

VALVOLE DI SICUREZZA: IL PRIMO BALUARDO CONTRO LA SOVRAPPRESSIONE



A cura di Alessandro Brunelli

Sommario

Introduzione

Riferimenti Normativi

Valvole di Sicurezza Standard

Valvole di Sicurezza Pilotate

Le valvole di sicurezza sono dispositivi fondamentali per la protezione di impianti e apparecchiature in pressione. Intervengono automaticamente in caso di guasto dei sistemi di controllo o del SIS, evitando esplosioni e danni. Questa prima parte illustra il principio di funzionamento, le tipologie principali - standard e pilotate - e i riferimenti normativi europei e americani che ne regolano progettazione, taratura e sicurezza operativa.

Introduzione

La valvola di sicurezza (safety valve) è un dispositivo che deve intervenire a valle del sistema di controllo del processo (eventuale regolazione PID: Proporzionale + Integrata + Derivativa) e a valle del Sistema Strumentato di Sicurezza (eventuale SIS: Safety Instrumented System), allo scopo di evacuare l'eccesso di pressione venutasi a creare in caso di malfunzionamento dei suddetti sistemi di controllo e di sicurezza, onde evitare eventuali scoppi o danni all'impianto.

La Figura 1 illustra a tal proposito la precitata filosofia del controllo e della sicurezza degli impianti, completata con l'inserimento della valvola di sicurezza e l'inserimento finale del disco di rottura, ultimo baluardo della sicurezza dell'impianto se tutti gli altri precedenti falliscono.

La valvola di sicurezza è pertanto uno dei principali dispositivi di sicurezza utilizzati per proteggere sistemi ed apparecchiature in pressione dagli eccessi di pressione e/o vuoto.

La sua caratteristica principale è che un dispositivo meccanico auto azionato dalla pressione del processo da proteggere che interviene per effetto della pressione differenziale a cui è sottoposto e poi è auto richiudibile quando la pressione del processo rientra nei suoi limiti normali di esercizio (a differenza invece dei dischi di rottura e membrane

di sfogo, che una volta intervenuti devono essere sostituiti per poter poi procedere nell'esercizio normale del processo in considerazione).

Tipicamente la valvola di sicurezza è un dispositivo costituito da un attacco al processo, un trim di chiusura/apertura, una molla antagonista di chiusura e da un attacco di scarico normalmente di dimensioni uguali o maggiori dell'attacco al processo (Figura 2 (a)).

La valvola di sicurezza è quindi un dispositivo passivo a tenuta di pressione progettata e regolata per aprire il trim di scarico della pressione una volta che la pressione del processo supera i limiti normali di esercizio e poi a richiudersi una volta che la pressione di esercizio rientra nei limiti normali di esercizio. L'operazione di chiusura in condizioni normali e di apertura in condizioni anormali di pressione di esercizio, è garantita dalla molla di taratura che deve essere opportunamente regolata allo scopo (Figura 2 (b)).

Esistono diverse tipologie di valvole di sicurezza fabbricate nei più diversi materiali metallici (acciaio, ottone, bronzo, ecc.) e adatte a tenere sotto controllo pressioni anche molto elevate, sempre con lo scopo di garantire l'integrità del recipiente e/o tubazione a cui sono dedicate.

In molti casi è utile e/o consigliabile installare una valvola di sicurezza, quali:

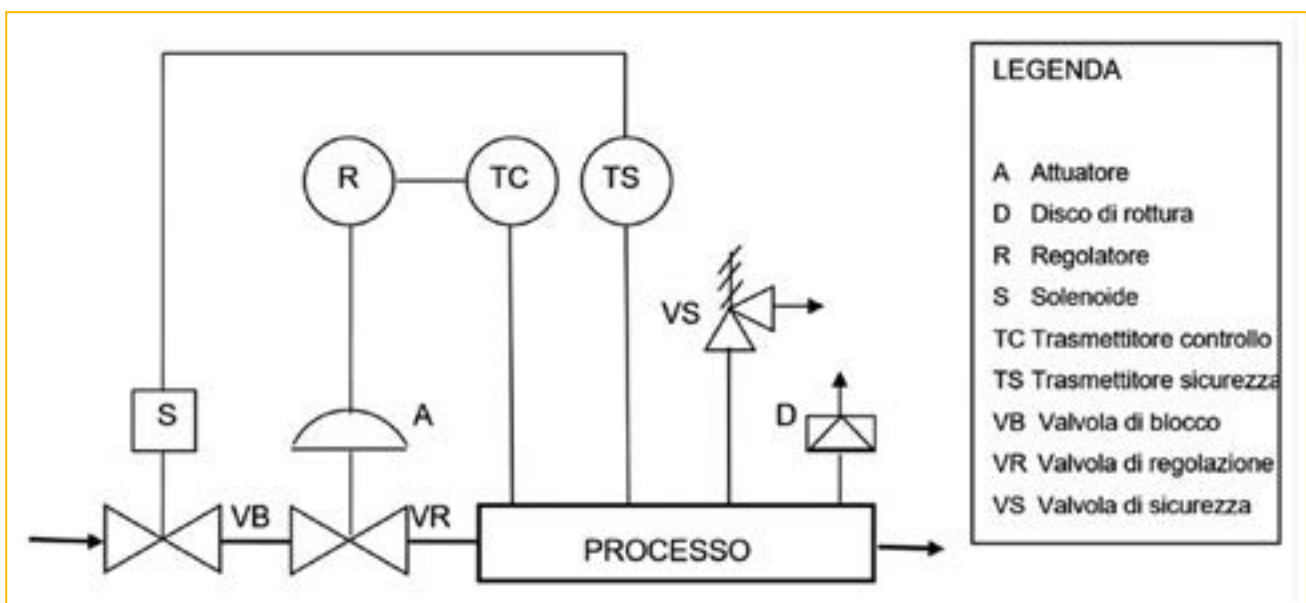


Figura 1 - Schema di controllo e sicurezza di processo.

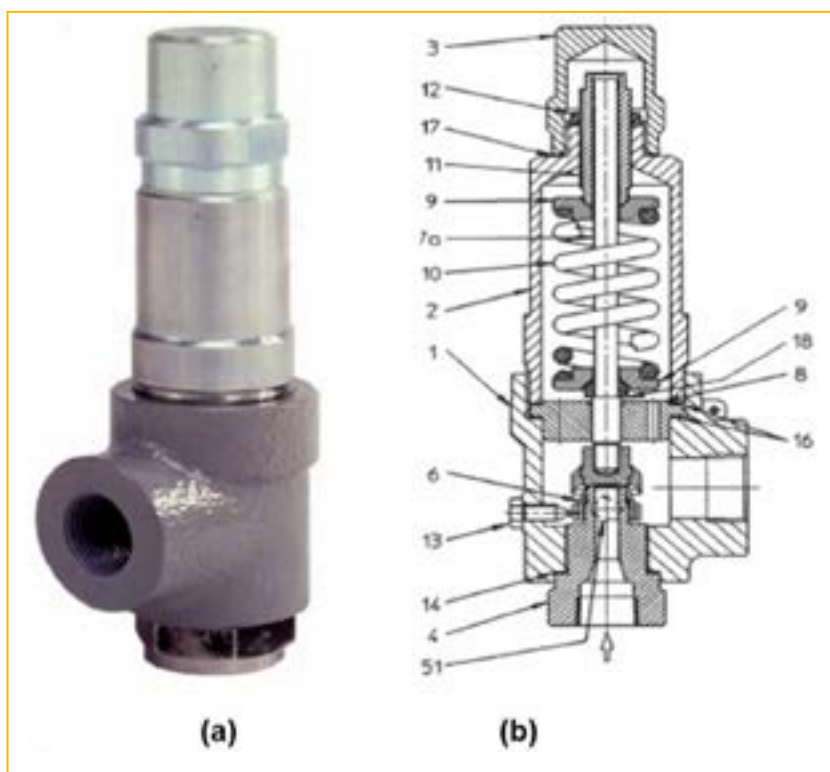


Figura 2 - Tipica valvola di sicurezza con attacchi filettati.

(a) Vista esterna

(b) Vista sezionata

- per sistemi in pressione che possono avere per variazioni di carico e/o di processo, dei transitori brevi o prolungati nei quali è necessario garantire la continuità della produzione: per esempio generatori di vapor d'acqua;
- per sistemi ove è prevista una ritaratura della pressione massima di esercizio, sebbene in questi casi si possano prevedere impieghi di

valvole pilotate anziché standard: vedasi nel prosieguo.

Riferimenti normativi

Numerose sono sia le leggi che le normative applicabili alle valvole di sicurezza (Tabella 1):

- **obbligatorie** (dipendono dal paese di destinazione)

OBBLIGATORIE	CONTRATTUALI
Nei paesi CEE (inclusa l'Italia) Direttiva 97/23/CE (PED) dal 30.05.02 Direttiva 14/68/UE (PED) dal 18/07/16	Norma EN / ISO 4126-1 Norma EN / ISO 4126-3 Norma EN / ISO 4126-4 Norma EN / ISO 4126-7 Norma EN / ISO 4126-9
In Italia	Disposizioni ISPESL Vigenti in generale fino al 29.05.02, e tuttora vigenti per tutti quei casi esclusi dal campo di applicabilità della Direttiva PED
In alcuni paesi tra cui gli stati degli USA Codice ASME (American Society of Mechanical Engineers) ASME BPVC I ASME BPVC VIII e XIII	Codice ASME Sez. VIII, Div. 1 Raccomandazioni API 520 Raccomandazioni API 521 Raccomandazioni API 526 Raccomandazioni API 527

Tabella 1 - Disposizioni e riferimenti normativi alle valvole di sicurezza.

- **contrattuali** (dipendono da liberi accordi sottoscritti tra le parti).

La Direttiva Europea 2014/68/EU prescrive sempre un accumulo massimo del 10% ma la linea guida n. 5/2 della medesima direttiva chiarisce che non si applica alla condizione incendio:

Accumulo permesso (Tabella 2)

TIPO DI FLUIDO	APPARECCHIATURA PROTETTA	CODICE	ACCUMULO CONSENTITO* - VALVOLA UNICA	ACCUMULO CONSENTITO* - PIÙ VALVOLE	ACCUMULO CONSENTITO* - INCENDIO
LIQUIDI	SERBATOI SCAMBIATORI	ASME VIII	10%	16%	21%
GAS	SERBATOI SCAMBIATORI	ASME VIII / ISPESL	10%	10%	–
GAS	COMPRESSORI LINEE DI PROCESSO	ASME VIII / ISPESL	10%	16%	–
VAPOR D'ACQUA	CALDAIE	ASME I / ISPESL	3%	6%	–

* Accumulo di pressione consentito rispetto alla massima pressione consentita al lavoro (MAWP)

Tabella 2 - Accumulo di pressione ammesso secondo vari Codici Normativi.

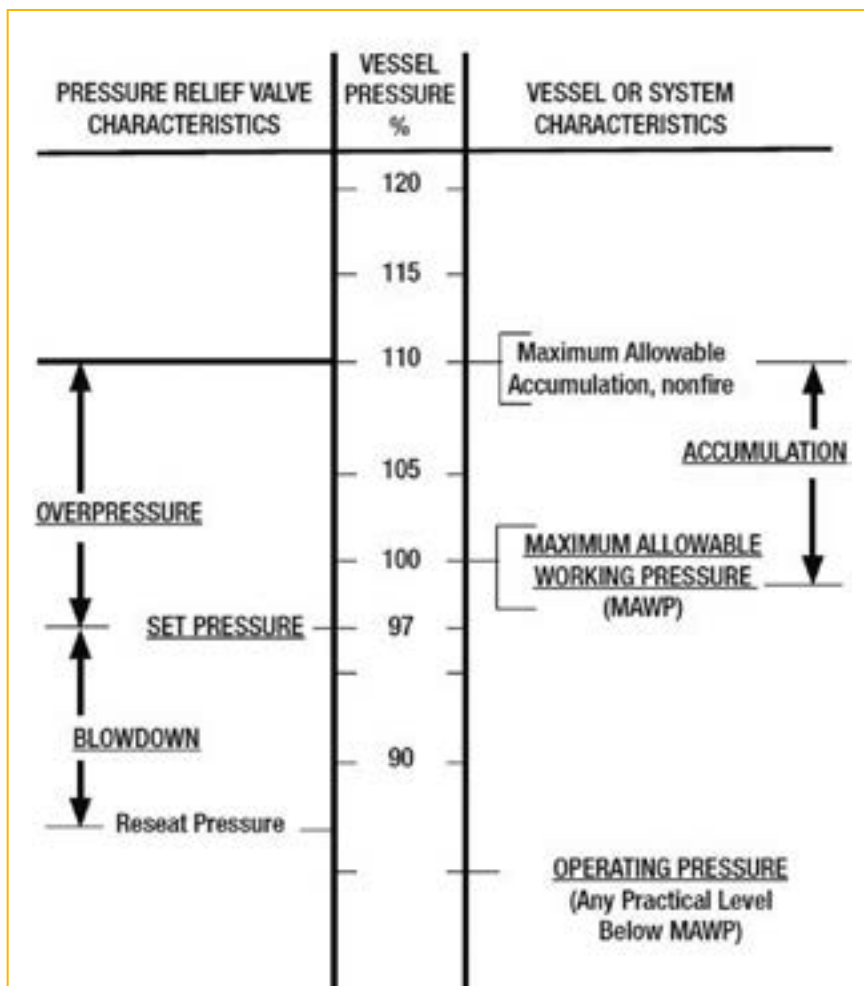


Figura 3 - Caratteristiche operative di valvole di sicurezza di Accumulation e Blowdown.

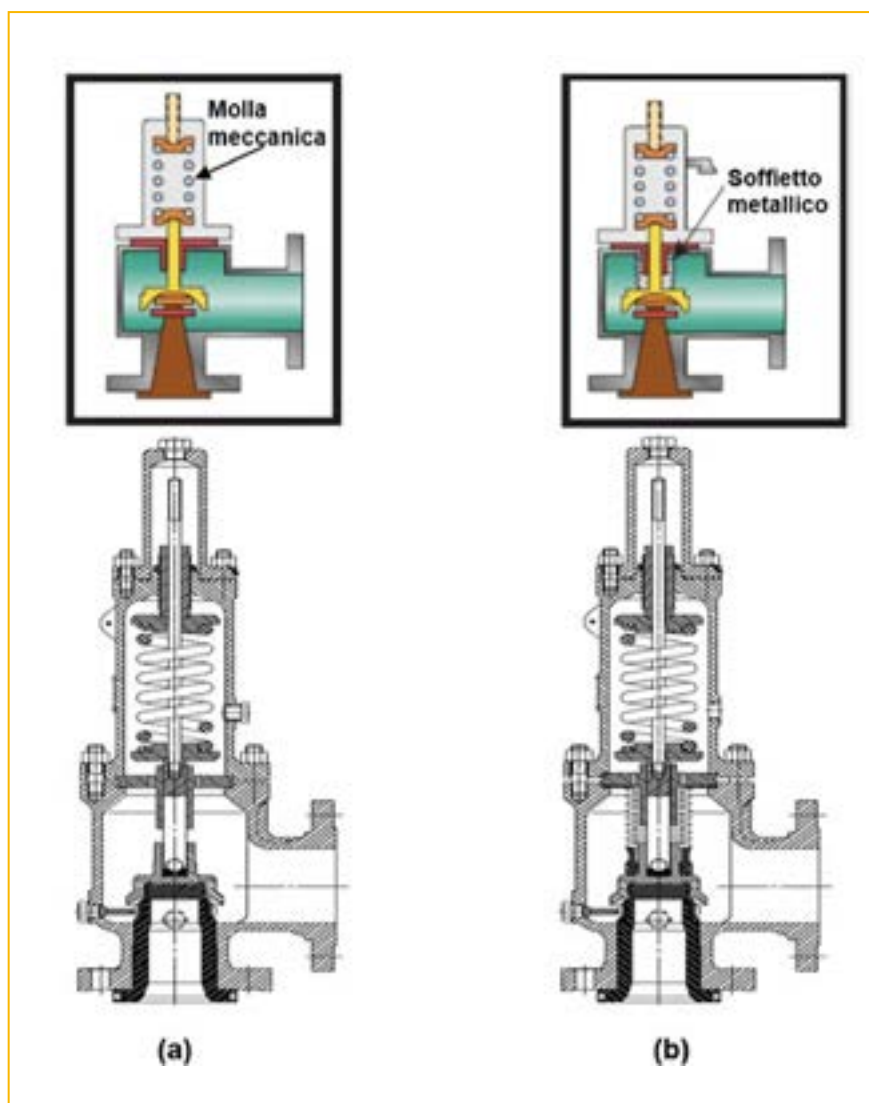


Figura 4 - Schemi funzionali ed esempi realizzativi di valvole standard.

(a) Valvola convenzionale senza soffietto per scarico libero all'atmosfera

(b) Valvola bilanciata con soffietto per scarico in contropressione su collettore/tubazione

Si tenga presente che le norme EN ISO 4126-1 prescrivono una sovrappressione del 10% includendo però un minimo di 0,1 bar, ne consegue che a pressioni più basse di 1 bar l'overpressure dei dispositivi di sicurezza potrebbe essere superiore al 10% richiesto dalla direttiva.

Per applicazioni ASME XIII la sovrappressione minima è pari a 0,2 bar.

- Accumulo di pressione consentito rispetto alla massima pressione consentita di lavoro (MAWP)

La Figura 3 illustra le pressioni caratteristiche di funzionamento e operabilità delle valvole di sicurezza montate in un recipiente in pressione (Vessel) (rispetto la Maximum Allowable Working

Pressure (MAWP), sia in fase di apertura (Overpressure) che in fase di chiusura (Blowdown), che permettono la prima la completa apertura della valvola e la seconda la completa richiusura della valvola ad una pressione inferiore alla MAWP, per evitare che intorno alla MAWP la valvola continui ad aprire e chiudere per scaricare, per evitare così il cosiddetto Chattering.

La pressione di reset di Blowdown va dal 4 al 7 % per il Codice Americano ASME, mentre va dal 15 al 20 % per la Direttiva Europea, a seconda che il fluido sia gas o liquido.

Le valvole di sicurezza si suddividono essenzialmente in due tipologie:

- Valvole di sicurezza standard: secondo ISO 4126-1
- Valvole di sicurezza pilotate: secondo ISO 4126-4

Valvole di sicurezza standard

Le valvole di sicurezza standard sono tipicamente le valvole con la reazione all'intervento provocata da una molla meccanica opportunamente tarata (Figura 4):

- a. la tipologia convenzionale senza soffietto con scarico diretto in atmosfera:
si noti, nell'esempio realizzativo, il tappo chiuso sul cappello della valvola;
- b. la tipologia bilanciata con soffietto con scarico invece in contropressione in collettore:
si noti, nell'esempio realizzativo, il tappo aperto sul cappello o cappuccio della valvola, in quanto il soffietto deve isolare la parte superiore del trim della valvola (cappello e cappuccio) dalla contropressione a valle per facilitare il sollevamento dell'otturatore e quindi deve essere collegato all'atmosfera con tappo aperto.

Valvole di sicurezza pilotate

Questa altra tipologia di valvole di sicurezza è detta pilotata, perché in luogo della molla di contropressione meccanica opportunamente tarata, hanno una contropressione a fluido governata da un pilota, che regola la pressurizzazione di una camera posta nella parte superiore della valvola, chiamata duomo.

L'otturatore della valvola è quindi soggetto, nella parte inferiore, alla spinta dovuta alla pressione di processo, e, nella parte superiore, alla spinta dovuta alla pressione nel duomo.

Il pilota governa l'apertura e la chiusura della valvola regolando la pressione nel duomo, nello specifico scaricando il fluido nel duomo in caso di superamento della pressione di esercizio superiore a quella prevista e pertanto permette l'apertura completa della valvola che scarica così l'eccesso di pressione nel processo da controllare.

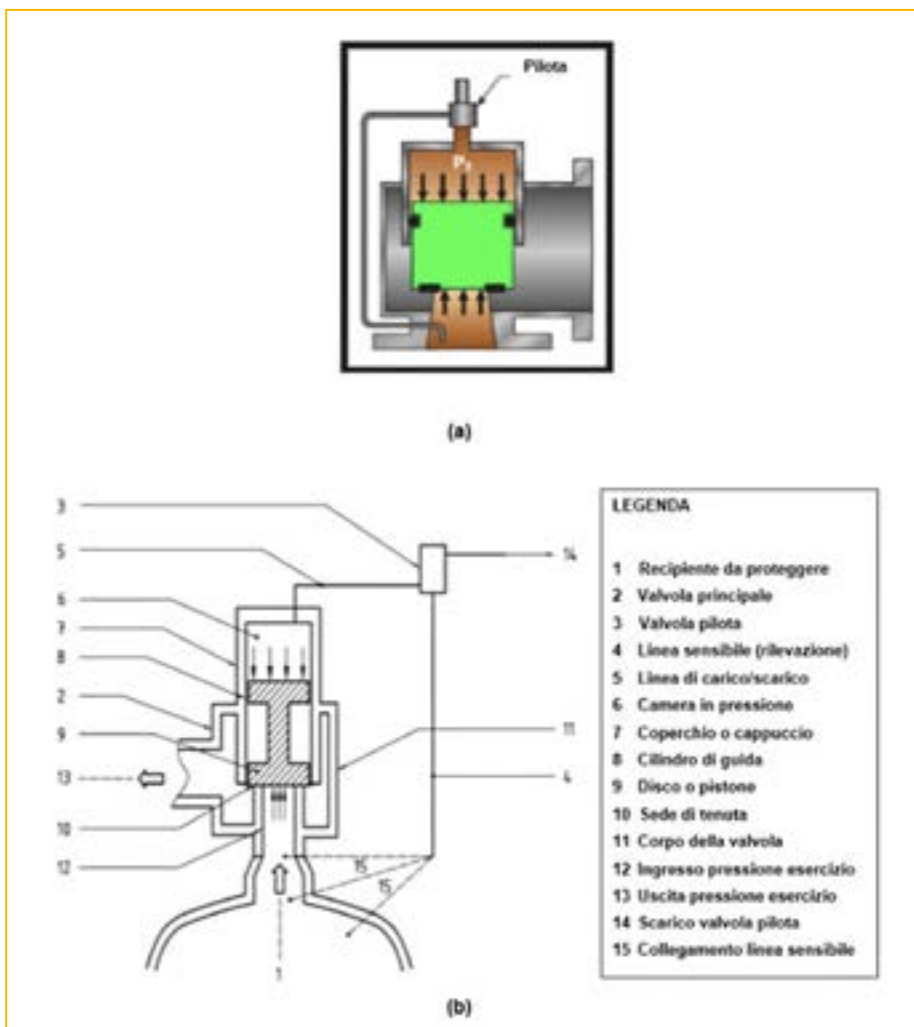


Figura 5 - Schema funzionale.
(a) e principio realizzativo
(b) di una valvola pilotata

I vantaggi di questo tipo di valvole sono molteplici:

- miglior comportamento in contropressione sia in termini di coefficienti di scarico sia in termini di massimi livelli di contropressione raggiungibile;
- a parità di orificio possono raggiungere taratura superiori rispetto alle valvole di sicurezza a molla in quanto non hanno la limitazione del contenitore per la molla;
- hanno prestazioni, in termini di scarto di richiusura e sovrappressione minima di esercizio, superiori alle valvole di sicurezza a molla;
- possono essere progettate per avere uno scarico repentino (pop-action) o progressivo (modulating action) modulando la portata da scaricare a seconda delle condizioni del processo a monte;
- qualità della tenuta della valvola in prossimità della pressione di taratura notevolmente superiore rispetto alle valvole di sicurezza a molla.

Tra gli svantaggi vi sono:

- complessità maggiore del progetto;
- l'uso di elastomeri all'interno del pilota limita l'utilizzo di tali valvole in temperatura;
- le dimensioni limitate di alcuni passaggi interni al pilota rendono sconsigliato l'utilizzo di tali valvole in presenza di fluidi particolarmente viscosi.

Le valvole di sicurezza pilotate hanno campi di regolazione molto più ampi dei campi molla tipici delle valvole di sicurezza a molla, ma, in ogni caso, il cambiamento della taratura di una valvola di sicurezza è sempre un'operazione che richiede, data la pericolosità dell'azione, una certificazione del cambiamento.

Inoltre, queste ultime valvole hanno il vantaggio di potere essere facilmente ritarabili anche a distanza da appositi regolatori di pressione o pressostati e pertanto facilmente regolabile e modificabile la pressione di intervento del pilota di scarico, per meglio adattarsi a eventuali variazioni di esercizio richieste dal sistema di controllo.

La Figura 5 illustra di tali valvole lo schema funzionale (a) e il principio realizzativo (b).



(*) Alessandro Brunelli

Esperto in automazione, strumentazione, taratura e sicurezza degli impianti industriali. Segretario CEI SC65B: Misura e Controllo dei Processi Industrial.

Keywords: *valvola di sicurezza; sovrappressione; sistema di controllo; Safety Instrumented System; molla di taratura; valvola pilotata; valvola standard; contropressione; accumulo di pressione; blowdown; normativa PED; codice ASME; norma EN ISO 4126; dispositivo di protezione; impianti in pressione*