

# Motori a prova di esplosione

La progettazione di motori adatti a un utilizzo in atmosfera potenzialmente esplosiva non è un rebus: l'aiuto arriva direttamente dalle norme

DANIELE CATTANEO

**P**er atmosfera potenzialmente esplosiva si intende un miscuglio in aria di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori, nebbie, polveri o fibre in cui la combustione, una volta innescata, si propaga velocemente a tutto il miscuglio senza ulteriore apporto di calore dall'esterno. I motori, come facilmente intuibile, possono essere estremamente pericolosi per un utilizzo in questo ambiente: attriti, scintille, archi elettrici e temperature elevate sono per esempio potenziali cause d'innescio. Un motore idoneo all'utilizzo in atmosfera potenzialmente esplosiva, allora, deve essere dotato di particolari meccanismi di protezione: in tal senso le normative in ambito ATEX (acronimo dell'espressione francese ATmosphères EXplosives) possono essere considerate un valido suggerimento per i costruttori. E' comunque importante sapere che la certificazione del motore per l'u-

tilizzo in atmosfera potenzialmente esplosiva dipende dalla zona di collocazione dell'apparecchio: relativamente alla zona 21 il costruttore è obbligato a far certificare i propri motori da un organismo indipendente, in zona 22 questa procedura non è necessaria perché è sufficiente un'autocertificazione mentre in zona 20 è vietato qualsiasi motore elettrico.

## Un involucro a prova di esplosione

Esistono differenti strategie di progettazione per risolvere i problemi generati dall'utilizzo di apparecchiature elettriche in atmosfera potenzialmente esplosive. L'utilizzo di un involucro antideflagrante - facilmente identificato sul motore dalla marcatura 'EEx d' (norme EN 50014 e prEN 13463) - è un tipo di protezione che evita la trasmissione di esplosioni per tre ragioni fonda-

Atmosfera	Zona	Presenza annuale	Definizione
Gas Polvere	0 20	> 1000 h	Atmosfera esplosiva presente in modo continuo, per lunghi periodi o frequentemente a causa di malfunzionamenti
Gas Polvere	1 21	10 h ... 100 h ... 1000 h	Probabile presenza di atmosfera esplosiva a causa di malfunzionamenti previsti
Gas Polvere	2 22	< 10 h	Improbabile presenza di atmosfera esplosiva o presente solo per brevi periodi e non durante le normali operazioni

Definizione delle zone di utilizzo in atmosfera potenzialmente esplosiva

mentali: innanzitutto il motore stesso è letteralmente a prova di esplosione (in caso di esplosione all'interno del motore l'esplosione non è trasmessa all'atmosfera esplosiva all'esterno della carcassa), la temperatura massima di superficie all'esterno del motore non supera la classe di temperatura per cui il motore è certificato e il motore è progettato in modo che non si verifichino scintille all'esterno della custodia del motore.

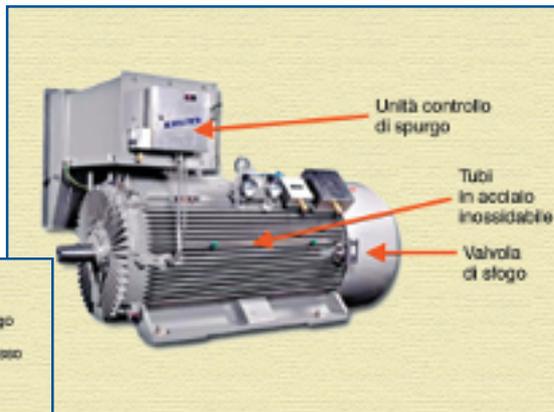
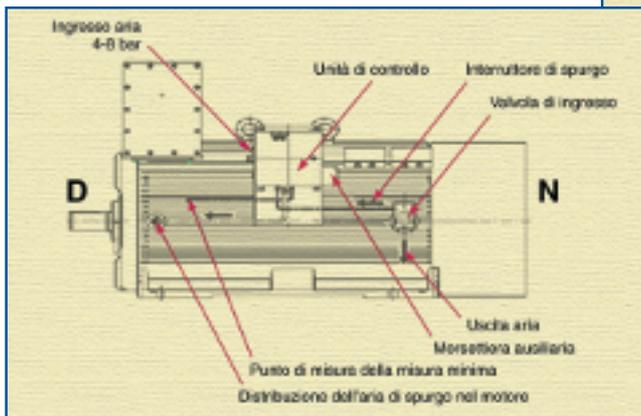
Se i componenti che possono portare a combustione un'atmosfera esplosiva sono infatti alloggiati all'interno dell'involucro, è necessario assumere le misure necessarie per garantire che la custodia offra una resistenza meccanica tale da sopportare la pressione che si sviluppa durante un'esplosione interna e ne impedisca, quindi, la trasmissione all'atmosfera esplosiva che circonda la custodia. Con il fattore di sicurezza richiesto dagli standard (pari almeno a 1,5) è stato verificato che la custodia resiste alla pressione dell'esplosione senza alcun effetto sull'ambiente esterno. La temperatura di superficie, invece, non deve superare la classe di temperatura per cui il motore è certificato; anche in questo caso è stato accertato che, alla potenza nominale del motore nelle peggiori condizioni di voltaggio, la temperatura massima di super-

## **Requisiti essenziali di sicurezza e di salute (EHSR)**

Questa direttiva appartiene alla direttiva ATEX 137 del trattato europeo che riguarda i requisiti di salute e di sicurezza da rispettare nei diversi ambienti di lavoro. La sicurezza di un'installazione in un'area pericolosa è il risultato della collaborazione del produttore dell'attrezzatura, dell'installatore e dell'utente finale. Questa direttiva si concentra sui doveri dell'utente finale, in particolare: i lavoratori devono essere formati dal datore di lavoro in merito ai problemi relativi alle aree pericolose, è necessario fornire a ciascun impiegato che lavora in aree pericolose l'autorizzazione pertinente, è necessario prendere le misure di protezione da esplosioni e deve essere stabilito un documento per la protezione da esplosioni (EPD) e il datore di lavoro deve implementare procedure di coordinamento in caso di attività di manutenzione in aree pericolose di 'origine' diversa. L'utente finale ha la responsabilità di selezionare il negozio di riparazioni appropriato quando è necessario riparare un'attrezzatura.

Inoltre: la zona 0 o zona 20 richiede attrezzature di categoria 1, la zona 1 o zona 21 richiede attrezzature di categoria 1 o di categoria 2 mentre la zona 2 o zona 22 richiede attrezzature di categoria 2 o di categoria 3.

ficie non supera la classe di temperatura relativa alla certificazione ottenuta. Dal punto di vista costruttivo gli spazi (gap) presenti nei componenti del meccanismo di protezione di questi motori sono lunghi e stretti: in questo modo i gas caldi generati dall'esplosione avranno ormai perso la loro capacità di causare un innesco nel momento in cui raggiungeranno la parte esterna dell'involucro.



**Motore e Schema di funzionamento tipico di un motore con protezione EEx p (fonte ABB)**

## Aiutati dalla pressione

Anche la pressurizzazione può essere considerata un tipo di protezione contro atmosfere potenzialmente esplosive: in questo caso l'ingresso dell'atmosfera circostante all'alloggiamento del motore è evitato da un gas protettivo (per esempio aria o gas inerte) a una pressione superiore alla pressione atmosferica. La protezione si basa essenzialmente su contenitori pressurizzati e lavati con aria o gas sicuri; i contenitori devono essere in ogni caso lavati prima dell'avviamento e soprattutto devono essere sottoposti a sovrappressione durante tutto il tempo di funzionamento. Il lavaggio assicura che all'interno del contenitore non siano presenti gas infiammabili, mentre la sovrappressione deve essere almeno pari a 50 Pa - se scende sotto il

limite di arresto è assolutamente necessario togliere automaticamente l'alimentazione elettrica. Anche in questo caso la temperatura massima di superficie all'esterno del motore non deve superare la classe di temperatura per cui il motore è certificato e fuori dal contenitore del motore non devono verificarsi archi elettrici o scintille. La sovrappressione, quindi, separa la parte interna del contenitore dall'area pericolosa e di conseguenza i limiti di temperatura dello statore e del rotore sono gli stessi previsti per una macchina standard. E' comunque necessario considerare gli effetti di singole anomalie dell'impianto (per esempio, la pressione può scendere se si perde la fornitura di aria pressurizzata dalla rete); questo significa che tutte le temperature delle parti interne devono essere inferiori al limite di temperatura in normali condizioni di funzionamento. La protezione attraverso pressurizzazione è indicata con 'EEx p' dalla normativa EN 50014.

## Classe di temperatura

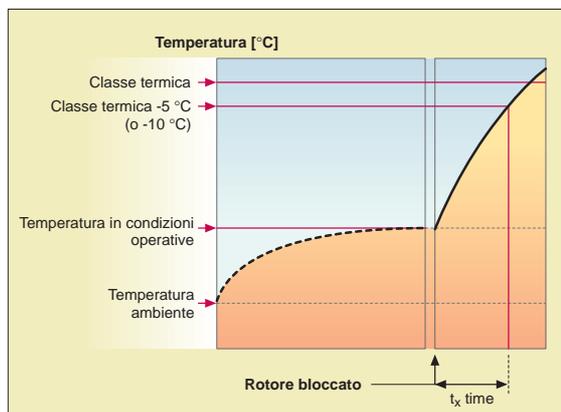
Un prodotto Ex deve essere marcato con la classe di temperatura corrispondente; la classe di temperatura è definita come la temperatura massima di superficie del prodotto. In relazione al tipo di protezione utilizzato la temperatura corrisponde alla temperatura massima della superficie esterna oppure alla temperatura massima del prodotto interno; in ogni caso la temperatura deve essere inferiore alla temperatura minima di combustione dell'atmosfera esplosiva in cui il prodotto è installato. La responsabilità del margine tra la temperatura minima di combustione e la temperatura indicata sul prodotto è a carico dell'utente.

### Atmosfera esplosiva

Un'atmosfera esplosiva contiene elementi potenzialmente esplosivi sotto forma di gas o di polveri; è definita 'Area pericolosa' nei paesi IEC e 'HAZLOC' nell'America Settentrionale. Un'atmosfera 'potenzialmente' esplosiva è caratterizzata principalmente da due parametri: la frequenza con cui può essere presente un'atmosfera esplosiva e la capacità dell'atmosfera contenente gas o polveri di creare un'esplosione. Le attrezzature per l'atmosfera esplosiva sono progettate, installate, azionate e sottoposte a manutenzione in conformità con gli standard internazionali e le regolamentazioni locali dedicate a quest'area.

## Scintille vietate

Questo tipo di protezione evita la formazione di scintille o il raggiungimento di livelli di temperatura eccessivi sulla superficie del motore durante le normali situazioni per cui il motore è certificato (le temperature di superficie non devono superare le temperature massime stabilite



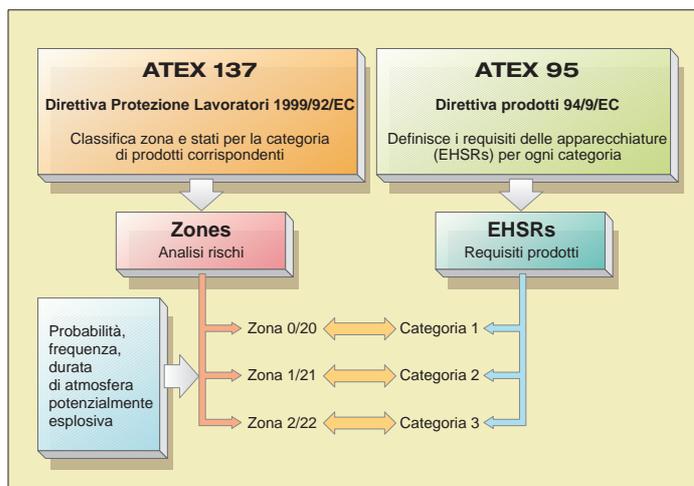
**tE, il tempo utilizzato per impostare il relé certificato 'e' che protegge il motore**

per le normali condizioni di funzionamento). Le attrezzature devono essere progettate in modo da evitare fonti di accensione prevedibili che possono verificarsi durante il normale funzionamento. Il gas esplosivo penetra all'interno del motore senza alcun rischio di esplosione perché tutte le parti all'interno del motore non superano la classe di temperatura per cui il motore è approvato e non c'è alcun rischio che si creino scintille grazie al materiale selezionato per i relativi componenti. Gli standard prevedono anche un gap minimo tra statore e rotore, in particolare per l'utilizzo in zona 1 - ma, naturalmente, questo accorgimento rinforza l'aspetto relativo alla sicurezza delle prestazioni durante il funzionamento in altre zone e nella fase di avvio del motore. Oltre al gap minimo tra rotore e statore, la formazione delle scintille all'interno del motore è impedita dal valore minimo per distanza e percorso in aria (in conformità con i più recenti standard), dal materiale isolante con la più alta classe di resistenza per l'allineamento, dal grado di protezione IP pari almeno a IP 54 e dal serraggio dei conduttori. Le norme etichettano questi motori con la marcatura EEx n.

## Controllati da un relè

I motori marcati con 'e' nella direttiva ATEX sono definiti 'a sicurezza aumentata': questa protezione previene le scintille o un surriscaldamento eccessivo della superficie in situazioni anomale o normali per cui il motore è certificato. Non devono essere presenti fonti potenziali di combustione come scintille, fiamme, arco elettrico e altre fonti di combustione; inoltre è necessario evitare il verificarsi di campi di dispersione elettrica e dispersione di corrente in parti conduttive dell'attrezzatura. Il gas esplosivo può penetrare all'interno del motore senza alcun

rischio di esplosione perché tutte le parti all'interno del motore non superano la classe di temperatura per cui il motore è stato approvato e non c'è alcun rischio che si formino scintille grazie al materiale selezionato per i relativi componenti. I due parametri caratterizzanti di questo tipo di protezione sono la classe di temperatura e il valore di tE, definito come tempo massimo consentito in relazione al blocco del rotore per il motore e utilizzato per impostare un relè certificato 'e' che protegge il motore stesso. In riferimento ad incrementi di temperatura il tempo tE massimo per garantire la compatibilità con il relè per lo scatto deve rispettare il valore minimo definito dagli standard per i motori a sicurezza aumentata.



**Corrispondenza tra categorie ATEX e relative zone di utilizzo**

### Per ambienti 'polverosi'

In questo caso si può proprio affermare che lo stesso motore deve essere progettato a prova di polveri ovvero non è possibile che un'atmosfera potenzialmente esplosiva penetri all'interno del motore: l'ingresso di polveri nel motore è infatti impedito dal grado di protezione IP (IP65 o IP55). La temperatura massima di superficie all'esterno del motore non deve superare la classe di temperatura per cui il motore è certificato e non si devono creare scintille all'esterno della carcassa del motore. In questo particolare tipo di protezione la manutenzione è un parametro critico da tenere in considerazione per la defi-

che, in relazione alla dimensione delle proprie particelle, la polvere non possa sviluppare miscele esplosive. La marcatura supplementare nelle norme EN per questo tipo di protezione è 'd'.

### Direttive ATEX

Le direttive ATEX che disciplinano l'utilizzo di attrezzature in atmosfere potenzialmente esplosive sono diventate leggi nel luglio 2003. ATEX è una Direttiva Europea che rettifica e completa i requisiti per la sicurezza per le

Classe di temperatura	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Temperatura °C	450	300	200	135	100	85

**Classi di temperatura: la temperatura deve essere inferiore alla temperatura minima di combustione dell'atmosfera esplosiva in cui il prodotto è installato**

nizione della zona di utilizzo. E' necessario rispettare i requisiti EHSR (requisiti essenziali di sicurezza e di salute) della Direttiva ATEX corrispondenti alla categoria 2 se il motore ha una protezione da polveri IP6X o alla categoria 3 se il motore ha una protezione da polveri IP5X. In particolare le attrezzature utilizzate in aree esposte a polveri devono essere progettate in modo che la polvere depositata sulla loro superficie non sia soggetta a combustione, le temperature superficiali delle parti dell'attrezzatura siano mantenute al di sotto della temperatura di accensione della polvere depositata, la combustione di miscele di aria e polveri sia evitata anche nel caso di difetti operativi e le miscele di aria e polveri non possano essere infiammate da fonti di combustione prevedibili durante il normale funzionamento; inoltre le attrezzature, inclusi gli ingressi dei cavi, devono essere costruiti in modo

aree pericolose nella legislazione nazionale pertinente degli Stati membri dell'Unione Europea inserendo uno standard comune. In particolare la normativa ATEX 137 (Direttiva per la Protezione dei Lavoratori 1999/92/CE) si concentra sui doveri degli utenti finali, mentre la direttiva ATEX 95 (Direttiva sui Prodotti 94/9/CE) tratta i doveri del produttore.

Per ulteriori approfondimenti si può fare riferimento a:

- <http://europa.eu.int/comm/enterprise/atex>
- Direttiva ATEX 94/9/CE
- Direttiva 1999/92/CE: Requisiti minimi per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori potenzialmente esposti al rischio di atmosfere esplosive
- Linee guida per l'applicazione della Direttiva 94/9/CE.