

Linee guida sulla pesatura



Integrazione della pesatura in serbatoi, silos e reattori

METTLER TOLEDO

Indice

1	Sommario	5
2	Pesatura: la tecnologia più versatile	6
3	Sistemi di pesatura per processo	7
4	Selezionare un processo di dosaggio adeguato	8
	Introduzione	8
	Dosaggio simultaneo	9
	Dosaggio sequenziale	9
	Dosaggio cumulativo	9
	Riepilogo	10
5	Comprendere gli elementi di base della tecnologia	12
	Compensazione elettromagnetica delle forze	12
	Tecnologia estensimetrica	13
	PowerMount™	14
6	Selezionare il sistema di pesatura corretto	15
	Celle di carico "single point"	16
	Bilance e piattaforme da pavimento	17
	Celle di carico e moduli di pesatura a compressione	18
	Celle di carico e moduli di pesatura a trazione	20
7	Suggerimenti per la progettazione e l'installazione dei sistemi di pesatura	21
	Tubazioni	21
	Struttura di supporto	22
	Pesare serbatoi mobili	23
	Portata del sensore	23
	Taratura	24
8	Influenza del materiale e dei dosatori sull'accuratezza	26
	Materiali	26
	Dosatori	26
9	Velocità e accuratezza a confronto	27

10	Controllare il processo	28
	Processo di riempimento	28
	Dosaggio veloce e fine	29
	Fuoriuscita	29
	Jog	29
	Controllo	30
	Terminali	32
	Conversione e filtraggio A/D	32
	I/O digitali	33
	Connettività	33
	IND780batch	33
	Unità di controllo IND780Q.IMPACT	34
11	Reattori chimici	35
	Tipologie di reattori e applicabilità della tecnologia di pesatura	35
	Carico statico	36
	Sistemi fluidi multipli	37
	Liquidi di riscaldamento/raffreddamento	37
	Atmosfera	37
	Temperatura	38
	Vibrazione	39
12	Certificazioni ed approvazioni	40
13	Riferimenti	41



Perché leggere queste linee guida?

Le linee guida sono destinate agli utenti che prevedono di acquistare serbatoi, silos e reattori e ai costruttori di impianti al fine di aiutarli a valutare gli strumenti di processo attualmente in uso e a valutare soluzioni alternative.

Per gli utenti finali, le linee guida forniscono una panoramica della terminologia e delle tecnologie più comuni con i rispettivi vantaggi e svantaggi, che consentono di instaurare un dialogo informato con i potenziali fornitori e di formulare richieste professionali.

I costruttori di impianti possono reperire informazioni utili per ottimizzare le prestazioni dei propri impianti e sistemi. Aiutano inoltre a spiegare il rapporto tra velocità e accuratezza e altri fattori che influenzano le prestazioni complessive dei sistemi di pesatura per processo.

Sommario

Il controllo di processo basato sul peso presenta numerosi vantaggi rispetto ai metodi volumetrici, tra cui accuratezza, semplificazione del controllo dei processi e tracciabilità. I materiali che vengono trattati possono essere liquidi, gas e solidi e la varietà dei processi ai quali possono essere sottoposti è pressoché infinita. La pesatura è una tecnologia universale che può essere utilizzata indipendentemente dal materiale. Grazie alla vasta gamma di prodotti approvati a livello globale e alla tecnologia di pesatura leader nel settore, METTLER TOLEDO è in grado di soddisfare tutti i vostri requisiti.

Pesatura: la tecnologia più versatile

In molti processi industriali, i serbatoi o i reattori chimici rappresentano il fulcro dell'attività produttiva. L'accuratezza durante il trasferimento dei materiali è essenziale per preservare l'uniformità, la qualità e la conformità normativa dei prodotti. Inoltre, le bilance possono incrementare l'efficienza produttiva, ad esempio, riducendo l'utilizzo e lo scarto di materiali e migliorando l'inventario.



Figura 1: bilancia standard per serbatoi



Figura 2: bilancia da pavimento per serbatoi

Alcuni serbatoi e silos sono dotati di flowmeters o bilance che consentono di controllare il livello di riempimento. I flowmeters volumetrici presentano spesso problemi che possono essere evitati con la pesatura. Di seguito sono elencati alcuni vantaggi della pesatura:

- La tecnologia di pesatura è universale e la medesima bilancia può essere utilizzata per pesare liquidi, solidi, gas o eventuali loro miscele.
- A differenza della maggior parte dei flowmeters, le bilance non vengono influenzate dai cambiamenti nelle proprietà dei materiali, quali ad esempio la densità, la viscosità, la presenza di bolle di gas e la formazione di schiuma.
- Gli strumenti di pesatura non vengono a contatto con i materiali e non vi è pertanto alcun calo delle prestazioni dovuto a sostanze corrosive o abrasive.
- Le bilance per serbatoi indicano sempre direttamente la massa del materiale presente in qualsiasi momento: il dato non dipende quindi dal calcolo di un valore basato su portata, tempo e densità per tutti i singoli input e output di materiale. Se la portata risulta irregolare o viene interrotta inaspettatamente, non vi è alcuna incertezza in merito al peso di un serbatoio.
- La pesatura è più accurata e può avere una fascia di tolleranza più ridotta.
- La pesatura può essere utilizzata per applicazioni omologate, laddove richiesto.
- Gli strumenti di pesatura possono essere tarati e controllati in situ, senza la necessità di inviarli altrove per sottoporli a costose procedure di taratura.

Naturalmente, la pesatura presenta alcuni limiti che verranno illustrati in seguito. Questa guida si concentra su serbatoi e recipienti di processo di dimensioni piccole e medie e su come applicare la tecnologia di pesatura a tali strumenti. I serbatoi e i recipienti di processo sono generalmente associati alla gestione dei liquidi, ai quali possono essere aggiunti gas e solidi; tuttavia, in uscita avremo un prodotto liquido o uno slurry.

Sistemi di pesatura per processo

La Figura 3 mostra un serbatoio pesato: il serbatoio è posto sui moduli di pesatura collegati a un terminale. Il terminale monitora il peso del serbatoio e controlla le valvole di riempimento. Questa applicazione può essere chiamata sistema di pesatura a incremento, ovvero quella comunemente utilizzata nelle operazioni di dosaggio. Il sistema di pesatura può essere autonomo, come quello mostrato, oppure integrato in diversi modi all'interno di un sistema più ampio comprendente, ad esempio, un PLC (Programmable Logic Controller).

La Figura 4 è identica, con l'eccezione del terminale che controlla la valvola di scarico. Si tratta di un sistema di pesatura a perdita di peso. In questo caso, la bilancia può essere utilizzata per fornire una determinata quantità il più rapidamente possibile per riempire dei contenitori, oppure per alimentare un processo a valle controllando il flusso di materiale.

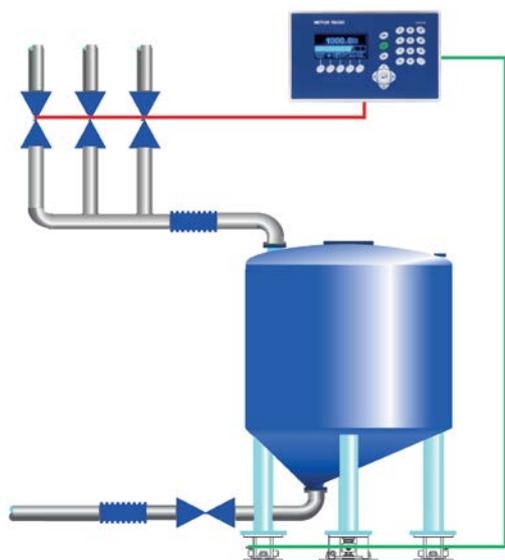


Figura 3: bilancia per pesatura in entrata

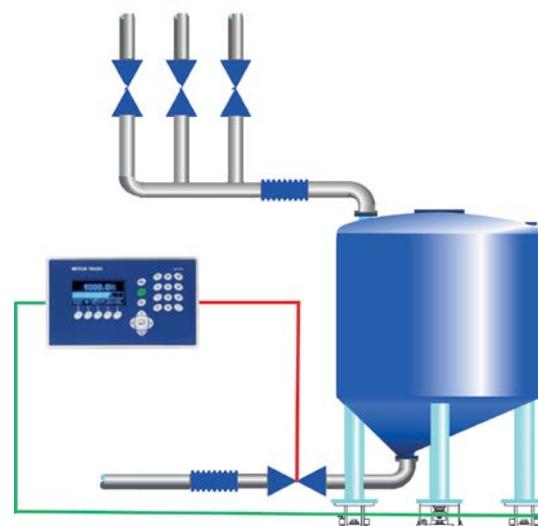


Figura 4: bilancia per pesatura in uscita

Il terminale può inoltre gestire sia il flusso in entrata che quello in uscita. In un'applicazione tipica, il sistema di pesatura per serbatoi può essere utilizzata nella modalità di pesatura ad incremento allo scopo di aggiungere vari materiali e creare così un lotto. Quindi, una volta eseguita la miscelazione, può essere utilizzata nella modalità di pesatura a perdita di peso per il riempimento dei contenitori da spedire. Alcuni terminali sono in grado di controllare simultaneamente il riempimento e/o lo scarico di diversi sistemi di pesatura per serbatoi. Tuttavia, nel caso di un sistema di pesatura singolo, è possibile trasferire solo un materiale per volta (in entrata o in uscita). Questa è una delle limitazioni proprie della tecnologia di pesatura, che risulta pertanto più adatta ai processi in batch.

Selezionare un dosaggio adeguato

Introduzione

Le applicazioni nei processi produttivi vengono spesso classificate come continue o in batch. I processi produttivi continui sono caratterizzati da un flusso costante di materie prime e dalla trasformazione dei materiali in un prodotto finito durante la loro movimentazione. Sono generalmente le industrie caratterizzate da volumi elevati a poter giustificare un simile processo per un solo prodotto. Alcuni esempi comprendono la produzione del cemento, la raffinazione del petrolio e la generazione di energia elettrica. I processi produttivi in batch sono caratterizzati da un flusso di materie prime discontinuo, dalla trasformazione delle materie prime in lotti e da un flusso altrettanto discontinuo di prodotti finiti. Tali processi produttivi comportano generalmente un volume inferiore e prevedono la combinazione di diverse materie prime per la produzione di un'ampia gamma di prodotti finiti. I cambi di linea sono frequenti. Molte industrie producono in lotti, come ad esempio quella alimentare, farmaceutica e chimica. La tecnologia di pesatura risulta adatta a questo genere di processi ed è ampiamente sfruttata nelle suddette industrie.



I metodi di dosaggio possono essere classificati come simultaneo, sequenziale e cumulativo. Ciascuno di essi presenta punti di forza e di debolezza ed è in grado di influenzare in maniera determinante l'accuratezza del sistema, come verrà illustrato nelle sezioni seguenti.

Dosaggio simultaneo

Il dosaggio simultaneo (chiamato anche orizzontale) richiede una bilancia per ogni materia prima, come illustrato nella Figura 5. Ogni materiale viene pesato individualmente e deviato in un serbatoio di miscelazione o sulla linea a valle per ulteriori lavorazioni. Poiché ogni materiale deve disporre della propria bilancia, la capacità di quest'ultima può essere ottimizzata per quello specifico materiale, per far sì che produca risultati altamente accurati. Si tratta inoltre del metodo più rapido, giacché tutti i materiali possono essere pesati simultaneamente. D'altro canto, presenta i costi più elevati in termini di strumenti. La sezione riepilogativa presenta un elenco completo dei vantaggi e degli svantaggi.

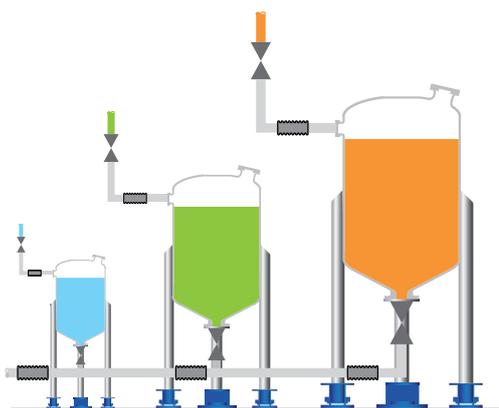


Figura 5: dosaggio simultaneo

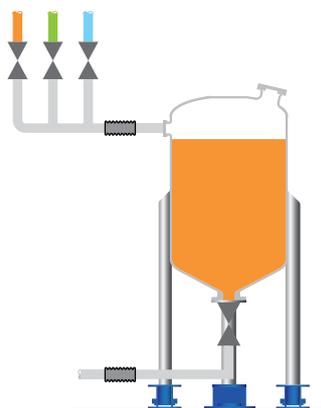


Figura 6: dosaggio sequenziale

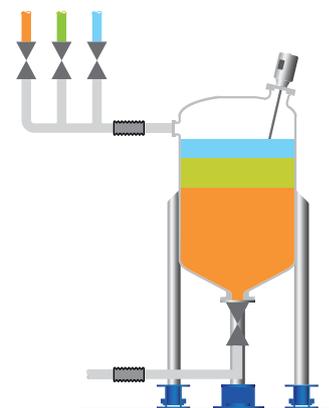


Figura 7: dosaggio cumulativo

Dosaggio sequenziale

Nel dosaggio sequenziale (vedere la Figura 6), viene pesato un singolo serbatoio per pesare e scaricare ogni ingrediente in sequenza. I diversi materiali possono essere accumulati in un serbatoio di miscelazione separato oppure trasportati a valle per essere ulteriormente lavorati. I vantaggi sono le dimensioni ridotte e i costi più contenuti. Il principale svantaggio è invece la lentezza operativa.

Dosaggio cumulativo

Nel dosaggio cumulativo (chiamato anche in verticale), la disposizione della bilancia è identica a quella utilizzata nel dosaggio sequenziale; tuttavia, essa deve avere una portata sufficiente per poter cumulare l'intero lotto (vedere la Figura 7). Ogni materiale viene aggiunto al serbatoio fino al completamento del lotto. Il principale vantaggio è dato dal fatto che tutti i materiali sono presenti nel serbatoio e pertanto processi aggiuntivi, quali ad esempio miscelazione e dissoluzione, possono essere eseguiti senza dover ricorrere ad altri strumenti. Lo svantaggio è rappresentato dalla portata della bilancia, che è la più grande e la meno indicata alla pesatura degli ingredienti minori e presenta quindi il livello di accuratezza più basso.

Riepilogo

I vantaggi e gli svantaggi dei tre metodi sono riassunti nella seguente tabella:

Confronto dei sistemi di dosaggio

Parametro	Sistema		
	Simultaneo	Sequenziale	Cumulativo
Portata della bilancia ottimizzata per il materiale ¹	+++	++	+
Accuratezza ²	+++	++	+
Velocità di funzionamento	+++	+ ³	++
Costo inferiore della bilancia	+	+++	++
Complessità di controllo inferiore	+	+++	+++
Dimensione più ridotta della bilancia	+	+++	++
Rischio inferiore di contaminazione incrociata ⁴	+++	+	+
Possibilità di ulteriore lavorazione con la bilancia	n/d	n/d	+++
Nessun serbatoio di miscelazione aggiuntivo richiesto	? ⁵	? ⁵	+++
I materiali restano isolati fino all'accettazione del lotto ⁶	+++	No	No
Le bilance devono essere accuratamente tarate ⁷	Sì	No	No

Tabella 1

Note:

- 1: Particolarmente importante per l'accuratezza quando le proporzioni delle materie prime risultano molto varie in una ricetta.
- 2: Particolarmente vero quando le proporzioni delle materie prime risultano molto varie in una ricetta.
- 3: La velocità risulta estremamente ridotta nel dosaggio sequenziale a causa dei cicli di scarico multipli.
- 4: In una situazione in cui tutte le materie prime non vengono utilizzate in tutte le ricette.
- 5: Dipende dal processo a valle.
- 6: In caso di problemi durante il dosaggio, è preferibile risolvere i problemi o eseguire la rilavorazione del lotto oppure riciclare le materie prime qualora rimangano separate fino all'accettazione finale del lotto.
- 7: Nel dosaggio simultaneo, tutte le bilance devono essere adeguatamente tarate per fornire proporzioni corrette. Nel dosaggio sequenziale e cumulativo, una bilancia tarata in maniera non ottimale (ma altrimenti correttamente funzionante in termini di linearità, ripetibilità, ecc.) comporterà un peso assoluto del prodotto finale errato, ma la proporzione di ciascun ingrediente sarà quella giusta.



Figure 8: pesatura di materiali aggiunti a mano fuori dalla linea

Nella pratica, vengono spesso utilizzate combinazioni di questi metodi per superare le limitazioni proprie di ciascuno di essi. Un sistema potrebbe, ad esempio, presentare un serbatoio cumulativo per la pesatura degli ingredienti principali, mentre un serbatoio sequenziale indipendente, che scarica all'interno del serbatoio cumulativo, potrebbe essere utilizzato per pesare gli ingredienti minori.



Piattaforma della linea K con tecnologia di compensazione elettromagnetica

L'accuratezza di tutti i metodi di dosaggio può essere incrementata se gli ingredienti minori quali ad esempio aromi, essenze e coloranti, vengono pesati esternamente alla linea su una bilancia adeguata e aggiunti a mano. Si tratta di un metodo particolarmente utile per i solidi, poiché consente di evitare la necessità di installare un sistema di alimentazione sul serbatoio. Le accuratissime bilance della linea K o WMH di METTLER TOLEDO (di cui si parla in seguito) vengono spesso utilizzate per queste applicazioni di pesatura critiche.

Comprendere la tecnologia di base

Compensazione elettromagnetica della forza

METTLER TOLEDO offre una tecnologia di compensazione della forza elettromagnetica (MFR) ad alte prestazioni con un'accuratezza circa dieci volte maggiore rispetto agli altri sensori di pesatura descritti nelle sezioni seguenti. La Figura 9 illustra i componenti di una cella di carico MFR (consultare il Riferimento 4 per una descrizione e un confronto con i sensori estensimetrici).

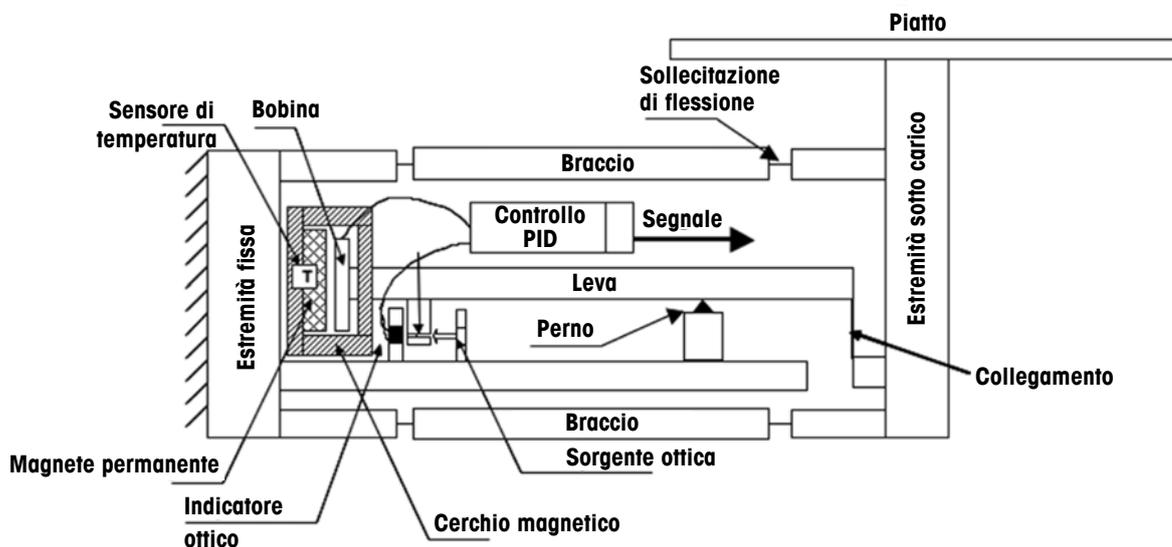


Figura 9: sensore basato sulla tecnologia MFR di METTLER TOLEDO



Cella di carico dotata di tecnologia di compensazione della forza elettromagnetica (MFR) con risoluzione elevata per la massima accuratezza.



Cella di carico con compensazione della forza elettromagnetica all'interno dell'alloggiamento con protezione IP66/67.

Estensimetro (Strain gauge)

Le celle di carico basate su tecnologia estensimetrica sono quelle più comunemente utilizzate nelle bilance industriali. Sono estremamente versatili e la stessa tecnologia di base può infatti essere utilizzata con portate che variano dai 3 kg fino a 600 t e oltre. Possono inoltre essere utilizzate singolarmente o in gruppi per sistemi più grandi. METTLER TOLEDO offre sistemi completi di moduli di pesatura che consentono di semplificare l'integrazione. Questi moduli sono specificamente progettati per essere accurati, sicuri e robusti; adatti alle installazioni e agli ambienti operativi odierni (vedere il Riferimento 3). I livelli delle prestazioni metrologiche arrivano fino a 10.000d OIML C6 e NTEP classe IIIM.

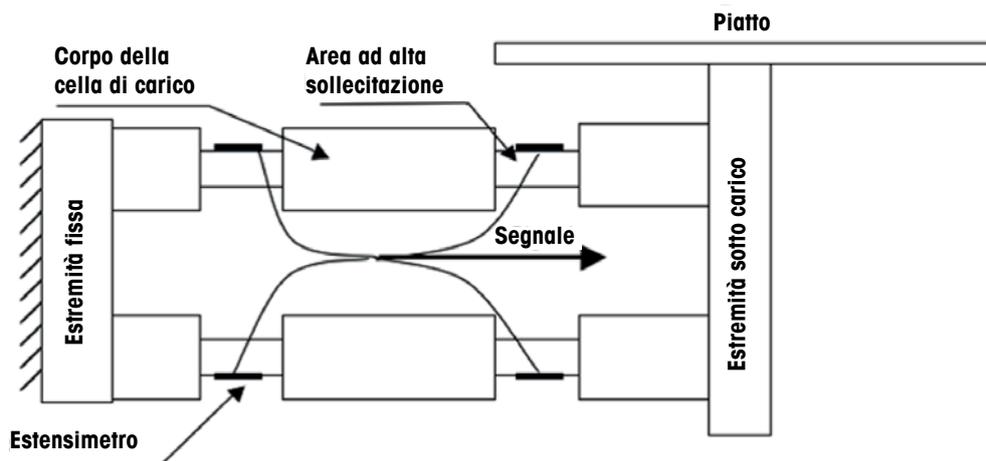


Figura 10: sensore basato su estensimetri



Cella di carico "single point" con tecnologia estensimetrica. Queste celle di carico sono generalmente caratterizzate da una portata che varia dai 3 ai 2.000 kg.



Cella di carico "single-point" ermeticamente sigillata con tecnologia estensimetrica. Queste celle di carico sono generalmente caratterizzate da una portata che varia dai 5 kg alle 5 t.



Cella di carico a trazione di tipo S con tecnologia estensimetrica. Queste celle di carico sono generalmente caratterizzate da una portata che varia dai 50 kg alle 10 t.



Cella di carico a colonna per portate elevate con tecnologia estensimetrica. Queste celle di carico sono generalmente caratterizzate da una portata che varia dalle 7,5 alle 600 t.

PowerMount™

Sin dagli anni '80, METTLER TOLEDO produce celle di carico digitali che sono diventate lo standard di riferimento di diverse industrie. Si tratta di celle di carico estensimetriche dotate di un convertitore analogico/digitale (A/D) e di un microprocessore integrato. Rispetto alle celle di carico analogiche convenzionali, sono in grado di fornire prestazioni e funzionalità superiori. METTLER TOLEDO offre ora la tecnologia PowerCell nei suoi moduli di pesatura PowerMount™. Ciò consente di ottenere numerosi vantaggi nell'ambito del processo di pesatura:



Modulo di pesatura PowerMount™

1. Manutenzione predittiva. La bilancia monitora ogni singola cella di carico e avverte l'utente nel caso in cui un componente del sistema mostri segni di problemi imminenti.
2. Non sono necessarie scatole di derivazione. Il sistema PowerMount™ funziona con un cavo di rete che presenta un collegamento in rete tra le celle di carico. Non è presente alcuna scatola di derivazione, tipica dei sistemi analogici spesso causa di guasti. Inoltre, i cavi delle celle di carico sono rimovibili e possono quindi essere sostituiti individualmente in caso di guasti.
3. Taratura non richiesta al momento della sostituzione dei componenti. Le uscite delle celle di carico digitali sono accoppiate in maniera ottimale, al punto tale che non è richiesta la ritaratura in caso di sostituzione di un cavo, un terminale o una cella di carico.
4. Solido segnale digitale con elevata immunità RFI/EMI. I livelli dei segnali analogici sono molto bassi. Ogni incremento sul display del terminale si basa sulla rivelazione di una modifica del segnale pari a circa 5 milionesimi di volt (5 μ V).
PowerMount® sfrutta lo standard CAN Bus per la trasmissione dei dati. Si tratta di un segnale digitale molto solido da +/- 5 V, comunemente utilizzato nell'industria automobilistica.
5. Prestazioni più elevate. Grazie alla presenza di un microprocessore in ogni cella di carico, è garantita la compensazione digitale necessaria per ottenere prestazioni più elevate, fino ai livelli degli standard OIML C10 e NTEP 10.000 III M.

Per un confronto tra PowerMount e i moduli di pesatura analogici, è possibile consultare il Riferimento 5.

Selezionare il sistema di pesatura corretto

I serbatoi e i recipienti variano enormemente in termini di portata e di accuratezza ed esistono diversi approcci nell'applicare la tecnologia di pesatura a tali strumenti. Questo è quanto viene riassunto nella Tabella 2 e descritto più dettagliatamente nelle sezioni seguenti.

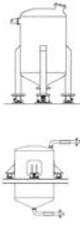
						
Colonna		1	2	3	4	5
Prodotti basati su celle di carico MFR		Celle di carico "single point"	Bilancia da banco	Bilancia da pavimento	Cella di carico a compressione o moduli di pesatura	Cella di carico a trazione o moduli di pesatura
Bilancia da banco, MFR	Portata max bilancia: kg/lb	–	32/70	–	–	–
	Dimensioni max bilancia: cm/in	–	28x35/11x14	–	–	–
	Approvazione: OIML/NTEP	–	II 32, III 6,4/ II 32, III 10	–	–	–
Bilancia da pavimento, MFR	Portata max bilancia: t/klb	–	–	3/6	–	–
	Dimensioni max bilancia: m/ft	–	–	1,5x1,5/5x5	–	–
	Approvazione: OIML/NTEP	–	–	III 6/-	–	–
Prodotti basati su celle di carico estensimetriche						
Celle di carico "single point"	N. di celle di carico/bilancia	1	–	–	–	–
	Portata max bilancia: t/klb	1/2,2	–	–	–	–
	Dimensioni max bilancia: cm/in	Vedere sotto	–	–	–	–
	Approvazione: OIML/NTEP	C3/IIIS 5	–	–	–	–
Cella di carico a compressione o modulo di pesatura	N. di celle di carico/bilancia	–	–	–	3+	–
	Portata max bilancia: t/klb	–	–	–	1.000/2.200	–
	Dimensioni max bilancia: cm/in	–	–	–	Nessun limite	–
	Approvazione: OIML/NTEP	–	–	–	C10/IIIM 10	–
Cella di carico a trazione o modulo di pesatura	N. di celle di carico/bilancia	–	–	–	–	1+
	Portata max bilancia: t/klb	–	–	–	–	25/55
	Dimensioni max bilancia: cm/in	–	–	–	–	Nessun limite
	Approvazione: OIML/NTEP	–	–	–	–	C3/IIIM 5
Bilancia da banco	Portata max bilancia: kg/lb.	–	600/1.000	–	–	–
	Dimensioni max bilancia: cm/in	–	60x80/24x32	–	–	–
	Approvazione: OIML/NTEP	–	III 6/III 10	–	–	–
Bilancia da pavimento	Portata max bilancia: t/klb	–	–	12/20	–	–
	Dimensioni max bilancia: m/ft	–	–	2x2/5x7	–	–
	Approvazione: OIML/NTEP	–	–	III 6/III 5	–	–

Tabella 2

Celle di carico "single point"

Le Figure 11 e 12 mostrano dei serbatoi montati su celle di carico "single point". Queste celle di carico sono progettate per essere utilizzate individualmente e per pesare entro i limiti di tolleranza, nonostante lo spostamento laterale del centro di gravità del serbatoio. Le celle di carico "single point" vengono generalmente utilizzate nelle bilance da banco, come illustrato qui di seguito nella Figura 13; una cella di carico viene centrata sotto la superficie di pesatura e le schede tecniche specificano una "dimensione massima della piastra" per questa situazione. Quando viene utilizzata come illustrato nelle Figure 11 e 12, è preferibile posizionare il centro di gravità del serbatoio lungo l'asse longitudinale della cella di carico, mentre la dimensione L non dovrebbe superare la metà della specifica della dimensione massima della piastra per la cella di carico.

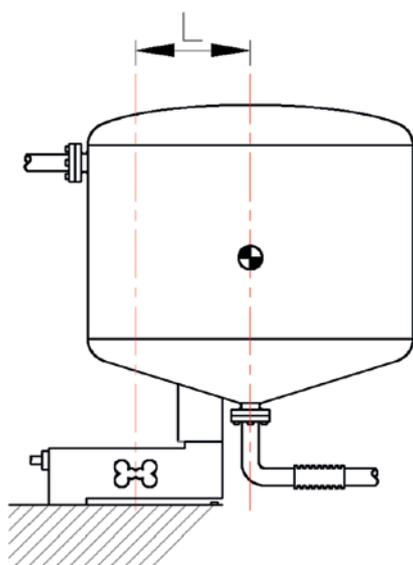


Figura 11: piccolo serbatoio pesato su una cella di carico "single point"

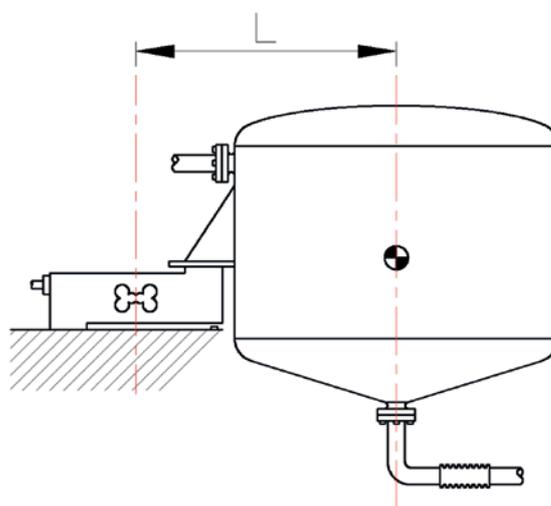


Figura 12: piccolo serbatoio pesato su una cella di carico "single point" decentrata su un lato

Ad esempio, la dimensione massima della piastra di una cella di carico MT1241 è 40x40 cm, il che significa che la dimensione L deve essere al massimo 20 cm per questa cella. È meglio selezionare la portata della cella di carico in modo più conservativo appena la dimensione L raggiunge questo limite. Pur se raramente ottenibile nella pratica, la situazione ideale è quella in cui la dimensione L è pari a zero e il centro di gravità del serbatoio si trova esattamente sul centro della cella di carico. È necessario utilizzare un fermo da sovraccarico per evitare danni alla cella di carico. Con una bilancia montata su un punto singolo come questo, è opportuno sfruttare un mezzo di sostegno per assicurare la bilancia stessa nel caso in cui un guasto alla cella di carico o a un componente hardware possa causare danni o lesioni.

METTLER TOLEDO offre una gamma completa di celle di carico "single point" con portate da 3 kg a 2.000 kg, in vari materiali e con diversi livelli di protezione e dotate di tutte le necessarie certificazioni.



Cella di carico "single point" modello MT1241

Bilance da banco e da pavimento

La Figura 13 mostra un piccolo serbatoio montato su una tipica bilancia da banco, mentre la Figura 14 mostra un serbatoio più grande montato su una bilancia da pavimento.

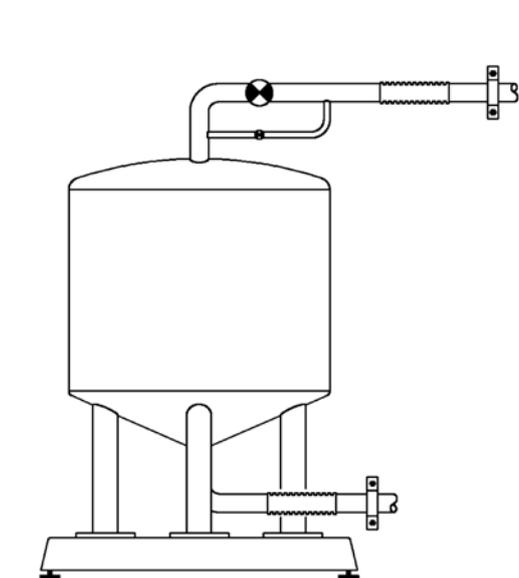


Figura 13: piccolo serbatoio pesato su una bilancia da banco

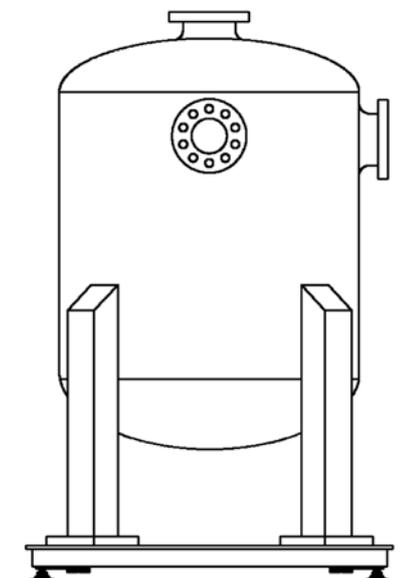


Figura 14: serbatoio pesato su una bilancia da pavimento

Le bilance da banco possono essere montate a terra in una fossa, come mostrato nella Figure 21. Quando si utilizzano le bilance da banco o da pavimento, il serbatoio deve essere intrinsecamente stabile poiché la bilancia non fornisce di per sé alcuna protezione antisollevamento. Inoltre, è opportuno consultare METTLER TOLEDO per individuare la posizione migliore delle gambe del serbatoio sulla superficie di pesatura.

Sono modelli idonei le piattaforme di pesatura WMH o della linea K che offrono dimensioni variabili da 20 cm² e 3 kg di portata a 1,5 m² e 3.000 kg di portata. Con omologazioni fino a 32.000e OIML e NTEP classe II, questi prodotti sono circa dieci volte più accurati delle bilance basate su sensori estensimetrici e aprono nuove possibilità nella pesatura dei serbatoi. Sono disponibili in ferro zincato a caldo o acciaio inox e sono dotate di un peso integrato per la taratura di routine.



Bilancia da banco della linea K con tecnologia di pesatura MFR



Bilancia da pavimento della linea K con tecnologia di pesatura MFR

METTLER TOLEDO offre una gamma completa di bilance da banco industriali standard basate sulla tecnologia estensimetrica con portate fino a 600 kg e bilance da pavimento con piattaforme di dimensioni maggiori e portate fino a 12 t.



Bilancia da banco modello PBD655



Bilancia da pavimento modello 2256 VLC

Celle di carico e moduli di pesatura a compressione

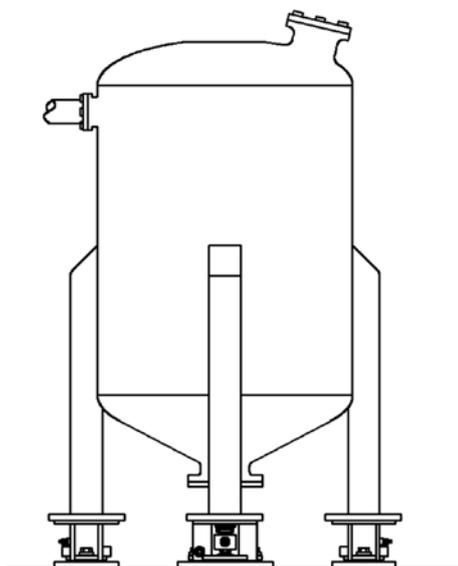


Figura 15: serbatoio pesato su moduli a compressione

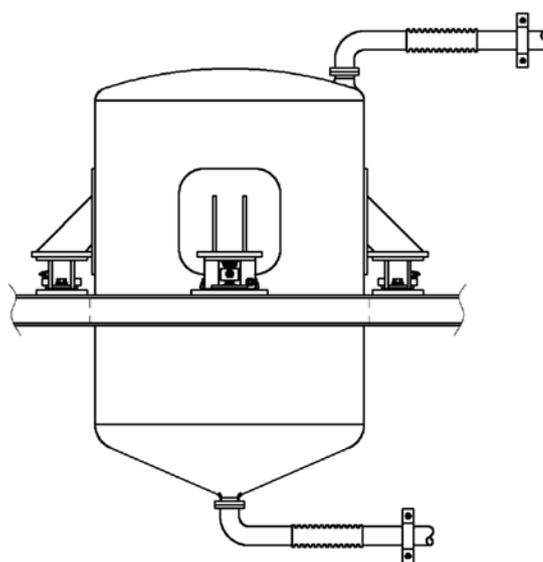


Figura 16: serbatoio pesato su moduli a compressione su struttura sospesa

Le celle di carico e i moduli di pesatura a compressione offrono la massima versatilità nell'applicazione della tecnologia di pesatura ai serbatoi e ai recipienti e lo stesso concetto di base può essere applicato a serbatoi con portate da 10 kg a 1.000 t o più. Devono essere utilizzate almeno tre celle di carico o moduli di pesatura a compressione per stabilizzare la bilancia; generalmente se ne utilizzano quattro sulle bilance quadrate o rettangolari.



Modulo di pesatura a compressione MultiMount con cella di carico estensimetrica tradizionale integrata.



Modulo di pesatura a compressione PowerMount con cella di carico estensimetrica integrata e dotata di microprocessore.

Possono essere inseriti sotto le gambe del serbatoio (come illustrato nella Figura 15) o su opportune staffe (come mostrato nella Figura 16). È possibile utilizzare celle di carico, ma è necessario prestare attenzione a progettare correttamente il montaggio e l'applicazione del carico per consentire la libera espansione e contrazione termica. Per semplificare l'operazione, vengono forniti accessori di montaggio, mentre tutti i sistemi di tenuta orizzontali o verticali devono essere reperiti esternamente.

L'alternativa più semplice consiste nell'utilizzare moduli di pesatura specificamente progettato per lo scopo. Inoltre, è possibile utilizzare i moduli di pesatura PowerMount™ per sfruttare le numerose ulteriori funzionalità disponibili, come ad esempio la manutenzione predittiva.



Cella di carico single-point SLB215 con applicazione del carico filettata



Accessori di montaggio per la cella di carico SLB215 che semplificano la corretta installazione



Cella di carico single-point 0745A con foro di applicazione del carico cieco



Accessori per la corretta introduzione e ottimizzazione delle prestazioni della cella di carico 0745A

Celle di carico e moduli di pesatura a trazione

I serbatoi possono essere agganciati a una cella di carico o a un modulo di pesatura a trazione unico, come illustrato nella Figura 17, mentre la Figura 18 mostra una situazione più comune, in cui un serbatoio è tenuto sospeso da tre moduli di pesatura.

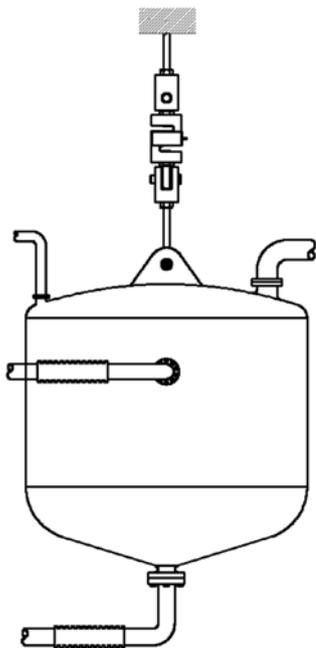


Figura 17: piccolo serbatoio pesato con un modulo di pesatura a trazione

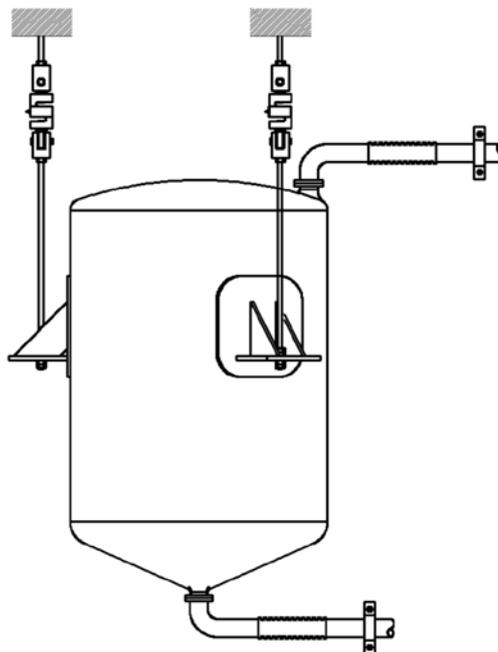


Figura 18: serbatoio pesato con moduli di pesatura a trazione

Questo metodo di montaggio può risultare efficace quando esiste già una struttura sospesa o quando è necessario pulire il pavimento sotto la bilancia. È utilizzabile per portate approssimativamente comprese tra i 20 kg e le 30 t.

Per impedire l'oscillazione, sono spesso necessari gli stabilizzatori orizzontali. I livelli di accuratezza che si possono raggiungere sono gli stessi dei sistemi a compressione. Anche in questo caso è possibile utilizzare direttamente celle di carico oppure moduli di pesatura, come il modello SWS310, che forniscono la soluzione di applicazione del carico ideale per una maggiore semplicità di integrazione.

Tutte le bilance sospese devono disporre di un sostegno di sicurezza, come ad esempio catene, barre, ecc. (non illustrato nelle Figure 17 e 18) in grado di fornire protezione in caso di rottura del sistema di sospensione.



Modulo di pesatura a trazione SWS310

Progettazione e installazione

Tubazioni

Alcune bilance per serbatoi non hanno tubi collegati e la loro accuratezza è particolarmente elevata. La Figura 19 mostra una bilancia con il serbatoio aperto e quattro tubi in ingresso scollegati; il tubo di uscita è anch'esso scollegato e viene connesso solo a seconda delle necessità. L'accuratezza di una simile bilancia per serbatoi può avvicinarsi ai limiti della tecnologia di pesatura utilizzata. Ovviamente, i tubi scollegati rappresentano una soluzione impraticabile in numerose situazioni nelle quali, ad esempio, i materiali utilizzati risultano pericolosi o tossici oppure la bilancia deve essere pressurizzata.



Serbatoio con le tubazioni scollegate

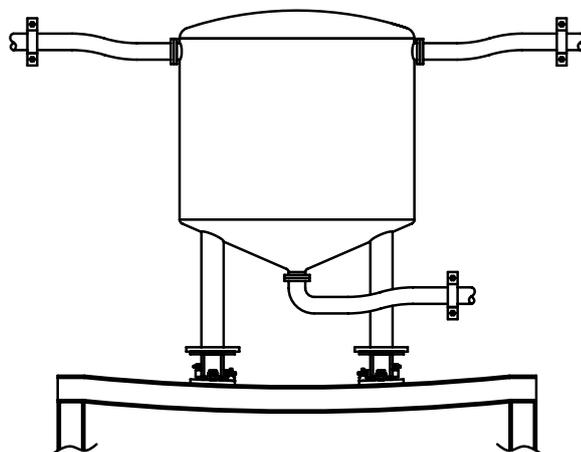


Figura 19: flessione di un serbatoio carico con i tubi collegati

Una volta collegate le tubazioni, è plausibile attendersi una riduzione dell'accuratezza nella pesatura. La ragione è illustrata nella Figura 19, che mostra un serbatoio carico la cui struttura di supporto flette verso il basso (in maniera eccessiva), determinando un corrispondente incurvamento delle tubazioni. Le tubazioni agiscono come delle molle che applicano una forza ostacolante man mano che la bilancia viene caricata e flette verso il basso. A seconda della rigidità delle tubazioni, la forza ostacolante può risultare molto alta e ridurre in maniera significativa il peso registrato sulla bilancia. Se le tubazioni fossero come molle perfettamente lineari, ciò non rappresenterebbe un problema poiché l'effetto potrebbe essere compensato con la taratura. Ma così non è e risulta piuttosto probabile lo spostamento dei bloccaggi delle tubature. Ciò che ne risulta è una bilancia caratterizzata da scarsi livelli di linearità, isteresi, ripetibilità e azzeramento. Di seguito indichiamo le soluzioni:



Serbatoi con diversi tubi collegati

1. Ridurre la flessione della bilancia. Rinforzare la struttura di supporto o, ancora meglio, montare il serbatoio al livello del pavimento su una base rigida in cemento. È importante notare che le celle di carico si flettono lievemente, in genere di 0,25 mm (0,010 in) alla portata nominale: questo comportamento è strutturale e non può essere evitato.
2. Ridurre la rigidità delle tubazioni. Collegare solo tubi orizzontali e utilizzare sezioni flessibili o giunti di dilatazione.
3. Eseguire la taratura con il peso. Tarare la bilancia con uno dei metodi che prevede l'applicazione del carico sulla bilancia stessa. In questo modo le tubazioni si tendono e il terminale della bilancia riesce a rilevare e a compensare il loro effetto di attenuazione sul segnale della pesatura.

In breve, è necessario prima ridurre gli effetti delle tubazioni fino a renderli lineari e riportarli a un range ragionevole, quindi eseguire la taratura con il peso per eliminare l'effetto rimanente. Per informazioni dettagliate in merito vedere il Riferimento 1.

Struttura di supporto

La struttura di supporto dei serbatoi e dei recipienti è molto importante sia in termini di sicurezza che di accuratezza e assume un aspetto sempre più rilevante all'aumentare della portata della bilancia. Di seguito sono elencati alcuni dei motivi:

1. La flessione verticale della bilancia con il carico aggrava gli effetti delle tubazioni, come spiegato in precedenza.
2. La rigidità variabile dei punti di supporto fa sì che il peso venga trasferito tra le celle di carico e può determinare inaccurately e danni alle celle stesse.
3. Nei casi in cui sulla medesima struttura sono montate diverse bilance, la flessione può causare interferenze tra di esse in fase di riempimento e di svuotamento.
4. La bilancia deve essere protetta in modo tale che l'installazione risulti sicura in tutte le condizioni, sia quelle di routine che quelle eccezionali.

Per maggiori informazioni, vedere il Riferimento 1.

Pesare serbatoi mobili

Un serbatoio mobile può essere pesato mentre si trova su una bilancia da pavimento in fossa (come mostrato nella Figura 20); ciò risulta comodo nei casi in cui la pesatura deve essere eseguita solo presso una stazione di lavoro. Se un serbatoio mobile deve disporre di una bilancia integrata per essere utilizzato in più posizioni, è possibile incorporare all'interno della sua struttura delle celle di carico o dei moduli di pesatura (Figura 21). Bisogna notare che è necessario posizionare una struttura sotto le piastre d'appoggio dei moduli di pesatura, poiché le rotelle non saranno stabili se collegate direttamente ad essi (vedere il Riferimento 1).

I collegamenti dei cavi e delle tubazioni a un serbatoio mobile devono essere effettuati in maniera ripetibile per garantirne l'accuratezza.

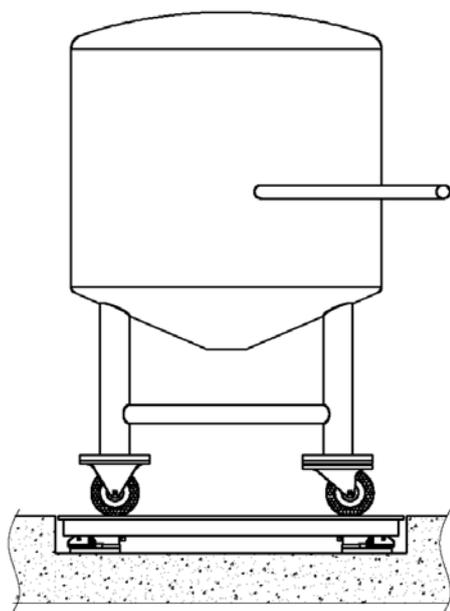


Figura 20: serbatoio mobile pesato su una bilancia da pavimento

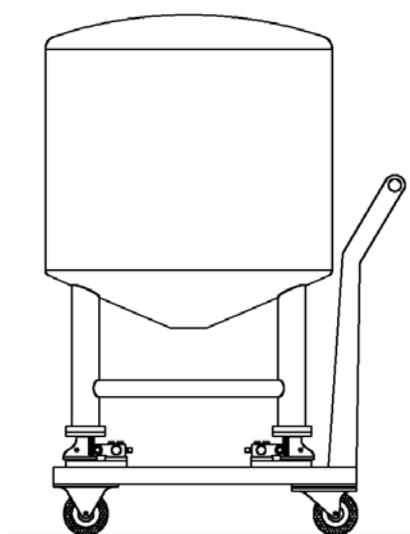


Figura 21: serbatoio mobile con bilancia integrata

Capacità del sensore

È importante scegliere la giusta capacità del sensore per l'applicazione. Se è troppo bassa, il sensore potrebbe venire danneggiato, mentre se fosse troppo alta a farne le spese sarebbe l'accuratezza. L'approccio tipico è quello di sommare tutti i carichi applicati al/i sensore/i, compresi quelli mobili e statici (vedere anche la sezione sui Recipienti per reattori chimici), moltiplicare tale somma per un fattore di sicurezza (spesso 1,25) e dividere il tutto per il numero di celle di carico o di moduli di pesatura. Scegliere quindi un sensore con questa portata o con quella più simile ad essa. Si tratta di situazioni in cui potrebbe essere necessario risultare più conservativi. Si intendono incluse situazioni in cui:

1. I carichi (statici o dinamici) non sono certi.
2. Un carico statico concentrato (come ad esempio un miscelatore) non è distribuito in maniera uniforme.
3. Risulta difficile ottenere la distribuzione uniforme del carico, ad esempio, con più di 3 punti di supporto.
4. È lecito attendersi la presenza di vento o forze sismiche.
5. Il punto di applicazione del carico sulla bilancia può essere variabile.
6. La bilancia è soggetta a carichi impattanti.

Per maggiori informazioni, vedere il Riferimento 1.

Taratura

Esistono diversi metodi di taratura disponibili, che prevedono una compensazione tra accuratezza da un lato e difficoltà e costo dall'altro. Di seguito sono descritti i metodi più importanti, elencati a partire da quello più accurato.

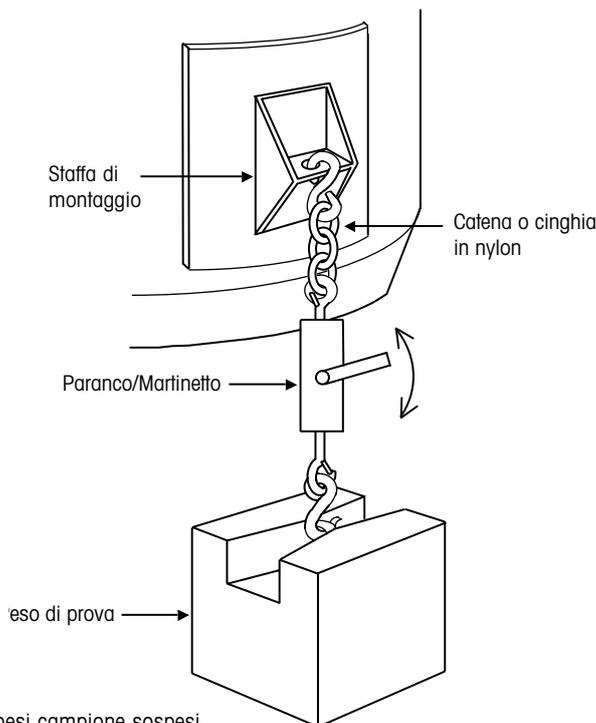


Figura 22: taratura del serbatoio con pesi campione sospesi

- 1. Pesì campione:** l'utilizzo dei pesi campione rappresenta il metodo più accurato ed è necessario per la taratura delle bilance omologate. La taratura eseguita con i pesi è piuttosto semplice da effettuare sulle bilance di piccole dimensioni, ma diventa sempre più complessa e scomoda con l'aumentare della portata della bilancia. I serbatoi e i recipienti non presentano una superficie piana sulla quale caricare i pesi, pertanto il metodo di carico deve essere pianificato in anticipo, ad esempio installando delle staffe sui lati dei serbatoi alle quali appendere i pesi, come illustrato nella Figura 22.
- 2. Sostituzione del materiale:** con questo metodo, è necessaria una piccola quantità di peso di prova (dal 5% al 10% della portata della bilancia). I pesi vengono applicati alla bilancia e la lettura visualizzata su quest'ultima viene annotata. I pesi vengono quindi rimossi e il materiale "sostituito" (aggiunto alla bilancia) finché sulla bilancia non verrà visualizzato il medesimo valore. I pesi vengono nuovamente aggiunti e la nuova lettura, approssimativamente doppia, viene annotata. I pesi vengono spostati e il materiale viene ancora una volta sostituito finché non viene visualizzato nuovamente il valore registrato. Questo processo continua fino a quando sulla bilancia non è presente materiale sufficiente per la taratura. Oltre a risultare alquanto laborioso, questo metodo è meno accurato rispetto all'utilizzo dei pesi di prova.

3. Trasferimento del materiale: con questo metodo, il materiale (ad es. acqua) viene pesato su una bilancia di riferimento distinta e quindi trasferito nel serbatoio/recipiente in questione per la taratura. Questo metodo dipende dall'accuratezza della bilancia di riferimento e dalla cura dedicata a evitare perdite di materiale in fase di trasferimento. Se si utilizza una bilancia di precisione METTLER TOLEDO MFR e gli effetti legati alle tubazioni vengono minimizzati, come mostrato nella Figura 23, questo metodo si rivelerà estremamente accurato.

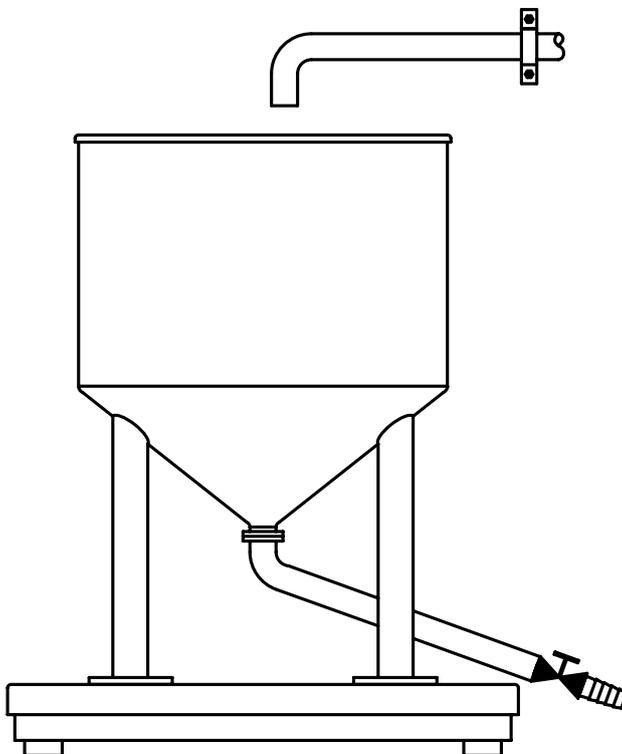


Figura 23: bilancia per serbatoi di riferimento

4. CalFree™: si tratta di un metodo di taratura teorico disponibile su alcuni terminali METTLER TOLEDO. Viene eseguita una media dei valori finali delle celle di carico (analogiche) e inserita nel terminale, che effettua automaticamente la taratura. Questo metodo è molto semplice e rapido, ma presenta delle limitazioni. Non è in grado di compensare effetti meccanici, come ad esempio le tubazioni o qualsiasi attenuazione del segnale della cella di carico dovuto a cavi, scatole di derivazione o barriere a sicurezza intrinseca nel circuito. Pertanto, il tipico limite di accuratezza di CalFree è pari allo 0,2%.

In congiunzione con la tecnologia digitale PowerCell impiegata in PowerMounts, CalFree™ Plus offre la massima accuratezza possibile con la taratura teorica. Il terminale legge i valori finali direttamente dalle celle di carico ed esegue automaticamente la taratura. Le scatole di derivazione sono state eliminate dal circuito e i cavi non hanno alcun effetto sui segnali digitali. Nei calcoli vengono inoltre tenute in considerazione le variazioni locali di g (gravità). Premendo un semplice pulsante, è possibile tarare il sistema con la massima accuratezza possibile per questo metodo. L'accuratezza può superare lo 0,1% nel caso in cui non siano presenti effetti meccanici quali le tubazioni.

Per maggiori informazioni, vedere il Riferimento 1.

Influenza del materiale e del dosatore

Materiali

Il processo di pesatura con serbatoi e recipienti interessa principalmente i liquidi tuttavia, a volte, ad essi vengono aggiunti anche gas e solidi. Generalmente, in questi casi il prodotto finale è uno slurry non agglomerante o un prodotto semiliquido. Al fine di raggiungere una maggiore accuratezza, occorre considerare alcune problematiche legate ai materiali:

1. Il flusso di materiale dallo stoccaggio al dispositivo di alimentazione deve essere costante e senza interruzioni. Ciò significa che deve essere disponibile una quantità di materiale sufficiente laddove la capacità produttiva potrebbe essere intermittente.
2. Il dosaggio, basandosi sul peso, non è fortemente influenzato dalle proprietà del materiale rispetto ad altre tecnologie; tuttavia, per garantire la massima accuratezza, è necessario ridurre al minimo le variazioni legate alle proprietà dei materiali quali viscosità, densità e granularità. Regolare la temperatura e il contenuto di umidità dei materiali laddove queste influiscano notevolmente sulle caratteristiche di flusso.
3. Regolare la pressione dei liquidi a monte delle valvole di riempimento. Poiché non è facile eseguire la regolazione con mezzi meccanici, è più semplice mantenere una fonte di pressione statica in un serbatoio di stoccaggio materiali.
4. Garantire un approvvigionamento costante di materiali solidi ai dosatori con serrande o valvole.
5. Arrestare il processo di dosaggio quando il flusso di materiale è discontinuo. Riavviare solo quando è stato ristabilito un flusso sufficiente.

Dosatori

Il termine dosatore viene utilizzato nel suo significato più ampio per indicare sia i dispositivi che trasferiscono e regolano il flusso di materiale, sia quelli che regolano semplicemente il flusso. La modalità di funzionamento di questi dispositivi può influenzare notevolmente la coerenza e l'accuratezza del dosaggio. Alcuni dosatori sono intrinsecamente più accurati di altri, ciononostante la scelta potrebbe essere limitata, poiché spesso sono le caratteristiche del materiale a determinare il tipo di alimentatore necessario. Per ottenere una maggiore accuratezza, occorre considerare alcune problematiche legate ai dosatori:

1. I dispositivi motorizzati tendono a rallentare fino all'arresto a causa della variazione delle proprietà dei materiali e delle condizioni degli strumenti. È preferibile utilizzare un motore dotato di freno per eseguire interruzioni più regolari.
2. L'alimentazione dell'aria ai dispositivi pneumatici deve essere condizionata e regolata per garantire tempi di reazione e funzionamento costanti.
3. In caso di riempimento a due velocità, è meglio un dosatore in grado di modulare il flusso. Altrimenti, è necessario utilizzare in parallelo dosatori di diverse portate e attivarli in modo selettivo.
4. Se si usa una funzione jog, il dosatore deve essere attivato ripetutamente per brevi periodi senza subire danni.

Velocità e accuratezza a confronto

Il riempimento è un'operazione dinamica che, sfortunatamente, presenta un rapporto inversamente proporzionale tra velocità e accuratezza, come illustrato nella Figura 24. Se la velocità di riempimento è elevata, l'accuratezza è scarsa e viceversa. La forma esatta e la proporzione di questo grafico cambieranno in base alle circostanze, a seconda del sistema utilizzato, del design, del materiale e dell'ambiente. Si noti che man mano che la velocità di riempimento scende verso lo zero, l'accuratezza della pesatura si avvicina alle prestazioni di pesatura statica previste per gli strumenti di pesatura.

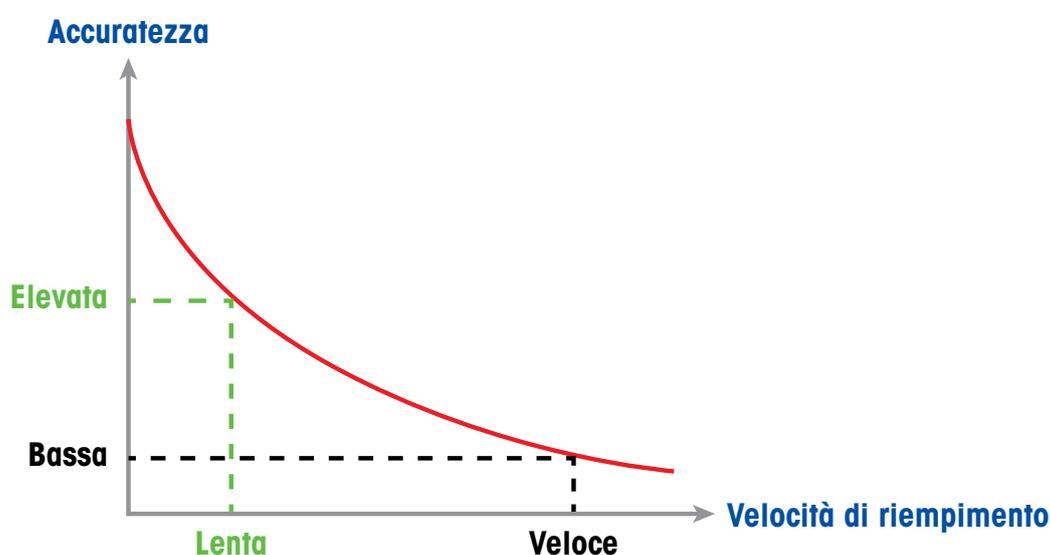


Figura 24: velocità e accuratezza a confronto

Se questa caratteristica è nota, è possibile trovare un compromesso selezionando il punto operativo in cui si ottiene l'equilibrio migliore tra la necessità di una maggiore accuratezza da una parte e una maggiore velocità di riempimento dall'altra. In questo documento vengono forniti suggerimenti su come migliorare l'accuratezza e di seguito viene illustrato un riepilogo dei principali punti per ottenere un dosaggio accurato:

1. Scegliere con cura il metodo di dosaggio da impiegare, specie in presenza di una variazione significativa tra gli ingredienti più leggeri e quelli più pesanti nella ricetta. Utilizzare i sistemi ibridi e considerare l'aggiunta manuale degli ingredienti critici. Consultare la sezione intitolata "Selezionare un dosaggio adeguato".
2. Scegliere un terminale con un convertitore A/D di alta qualità e un'elevata frequenza di aggiornamento interna. Sono necessarie informazioni sul peso altamente accurate e rapide se si deve reagire tempestivamente nei punti critici del ciclo di riempimento. Elevate frequenze di aggiornamento che inviano solo dati grezzi non sono efficaci come una frequenza di aggiornamento inferiore con dati di pesatura elaborati con algoritmi di filtraggio (ad es. il TraxDSP di METTLER TOLEDO) adattati allo strumento e all'ambiente del processo. In generale, gli algoritmi di filtraggio sviluppati dai produttori di strumenti di pesatura sono superiori a quelli disponibili per i PLC o altre unità di controllo.
3. Scegliere un terminale con un'elevata frequenza di aggiornamento degli I/O e dosatori in grado di reagire in modo rapido e ripetibile nel corso del tempo.
4. Controllare l'ambiente (rumore meccanico ed elettrico) e scegliere un terminale con filtraggio sofisticato che possa essere adattato alle condizioni specifiche.

5. Nella Figura 25 viene suggerito un modo per risolvere il dilemma velocità/accuratezza. È possibile riempire la maggior parte del serbatoio ad alta velocità (livello di accuratezza basso), quindi passare alla velocità bassa (livello di accuratezza elevato) verso la fine. In altre parole, utilizzare il riempimento a due velocità, come descritto maggiormente nel dettaglio di seguito. Aver riempito la maggior parte del serbatoio a bassa accuratezza non determina alcuna conseguenza negativa, purché si applichino in tempo i rallentamenti per terminare il processo di riempimento con accuratezza elevata. Si tratta dell'approccio standard per ottenere un equilibrio accettabile tra velocità e accuratezza ed è il metodo maggiormente utilizzato al giorno d'oggi.
6. È possibile utilizzare unità di controllo con algoritmi avanzati che definiscono un modello matematico in tempo reale per ogni riempimento in grado di apprendere ed eseguire compensazioni in modo automatico. Con questi controllori altamente sofisticati è possibile migliorare velocità e accuratezza utilizzando un processo di riempimento semplificato a velocità singola. Consultare la sezione "Unità di controllo IND780 Q. iMPACT" riportata di seguito.

Controllare il processo

Processo di riempimento

Nella Figura 25 vengono rappresentate le soglie di riempimento in relazione ai tempi necessari per le operazioni di riempimento tradizionale a due velocità. A seconda dell'accuratezza necessaria, tutti questi elementi o solo alcuni di essi potrebbero essere integrati in una tipica operazione di riempimento. Nella parte superiore è rappresentato un riempimento target con una fascia di tolleranza \pm . Il ciclo di riempimento può essere suddiviso in diverse fasi come illustrato nella figura. Quando il dispositivo di alimentazione viene attivato per la prima volta, è necessario del tempo affinché il flusso di materiale diventi regolare nella fase di alimentazione rapida. Oltre a queste, esistono altre fasi per garantire che il riempimento rientri nei limiti di tolleranza. I vari termini vengono spiegati dettagliatamente di seguito.

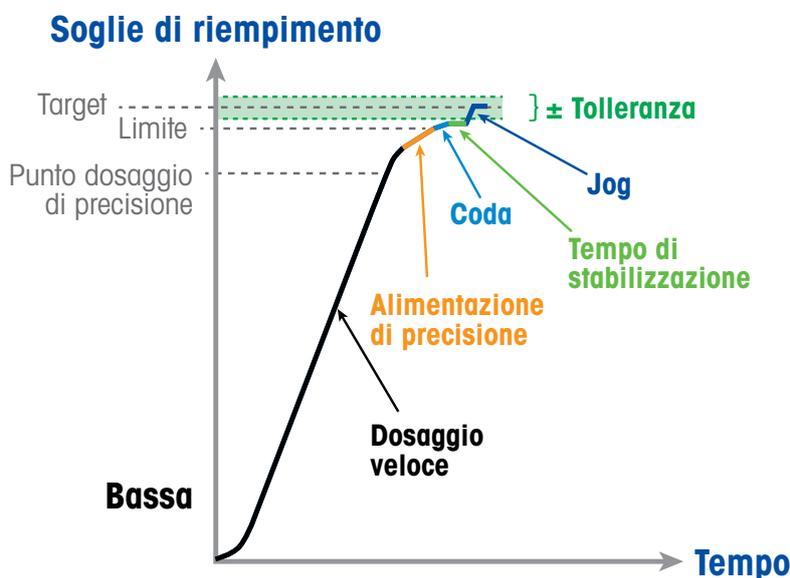


Figura 25: operazione di riempimento a due velocità

Dosaggio veloce e fine

La combinazione di dosaggio veloce e fine viene definita anche riempimento a due velocità e può essere utilizzata per migliorare al contempo la velocità e l'accuratezza di riempimento. La maggior parte del materiale viene alimentato molto velocemente durante il periodo di dosaggio veloce, dopodiché si passa al dosaggio fine in cui la velocità viene rallentata per un miglior controllo nelle fasi finali. Ad esempio, il 97% del peso di riempimento target potrebbe essere raggiunto durante il dosaggio veloce, dopodiché il dosatore potrebbe essere regolato a un decimo della velocità (dosaggio fine) per riempire il restante 3%.

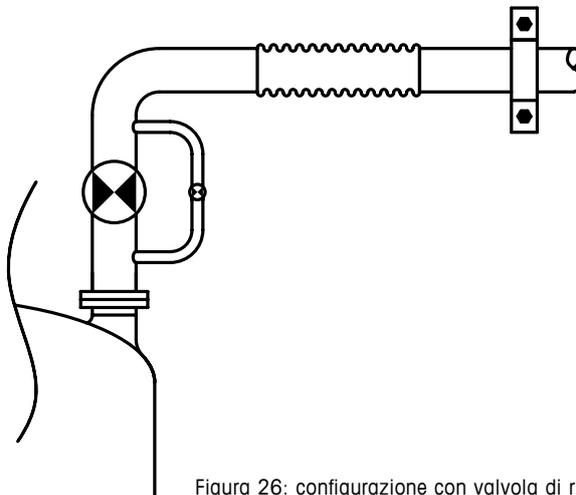


Figura 26: configurazione con valvola di riempimento a due velocità

Il riempimento a due velocità si può ottenere, ad esempio, variando la velocità del motore su dosatori a coclea o a rotocella.

Per quanto riguarda i liquidi, potrebbe risultare più efficace posizionare due semplici valvole di apertura/chiusura in parallelo (Figura 26). Un ramo può avere una portata 10 volte superiore rispetto all'altro. Durante il funzionamento, entrambe le valvole si aprono durante il dosaggio veloce, dopodiché la valvola di dosaggio rapido si chiude per passare al dosaggio fine.

Coda

Quando un dispositivo di alimentazione si spegne interrompendo il flusso, resta una certa quantità di materiale in uscita dal dosatore, ma non ancora registrata sulla bilancia. In questo caso si parla di "coda", ma anche di "materiale sospeso".

La quantità di materiale in caduta ovviamente dipende dall'altezza del dosatore sopra la superficie del materiale riempito e dalla velocità di dosaggio in quel momento. Alcuni terminali prevedono la compensazione della coda con la quale il dosatore viene arrestato in anticipo, tuttavia la coda rappresenta una fonte di variabilità e di errore e deve essere ridotta al minimo. Di seguito vengono forniti alcuni suggerimenti per ridurre al minimo la coda e migliorare l'accuratezza:

1. Ridurre al minimo la distanza tra le valvole di dosaggio e il serbatoio.
2. Utilizzare il riempimento a due velocità per ridurre al minimo la portata al limite.

Si noti che nelle operazioni di pesatura in scarico è necessario considerare la quantità di materiale che fuoriuscirà dalla bilancia prima della chiusura completa dell'alimentatore, tuttavia la coda non è un fattore di cui tenere conto in questo tipo di pesatura.

Jog

La funzione jog attiva momentaneamente l'alimentatore per erogare una piccola quantità di materiale aggiuntivo in un serbatoio riempito a un livello insufficiente. Durante il funzionamento, il riempimento procederà normalmente fino al limite, quindi il serbatoio potrà raggiungere la completa stabilizzazione prima di confrontare il peso di riempimento con il peso target. Se il livello di riempimento non raggiunge il peso desiderato, si utilizzerà la funzione jog per correggerlo. Si tratta di un metodo efficace solo in caso di riempimenti insufficienti.

Controllo

Nelle operazioni di riempimento manuale, la bilancia visualizza il peso del serbatoio sull'interfaccia utente, il quale regola il peso finale e decide quando il serbatoio rientra nei limiti accettabili. Questa procedura verrà eseguita per ciascun ingrediente e determinerà l'accettabilità complessiva del lotto. Il terminale non richiede I/O per questa operazione. Può tuttavia comunicare i pesi di ingredienti e lotti a un altro sistema per il controllo dell'inventario e la tracciabilità. È possibile utilizzare qualsiasi terminale METTLER TOLEDO.



Figura 27: operazione di riempimento manuale

Più in generale, la bilancia controllerà i dosatori con diversi livelli di automazione fino ai sistemi completamente automatici. In questo caso, la bilancia esegue un controllo della tolleranza per ogni ingrediente e determina l'accettabilità del lotto. La Figura 27 mostra una bilancia per serbatoi costruita utilizzando moduli di pesatura analogici. Le celle di carico sono collegate ad una scatola di derivazione collegata a un terminale per la totalizzazione del peso. Esistono tre possibilità per il controllo del riempimento:

1. Per i sistemi autonomi, terminali come IND560, IND690 o IND780 di METTLER TOLEDO possono controllare un sistema di riempimento di bassa-media complessità in cui non siano necessari PLC (controllori logici programmabili). Questi terminali hanno un software applicativo opzionale appositamente sviluppato per applicazioni di riempimento e possono gestire tutte le funzioni descritte nelle sezioni precedenti.



Terminale di riempimento IND560

2. È possibile utilizzare un trasmettitore semplice come il modello IND131 per trasmettere solo il peso a un PLC/PAC, il quale si occuperà tutte le funzioni di controllo.



Terminale IND131 con guida DIN

3. La Figura 28 mostra un sistema ibrido. In questo caso, il controllo di riempimento viene eseguito da un terminale come IND560, IND690 o IND780, mentre il PLC/PAC controlla l'intero processo. Il PLC/PAC può stabilire quando avviare il riempimento e i parametri di dosaggio come il target e le tolleranze per ciascun ingrediente. Tuttavia tali informazioni vengono scaricate nel terminale che ha l'autonomia di eseguire il processo di dosaggio. Al termine del dosaggio, il terminale può inviare un report al PLC/PAC per l'archiviazione dei dati, il controllo dell'inventario e così via.

Questo approccio presenta numerosi vantaggi. Il terminale è dedicato alla lettura del peso e al controllo dei dosatori, vale a dire i principali processi di ogni operazione di dosaggio. Lo spegnimento del dosatore al momento opportuno è fondamentale e con questo metodo è possibile ottenerlo in modo più veloce e senza distrazioni. Inoltre, i terminali vengono forniti con pacchetti software sviluppati appositamente per il controllo sofisticato delle operazioni di riempimento e di dosaggio. Nell'approccio 2 descritto in precedenza, l'intervento di più dispositivi può dare luogo a potenziali ritardi, in particolare in corrispondenza del PLC/PAC, nel caso in cui questo sia impegnato in un'altra attività mentre è necessario attivare lo spegnimento.

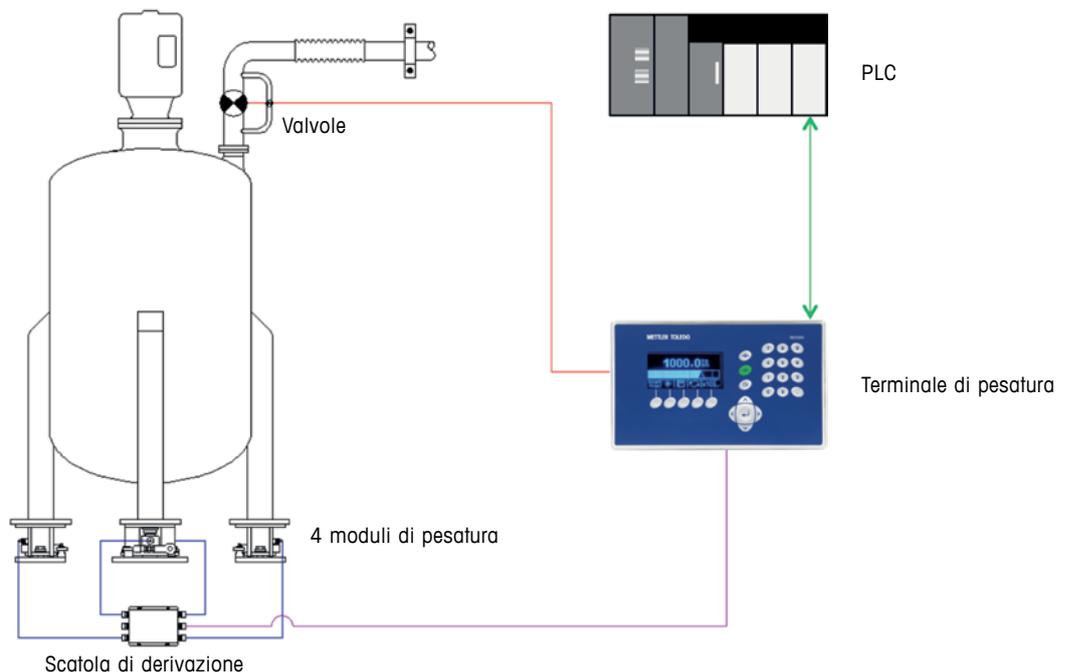


Figura 28: sistema di controllo ibrido con PLC e terminale di pesatura

Terminali

Il terminale è il componente principale di ogni sistema di pesatura. Fornisce la tensione di eccitazione alle celle di carico analogiche e ne riceve il segnale di uscita analogico, esegue una conversione, un filtraggio e un'elaborazione A/D per produrre un valore di peso tarato che potrà essere visualizzato, utilizzato direttamente per controllare i processi o trasmesso ad altri dispositivi.



IND560
Morsetto

Conversione e filtraggio A/D

Il convertitore A/D è il fulcro del processo e, in un'operazione di riempimento, la conversione deve essere eseguita rapidamente per tenere traccia dell'avanzamento del riempimento e attivare le valvole di chiusura nel momento adeguato. Sfortunatamente, il segnale analogico è contaminato dal rumore elettrico proveniente dagli strumenti vicini e dal rumore meccanico di miscelatori, pompe, compattatori e persino derivante dall'atto stesso del riempimento.

Il sistema proprietario TraxDSP™ di METTLER TOLEDO abbina la tecnologia A/D ultrarapida a velocità di conversione fino a 366 Hz, filtri digitali multifase e algoritmi di compensazione brevettati per tenere traccia dell'effettiva porzione di peso del segnale della cella di carico in modo rapido e costante. Il rumore meccanico e quello elettrico variano da un'installazione all'altra (ad esempio a livello di frequenza e ampiezza). TraxDSP™ può quindi essere regolato in base alle condizioni specifiche per ottimizzare velocità, stabilità e accuratezza per un controllo target ultrarapido, fino a 50 Hz, garantendo la massima accuratezza di riempimento e dosaggio. TraxDSP™ viene fornito in dotazione standard su terminali di processo quali IND131, IND560 e IND780.



Modulo I/O esterno ARM100

I/O digitali

I terminali più sofisticati hanno una gamma di funzionalità di I/O digitali interne ed esterne. L'I/O interno è limitato ma risulta sufficiente per operazioni di riempimento e dosaggio semplici. Per sistemi più complessi, molti terminali possono utilizzare dei moduli I/O esterni, come ad esempio ARM100 di METTLER TOLEDO.

Connettività

La connettività è una considerazione chiave nel mondo odierno e i terminali possono fornire una gamma di interfacce seriali standard e opzionali come RS232/422/485 e interfacce Ethernet TCP/IP e PLC come illustrato nella Tabella 3.

Interfacce PLC
• Analogica 4-20 mA
• AB RIO
• ControlNet
• DeviceNet
• EtherNet/IP
• Modbus RTU
• Modbus TCP
• Profibus DP
• Profinet
• CC-Link

Tabella 3

IND780batch

Il terminale IND780batch di METTLER TOLEDO combina opzioni di controllo multiple con una semplice configurazione delle applicazioni gestendo fino a quattro bilance. Le sue caratteristiche e i suoi vantaggi sono:

- Conformità ISA S88, per un protocollo coerente in tutte le operazioni di dosaggio;
- Fino a 40 ingressi e 56 uscite per la massima flessibilità nella configurazione dei controlli;
- Conservazione di un massimo di 1.000 ricette con 99 passaggi ciascuna e la possibilità di controllare 42 dosaggi automatici di materiale;
- Capacità di configurare il ricalcolo e il looping delle ricette in tempo reale;
- Modalità manuale, semiautomatica e automatica con messaggi definiti dall'utente e acquisizione dei dati semplificata per gli operatori;
- Il programma di configurazione basato su PC BatchTool 780 semplifica la creazione di ricette e ordini, la creazione di report di track & trace, le impostazioni di sicurezza, i report di utilizzo, nonché il backup e il ripristino della configurazione;
- Visualizzazione grafica dei dispositivi che mostrano lo stato del sistema per funzionalità avanzate di diagnostica.



Terminale IND780

Il terminale IND780batch supporta il funzionamento con bilancia singola e presenta le caratteristiche e i vantaggi elencati di seguito:

- Unità di controllo compatto e autonomo per le applicazioni di dosaggio;
- Controllo logico per 10 materiali automatici, un controllo di scarico-svuotamento e un controllo ausiliario;
- Pulsanti Start/Stop e Pausa/Riprendi;
- Spia dello stato;



Terminale IND780batch

Unità di controllo IND780 Q.iMPACT

Il terminale IND780 con il software avanzato per il trasferimento dei materiali rappresenta lo stato dell'arte nel campo dei regolatori del riempimento e del dosaggio. Vari algoritmi di controllo adattivo e predittivo brevettati definiscono un modello matematico in tempo reale per ogni riempimento, acquisendo e compensando automaticamente le naturali variazioni di processo durante ogni alimentazione. Il sistema utilizza un semplice controllo on/off a singola velocità riducendo notevolmente la complessità del sistema, compresi i costi dell'investimento e di manutenzione. Utilizzando un semplice processo a singola velocità, il riempimento è più rapido e molto più accurato rispetto alle configurazioni tradizionali. Un'azienda può così ottenere una maggiore produttività con un costo capitale complessivamente inferiore, migliorando al tempo stesso la qualità e l'omogeneità dei prodotti. Un software per PC semplifica l'impostazione e la configurazione.



Terminale IND780 Q.iMPACT

Reattori chimici

I reattori chimici presentano una serie di sfide dal punto di vista della pesatura. Alcune di queste condizioni si applicano anche alla pesatura dei serbatoi.



Figura 29: recipiente di pesatura

Tipologie di reattori e applicabilità della pesatura

Come illustrato nella Figura 29, il reattore discontinuo è un recipiente dove vengono aggiunte tutte le materie prime (reagenti e catalizzatori) prima di avviare la reazione attraverso, ad esempio, l'innalzamento della temperatura della miscela reattiva nel caso di una reazione endotermica. Durante la reazione non si verificano né aggiunte né scarti. L'effluente viene rimosso solo a reazione completata.

Come accade per il suo corrispettivo discontinuo, anche nel reattore semidiscontinuo tutti i prodotti eccetto un reagente vengono aggiunti sin dall'inizio. Il reagente restante viene quindi dosato per controllare la velocità di reazione. In un'altra modalità, si inizia con tutti i prodotti esattamente come quello discontinuo, ma il prodotto viene rimosso a una velocità controllata nel corso della reazione. Sebbene non accada spesso, il reattore semidiscontinuo può essere utilizzato sia per dosare il reagente che per rimuovere l'effluente durante la reazione.

Una delle opzioni per eseguire un controllo basato sul peso consiste nel proporzionare le materie prime tra i vari serbatoi pesati utilizzando i metodi di dosaggio simultanei o sequenziali descritti in precedenza; il prodotto in uscita dalle bilance viene scaricato direttamente nel reattore.

Un'alternativa è quella di pesare il reattore stesso e utilizzare un metodo di dosaggio cumulativo per aggiungere le materie prime. Nel caso dei reattori semidiscontinui, la bilancia può essere utilizzata anche per controllare il dosaggio dei reagenti aggiuntivi o lo scarico del prodotto. L'unica difficoltà si potrebbe presentare solo laddove il dosaggio e lo scarico debbano avvenire contemporaneamente e non sia possibile alternare le due attività.

Il reattore a flusso continuo è fisicamente identico ai reattori discontinui e semidiscontinui ma, come suggerisce il nome, l'aggiunta delle materie prime e la rimozione di prodotto ed effluente avviene in maniera continua. La tecnologia di pesatura non può essere applicata a questo reattore né ad altri tipi di reattore che utilizzano un processo a flusso continuo effettivo.

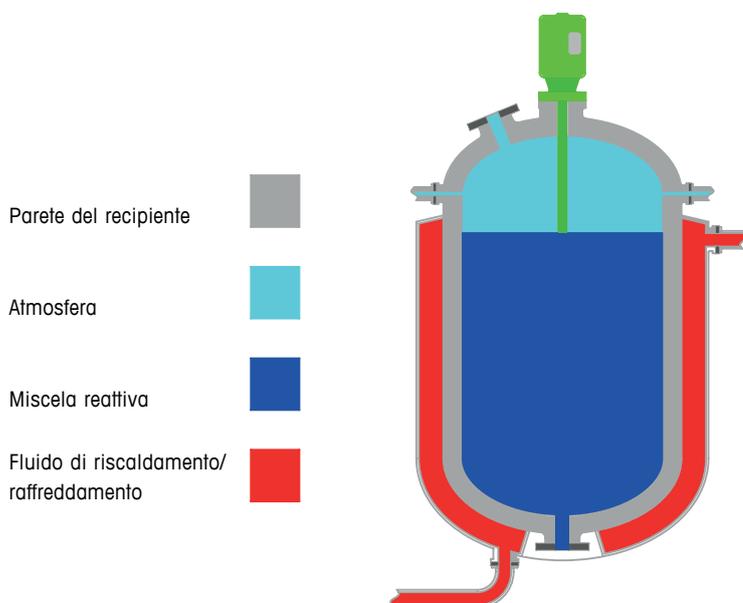


Figura 30: sezione trasversale di un tipico reattore discontinuo

Carico statico

Osservare la sezione trasversale di un tipico reattore discontinuo mostrata nella Figura 30. Esistono vari fattori che contribuiscono al carico statico; si tratta di elementi poco graditi dal punto di vista dell'accuratezza. Di seguito vengono descritti:

1. Data la frequente presenza di pressioni elevate, lo spessore delle pareti dei reattori può essere considerevole rispetto a quello dei serbatoi tradizionali. Possono inoltre essere realizzate in acciaio rivestito di vetro o ceramica e ciò si va ad aggiungere al carico statico.
2. In genere sono presenti dei miscelatori. Questi, uniti a flange, valvole e altri strumenti ausiliari contribuiscono in maniera significativa al carico statico.
3. La maggioranza dei reattori dispone di una camicia di riscaldamento/raffreddamento (come illustrato nella Figura 30), il cui peso e, a volte in misura ancora maggiore, il peso del fluido che contiene, contribuisce al carico statico. Normalmente, un reattore di questo tipo presenta un isolante protetto da un involucro esterno di acciaio inox, che a sua volta aumenta il carico statico.

A volte, il peso statico del recipiente può superare il peso complessivo del prodotto, senza contare i reagenti minori. METTLER TOLEDO può fornire celle di carico e moduli di pesatura con capacità fino a 600 t o più, quindi non è tanto il peso a rappresentare un problema, quanto piuttosto la perdita di accuratezza della pesatura, specie per i reagenti minori.

Quando si stima la portata della bilancia, delle celle di carico o dei moduli di pesatura necessari, occorre tenere conto di tutti i fattori sopra elencati nel calcolo del carico statico.

Sistemi fluidi multipli

Quando si pesa un reattore, è il peso della miscela di reazione a risultare rilevante, ad esempio nella fase iniziale di dosaggio delle materie prime. Tuttavia, la bilancia pesa anche altri fluidi di sistema e, se la loro massa cambia durante il processo di pesatura, possono verificarsi degli errori.

Fluidi di riscaldamento/raffreddamento

Tutti i cambiamenti legati al peso del fluido di riscaldamento/raffreddamento integrato nella bilancia che si verificano nel corso della pesatura hanno un impatto diretto sull'accuratezza della pesatura. Può trattarsi di un impatto significativo, considerati i cambi di temperatura che i reattori possono subire. È pertanto necessario tenere presenti le oscillazioni del volume interno della camicia, così come le variazioni di densità del fluido causate dagli sbalzi di temperatura. Nei sistemi di riscaldamento a vapore, verificare che l'accumulo di condensa resti costante durante le operazioni di pesatura.

Atmosfera

Spesso, nei reattori la pressione viene innalzata per accelerare la reazione. Posto che avvenga durante il processo di pesatura, occorre considerare il cambiamento di peso dell'atmosfera sopra la miscela di reazione. Prendendo ad esempio l'aria a 21 °C costanti (70 °F), la densità sarà pari a 1,2 kg/m³ (0,075 lb/ft³) con una pressione relativa di 0 Pa (0 psi), ma sarà pari a 83 kg/m³ (5,18 lb/ft³) con una pressione di 6.895 kPa (1.000 psi). Ovviamente, la densità di un gas varia anche in base alla temperatura.

Inoltre, un sistema pressurizzato presenta alcune difficoltà specifiche relative ai tubi collegati. Come accennato in precedenza, è preferibile utilizzare un tubo flessibile o giunti di dilatazione nei collegamenti a serbatoi e recipienti. Tuttavia, se soggetti a cambiamenti di pressione, questi possono agire come "cilindri pneumatici" ed esercitare una forza indesiderata sulla bilancia. Questo fattore risulta particolarmente negativo nel caso in cui il tubo flessibile o il giunto di dilatazione si trovino in una tubazione collegata verticalmente alla bilancia. Per informazioni dettagliate in merito vedere il Riferimento 1.



Sezione superiore del reattore che si estende al piano successivo con uno spazio di movimento adeguato



Sezione inferiore del reattore installato sui moduli di pesatura a compressione flessibile

Alcune reazioni provocano la trasformazione del gas; l'espulsione di quest'ultimo causa la diminuzione del peso indicato sulla bilancia.

Occorre inoltre considerare l'effetto sui processi semidiscontinui in cui un reagente gassoso viene fatto bollire all'interno della miscela reattiva durante la reazione chimica. Generalmente, viene fornita una quantità di gas superiore a quella necessaria e l'eccesso viene espulso in modo continuo. L'aumento di peso della miscela reattiva corrisponde chiaramente alla differenza tra il peso del gas aggiunto e la quantità espulsa.

Temperatura

Gli sbalzi di temperatura influiscono sia sull'uscita zero che sulla sensibilità delle celle di carico. Questo aspetto viene compensato in produzione: le celle di carico omologate sono regolate su livelli di tolleranza molto ristretti. Tuttavia un certo grado di sensibilità rimane e, dal punto di vista dell'accuratezza, risulta sensato limitare gli sbalzi di temperatura della cella di carico in tutte le applicazioni. Inoltre, le celle di carico presentano una specifica relativa all'intervallo di temperatura operativa al di fuori della quale possono subire danni o offrire prestazioni inferiori. Ancora una volta risulta utile evitare temperature estreme per quanto riguarda le celle di carico.

Questa considerazione riguarda in particolare i reattori che funzionano spesso a temperature molto lontane dalla temperatura ambiente. La Figura 31 mostra la configurazione di montaggio meno consigliabile a causa del breve percorso di conduzione del calore verso la cella di carico, mentre le Figure 32 e 33 illustrano situazioni più idonee e dotate di percorsi di conduzione più lunghi.

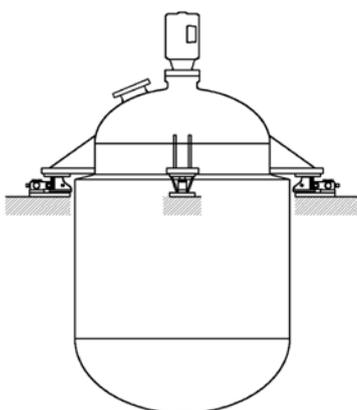


Figura 31: reattore montato in compressione con la configurazione "a pavimento"

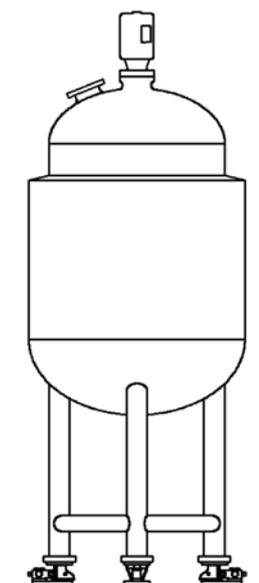


Figura 32: reattore montato in compressione con gambe rinforzate

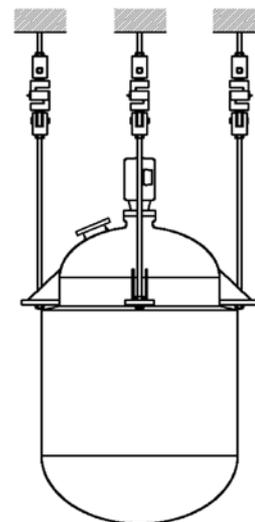


Figura 33: reattore montato in tensione con moduli di pesatura a trazione

Qualora non sia possibile evitare la configurazione mostrata nella Figura 31, METTLER TOLEDO fornirà delle piastre a isolamento termico per i moduli di pesatura da montare tra la piastra superiore del modulo di pesatura e il recipiente, al fine di ridurre la conduzione. Si consiglia inoltre di tenere le celle di carico il più lontano possibile dall'ingresso del fluido di riscaldamento/raffreddamento, poiché tende a essere il punto più caldo/freddo del recipiente.

In generale, se una cella di carico è soggetta a riscaldamento radiante, sarà possibile proteggerla inserendo semplicemente delle schermature metalliche tra la cella e la fonte di calore.

Vibrazione

Come mostrato nella Figura 34, i reattori possono essere equipaggiati con miscelatori, che possono essere molto grandi rispetto alla capacità del recipiente. Questo può provocare l'oscillazione e la vibrazione della bilancia, introducendo rumore nel segnale elettrico e compromettendone l'accuratezza. È possibile adottare una serie di azioni volte a mitigare questi problemi.

1. Se possibile, non attivare il miscelatore durante le operazioni di pesatura.
2. Se il modulo di pesatura è di tipo in sospensione autoallineante, utilizzare degli stabilizzatori orizzontali per fermare la bilancia.

Per alcuni moduli di pesatura METTLER TOLEDO sono disponibili stabilizzatori opzionali.

3. Utilizzare le piastre antiurto/antivibrazioni METTLER TOLEDO per la maggioranza dei moduli di pesatura, sistemandole tra la piastra superiore del modulo e la bilancia per smorzare le vibrazioni.
4. Utilizzare un terminale METTLER TOLEDO con TraxDSP, come indicato in precedenza.

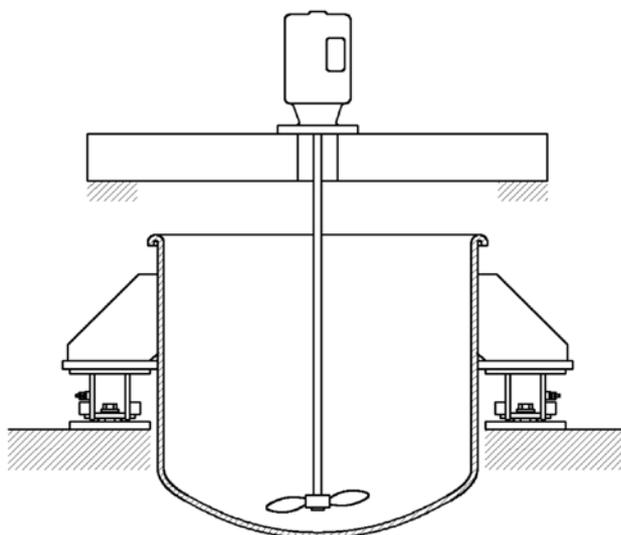


Figura 34: serbatoio con miscelatore montato esternamente

I serbatoi dotati di miscelatore montato in maniera indipendente (in genere non recipienti per reattori; vedere la Figura 34), possono essere sottoposti a una considerevole forza rotativa, che a sua volta può influire notevolmente sull'accuratezza. È importante stabilizzare la bilancia applicando degli stabilizzatori tangenziali.

Per maggiori informazioni sulla gestione di vibrazioni, miscelatori e così via, consultare il Riferimento 1.

Certificazioni ed approvazioni

L'area immediatamente circostante ai sistemi di dosaggio spesso è considerata a rischio di esplosione a causa dei vapori o delle polveri generate dal processo di dosaggio. METTLER TOLEDO dispone di una gamma completa di prodotti conformi ai vari requisiti globali per gli impianti elettrici utilizzati in aree a rischio di esplosione. Tali approvazioni sono disponibili di serie su numerose celle di carico METTLER TOLEDO (vedere il Riferimento 6). Inoltre, molti accessori dei moduli di pesatura e delle celle di carico sono conformi ai requisiti EN per gli strumenti non elettrici utilizzati in aree a rischio di esplosione (vedere il Riferimento 10). METTLER TOLEDO offre inoltre numerose risorse utili per selezionare lo strumento appropriato per l'uso nelle aree a rischio di esplosione (vedere i Riferimenti 9, 11, 12 e 13). Per accedere al seminario online: www.mt.com/webinar o www.mt.com/hazardous.

Esistono varie situazioni in cui le prestazioni degli strumenti di pesatura devono conformarsi alle normative nazionali e internazionali, specialmente se utilizzati per il commercio. METTLER TOLEDO offre un portafoglio di prodotti completo e approvato a livello globale per l'utilizzo all'interno di applicazioni commerciali (omologate). Tali approvazioni sono disponibili di serie su numerose celle di carico (vedere il Riferimento 6 oppure il sito Web www.mt.com/ind-weighing-component-catalog).

Riferimenti

1. Manuale su sistemi e moduli di pesatura, METTLER TOLEDO AG.
www.mt.com/ind-system-handbook
2. Pesatura accurata con le bilance per serbatoi, METTLER TOLEDO AG.
3. Moduli di pesatura moderni, METTLER TOLEDO AG.
4. Tecnologie di pesatura, METTLER TOLEDO AG.
5. Confronto tra PowerMount™ e i moduli di pesatura analogici, METTLER TOLEDO AG.
6. Catalogo dei componenti di pesatura, METTLER TOLEDO AG.
7. Controllo di dosaggio, METTLER TOLEDO AG.
8. Conoscere meglio il proprio sistema di dosaggio, METTLER TOLEDO AG.
9. Catalogo per aree a rischio di esplosione, METTLER TOLEDO AG.
10. EN 13463-1, strumenti non elettrici per aree a rischio di esplosione – Parte 1: Metodo di base e requisiti, CEN.
11. Processo più sicuro grazie a soluzioni di pesatura a sicurezza intrinseca, METTLER TOLEDO AG.
12. Seminario online: Pesatura in aree a rischio di esplosione – Livello base, METTLER TOLEDO AG.
13. Seminario online: Pesatura in aree a rischio di esplosione – Livello avanzato, METTLER TOLEDO AG.

Una gamma completa di componenti di pesatura

Le celle di carico coprono l'intera gamma di portata da 11 g a 300 t. La risoluzione minima è 0,001 mg. La gamma degli strumenti spazia dai terminali di pesatura completi, fino ai componenti adatti al montaggio in armadi elettrici su guide DIN. In base alla versione, l'elettronica può essere integrata nei sistemi di comunicazione tramite interfacce seriali o analogiche, Profibus DP, Profinet IO, Ethernet IP, Modbus, DeviceNet o ControlNet e CC-Link.

L'ampia gamma di componenti è presentata in dettaglio in 200 pagine contenenti anche disegni e istruzioni di montaggio.



È possibile richiedere una copia stampata del catalogo di pesatura in inglese o scaricarlo in formato PDF.

► www.mt.com/weighing-component-catalog

www.mt.com

Per maggiori informazioni

Mettler-Toledo AG

PO Box VI-400, CH-8606 Greifensee
+41-44-944 22 11, Fax +41-44-944 31 70

Soggetto a modifiche tecniche
Codice di ordinazione: 30220326
© 09/2014 Mettler-Toledo AG
MarCom Industrial