nella *Tabella 1.6-1* i principali Enti;

	SETTORE		
	Elettrotecnico e elettronico	Telecomunicazioni	Altri settori
Internazionale	IEC	ITU	ISO
Europa	CENELEC	ETSI	CEN
Italia	CEI	CONCIT	UNI

Tabella 1.6-1: Enti per la classificazione delle aree pericolose

Per la classificazione delle aree pericolose ci interessano gli Enti del settore elettrico:

IEC – International Electrotechnical Commission

Fondato a Londra all'inizio del secolo ha la propria sede a Ginevra; conta oltre l'80% della popolazione mondiale e il 95% dell'energia elettrica prodotta e consumata. Emette norme tecniche e raccomandazioni alle quali i Paesi aderenti possono attenersi, ma senza alcun vincolo o obbligo.

CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardization

Ente costituito dalla Comunità Europea, con lo scopo di eliminare le barriere tecniche degli scambi commerciali in ambito europeo. Al contrario delle norme IEC, quelle CENELEC sono vincolanti per i Paesi che vi aderiscono.

CEI – Comitato Elettrotecnico Italiano

Scopo del CEI è quello di stabilire i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici perché essi rispondano alle norme della buona elettronica, e i criteri con i quali detti requisiti debbano essere controllati. Rappresenta l'Italia nelle sedi Europee e Internazionali.

Le apparecchiature che possono essere utilizzate in luoghi con pericolo di esplosione, sottostanno alle normative europee EN, recepite in Italia come norme CEI, richiamate nelle direttive europee che sono divenute leggi dello Stato. La conformità però deve essere rilasciata da un ente terzo (né società di produzione, né ente di normazione), un organismo riconosciuto, attestante che il

componente o l'apparecchiatura, ha superato le prove di tipo previste dalle norme applicabili a quel prodotto. Queste prove devono essere effettuate da un laboratorio accreditato, cioè che abbia superato anch'esso procedure le necessarie per stabilire la sua competenza e affidabilità.

In Italia il laboratorio incaricato all'esame dei materiali elettrici antideflagranti è il CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano); dopo aver superato le prove di tipo, il laboratorio emette un certificato che attesta la conformità dell'apparato; a questo punto il produttore può apporre il marchio distintivo comunitario (vedi Figura 1.6-1) e commercializzare il prodotto.

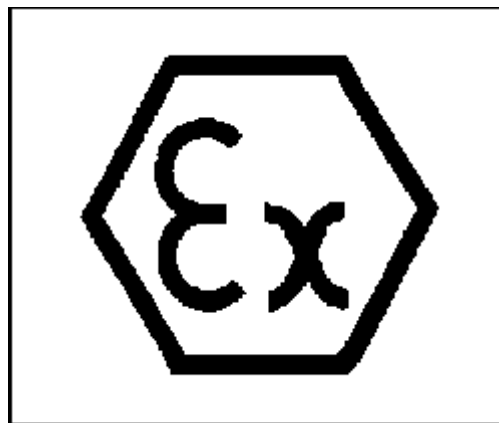


Figura 1.6-1: *Marchio Distintivo Europeo*

1.7 Classificazione delle aree pericolose

In Europa viene seguita la norma EN 60079-10, che riguarda la classificazione delle aree pericolose per la presenza di sostanze appartenenti ai gas, vapori e nebbie; dal 1° gennaio 1998 è stata acquisita anche in Italia come CEI 31-30.

Per valutare il pericolo, la norma si basa su considerazioni analitiche che considerano alcuni principi come la reale ventilazione dell'ambiente, le concentrazioni delle miscele potenzialmente esplosive, i tempi di permanenza delle miscele calcolati in rapporto al LEL e alla ventilazione del luogo considerato. Per i luoghi pericolosi si distinguono quattro classi, in funzione della sostanza presente:

- *Classe 0*: pericolo di esplosione per la presenza o sviluppo di sostanze esplosive innescabili senza l'apporto di energia elettrica o termica
- *Classe 1*: pericolo di esplosione o incendio per la presenza di sostanze infiammabili in qualunque stato fisico (gas, vapori o nebbie), innescabili elettricamente o per via termica

- *Classe 2*: pericolo di esplosione per la presenza nell'ambiente di polveri infiammabili
- *Classe 3*: pericolo dovuto alla presenza di sostanze infiammabili fluide o solide in quantità significativa (per lavorazione o deposito).

Alla fine di questa analisi ogni luogo deve essere classificato in una delle seguenti tre zone in base alla frequenza e alla permanenza di un'atmosfera esplosiva:

DESCRIZIONE	
ZONA 0	È un'area nella quale una miscela di gas potenzialmente esplosiva è presente in continuazione o comunque per lunghi periodi di tempo
ZONA 1	È un'area nella quale una miscela di gas potenzialmente esplosiva può essere presente durante il funzionamento di un impianto
ZONA 2	È un'area nella quale una miscela di gas potenzialmente esplosiva non è normalmente presente, e nel caso lo sia lo è solo per brevi periodi di tempo

Ogni altra zona è considerata **AREA SICURA**; la *Tabella 1.7-1* definisce le probabilità:

ZONA	Probabilità di presenza di atmosfera esplosiva in un anno	Ore di presenza in un anno
EN 60079-10		
ZONA 0	$P > 10^{-2}$	Circa 100 ore
ZONA 1	$10^{-2} > P > 10^{-4}$	Da 1 a 100 ore
ZONA 2	$P < 10^{-4}$	Meno di 1 ora

Tabella 1.7-1: Probabilità di presenza di atmosfera esplosiva

I fattori principali che influenzano l'estensione della Zona Pericolosa sono:

- La sorgente e il grado del rilascio del combustibile
- Le caratteristiche chimiche del combustibile

- Il grado di ventilazione di quella determinata Zona

Ogni gas chimico o vapori utilizzato in una raffineria o impianto chimico è compreso in uno di seguenti tre gruppi:

- Propano, gas rappresentativo del gruppo IIA
- Etilene, gas rappresentativo del gruppo IIB
- Idrogeno/Acetilene, gas rappresentativo del gruppo IIC

1.8 Scelta costruzione elettriche per le Zone 0, 1, 2

La selezione di apparecchiature elettriche utilizzabili in Zona pericolosa è stabilita dalla norma europea EN 60079-14 (in Italia CEI 31-33):

- Zona 0

In Zona 0 non sono più ammessi gli impianti a sovrappressione interna (la normativa precedente li permetteva), ma solo sistemi a sicurezza intrinseca (Ex"i"). Inoltre è consentito l'uso di apparecchiature non conformi alle norme CENELEC, ma conformi alle norme nazionali specificatamente certificate per utilizzo in Zona 0

- Zona 1

In questa Zona sono ammessi i seguenti modi di protezione

- Ex "d" a prova di esplosione
- Ex "e" a sicurezza aumentata
- Ex "p" a sovrappressione interna
- Ex "q" sotto sabbia
- Ex "o" immersione in olio
- Ex "m" incapsulata a resina

- Zona 2

Tutte le apparecchiature elettriche utilizzabili nelle altre due Zone sono ammesse in Zona 2 oltre alle costruzioni semplici appositamente progettate per essere installate in questa zona.

2 Installazioni Fieldbus in Zona Pericolosa

Il tema della sicurezza connesso alle applicazioni Fieldbus si è radicalmente trasformato nel corso degli anni: all'inizio degli anni novanta, nessuno degli "addetti ai lavori" era sicuro che un segmento Fieldbus potesse essere utilizzato in Zona pericolosa, mancando la tecnologia necessaria e specifiche norme a riguardo; oggi invece esistono diversi modelli che non soltanto permettono l'utilizzo dei dispositivi fieldbus in aree di pericolo ma impediscono agli stessi di generare alcuna iniezione perseguendo il concetto di Sicurezza Intrinseca.

2.1 Strumentazione Flameproof

Ad esempio, gli strumenti Foundation Fieldbus sono disponibili come dispositivi certificati antideflagranti (Ex "d") secondo CENELEC; la specifica di strumentazione antideflagrante ha il vantaggio che le correnti e le tensioni che alimentano lo strumento fieldbus non sono limitate dalle curve di minima accensione. Ciò massimizza il numero di dispositivi assegnabili a ciascun segmento incrementando in questo modo i vantaggi economici dell'installazione di strumentazione di tipo fieldbus (un unico cavo più strumenti collegati).

Lo svantaggio della strumentazione antideflagrante è però, quello di non consentire una manutenzione con dispositivo alimentato, se non previa esecuzione di un test di presenza di eventuali miscele esplosive (se consentito dalle procedure di sicurezza dei singoli impianti).

In generale, perciò, in caso di manutenzione i dispositivi sul segmento non saranno funzionanti e maggiore sarà il numero di tali dispositivi maggiore sarà l'influenza sul processo, con la possibilità che la mancanza di controllo conduca a una possibile fermata (shutdown) d'impianto.

In definitiva, quindi, un'installazione di tipo antideflagrante riduce sostanzialmente la manutenibilità e l'operabilità dell'impianto.

2.2 Circuiti a sicurezza intrinseca

L'ente di omologazione autorizzato PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt), in accordo con la normativa IEC 61158-2 e cooperando con alcuni dei più importanti produttori di strumentazione al mondo, ha prodotto il modello di sicurezza intrinseca per i fieldbus. Secondo tale modello una rete è a sicurezza intrinseca se i componenti che la compongono rispettano alcuni valori limite per grandezze come la tensione, l'intensità di corrente, la potenza, l'induttanza e la capacità. Quindi per installazione, la rete fieldbus dovrà essere progettata in modo da alimentare i dispositivi appartenenti al segmento ma senza eccedere i parametri dei dispositivi certificati a sicurezza intrinseca. I dispositivi saranno certificati per stabilire i loro "entity parameters" prima della loro installazione in un circuito a sicurezza intrinseca.

In tema di sicurezza intrinseca la norma IEC 61158-2 fa chiaro riferimento al livello fisico dello standard Fieldbus, le cui peculiarità sono costituite dalla trasmissione digitale asincrona, dalla comunicazione in half-duplex, da un Manchester encoding, da una velocità di 31,25 kb/s e da un numero massimo di elementi per segmento pari a trentadue.

La norma IEC specifica il numero massimo di dispositivi su un unico segmento anche se tale limite deve, in alcuni casi, essere ulteriormente ridotto per rispettare i requisiti minimi di sistema (*modello FISCO*).

Nelle situazioni in cui si usino trasduttori speciali, per esempio di tipo magneto-induttivo, non sempre i fieldbus a sicurezza intrinseca sono in grado di fornire l'adeguato supporto energetico richiedendo, di conseguenza, dotazioni ausiliarie (tecnica a quattro cavi). Tali unità suppletive sono solitamente occultate attraverso idonee barriere con le quali rendere i sistemi di potenza impermeabili agli agenti pericolosi (*modello Entity*).

I sistemi a sicurezza intrinseca hanno la peculiarità di essere impiegati in ambienti ove il rischio di incendio o di esplosione è particolarmente elevato. Come abbiamo già illustrato le aree pericolose sono costituite dai luoghi in cui ci sia la presenza di combustibili come gas, liquidi infiammabili o polveri a basso livello di ignizione. Un'area pericolosa può, inoltre, essere costituita da luoghi

chiusi e sigillati ma anche da luoghi aperti caratterizzati da significativi livelli di infiammabilità dei materiali (per esempio, pompe di benzina).

Grazie alla sicurezza intrinseca, atmosfere infiammabili possono venire in contatto con apparecchiature elettriche senza creare un potenziale pericolo, dato che il sistema è stato configurato in modo che non possa innescare l'atmosfera neanche in caso di malfunzionamento: l'energia elettrica è talmente bassa che qualsiasi scintilla o superficie calda risulta troppo debole per causare l'innescio.

Questo approccio permette misurazioni (con dispositivi di test appropriati) direttamente sullo strumento in campo senza disconnettere l'alimentazione (*live operation*); inoltre gli strumenti stessi possono essere rimossi o sostituiti mentre il sistema è operativo.

Il cavo utilizzato per applicazioni intrinsically safe (IS) dovrà rispettare anch'esso le limitazioni di induttanza e capacità richiesti dalle specifiche IS e inoltre dovrà essere identificato come cavo facente parte di tale circuito, cioè dovrà avere una guaina colorata (di solito un blu chiaro).

Il modello Entity è stato il primo sistema a sicurezza intrinseca per il fieldbus mai certificato; successivamente lo sviluppo del modello FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe COnccept) ha definito i requisiti specifici per un fieldbus intrinsically safe, la cui evoluzione e miglioramento è il modello FNICO (Fieldbus Non Incendive COnccept).

Gli ultimi due portano a una più facile pianificazione, applicazione e documentazione dei circuiti bus a sicurezza intrinseca, mentre il modello Entity permette una fornitura di corrente più alta.

2.3 Modello Entity

Il modello Entity sfrutta il concetto di sicurezza intrinseca, definendo valori minimi di voltaggio, corrente e livelli di potenza con il rispetto dei quali i dispositivi possono essere certificati Entity.

In un circuito Entity può esserci una sola fonte di possibile energia nell'atmosfera infiammabile durante la ricezione o trasmissione dei segnali: questo perché il

MAU (*Medium Attachment Unit*, componente di ogni dispositivo che accoppia il proprio circuito elettrico allo strato fisico del segmento fieldbus) è specificato per assorbire costantemente la corrente, quindi esso non fornirà mai corrente sul segmento. Solo il Power Supply (l'alimentatore locato in Zona Sicura) può fornire energia sul bus.

Di seguito la *Tabella 2.3-1* con i parametri IS raccomandati per l'apparecchiature in Zona Pericolosa:

Parametro del dispositivo	Valore Raccomandato
Tensione	24 V min.
Corrente	250 mA min.
Potenza in ingresso	1,2 W min.
Capacità	5 μF max.
Induttanza	20 μH max

Tabella 2.3-1: Parametri IS raccomandati in Zona Pericolosa

Esistono 2 tipologie per il sistema Entity: i dispositivi alimentati normalmente dal bus e quelli alimentati separatamente; analizziamoli nel dettaglio:

2.4 Bus Powered Devices

Questi dispositivi hanno un'unica fonte di alimentazione elettrica che è il fieldbus stesso. Il MAU gestisce la duplice funzione di regolatore dell'alimentazione dal fieldbus allo strumento e del segnale di comunicazione; uno schema tipico è il seguente:

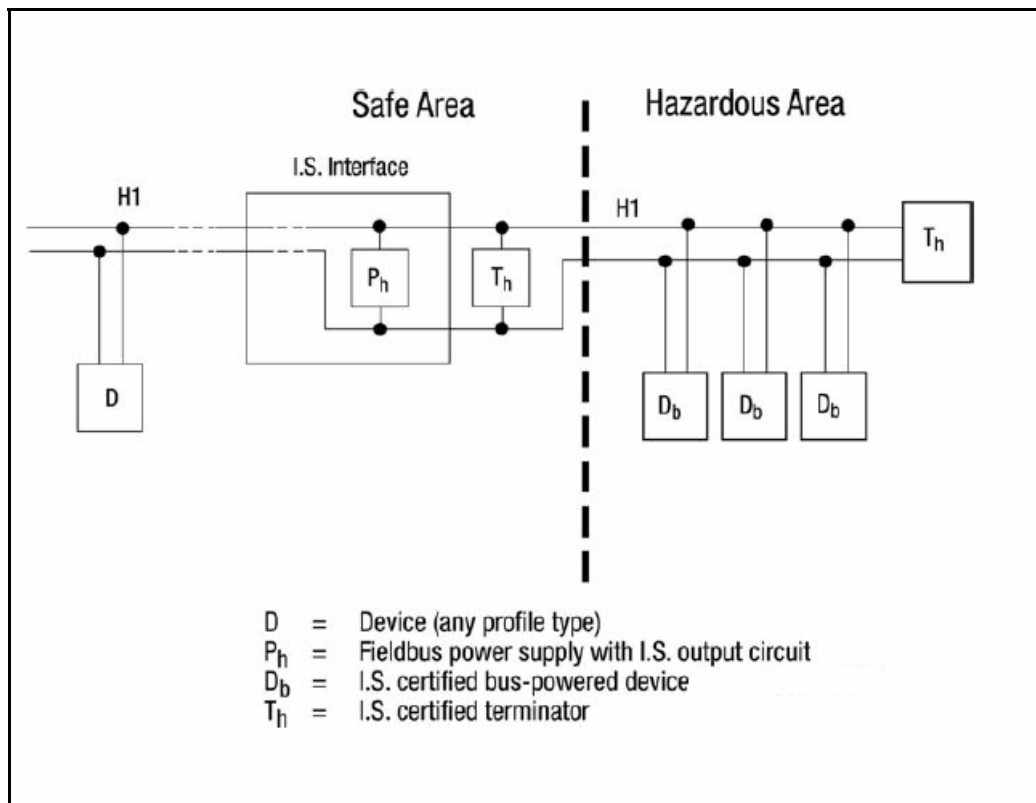


Figura 2.4-1: IS Fieldbus con dispositivi Bus Powered

Come si vede dalla Figura 2.4-1 in Zona Pericolosa sono presenti solo strumenti certificati IS e la fonte della loro alimentazione (il power supply) si trova in Zona Sicura.

2.5 Separately Powered Devices

Questi tipi di dispositivi hanno una o più sorgenti d'alimentazione in aggiunta a quella proveniente dal fieldbus stesso. Un esempio possono essere quegli analizzatori per i quali sono necessari alti livelli di potenza che il fieldbus a sicurezza intrinseca non può fornire.

Questi dispositivi possono utilizzare altre forme di protezione, rimanendo comunque passivi: i terminali non possono immettere corrente nel sistema eccetto per una perdita di corrente di 50 μ A. I dispositivi in Area Pericolosa saranno isolati galvanicamente dall'alimentazione elettrica aggiuntiva. In questo

caso il MAU fungerà solo come gestore del segnale (e non anche dell'alimentazione come nel caso precedente).

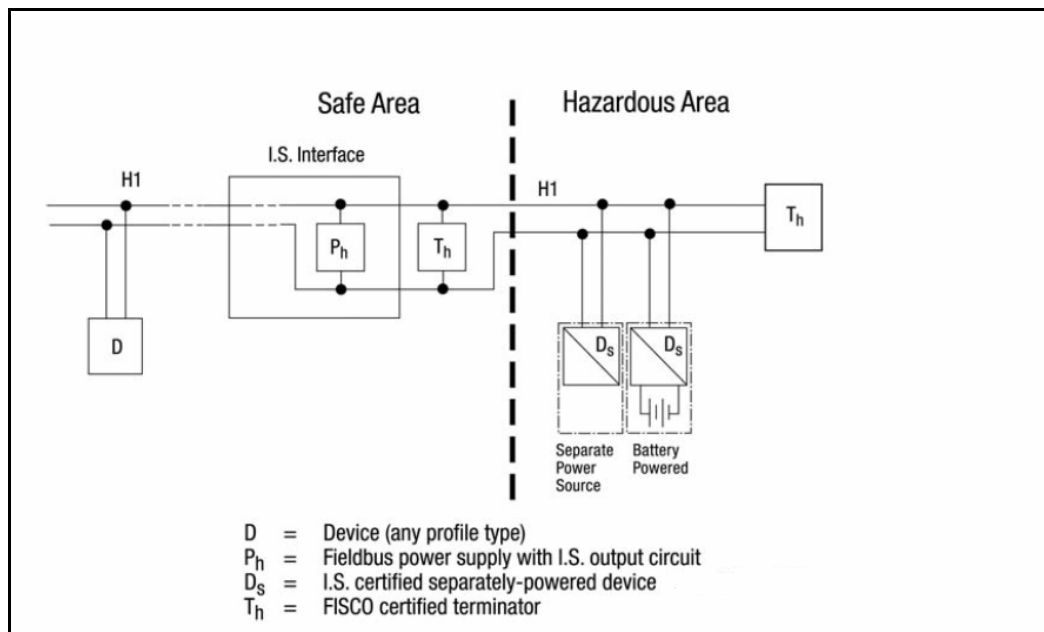


Figura 2.5-1: IS Fieldbus con dispositivi alimentati separatamente

Dalla Figura 2.5-1 si nota come le alimentazioni addizionali in presenti in Zona Pericolosa abbiano una protezione aggiuntiva e siano isolate galvanicamente dal resto del fieldbus.

2.6 Tipi di protezione aggiuntivi

Come abbiamo detto, nel caso di dispositivi che necessitano di un'alimentazione maggiore rispetto a quella che il fieldbus a sicurezza intrinseca può fornire, si utilizza il modello Entity ad alimentazione separata;

– Barriere a Sicurezza Intrinseca

Questo tipo di protezione può essere montato solo in Zona Sicura, e consiste in un semplice circuito elettrico formato da diodi zener in serie a resistenze e fusibili; la funzione della barriera è quella di deviare una sovracorrente o un eccesso di tensione sul collegamento a massa (o a terra), prima che possano

entrare in Area Classificata e causare un innesco dell'atmosfera esplosiva. Il cavo di messa a terra deve avere una resistenza in continua minore di 1Ω .

– Isolatori Galvanici a Sicurezza Intrinseca

Questo tipo di unità, al contrario delle barriere, mantengono un alto grado d'isolamento che impedisce la trasmissione di sovracorrenti o sovratensioni dall'Area Sicura a quella Pericolosa. Il sistema di funzionamento si basa sull'utilizzo di trasformatori e accoppiatori ottici garantendo la segregazione e le caratteristiche d'isolamento.

Quando si usa un isolatore galvanico, la connessione a massa non è più necessaria, assicurando quindi che il fieldbus operi in maniera bilanciata, cioè che il segnale non sia alterato da correnti parassite o di deriva dovute dalla messa a terra.

Nella Figura 2.6-1 è rappresentata una configurazione del modello Entity, con una barriera a Sicurezza Intrinseca posta in Zona Sicura, per limitare la corrente in campo, ma riducendo a un massimo di 4, 5 strumenti il numero dei dispositivi:

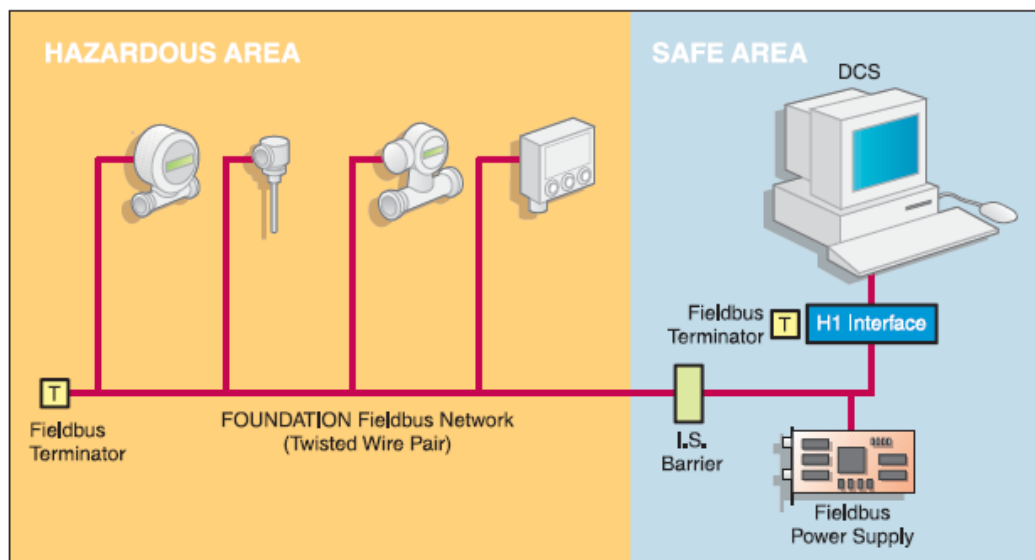


Figura 2.6-1: *Modello Entity*

2.7 Modello FISCO

FISCO nasce dal lavoro dell'Ente di omologazione tedesco Physikalisch-Technische Bundesanstalt che, dagli anni '90, lavorando in accordo con gli enti internazionali, ha emesso una serie di norme relative alla gestione delle trasmissioni industriali come la regolamentazione delle norme inerenti al modello.

Il modello FISCO, Fieldbus Intrinsically Safe Concept, si basa naturalmente sul concetto di Sicurezza Intrinseca, ovvero assicurare che le atmosfere esplosive degli impianti o fabbriche (classificate come Zone Pericolose), non possano essere innescate, proteggendo contemporaneamente apparecchiature e personale.

Tale concetto è stato sviluppato considerando le curve di minima accensione per circuiti resistivi a bassa tensione (circuiti di strumentazione); ciò permette di utilizzare correnti più elevate sulle linee fieldbus e quindi di consentire a un numero maggiore di dispositivi di essere alimentati usando una singola interfaccia a sicurezza intrinseca e quindi eliminando la necessità di barriere/ripetitori aggiuntivi (come nel modello Entity).

La grande differenza che divide il modello FISCO da Entity è che il primo non richiede di prendere in considerazione i parametri del cavo durante la progettazione della rete fieldbus, quando invece nel secondo modello era una caratteristica molto importante per ogni segmento: in base a onerosi calcoli del circuito Entity si poteva alimentare un determinato numero di dispositivi e nel caso di rimozione o aggiunta di uno strumento essi dovevano essere ripetuti.

Sebbene nel caso di FISCO lo svantaggio sia una lunghezza massima del cavo di 1000 m (in caso di presenza di gas come l'acetilene o l'idrogeno) o fino a 5 Km (in caso di etilene) e una lunghezza massima degli spur limitata a 30 m, si ha la possibilità di aggiungere o rimuovere dispositivi dal segmento fieldbus (sempre che rispettino i valori di sicurezza intrinseca) senza bisogno di fare ulteriori calcoli, implicando una notevole riduzione dei costi sia in fase di progettazione, sia in fase di esercizio.

Il concetto principale legato al modello di sicurezza intrinseca è che solo un dispositivo attivo alla volta è connesso al fieldbus mentre gli altri partecipanti rimangono passivi in attesa di poter acquisire dal bus l'energia necessaria al loro funzionamento. Tale principio determina un vantaggio essenziale dal punto di vista normativo: l'installatore sarà obbligato a certificare la validazione IS del funzionamento di un solo apparato alla volta, senza predisporre l'omologazione di tutti gli apparati in funzionamento concomitante.

Un ulteriore vantaggio FISCO è prodotto dalla classificazione della temperatura di esercizio che è calcolabile solamente dall'assorbimento di potenza da parte dei dispositivi, indipendentemente dal livello di potenza generale fornita. In modo analogo la corrente utile è costituita dalla somma dei valori di corrente assorbita dai differenti dispositivi e non dal valore alimentato.

Il modello FISCO è definito dallo Standard IEC 60079-27, e viene descritto come un segmento fieldbus alimentato da un solo power supply, e deve rispettare certi parametri di capacità e induttanza interne così bassi da non avere influenze negative sulla sicurezza e quindi trascurabili. Lo Standard è il risultato di una consapevolezza per i numerosi produttori e fornitori di trovare guida comune da seguire per poter certificare in maniera univoca i propri dispositivi a Sicurezza Intrinseca; di seguito la *Tabella 2.7-1* con i parametri da rispettare per le apparecchiature certificate FISCO:

Parametro del dispositivo	Valore Raccomandato
Tensione	17,5 V min.
Corrente	380 mA min.
Potenza in ingresso	5,32 W min.
Capacità	5 µF max.
Induttanza	10 µH max

Tabella 2.7-1: Parametri per le apparecchiature FISCO

Tali livelli non determinano specifiche restrizioni grazie ai valori su cui i fieldbus normalmente si attestano (50 Ohm/km della resistenza in anello, 0,8 mH/km della induttanza in anello e della reattanza capacitiva intorno a 12 nF/km).

La topologia di un classico impianto FISCO è basata su sistema di alimentazione isolato con doppio trunk di discesa verso il campo. Il segnale fieldbus è generato attraverso il sistema di alimentazione e trasferito successivamente alle porte per la sua ripetizione. Tale aspetto impone al sistema di alimentazione una bassa impedenza e basse frequenze per fornire una tensione costante e un livello di impedenza più elevato per frequenze di segnale di 31,25 kb/s. Tale impedenza modulata è ottenuta grazie a filtri attivi dedicati.

Lo standard FISCO sfrutta funzioni di distribuzione della corrente di tipo rettangolare in grado di agevolare al massimo la fornitura di potenza per i trunk a sicurezza intrinseca, in particolar modo per usi a contatto con ambienti con gas a bassa sensibilità come l'etilene (gruppo IIB). Comunque la potenza disponibile nelle reti FISCO è sempre inferiore al limite concesso, per prevenire il superamento delle soglie massime in occasione di introduzione di nuovi dispositivi di campo.

Uno dei più interessanti risultati emersi dal lavoro sperimentale su FISCO, è stato che aggiungendo uno strumento al power supply, "l'incedivity" del sistema si riduceva invece di aumentare.

Precedentemente si assumeva che l'energia immagazzinata nella capacità/induttanza del cavo si potesse integrare con quella fornita dall'alimentatore; l'esperimento ha invece suggerito che i parametri del cavo, a causa della loro natura distribuita, modificavano i risultati dei test sugli apparati scintillanti, rendendoli meno innescabili.

Comunque, dato che l'esperimento teneva conto solo di un limitato range dei parametri, è stato considerato prudente adottare i seguenti valori:

Parametro del cavo	Valori
Max lunghezza totale del segmento	1 Km in IIC e ≈5 Km in IIB
Max lunghezza di ogni spur	30 m
Resistenza del loop	Da 15 Ω/Km a 150 Ω/Km
Capacità del loop	Da 45 nF/Km a 200 nF/Km

Induttanza del loop	Da 0,4 mH/Km a 1 mH/Km
---------------------	--------------------------------------

Tabella 2.7-2:

Per quanto riguarda la lunghezza dello spur, la sperimentazione dimostra che può raggiungere anche i 60 m senza provocare anomalia nel sistema; quindi se i blocchi di distribuzione sono scelti e sistemati in modo adeguato (*"buona ingegneria"*), l'estensione dei segmenti non determina nessun problema.

Di seguito, in Figura 2.7-1, una rappresentazione del Modello FISCO, dove sono ben visibili i due livelli del fieldbus: uno superiore di comunicazione tra i diversi sistemi di un impianto (DCS, postazione utente e ricevitore di segnale dal campo) e un livello inferiore, da campo, con gli strumenti connessi al segmento fieldbus (in questo caso un Profibus PA).

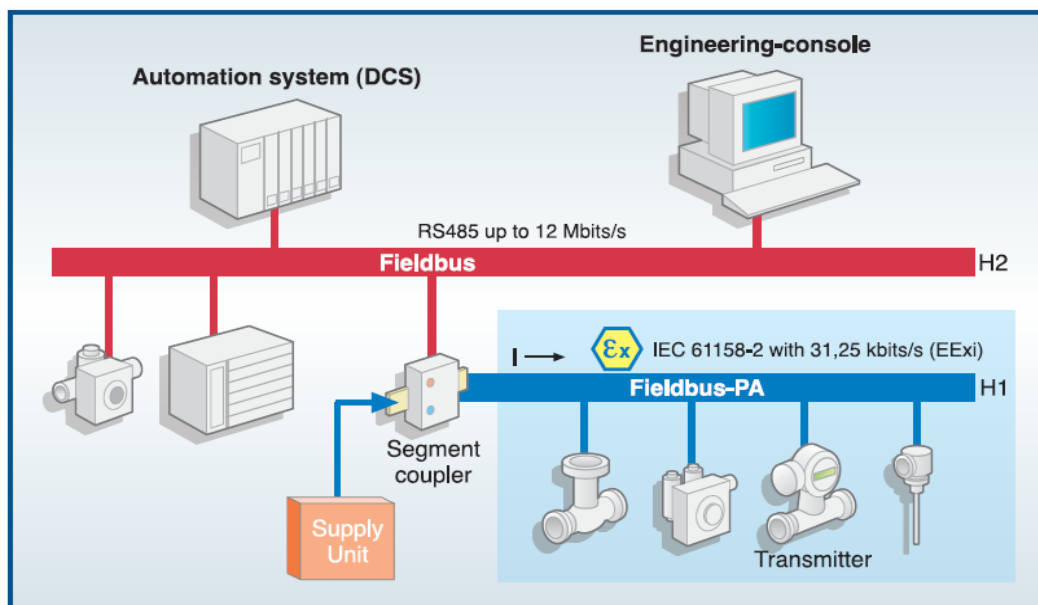


Figura 2.7-1: Modello FISCO

2.8 Modello FNICO

Il modello FNICO (Fieldbus Non-Incendive COnccept) è derivato direttamente da FISCO, e si pone come sua evoluzione. Il modello "Non Incendive" si basa sempre sul concetto di Sicurezza Intrinseca, cioè certificare che tutti gli apparati in gioco siano progettati e costruiti in Fault Tolerant (anche in caso di guasto il dispositivo continua a lavorare senza compromettere la sicurezza), eccetto alcuni dispositivi Fail Safe (in caso di guasto, il dispositivo entrerà in sicurezza, ad esempio togliere l'alimentazione). FNICO possiede caratteristiche favorevoli migliorando le condizioni relative al livello di potenza dei sistemi.

I vantaggi chiave di FISCO che si trasferiscono automaticamente in FNICO sono:

- Una documentazione semplice; essa infatti si riduce a una lista dei singoli dispositivi del segmento, e nuovi strumenti possono essere aggiunti senza effettuare una nuova validazione del trunk.
- Eliminazione dei calcoli dei parametri del cavo; esso dovrà solamente rispettare una serie di valori di resistenza, capacità e induttanza per unità di lunghezza.

In più i fattori di sicurezza sono stati ridotti e conseguentemente il livello di energia immagazzinata è stata incrementata al massimo accettabile. Nonostante ciò i valori dei parametri del cavo per un sistema FNICO sono gli stessi adottati dal sistema FISCO, visti in *Tabella 2.7-2*.

L'abilità di connettere e disconnettere i dispositivi attivi (in alimentazione) in campo nelle Aree Pericolose è stato preservato, ma un maggior livello di corrente permette più strumenti connessi al trunk in Zona Classificata. Proprio grazie a questa caratteristica i parametri da prendere in considerazione non sono più la corrente e la tensione assorbiti dagli strumenti, ma quelle fornite dall'alimentatore in Zona Sicura.

Di seguito, in *Tabella 2.8-1*, due esempi di valori normalmente utilizzati dagli alimentatori certificati FNICO in Zona 2:

Classe Apparato	Valori di uscita	
	Tensione	Corrente
IIC	12,4 V	180 mA
IIB	13,1 V	320 mA

Tabella 2.8-1: Valori utilizzati di norma per gli alimentatori in Zona 2

Nella Figura 2.8-1, è rappresentata la topologia tipica del sistema FNICO per la salvaguardia della sicurezza:

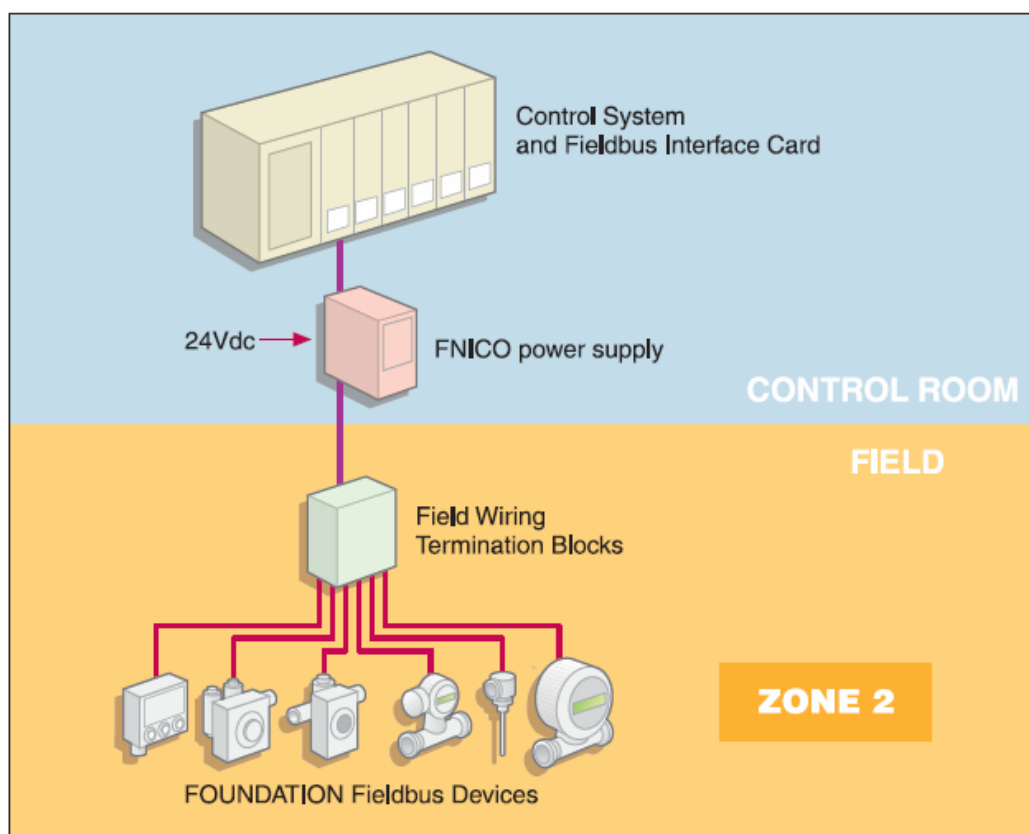


Figura 2.8-1: *Modello FNICO*

2.9 Concetti di Sicurezza a Confronto

2.9.1 ENTITY Vs FISCO

Il modello FISCO è in grado di apportare importanti vantaggi rispetto all'originale concetto di sicurezza intrinseca (Entity Model). Tale principio garantisce la disponibilità di collegamenti multipli in aree rischiose riducendo quindi l'onere, per gli installatori, di redigere accurate e approfondite specifiche tecniche che qualifichino la sicurezza degli impianti.

I principi che sottostanno al modello FISCO possono essere utilizzati efficacemente ottenendo i medesimi benefici delle applicazioni antincendio di classe EX, godendo, nel frattempo, del ridotto fattore di rischio.

Sicuramente uno dei meriti di FISCO, comparato con il modello ENTITY, è la semplificazione dell'analisi della sicurezza del segmento; l'intera documentazione di sicurezza è praticamente una semplice lista dei singoli dispositivi che operano in quel loop. Non è più necessario quindi stabilire la compatibilità tra i parametri elettrici dello strumento in campo e quelli della sorgente d'alimentazione.

Possiamo però riassumere i più importanti vantaggi di FISCO rispetto a ENTITY con i seguenti punti chiave:

- Corrente di bus più alta, permettendo un maggior numero di strumenti per segmento
- Eliminazione del calcolo dei parametri del cavo
- Semplificazione della documentazione
- In caso di aggiunta di un nuovo strumento al segmento, non è necessario rivedere la casistica di sicurezza

2.9.2 FISCO Vs FNICO

Come abbiamo già avuto modo di spiegare il principale obiettivo del modello FISCO è di creare le condizioni per installare sistemi fieldbus a sicurezza intrinseca senza dover eseguire analisi approfondite inerenti lo specifico livello di rischio, cioè favorendo la semplicità di installazione, o l'incremento, dove necessario, del numero dei dispositivi in uso.

L'affermazione di FISCO ha determinato un prevedibile spostamento dell'attenzione, nei confronti della sicurezza degli apparati, dal cantiere ai produttori con inevitabili conseguenze per questi ultimi, attenti a soddisfare un mercato sempre più esigente.

I risultati raggiunti da FISCO derivano da sperimentazioni approfondite. Uno dei più importanti risultati di tali campagne è proprio relativo all'estensione dei cavi. Infatti, il modello afferma che, entro specifici limiti, tale estensione non modifica il livello di rischio di ignizione semplificando, inoltre, le procedure di calcolo dei parametri di rete e di alimentazione.

L'approccio di FNICO è nei principi generali, il medesimo che caratterizza il concetto di sicurezza intrinseca, se non per alcuni requisiti meno stringenti relativi ai dispositivi. Questi principi sono favorevoli rispetto al modello classico di IS, anche dal punto di vista sistemico: gli apparati non devono essere obbligatoriamente ridondati elevando il livello di manutenibilità attiva (la ridondanza di un dispositivo è la sua ripetizione in parallelo, che funzioni in caso si guasto del primo).

I valori di induttanza, reattanza capacitiva e lunghezza dei segmenti di FNICO sono i medesimi espressi dal modello FISCO. Tale eguaglianza consegue un allineamento dei livelli dei fattori di sicurezza che favorisce l'incremento di energia accumulabile sui segmenti attraverso l'aumento dei valori di induttanza e reattanza capacitiva in input sui dispositivi. Durante tale fase è buona norma mantenere adeguatamente controllato l'aumento dei valori di induttanza, dato il suo specifico scopo di trasportare corrente sui dispositivi. Inoltre, data la complessa interazione di FNICO tra induttori e condensatori, è plausibile che, per ottenere efficienza, si modifichino lievemente solo i valori di induttanza lasciando inalterati i condensatori.

Un ulteriore vantaggio di FNICO e FISCO è prodotto dalla classificazione della temperatura di esercizio calcolabile dall'assorbimento di potenza da parte dei dispositivi indipendentemente dal livello di potenza generale fornita. In modo analogo la corrente utile è costituita dalla somma dei valori di corrente assorbita dai differenti dispositivi e non dal valore alimentato. FNICO e FISCO hanno il medesimo approccio riguardo al riscaldamento permettendo, infatti, l'aumento della temperatura per il sistema di alimentazione come punto isolato al quale il segmento trunk è vincolato. L'approccio FNICO nei confronti del riscaldamento, ha il merito di limitare la suscettibilità agli errori dovuti alle alte temperature creando segmenti isolati a temperatura fluttuante.

Il numero di dispositivi da campo di un segmento che sono connessi alla fonte di alimentazione è determinato dal rapporto tra la corrente passiva ai dispositivi e l'intensità di corrente in uscita dall'alimentazione. La lunghezza massima dei segmenti trunk è, invece, determinata dal requisito specifico di tensione minima di 9 V ai capi dei dispositivi applicando successivamente la legge di Ohm tra i valori di corrente circolante, tensione fornita e resistenza dei cavi.

Per esempio, se il livello di corrente sul Fieldbus si attesta su 15 mA, in caso di utilizzo di un alimentatore tipico per aree IIC sarà possibile disporre di almeno otto dispositivi sul fieldbus su un trunk di 500 m circa di lunghezza. Nel caso, invece, di alimentatori di tipo IIB, la lunghezza del cavo si attesterebbe su 300 m con un massimo di 16 dispositivi.

I livelli di potenza ottenuti dallo standard FNICO costituiscono uno dei migliori vantaggi di tale modello. I limiti di tensione di FNICO sono i medesimi di FISCO, anche se in questo caso sono rimossi alcuni vincoli sul fattore di sicurezza ottenendo così livelli di corrente superiori, rispetto all'omologo, applicando successivamente un fattore di 0,9 al risultato.

Nella realtà, il numero di sistemi utilizzati sui segmenti è inferiore al limite massimo indicato dagli algoritmi e si attesta solitamente intorno ai sei, otto apparati.

Possiamo riassumere quindi i vantaggi del concetto "Non Incendive" sul concetto di Sicurezza Intrinseca con il seguente elenco.

Essendo FNICO derivato da FISCO, le sue richieste di fabbricazione per power supply, strumenti da campo, cavi e terminatori sono essenzialmente le stesse in eccetto per i seguenti aspetti:

- La classificazione del cablaggio da campo passa da "EEx ia" (o ib a seconda del tipo di gas) a "EEx nL" (energy limited)
- Il massimo valore di corrente in uscita sul segmento FNICO è 570 mA (contro i 380 di FISCO)
- Gli strumenti da campo possono avere un massimo di 20 μ H di induttanza interna (rispetto ai 10 di FISCO)

Inoltre ci sono dei benefici aggiuntivi nel il modello FNICO in paragone con il modello FISCO e sono qui elencati:

- Correnti di bus maggiori, permettendo un numero superiore di strumenti connessi al segmento in Zona Pericolosa
- Una più facile selezione dei dispositivi da utilizzare, in quanto nel modello "non incendive", oltre a quelli FNICO, possono essere scelti apparecchi a sicurezza intrinseca FISCO ed ENTITY
- Le regole d'installazione per il cablaggio FNICO sono meno onerose di quelle a sicurezza intrinseca

Bibliografia

1. Application Note, **AN 9026 FISCO**, Relcom, 2002
2. Application Note, **AN 9027 FNICO**, Relcom, 2005
3. Found. Fieldbus **Application Guide, Intrinsically Safe System**, 2004
4. **Protezione Elettrica Antideflagrante**, Cortem Group, 2006
5. ODVA, **DeviceNet Safety**, 2006
6. Fausto Di Tosto, **Atex, guida alla certificazione**, *ISPESL*, febbraio 2005
7. M.Marino, **Sicurezza Intrinseca**, *Fieldbus & Networks*, maggio 2006