



Integração bem-sucedida de pesagem Para tanques, recipientes e reatores

METTLER TOLEDO

Índice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Resumo executivo | 5 |
| 2 | Pesagem – a tecnologia mais versátil | 6 |
| 3 | Balanças de processo típicas | 7 |
| 4 | Selecione um processo de batelada adequado | 8 |
| | Introdução | 8 |
| | Batelada simultânea | 9 |
| | Batelada sequencial | 9 |
| | Batelada cumulativa | 9 |
| | Resumo | 10 |
| 5 | Entenda os fundamentos da tecnologia | 12 |
| | Restauração de força magnética | 12 |
| | Medidor de tensão | 13 |
| | PowerMount™ | 14 |
| 6 | Selecione o sensor de pesagem/balança adequado | 15 |
| | Células de pesagem de ponto único | 16 |
| | Balanças de Piso e Bancada | 17 |
| | Células de pesagem de compressão ou módulos de pesagem | 18 |
| | Células de pesagem de tensão ou módulos de pesagem | 20 |
| 7 | Dicas para projeto e instalação da balança | 21 |
| | Tubulação | 21 |
| | Suporte estrutural | 22 |
| | Tanques portáteis de pesagem | 23 |
| | Capacidade do sensor | 23 |
| | Calibração | 24 |
| 8 | Influência do material e do alimentador sobre a precisão | 26 |
| | Materiais | 26 |
| | Alimentadores | 26 |
| 9 | Velocidade versus precisão | 27 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 10 | Controle seu processo | 28 |
| | Processo de enchimento | 28 |
| | Alimentação rápida e fina | 29 |
| | Derramamento | 29 |
| | Intermitência | 29 |
| | Controle | 30 |
| | Terminais | 32 |
| | Importância da conversão A/D e filtragem | 32 |
| | E/S digital | 33 |
| | Conectividade | 33 |
| | IND780batch | 33 |
| | Controlador IND780Q.iMPACT | 34 |
| 11 | Tanques de reação química | 35 |
| | Tipos de reator e aplicabilidade da tecnologia de pesagem | 35 |
| | Peso morto | 36 |
| | Sistemas de múltiplos fluidos | 37 |
| | Fluidos de aquecimento / resfriamento | 37 |
| | Atmosfera | 37 |
| | Temperatura | 38 |
| | Vibração | 39 |
| 12 | Requisitos de certificação | 40 |
| 13 | Referências | 41 |



Por que ler este guia?

O guia atende os usuários finais que planejam comprar recipientes e tanques de processo, bem como fabricantes de máquinas, ajudando a avaliar os equipamentos de processo atuais e a avaliar soluções alternativas.

Para os usuários finais, o guia fornece uma visão geral da terminologia e das tecnologias mais comuns e, especialmente, das vantagens e desvantagens de cada uma. Isso permitirá um diálogo inteligente com os potenciais fornecedores e será útil para criar solicitações profissionais de cotações.

Fabricantes de máquinas podem obter informações úteis para otimizar o desempenho de seus equipamentos de processo. O guia também ajuda a explicar a relação entre velocidade e precisão, e outros fatores que influenciam no desempenho geral das balanças de processo.

Resumo

Controlar processos pelo peso tem muitas vantagens em comparação a métodos volumétricos, incluindo precisão e a consequente facilitação do controle do processo estatístico e rastreabilidade. Uma grande variedade de materiais é processada, incluindo líquidos, gases e sólidos, e a variedade de processos aos quais eles são submetidos é quase infinita. A pesagem é uma tecnologia universal que pode ser usada independente do material. A METTLER TOLEDO, com sua ampla gama de produtos e três tecnologias de pesagem aprovadas globalmente, pode encarar o desafio de praticamente qualquer exigência de controle de processo que você possa ter.

Pesagem – A tecnologia mais versátil

Em muitos setores de processo, recipientes ou tanques de reação química são o centro da operação de produção. Transferências precisas de material de/para eles são importantes, se não fundamentais, na manutenção da consistência do produto, sua qualidade e conformidade com os regulamentos. Além disso, uma balança pode auxiliar muito na eficiência de produção, por exemplo, reduzindo o uso e o descarte de materiais e mantendo inventários precisos.



Figura 1: Balança de tanque típica



Figura 2: Balança de tanque de piso

Tanques e recipientes podem usar fluxômetros ou balanças de pesagem para controlar o enchimento/esvaziamento. Medidores de fluxo volumétricos sofrem com diversos problemas que podem ser evitados pela pesagem. Aqui estão algumas vantagens da pesagem:

- A tecnologia de pesagem é universal no sentido de que a mesma balança pode ser usada para pesar líquidos, sólidos ou gases, ou qualquer mistura dos mesmos.
- Diferente da maioria dos fluxômetros, as balanças de pesagem não são afetadas por mudanças nas propriedades do material, como densidade, viscosidade, gases aprisionados e formação de espuma.
- O equipamento de pesagem não está em contato com o material, assim, não há redução de desempenho devido a materiais corrosivos ou abrasivos.
- Uma balança de tanque sempre indica diretamente a massa do material presente a qualquer momento; ela não depende do cálculo de um valor com base na vazão, no tempo e na densidade para todas as entradas e saídas de material individuais. Se a vazão for errática ou parar inesperadamente, não há incerteza sobre o peso contido na balança do tanque.
- A pesagem é mais precisa e pode operar em uma faixa de tolerância menor.
- A pesagem pode ser usada em aplicações comerciais (homologadas), se necessário.
- O equipamento de pesagem pode ser calibrado e verificado no local; não há necessidade de enviar o equipamento para calibrações dispendiosas.

A pesagem, é claro, tem algumas limitações, que serão discutidas a seguir. Este guia tem foco em recipientes e tanques de processo de pequeno e médio portes e em como a tecnologia de pesagem pode ser aplicada com sucesso a eles. Recipientes e tanques de processo geralmente estão associados à manipulação de líquidos, mas gases e sólidos também podem ser adicionados; porém, a saída costuma ser um líquido ou semissólido que flui de modo relativamente livre.

Balanças de processo típicas

A Figura 3 ilustra uma balança de tanque típica sobre a qual o tanque fica em módulos de pesagem conectados a um terminal.

O terminal monitora o peso do tanque e controla as válvulas de enchimento. Essa balança é chamada de balança de colocação de peso ou ganho de peso, e é típica para operações de batelada. Uma balança de tanque pode ser autônoma, como mostrado, ou pode ser integrada de várias maneiras a um sistema maior que inclua, por exemplo, um controlador lógico programável (PLC).

A Figura 4 é idêntica, exceto pelo terminal que controla a válvula de descarga. Isso é chamado de balança de remoção de peso ou perda de peso. Aqui, a balança pode ser usada para fornecer um determinado peso de material o mais rapidamente possível para encher recipientes, ou pode fornecer material a uma vazão controlada para um processo a jusante.

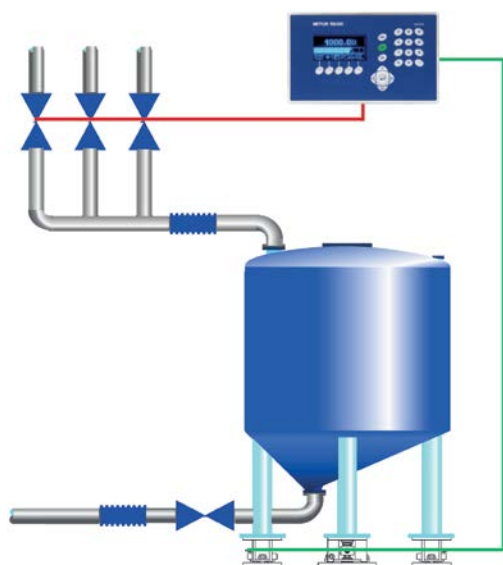


Figura 3: Balança de tanque de colocação de peso

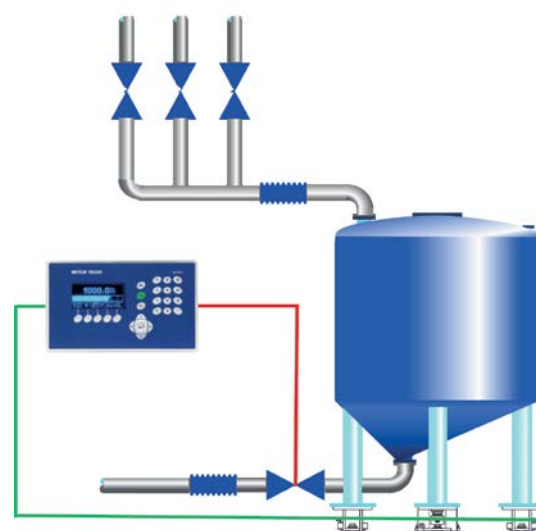


Figura 4: Balança de tanque de remoção de peso

O terminal também pode controlar os fluxos de entrada e descarga. Em uma aplicação típica, a balança do tanque pode ser usada no modo de colocação de peso para adicionar vários materiais para criar uma batelada. Então, depois de misturá-los, pode ser usada no modo de remoção de peso para encher recipientes para envio. Alguns terminais podem controlar o enchimento e/ou descarga de várias balanças de tanque ao mesmo tempo. Porém, para uma única balança, apenas um material pode ser transferido (seja enchimento ou descarga) por vez. Essa é uma das limitações da tecnologia de pesagem, tornando-a mais adequada para processos de batelada.

Selecione um processo de batelada

Introdução

Aplicações de processo de fabricação são geralmente classificadas como contínuo ou descontínuo. Fabricação de processo contínua é caracterizada por um fluxo contínuo de matérias-primas e transformação dos materiais em um produto acabado durante a movimentação. São geralmente indústrias de alto volume que justificam um processo dedicado a um produto. Exemplos incluem produção de cimento, refinação de petróleo e geração de eletricidade. A produção com processo em batelada é caracterizada pelo fluxo de matéria-prima descontínuo, transformação de matéria-prima em bateladas e fluxo de produto acabado descontínuo. A produção com processo em batelada é tipicamente de menor volume, com uma variedade de matérias-primas combinadas para produzir uma ampla variedade de produtos acabados. Trocas de linha são frequentes. Muitas indústrias produzem em bateladas, incluindo as indústrias alimentícias, farmacêuticas e químicas. A tecnologia de pesagem é adequada para processos em batelada e amplamente usada nesses setores.



Os métodos de batelada podem ser classificados como simultâneos, sequenciais e cumulativos. Cada um tem seus pontos fortes e pontos fracos, e influenciam muito na precisão do sistema que pode ser obtida, como discutido nas seções seguintes.

Batelada simultânea

Batelada simultânea (também chamada de batelada horizontal) requer uma balança por matéria-prima, como mostra a Figura 5. Cada material é pesado de modo independente e descarregado em um tanque de mistura ou linha abaixo para mais processamento. Uma vez que cada material tem a própria balança, sua capacidade pode ser otimizada para esse material, produzindo resultados de alta precisão. Também é o método mais rápido, uma vez que todos os materiais são pesados ao mesmo tempo. Por outro lado, possui os custos financeiros de equipamento mais elevados. Veja o resumo abaixo para uma lista completa de vantagens e desvantagens.

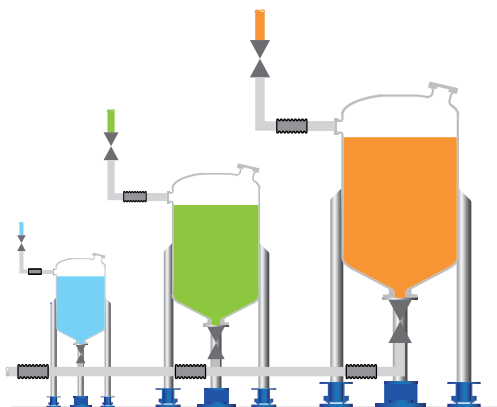


Figura 5: Batelada simultânea

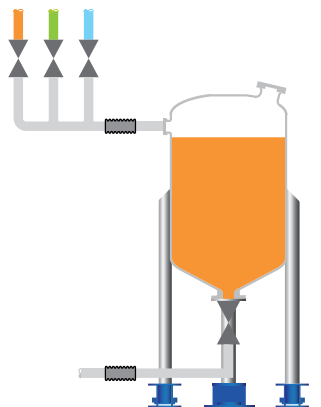


Figura 6: Batelada sequencial

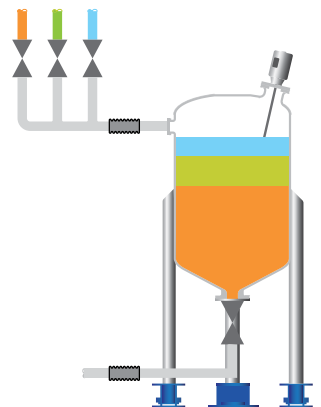


Figura 7: Batelada cumulativa

Batelada sequencial

Em uma batelada sequencial (veja a Figura 6), uma única balança de tanque é usada para pesar e descarregar cada ingrediente em sequência. Os vários materiais podem ser acumulados em um tanque de mistura separado ou enviados a jusante para mais processamento. As vantagens são o menor tamanho físico e o custo mais baixo. A principal desvantagem é ser mais lento na operação.

Batelada cumulativa

Em batelada cumulativa (também chamada de batelada vertical), a organização da balança é idêntica à usada na batelada sequencial, mas deve ser grande o suficiente para acumular toda a batelada (veja a Figura 7). Os materiais são enchedos em turnos e acumulado no tanque até a batelada estar concluída. A principal vantagem é que todos os materiais estão presentes no tanque e demais processos, como mistura e dissolução, podem ser realizados sem equipamento adicional. A desvantagem é que a capacidade da balança é a maior e menos adequada para pesar ingredientes menores, de modo que tem a menor precisão.

Resumo

As vantagens e desvantagens dos três métodos são resumidas na tabela a seguir:

Comparação de métodos de batelada

| Parâmetro | Método | | |
|---|----------------|----------------|------------|
| | Simultâneo | Sequencial | Cumulativo |
| Capacidade da balança otimizada por material ¹ | +++ | ++ | + |
| Precisão ² | +++ | ++ | + |
| Velocidade da operação | +++ | + ³ | ++ |
| Menor custo de balança | + | +++ | ++ |
| Menor complexidade de controle | + | +++ | +++ |
| Menor tamanho de balança | + | +++ | ++ |
| Menor risco de contaminação cruzada ⁴ | +++ | + | + |
| Processamento subsequente é possível na balança | n/a | n/a | +++ |
| Nenhum tanque de mistura adicional é necessário | ? ⁵ | ? ⁵ | +++ |
| Os materiais permanecem isolados até a aceitação da batelada ⁶ | +++ | Não | Não |
| As balanças devem ser calibradas com precisão ⁷ | Sim | Não | Não |

Tabela 1

Observações:

1: Especialmente importante para a precisão quando as proporções de matéria-prima variam muito em uma fórmula.

2: Especialmente verdadeiro quando as proporções de matéria-prima variam muito em uma fórmula.

3: A velocidade é mais lenta em batelada sequencial devido a vários ciclos de descarga.

4: Em uma situação em que nem todas as matérias-primas são usadas em todas as fórmulas.

5: Depende do processo a jusante.

6: Se algo der errado durante a batelada, é mais conveniente solucionar problemas ou retrabalhar a batelada ou reciclar as matérias-primas se elas permanecerem separadas até a aceitação final da batelada.

7: Em batelada simultânea, todas as balanças devem ser calibradas corretamente para obter proporcionamento correto entre as balanças. Em batelada sequencial e cumulativa, uma balança mal calibrada (que de outra forma esteja funcionando corretamente, com boa linearidade, repetibilidade, etc.) significará que o peso absoluto ou produto final produzido estará incorreto, mas a proporção de cada ingrediente estará correta.



Figura 8: Pesagem de materiais adicionados manualmente fora da linha

Na prática, combinações desses métodos costumam ser usadas para superar as deficiências de um método em particular. Por exemplo, um sistema pode ter um tanque cumulativo para pesar os principais ingredientes, enquanto um tanque sequencial independente, descarregando para o tanque cumulativo, pode ser usado para pesar os ingredientes secundários.



Balança de Plataforma da Linha K com tecnologia de restauração de força magnética

A precisão de todos os métodos de batelada pode ser aumentada se ingredientes secundários, como sabores, essências e corantes, forem pesados fora da linha em uma balança adequada e adicionados manualmente. Isso é particularmente interessante para sólidos, uma vez que evita a necessidade de um sistema de alimentação de sólidos no tanque. As balanças de plataforma da linha K ou WMH de alta precisão da METTLER TOLEDO (discutidas mais tarde) costumam ser usadas nessas aplicações críticas de pesagem.

Entenda os fundamentos da tecnologia

Restauração de força magnética

A METTLER TOLEDO oferece tecnologia de restauração de força magnética (MFR) de alto desempenho com cerca de dez vezes a precisão de outros sensores de pesagem descritos nas seções a seguir. A Figura 9 ilustra as peças de uma célula de pesagem MFR. Consulte a Referência 4 para uma descrição e uma comparação com sensores de medição de tensão.

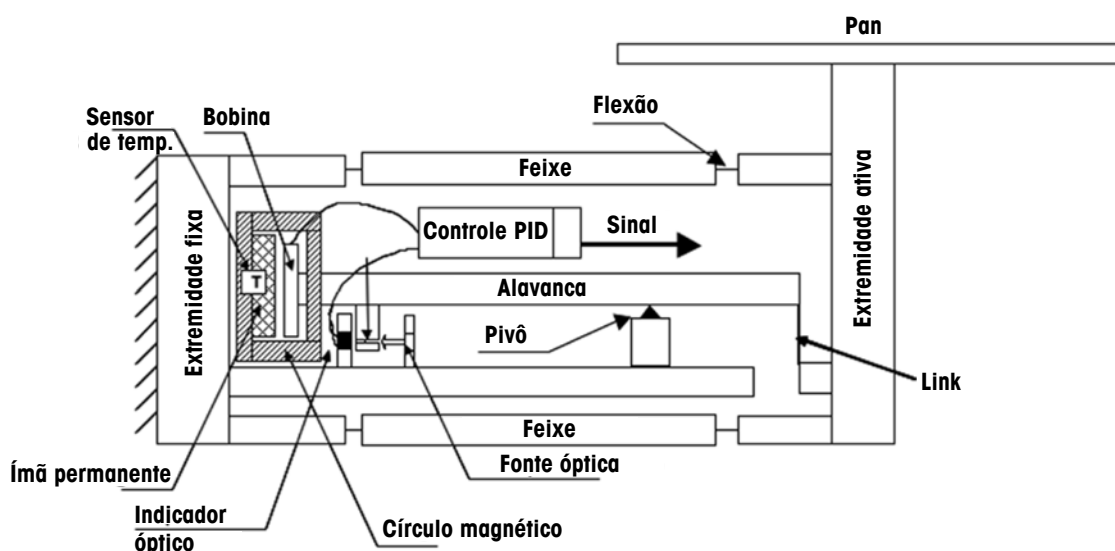


Figura 9: Sensor baseado na Tecnologia de MFR da METTLER TOLEDO



Célula de pesagem de restauração de força magnética (MFR) com alta resolução para melhor precisão.



Célula de pesagem de restauração de força magnética dentro do gabinete com proteção IP66/67.

Medidor de tensão

Células de pesagem com base em tecnologia de medidor de tensão são o sensor de pesagem mais usado em balanças industriais. São muito versáteis pois a mesma tecnologia básica pode ser usada com capacidades que variam de 3 kg (7 lb) a 600 t ou mais. Também podem ser usadas individualmente ou em múltiplos para escalas maiores. A METTLER TOLEDO fornece jogos de equipamentos de módulo de pesagem para facilitar a integração. Esses módulos de pesagem são especificamente projetados para serem precisos, seguros e robustos, considerando os ambientes de instalação e operação atuais (consulte a Referência 3); Níveis de desempenho de metrologia vão até OIML C6 e NTEP classe IIIM 10.000 divisões.

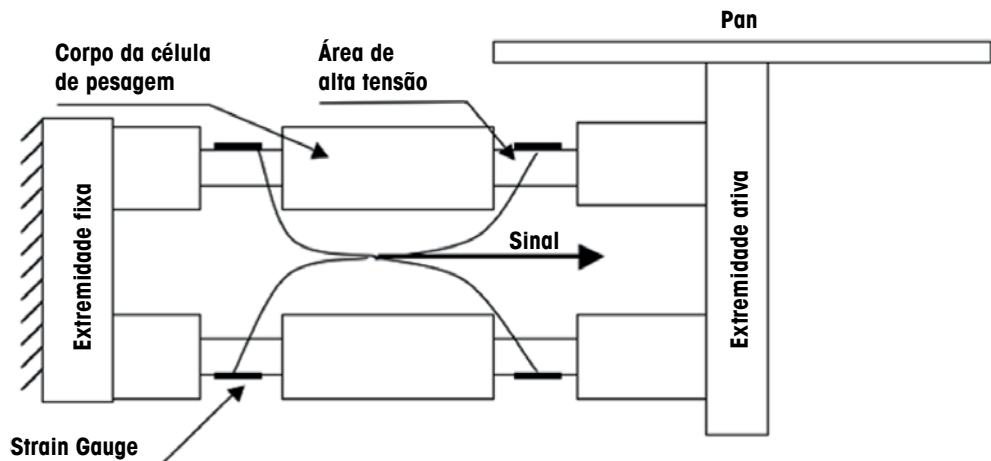


Figura 10: Sensor com base em medidores de tensão



Células de pesagem de ponto único com tecnologia de medição de tensão. Essas células de pesagem geralmente variam de 3 kg até 2.000 kg (5 lb a 4.000 lb).



Célula de pesagem de feixe hermeticamente fechada com tecnologia de medição de tensão. Essas células de pesagem geralmente variam de 5 kg até 5 t (10 lb a 10.000 lb).



Célula de pesagem de tensão tipo S com tecnologia de medição de tensão. Essas células de pesagem geralmente variam de 50 kg até 10 t (100 lb a 20.000 lb).



Célula de pesagem de tubo para capacidade pesada com tecnologia de medidor de tensão. Essas células de pesagem geralmente variam de 7,5 t até 600 t (15.000 lb a 1.200.000 lb).

PowerMount™

A METTLER TOLEDO fabrica células de pesagem digitais desde os anos 1980. Elas se tornaram o padrão de referência em vários setores. São células de pesagem de medição de tensão com um conversor Analógico/Digital (A/D) e um microprocessador integrados. Elas fornecem desempenho e funcionalidade aprimorados em comparação às células de carga analógicas convencionais. A METTLER TOLEDO agora oferece essa tecnologia PowerCell nos módulos de pesagem PowerMount™. Isso tem vários benefícios na pesagem de processo:



Módulos de pesagem PowerMount™

1. Manutenção preditiva. A balança monitora cada célula de pesagem individual e notifica o usuário se qualquer parte do sistema mostrar sinais de problemas iminentes.
2. Nenhuma caixa de junção e cabos removíveis. O sistema PowerMount™ funciona em um cabo de rede encaixada passando entre as células de pesagem. Não há caixa de junção típica de sistemas analógicos, o que frequentemente é a fonte de falhas. Além disso, os cabos da célula de pesagem são removíveis, e podem ser substituídos individualmente se forem danificados.
3. Não é necessária recalibração ao substituir o componente. As saídas digitais das células de pesagem são muito bem combinadas, a ponto de não ser necessário que se faça recalibração se uma célula de pesagem, cabo ou terminal precisar de substituição.
4. Sinal digital robusto com alta imunidade RFI/EMI. Os níveis de sinais analógicos são muito baixos. Cada passo no display do terminal depende da detecção de uma mudança do sinal de aproximadamente 5 milionésimos de volt ($5\mu\text{V}$).
O PowerMount® usa CAN Bus para transmissão de dados. É um sinal digital robusto de +/- 5 V normalmente usado na indústria de automóveis.
5. Maior desempenho. Com um microprocessador em cada célula de pesagem, elas são compensadas digitalmente para maior desempenho até níveis OIML C10 e NTEP 10.000 III M.

Consulte a Referência 5 para uma comparação entre o PowerMount e módulos de pesagem analógicos.

Selecione o sensor de pesagem/balança

Tanques e recipientes variam muito em capacidade e precisão exigidas e há várias abordagens para aplicar tecnologia de pesagem a eles. Isso é resumido na Tabela 2 e descrito em mais detalhes nas seções a seguir.

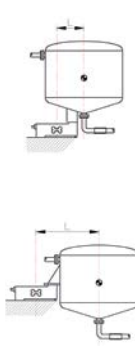
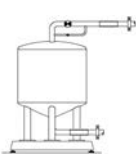
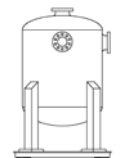
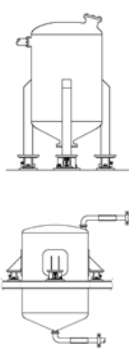
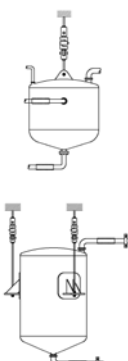
| | |  |  |  |  |  |
|--|-----------------------------------|---|--|---|---|---|
| Coluna | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Prod. base células pesag. MFR | | Cél. pesag. ponto único | Bal. bancada | Bal. piso | Cél. Pesag. comp | Cél. pesag. tensão |
| Plataforma de bancada, MFR | Capacidade máx: kg/lb | – | 32 / 70 | – | – | – |
| | Tam. máx. bal.: cm/pol | – | 28 x 35 / 11 x 14 | – | – | – |
| | Aprovação: OIML/NTEP | – | II 32, III 6.4 / II 32, III 10 | – | – | – |
| Balança de piso, MFR | Capacidade máx: t/kg/lb | – | – | 3 / 6 | – | – |
| | Tamanho máximo da balança: m/pé | – | – | 1,5 x 1,5 / 5 x 5 | – | – |
| | Aprovação: OIML/NTEP | – | – | III 6 / – | – | – |
| Prod. base cel. pesag. med. tensão | | | | | | |
| Célula de pesagem de ponto único | Núm. cél. pesag. | 1 | – | – | – | – |
| | Capacidade máx: t/kg/lb | 1 / 2,2 | – | – | – | – |
| | Tam. máx. bal.: cm/pol | Ver abaixo | – | – | – | – |
| | Aprovação: OIML/NTEP | C3 / IIIS 5 | – | – | – | – |
| Célula de pesagem de compressão ou módulo de pesagem | Núm. cél. pesag./bal. | – | – | – | 3+ | – |
| | Capacidade máx: t/kg/lb | – | – | – | 1000 / 2200 | – |
| | Tamanho máximo da balança: cm/pol | – | – | – | Sem limites | – |
| | Aprovação: OIML/NTEP | – | – | – | C10 / IIIM 10 | – |
| Célula de pesagem de tensão ou módulo de pesagem | Núm. cél. pesag./bal. | – | – | – | – | 1+ |
| | Capacidade máx: t/kg/lb | – | – | – | – | 25 / 55 |
| | Tam. máx bal: cm/pol | – | – | – | – | Sem limites |
| | Aprovação: OIML/NTEP | – | – | – | – | C3 / IIIM 5 |
| Balança de bancada | Capacidade máx: kg/lb | – | 600/1000 | – | – | – |
| | Tam. máx bal: cm/pol | – | 60x80/24x32 | – | – | – |
| | Aprovação: OIML/NTEP | – | III 6/III 10 | – | – | – |
| Balança de piso | Capacidade máx: t/kg/lb | – | – | 12 / 20 | – | – |
| | Tam. máx bal: cm/pol | – | – | 2 x 2 / 5 x 7 | – | – |
| | Aprovação: OIML/NTEP | – | – | III 6 / III 5 | – | – |

Tabela 2

Células de pesagem de ponto único

As Figuras 11 e 12 mostram tanques montados em células de pesagem de ponto único. Essas células de pesagem são projetadas para serem usadas individualmente e para pesar dentro da tolerância, independentemente do deslocamento lateral do centro de gravidade do tanque. Células de pesagem de ponto único costumam ser usadas em balanças de bancada, como mostra a Figura 13 a seguir. Uma célula de pesagem é centralizada sob a superfície de pesagem e suas folhas de dados especificam um "tamanho máximo de prato" para essa situação. Quando usadas como mostram as Figuras 11 e 12, é melhor colocar o centro de gravidade do tanque ao longo do eixo longitudinal da célula de pesagem, e a dimensão L não deve exceder metade da especificação de tamanho máximo de prato para a célula de pesagem.

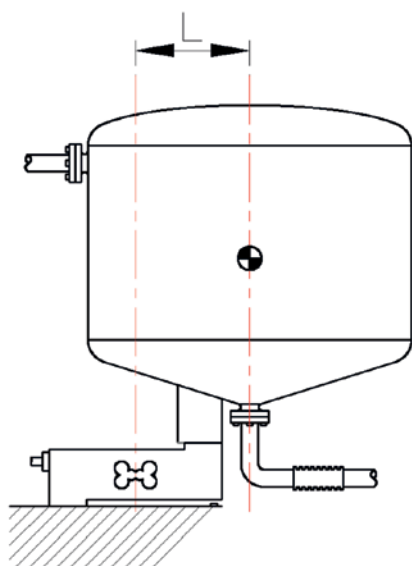


Figura 11: Tanque/recipiente pequeno, pesado em uma célula de pesagem de ponto único

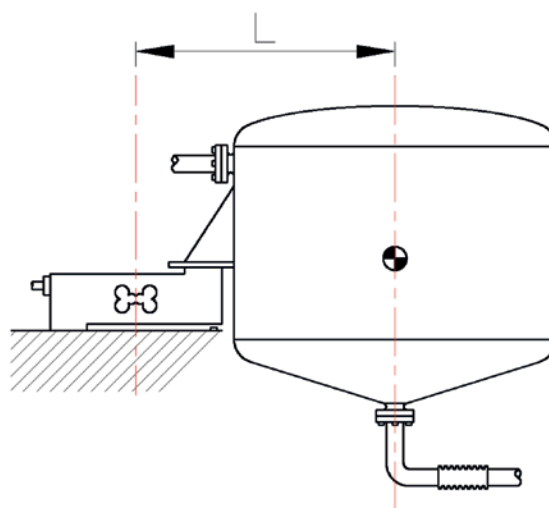


Figura 12: Tanque/recipiente pequeno pesado em uma célula de pesagem de ponto único com offset para um lado.

Por exemplo, para uma célula de pesagem modelo MT1241, a especificação de tamanho máximo do prato é de 40 x 40 cm (16 x 16 pol), o que significa que a dimensão L deve ser, no máximo, de 20 cm (8 pol) para essa célula. Seja mais conservador na escolha da capacidade da célula de pesagem à medida que a dimensão L se aproxima desse limite. A situação ideal seria quando a dimensão L é zero, colocando o centro de gravidade do tanque diretamente acima do centro da célula de pesagem, mas isso raramente pode ser obtido na prática. Use uma parada de sobrecarga para evitar danos à célula de pesagem. Com qualquer balança montada a partir de um ponto único como esse, forneça um meio alternativo de fixar a balança caso uma falha da célula de pesagem ou de qualquer hardware possa causar danos ou lesões.

A METTLER TOLEDO oferece uma linha completa de células de pesagem de ponto único com capacidades de 3 kg (7 lb) a 2.000 kg (4.400 lb.) em vários materiais, níveis de proteção e uma linha completa de aprovações.



Célula de pesagem de ponto único Modelo MT1241

Balanças de piso e bancada

A Figura 13 mostra um pequeno tanque montado em uma plataforma de bancada típica, enquanto a Figura 14 mostra um tanque maior montado em uma balança de piso.

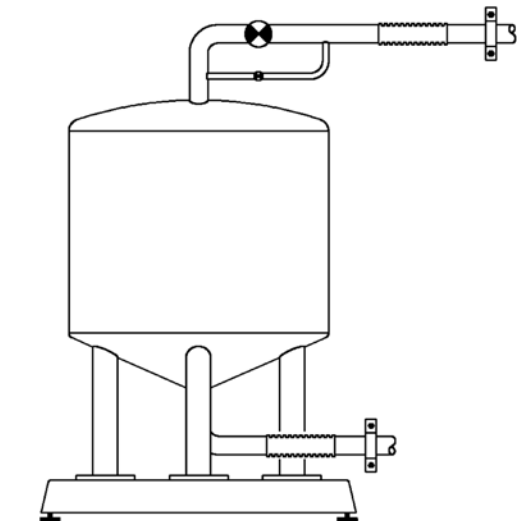


Figura 13: Tanque/recipiente pequeno pesado em uma plataforma de bancada.

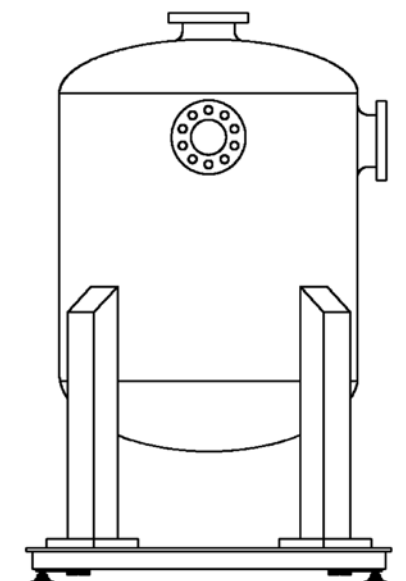


Figura 14: Tanque/recipiente pesado em uma balança de piso.

Balanças de piso podem ser montadas no chão ou em um poço, como mostra a Figura 21. Quando balanças de bancada ou piso são usadas, o tanque deve ser inerentemente estável contra tombamento, uma vez que a balança não fornece proteção contra levantamento. Consulte a METTLER TOLEDO sobre onde melhor posicionar as pernas do tanque na superfície de pesagem.

Produtos adequados são modelos WMH ou bases da Linha K, que variam em tamanho de 20 cm² (8 pol.) e capacidade para 3 kg (6 lb.) até 1,5 m² (60 pol.) e 3.000 kg (6.000 lb.). Com aprovações homologadas até OIML e NTEP classe II 32000e, esses produtos são aproximadamente dez vezes mais precisos que as balanças com base em medição de tensão, e abrem uma nova dimensão de possibilidades para a pesagem em tanque. Estão disponíveis em aço inoxidável ou galvanizado por imersão a quente e têm um peso incorporado para calibração de rotina.



Plataforma de bancada da Linha K com tecnologia de pesagem MFR superior



Balança de piso da Linha K com tecnologia de pesagem MFR superior.

A METTLER TOLEDO oferece uma linha completa de balanças de bancada industriais padrão com base na tecnologia de medição de tensão e capacidades para até 600 kg (1.000 lb.) e balanças de piso com plataformas maiores e capacidade para até 12 t (20 klb.).



Plataforma de bancada modelo PBD655



Balança de piso modelo 2256 VLC

Células de pesagem de compressão e módulos de pesagem

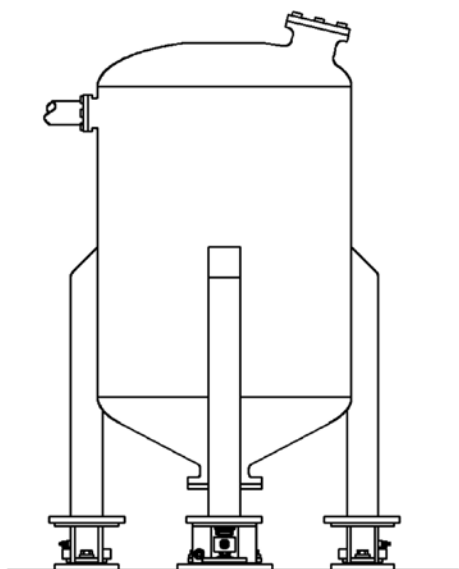


Figura 15: Tanque pesado em módulos de pesagem por compressão

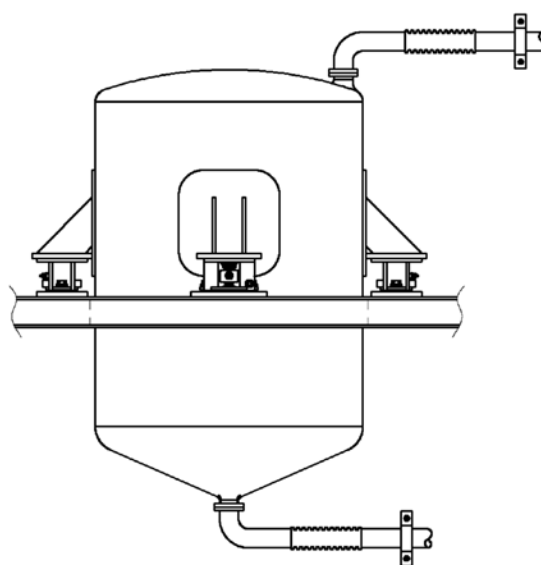


Figura 16: Tanque pesado em módulos de pesagem por compressão, método "através do piso"

As células de pesagem e módulos de pesagem por compressão fornecem a maior versatilidade em aplicar tecnologia de pesagem a tanques e recipientes com o mesmo conceito básico aplicável a tanques de capacidade de 10 kg (20 lb) a 1.000 t ou mais. Pelo menos três células de pesagem de compressão ou módulos de pesagem devem ser usados para estabilizar a balança, e normalmente quatro seriam usados nas balanças



Módulo de pesagem por compressão MultiMount com célula de pesagem de medidor de tensão tradicional integrada.



Módulo de pesagem por compressão PowerMount com célula de pesagem de medidor de tensão integrada com microprocessador integrado.

quadradas ou retangulares. Também podem ser aplicados sob as pernas do tanque (como mostra a Figura 15) ou em aplicações através do piso (como mostra a Figura 16). As células de pesagem podem ser usadas, mas é preciso ter cuidado para projetar a montagem e a introdução da carga corretamente, para permitir expansão e contração térmica livre. Os acessórios de montagem são fornecidos para facilitar o trabalho, mas toda fixação horizontal ou vertical deve ser fornecida externamente.

A abordagem mais fácil é usar módulos de pesagem em que todas essas preocupações tiverem sido abordadas no design do módulo. Além disso, os módulos de pesagem PowerMount™ podem ser usados para aproveitar os muitos recursos extras disponíveis, como manutenção preditiva.



Célula de pesagem de feixe SLB215 com introdução de carga rosqueada



Acessórios de montagem para a célula de pesagem SLB215 para facilitar a instalação correta



Célula de pesagem de feixe 0745A com um furo cego de introdução de carga



Acessórios para célula de pesagem 0745A para introdução de carga e desempenho ideais

Células de pesagem de tensão e módulos de pesagem

Os tanques podem ser suspensos de uma única célula de pesagem ou módulo de pesagem de tensão como mostra a Figura 17, e a Figura 18 mostra uma situação mais típica, em que um tanque é suspenso com três módulos de pesagem.

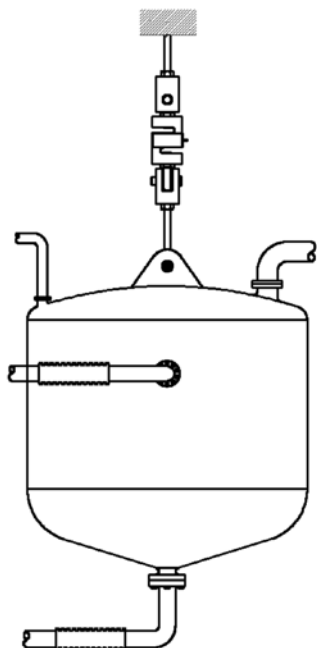


Figura 17: Tanque/recipiente pequeno pesado em módulo de pesagem de tensão

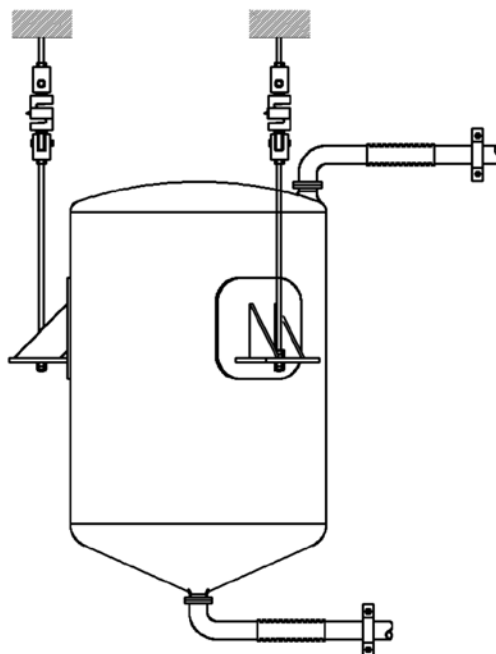


Figura 18: Tanque/recipiente pesado em módulos de pesagem de tensão

Esse método de montagem pode ser conveniente se a estrutura elevada já existe ou o espaço sob a balança precisa ser mantido livre. Aplica-se a capacidades de balança de cerca de 20 kg (45 lb) a 30 t.

Estabilizadores horizontais costumam ser necessários para evitar balanço. A precisão é similar à que pode ser atingida com sistemas de compressão. Mais uma vez, as células de pesagem podem ser usadas diretamente, ou módulos de pesagem, como o SWS310, fornecem condições ideais de introdução de carga para maior conveniência na integração.

Cada balança suspensa deve ter uma alternativa de segurança, como correntes, hastes, etc. (não mostrados nas Figuras 17 e 18) para proteção contra falhas no sistema de suspensão.



Módulo de pesagem de tensão SWS310

Dicas para projeto e instalação

Tubulação

Algumas balanças de tanque não possuem tubos anexados, e esse é o design perfeito no que se refere à precisão da balança. A Figura 19 mostra uma balança em que o tanque tem a parte superior aberta com quatro tubos de entrada não afixados; o tubo de saída também não é afixado e é conectado apenas conforme o necessário. A precisão dessa balança de tanque pode se aproximar os limites da tecnologia de pesagem em uso. É claro que tubos não afixados não são práticos em muitas situações em que, por exemplo, os materiais são perigosos, tóxicos ou a balança precisa ser pressurizada.



Tanque com tubos não afixados

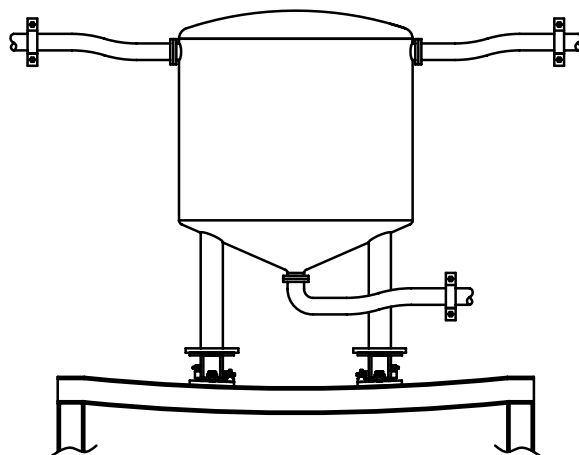


Figura 19: Deflexão de um tanque carregado com tubos afixados

Assim que os tubos são afixados, você pode esperar que a precisão de pesagem diminua. O motivo é ilustrado na Figura 19, que mostra um tanque carregado cuja estrutura de suporte desviou-se para baixo (muito exagerada), causando um desvio correspondente dos tubos. Os tubos atuam como molas lâmina, aplicando uma força de retardamento conforme a balança é carregada e desvia para baixo. Dependendo da rigidez dos tubos, a força de retardamento pode ser muito grande e diminuir muito o peso registrado na balança. Se os tubos forem molas perfeitamente lineares, isso não teria problema, pois o efeito poderia ser compensado pela calibração. Mas os tubos estão longe de molas ideais, sendo provável deslizamento nas abraçadeiras de tubo. Assim, o resultado é uma balança com má linearidade, histerese, repetibilidade e retorno a zero. Aqui estão medidas que podem ser tomadas para ajudar:



Tanques com vários tubos afixados

1. Reduzir a deflexão da balança. Enrijeça a estrutura de suporte ou, melhor ainda, monte o tanque no nível do solo em uma base de concreto rígida. Observe que as células de pesagem desviam-se um pouco, geralmente 0,25 mm (0,010 pol) a uma capacidade nominal; isso é inerente ao projeto e não pode ser evitado.
2. Reduzir a rigidez dos tubos. Apenas conecte tubos horizontais e use seções de mangueira flexíveis ou juntas de expansão.
3. Calibrar com peso. calibre a balança usando um dos métodos que aplica carga à balança. Isso estende os tubos de modo que o terminal da balança possa "ver" e compensar seu efeito de atenuação sobre o sinal de peso.

Em resumo, primeiro reduza os efeitos da tubulação até que estejam em uma faixa razoável e linear, então calibre com peso para eliminar o efeito remanescente. Veja a Referência 1 para mais detalhes.

Suporte estrutural

Suporte estrutural de tanques e recipientes é uma consideração importante por questões de segurança e precisão, e se torna ainda mais importante conforme a capacidade da balança aumenta. Aqui estão alguns dos motivos:

1. A deflexão vertical da balança com carga exacerba os efeitos da tubulação, como discutido anteriormente.
2. A rigidez variável de pontos de suporte faz o peso ser transferido entre células de pesagem e pode causar imprecisões ou danos às células de pesagem.
3. Quando várias balanças são montadas na mesma estrutura, a deflexão pode causar linha cruzada entre as balanças conforme elas se enchem e esvaziam.
4. A balança deve ser contida de modo tal que a instalação seja segura sob todas as condições, tanto de rotina quanto excepcionais.

Veja a Referência 1 para mais informações.

Tanques portáteis de pesagem

Um tanque portátil pode ser pesado enquanto sobre uma balança de piso no poço (mostrado na Figura 20) e isso é conveniente quando a pesagem precisa ocorrer em apenas uma estação de trabalho. Se um tanque portátil precisar ter uma balança integrada para uso em vários locais, células de pesagem ou módulos de pesagem podem ser incorporados à estrutura (mostrada na Figura 21). Observe que é necessário colocar uma estrutura sob as placas de base do módulo de pesagem, uma vez que os rodízios não ficarão estáveis se afixados diretamente a elas (ver Referência 1).

Conexões de fiação e tubulação a um tanque portátil devem ser feitas de maneira repetível para boa precisão.

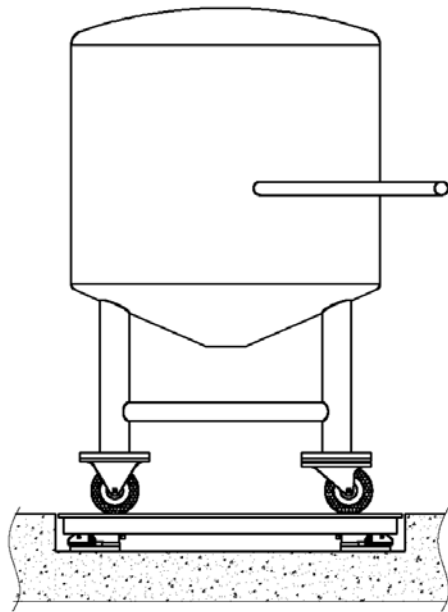


Figura 20: Tanque portátil pesado em balança de piso

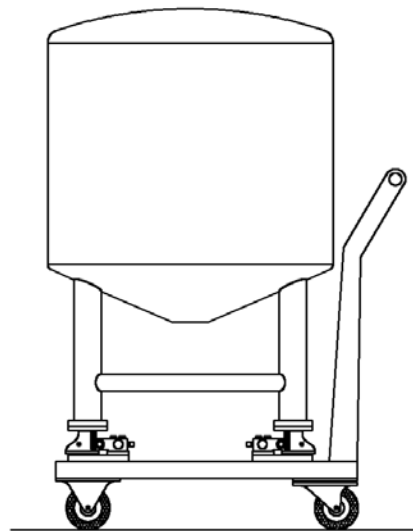


Figura 21: Tanque portátil com balança integrada

Capacidade do sensor

É importante escolher a capacidade de sensor correto para a aplicação. Se for baixo demais, o sensor pode ser danificado, se for alta demais, a precisão é prejudicada. A abordagem típica é somar todas as cargas aplicadas aos sensores, incluindo peso vivo e peso morto (veja também a seção sobre tanque de reação química), multiplicar por um fator de segurança (geralmente 1,25) e dividir pelo número de células de pesagem ou módulos de pesagem. Então escolha um sensor com essa capacidade ou com a capacidade superior mais próxima. Há situações em que pode ser necessário ser mais conservador. Isso inclui situações em que:

1. Não se têm certeza das cargas (vivas ou mortas).
2. Um peso morto concentrado (como um misturador) não é distribuído de modo uniforme.
3. A distribuição uniforme de carga é difícil de se obter, por exemplo, com mais de três pontos de apoio.
4. Forças do vento ou sísmicas sejam esperadas.
5. O ponto de aplicação de carga na balança possa variar.
6. A balança esteja sujeita a carregamento com impacto.

Veja a Referência 1 para mais informações.

Calibração

Há vários métodos de calibração disponíveis, com uma compensação entre precisão por um lado e dificuldade e custo por outro. Aqui está uma descrição dos métodos mais importantes disponíveis, listados do mais ao menos preciso.

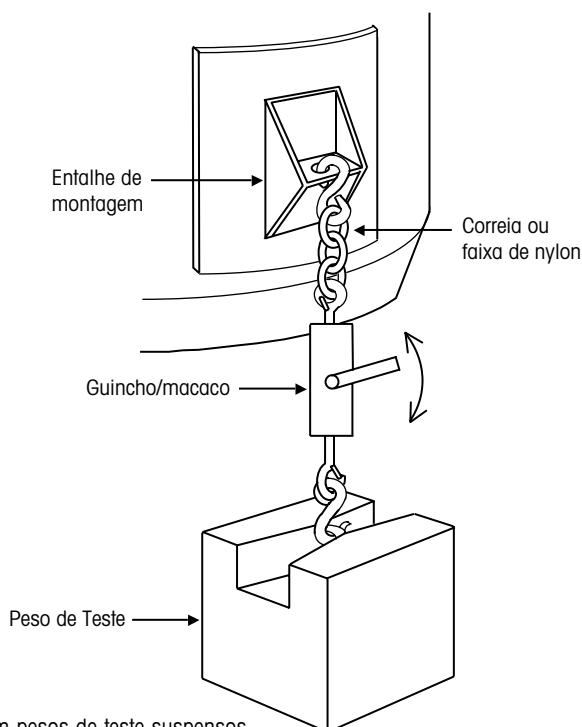


Figura 22: Calibração do tanque com pesos de teste suspensos

- 1. Pesos de teste.** Usar o peso de teste é o método mais preciso e é exigido para calibração de balanças comerciais (homologadas). Calibração com peso é bastante fácil de se fazer com balanças pequenas, mas se torna cada vez mais difícil e impraticável conforme a capacidade da balança aumenta. Tanques e recipientes não possuem uma superfície plana sobre a qual carregar os pesos, assim, o método de carregamento deve ser planejado antecipadamente; por exemplo, forneça alças nas laterais dos tanques às quais pendurar os pesos, como mostra a Figura 22.
- 2. Substituição de material.** Com esse método, uma pequena quantidade de peso de teste (5 a 10% da capacidade da balança) é requerida. Os pesos são aplicados à balança, e a leitura da balança é anotada. Os pesos são removidos e o material é "substituído" (adicionado à balança) até que a balança leia o mesmo valor. Os pesos são adicionados mais uma vez e a nova leitura, aproximadamente o dobro, é anotada. Os pesos são removidos e o material é substituído novamente até que o valor anotado seja exibido outra vez. Esse processo continua até haver material suficiente na balança para calibração. Esse método é menos preciso em comparação a usar pesos de teste e é bastante trabalhoso.

3. Transferência de material. Com esse método, o material (como água) é pesado em uma balança de referência separada e transferido para o tanque/recipiente em questão para calibração. Esse método depende da precisão da balança de referência e do cuidado tomado para evitar perdas de material na transferência. Pode ser altamente preciso se a balança de referência for uma balança de precisão METTLER TOLEDO baseada na tecnologia MFR e os efeitos da tubulação forem minimizados, como mostra a Figura 23.

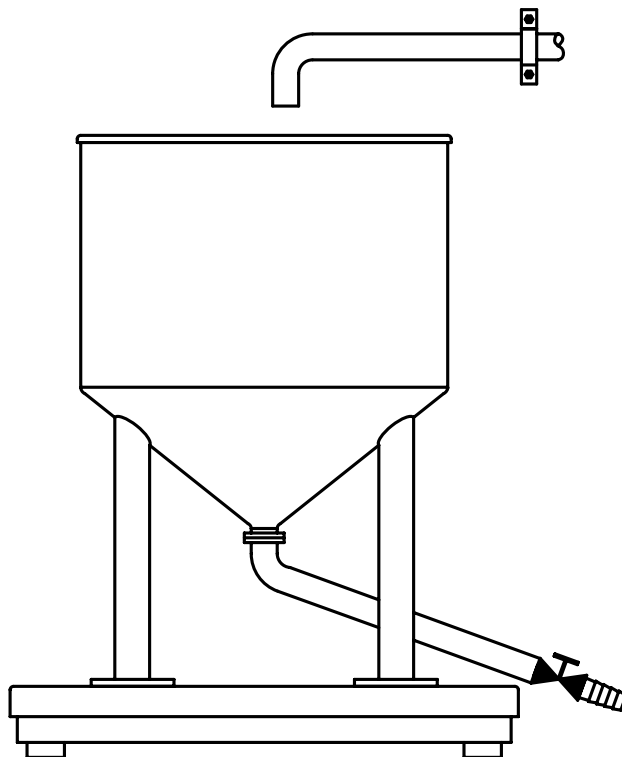


Figura 23: Balança do tanque de referência

4. CalFree™. Esse é um método de calibração teórico disponível com alguns terminais METTLER TOLEDO. Os valores de saída da célula de pesagem (fornecidos com células de carga analógicas) são ponderados e inseridos no terminal, que realiza a calibração de modo automático. Esse método pode ser executado de modo simples e muito rápido, mas tem suas limitações. Não pode compensar efeitos mecânicos, como tubulação, ou qualquer atenuação do sinal da célula de pesagem devido a cabos, disjuntores ou barreiras intrinsecamente seguras no circuito. Assim, o limite de precisão típico para CalFree é de 0,2%.

Junto com a tecnologia PowerCell digital em uso nos PowerMounts, o CalFree™ Plus fornece a maior precisão possível com uma calibração teórica. O terminal lê os valores de saída diretamente das células de pesagem e realiza a calibração de modo automático. Os disjuntores foram eliminados do circuito e os cabos não têm efeito sobre os sinais digitais. Ainda, variações locais em g , a aceleração da gravidade, são consideradas nos cálculos. Com o simples pressionar de um botão, o sistema é calibrado para a melhor precisão possível para esse método. A precisão pode ser melhor que 0,1 por cento se não houver efeitos mecânicos, como tubulação.

Veja a Referência 1 para mais informações.

Influência do material e do alimentador

Materiais

Pesagem de processo com tanques e recipientes envolve principalmente materiais líquidos mas também gases e sólidos. Ao tentar atingir uma maior precisão, aqui estão algumas questões a serem consideradas:

1. O fluxo de material do armazenamento em massa para o dispositivo alimentador deve ser consistente e ininterrupto.
Isso significa que deve haver estoque de buffer suficiente quando a saída de produção possa ser intermitente.
2. A batelada por peso não é fortemente influenciado pelas propriedades do material, quando comparado com outras tecnologias; no entanto, nos sistemas de precisão mais alta, é necessário minimizar as alterações nas propriedades dos materiais, tais como a viscosidade, densidade e granulometria. Regule a temperatura e o teor de umidade dos materiais em que as características de fluxo sejam muito afetadas por esses fatores.
3. Regule a pressão dos líquidos a montante das válvulas de enchimento. Isso é difícil de fazer por meios mecânicos; é mais fácil manter uma cabeça de pressão estática em um tanque de armazenamento.
4. Mantenha uma cabeça consistente de materiais sólidos acima de alimentadores como portões deslizantes e articulados.
5. Interrompa o processo de batelada quando o fluxo de material for esporádico. Reinicie apenas quando um buffer suficiente tiver sido restabelecido.

Dosadores

A forma como esses dispositivos operam pode influenciar diretamente a consistência e a precisão da batelada. Ao tentar atingir uma maior precisão, aqui estão algumas questões a serem consideradas dos dosadores:

1. Dispositivos acionados por motor tendem a parar gradativamente, e isso pode ser influenciado por variação nas propriedades de material e nas condições do equipamento. O melhor é usar um motor com freio para paradas mais consistentes.
2. Os suprimentos de ar para dispositivos acionados a ar devem ser condicionados e ter a pressão regulada para garantir tempos de reação e operação consistentes.
3. Quando o enchimento de duas velocidades for empregado, geralmente é mais conveniente se o alimentador puder fazê-lo modulando o fluxo. Caso contrário, os alimentadores de diferentes capacidades devem ser executados em paralelo e ativados seletivamente.
4. Quando a função de intermitência for empregada, o alimentador deve ser adequado para a ativação momentânea repetida sem danos.

Velocidade versus precisão

O enchimento é uma operação dinâmica e, infelizmente, há uma relação inversa entre velocidade e precisão, como ilustrado na Figura 24. Se a velocidade de enchimento for rápida, a precisão será baixa, e vice-versa. O formato e escala exatos deste gráfico variam para cada conjunto de circunstâncias, dependendo do equipamento de pesagem e de alimentação usados, do design geral, do material e do ambiente. Observe que, à medida que a velocidade de enchimento vai reduzindo em direção ao zero, a precisão da pesagem se aproxima do desempenho de pesagem estática esperado do equipamento da balança.

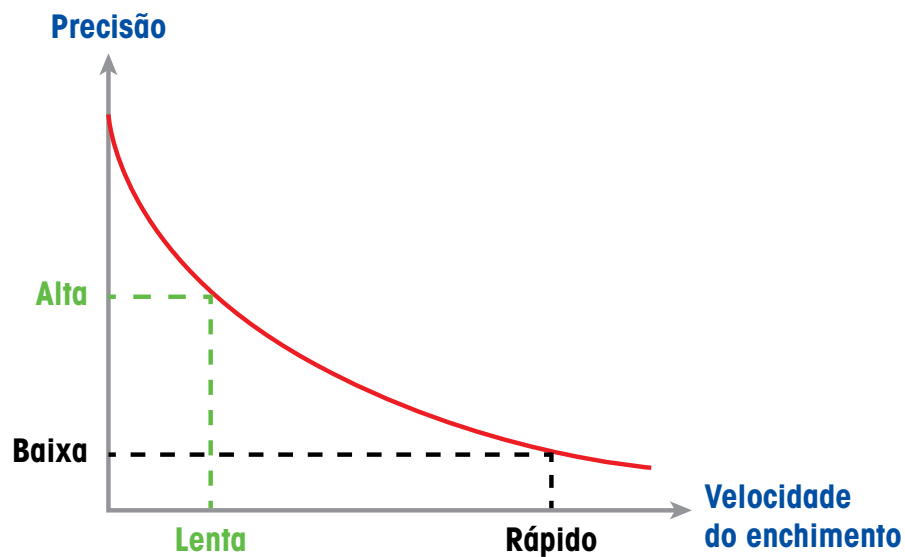


Figura 24: Velocidade versus precisão do enchimento

Conhecendo essa característica, uma ponderação poderá ser feita, escolhendo o ponto de operação que melhor equilibre a necessidade de precisão mais alta por um lado e, por outro, a velocidade de enchimento mais elevada. São feitas sugestões ao longo deste documento sobre como melhorar a precisão. Aqui está um resumo dos principais pontos para atingir bateladas rápidas e precisas:

1. Escolha com cuidado o método de batelada a ser utilizado, especialmente quando houver uma grande variação entre os ingredientes mais leve e mais pesado na fórmula. Analise sistemas híbridos e considere a adição manual de ingredientes cruciais. Consulte a seção chamada Selecione um processo de batelada adequado.
2. Escolha um terminal com um conversor A/D de alta qualidade e uma alta taxa de atualização interna. Você precisa de informações altamente precisas sobre o peso e você precisa delas rapidamente, se quiser reagir a tempo aos pontos críticos do ciclo de enchimento. Altas taxas de atualização enviando apenas dados brutos não são tão boas quanto taxas de atualização mais lentas com dados de peso processados com algoritmos de filtro, como o TraxDSP da METTLER TOLEDO, adaptado para o equipamento e o ambiente de processo. Em geral, algoritmos de filtro desenvolvidos por fabricantes de equipamentos de pesagem são superiores àqueles disponíveis para PLCs ou outros controladores.
3. Escolha um terminal com uma alta taxa de atualização de barramento de entrada/saída (E/S) e alimentadores que reajam e operem de forma rápida e repetível ao longo do tempo.
4. Controle o ambiente (ruído mecânico e elétrico) e escolha um terminal com filtragem sofisticada, que possa ser ajustado para as condições específicas.

5. A Figura 25 sugere uma maneira de melhorar o dilema da velocidade/precisão. Podemos encher a maior parte do tanque em alta velocidade/baixa precisão e, em seguida, trocar para a baixa velocidade/alta precisão perto do final. Em outras palavras, use o enchimento de duas velocidades, discutido em detalhes abaixo. Não há desvantagem por encher a maior parte do tanque com baixa precisão, desde que os freios sejam acionados a tempo para terminar com alta precisão. Essa tem sido a abordagem convencional para alcançar um equilíbrio aceitável entre velocidade e precisão no enchimento, e é amplamente usada.
6. Você pode usar um controlador com algoritmos de controle avançados que crie um modelo matemático em tempo real para cada enchimento e aprenda e compense automaticamente. Com esses controladores muito sofisticados, é possível melhorar a velocidade e a precisão usando um processo mais simples de enchimento com uma única velocidade. Consulte a seção Controlador IND780 Q.iMPACT a seguir.

Controle seu processo

Processo de enchimento

A Figura 25 é um gráfico do peso de enchimento versus o tempo para uma operação de enchimento de duas velocidades convencional. Alguns ou todos esses elementos podem ser incorporados a uma operação típica de enchimento, de acordo com a precisão necessária. Na parte de cima é mostrado um peso de enchimento pretendido com uma faixa \pm de tolerância. O ciclo de enchimento pode ser dividido em várias fases, como ilustrado. Quando o dispositivo alimentador é ativado pela primeira vez, o fluxo de material leva algum tempo para aumentar até um fluxo constante na fase de alimentação rápida, responsável pela maior parte do tempo de enchimento e do peso. Além disso, há fases adicionais que refinam o peso do enchimento para garantir que fique dentro da tolerância. Os vários termos são explicados em detalhes abaixo.

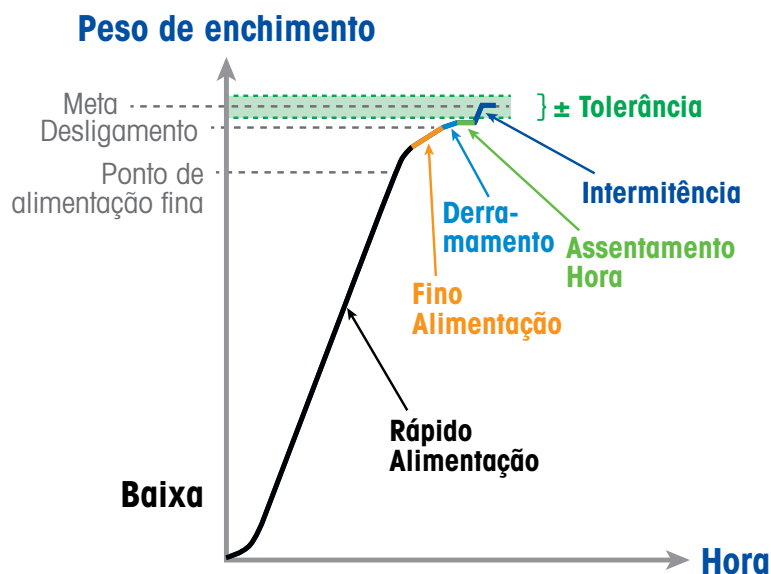


Figura 25: Operação de enchimento de duas velocidades

Alimentação rápida e fina

A combinação de alimentação rápida e fina é denominada enchimento de duas velocidades, e pode ser usada para melhorar a velocidade e a precisão de enchimento ao mesmo tempo. Com isto, a maior parte do material é alimentada muito rapidamente durante o período de alimentação rápida e, em seguida, o alimentador é desacelerado para a alimentação fina, para um controle melhor nas fases finais. Por exemplo, 97% do peso de enchimento pretendido podem ser fornecidos durante a alimentação rápida e, em seguida, o alimentador pode ser ajustado para alimentar a 1/10 da taxa (a alimentação fina) para encher os 3% restantes.

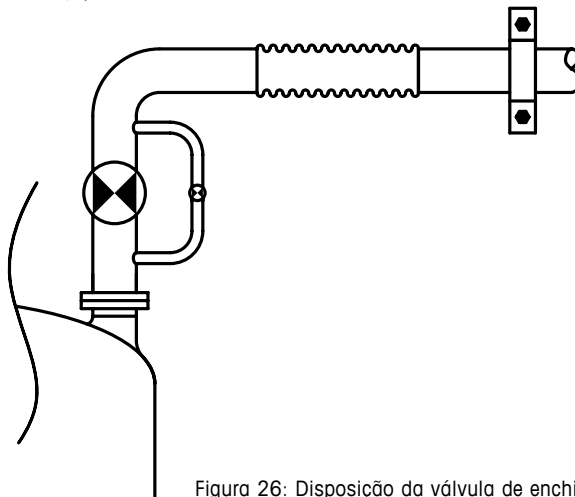


Figura 26: Disposição da válvula de enchimento de duas velocidades

Por exemplo, o enchimento de duas velocidades pode ser obtido variando a velocidade do motor em alimentadores de palheta rotatórios ou de rosca.

Para líquidos, pode ser mais eficaz colocar duas válvulas de On/Off simples em paralelo (mostradas na Figura 26). Uma ramificação pode ser 10 vezes a vazão da outra. Na operação, ambas as válvulas são abertas durante a alimentação rápida, então a válvula de alimentação rápida fecha para fornecer alimentação fina.

Derramamento

Quando qualquer dispositivo de alimentação é desligado do fluxo, há uma certa quantidade de material em movimento que saiu do alimentador, mas ainda não foi registado na balança. Isso é chamado de modo variado de derramamento, pré-ação e material em movimento.

A quantidade de derramamento depende, é claro, da altura do alimentador acima da superfície do material enchido e da taxa de alimentação no momento. Alguns terminais têm a compensação do derramamento, na qual o alimentador é parado precocemente, mas o derramamento é uma fonte de variabilidade e de erro e deve ser minimizado. Aqui estão algumas sugestões para minimizar o derramamento e melhorar a precisão:

1. Minimizar a distância das válvulas ou alimentadores ao tanque.
2. Use o enchimento de duas velocidades para minimizar a taxa de fluxo no desligamento.

Observe que, em operações de remoção de peso, é preciso considerar a quantidade de material que irá escapar da balança antes que o alimentador seja totalmente fechado, mas o derramamento não é uma consideração nesse tipo de pesagem.

Intermitência

A função de intermitência ativa momentaneamente o alimentador para fornecer uma pequena quantidade de material adicional para um tanque com enchimento insuficiente. Em operação, o enchimento seguiria normalmente para corte e então o tanque poderia estabilizar antes de comparar o peso de enchimento com o alvo. Se estiver abaixo do peso desejado, a função de vibração é usada para corrigir isso. Isso é eficaz apenas no caso de enchimentos insuficientes.

Controle

Nas operações de enchimento manual, a balança exibe o peso do tanque para um operador, que controla o alimentador, ajusta o peso final, se necessário, e decide quando o enchimento está dentro dos limites aceitáveis. O operador fará isso para cada ingrediente e então decidirá quando a batelada geral é aceitável. O terminal não exige nenhuma E/S para essa operação. Porém, ele pode comunicar os pesos do ingrediente e da batelada para outro sistema para controle de inventário e rastreabilidade. Quase todos os outros terminais simples da METTLER TOLEDO poderiam ser usados.



Figura 27: Operação de enchimento manual

Mais tipicamente, a balança controlará os alimentadores com níveis variados de automação que chegam a sistemas totalmente automáticos. Nesse caso, a balança realiza uma verificação de tolerância para cada ingrediente e decide quando a batelada é aceitável. A Figura 27 mostra uma balança de tanque criada usando módulos de pesagem analógicos. Aqui, as células de pesagem são conectadas a uma caixa de junção para somar, e essa caixa é conectada a um terminal. Aqui estão três possibilidades para controlar o enchimento:

1. Para um sistema standalone, terminais como os modelos IND560, IND690 ou IND780 da METTLER TOLEDO podem controlar um sistema de batelada de complexidade média ou baixa em que um PLC ou Controlador de Automação Programável (PAC) não é, de outra forma, requerido. Esses terminais têm um software opcional desenvolvido especificamente para aplicações de enchimento e que podem lidar com todas as características de enchimento discutidas nas seções anteriores.



Terminal IND560Fill para enchimento

2. Um terminal simples, como o modelo IND131, poderia ser usado para fornecer o peso apenas para um PLC/PAC que pudesse executar todas as funções de controle.



Terminal de trilho Din IND131

3. Um sistema híbrido é mostrado na Figura 28. Aqui, o controle de enchimento é realizado por um terminal, como o IND560, o IND690 ou o IND780, enquanto o PLC/PAC controla o processo geral. O PLC/PAC pode determinar quando encher e os parâmetros da batelada, como peso almejado e tolerância para cada ingrediente. Porém, essas informações são transferidas por download para o terminal, que tem autonomia de executar o processo de batelada. Quando a batelada é concluída, o terminal pode enviar um relatório ao PLC/PAC para a conservação de registros, controle de inventário, etc.

Essa abordagem possui diversas vantagens. O terminal é dedicado à leitura do peso e ao controle dos alimentadores, que são os processos centrais de qualquer operação de batelada. O desligamento do alimentador no momento crítico é fundamental, e isso pode ser executado mais rapidamente e sem distração. Além disso, estão disponíveis terminais com softwares projetados especificamente para o controle sofisticado das operações de enchimento e batelada. Na abordagem 2 acima, existem mais dispositivos no ciclo com a possibilidade de atraso, especialmente no PLC/PAC, caso esteja envolvido em outra atividade quando o desligamento precisar ser acionado.

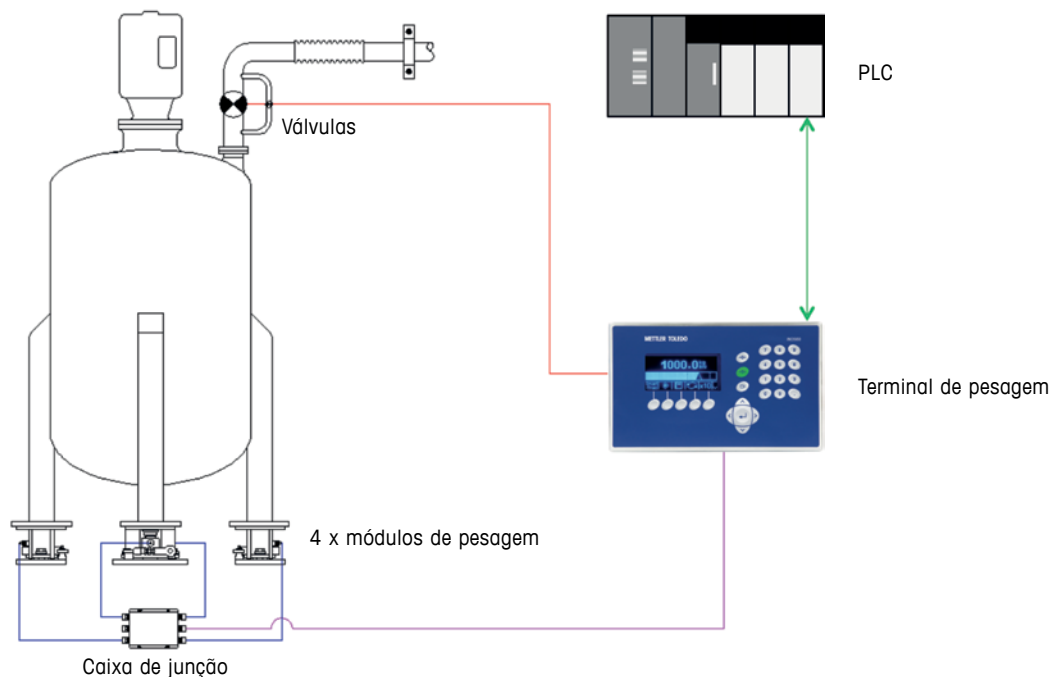


Figura 28: Sistema de controle de batelada híbrido com PLC e terminal de pesagem

Terminais

O terminal é o principal componente de qualquer sistema de balança. Fornece a tensão de excitação para células de carga analógicas e recebe o sinal de saída analógico. Realiza uma conversão A/D, filtragem e processamento para produzir um valor de peso calibrado que pode ser exibido, usado diretamente para controlar o processo ou transmitido a outros dispositivos.



IND560
Terminal

Conversão A/D e filtragem

O conversor A/D é o centro da operação e a conversão deve ser feita muito rapidamente para rastrear o progresso do enchimento e acionar o desligamento no momento certo. Infelizmente, o sinal analógico é contaminado por ruído elétrico de equipamentos elétricos próximos e por ruído mecânico de outras máquinas, como misturadores, bombas, compactadores e até mesmo o ato de enchimento em si.

O sistema proprietário TraxDSP™ da METTLER TOLEDO combina a tecnologia A/D ultrarrápida com taxas de conversão de até 366 Hz, filtros digitais ajustáveis de várias fases e algoritmos de compensação patenteados, para um rastreamento constante e rápido da parte do sinal da célula de pesagem que é realmente referente ao peso. Os ruídos mecânico e elétrico variam de uma instalação para outra (por exemplo, em frequência e amplitude). Assim, o TraxDSP™ pode ser ajustado para as condições particulares a fim de otimizar a velocidade, estabilidade e precisão, resultando em uma meta de taxa de comparação interna ultrarrápida de 50 Hz e garantindo a melhor precisão no enchimento. O TraxDSP™ é fornecido como padrão em terminais de processo como IND131, IND560 e IND780.



Módulo de E/S Externo ARM100

E/S digital

Terminais mais sofisticados terão diversos recursos de E/S digital interna e externa. A E/S interna será limitada, mas costuma ser suficiente para operações simples de enchimento e batelada. Muitos terminais também podem utilizar módulos de E/S externos, como o ARM100 da METTLER TOLEDO, para sistemas mais complexos.

Conectividade

A conectividade é uma questão fundamental no mundo de hoje; os terminais podem fornecer uma variedade de interfaces seriais padrão e opcionais, como RS232/422/485, Ethernet TCP/IP e PLC, conforme resumido na Tabela 3.

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

Tabela 3:

IND780batch

O terminal IND780batch da METTLER TOLEDO combina várias opções de controle com fácil configuração em aplicações que usam até quatro balanças. Os recursos e benefícios incluem:

- Conformidade com ISA S88, fornecendo um protocolo consistente para operações de batelada
- Até 40 entradas e 56 saídas permitem máxima flexibilidade na configuração do controle
- Armazenamento para até 1.000 fórmulas com até 99 passos por fórmula, com habilidade para controlar 42 alimentações automáticas de material
- Redimensionamento de fórmula configurável rapidamente e recurso de circuito de fórmula
- Modos manual, semiautomático e automático, com mensagens definidas pelo usuário e coleta de dados simplificada para operadores
- O utilitário de configuração para computador BatchTool 780 simplifica a criação de fórmulas e pedidos, registro de rastreamento, configuração de segurança, relatório de uso e backup e restauração de configuração
- As telas de visualização do equipamento mostram o status do sistema para recursos de diagnóstico avançados



Terminal IND780

O IND780batch em pacote oferece suporte para operação de balança única e tem os seguintes recursos e benefícios adicionais:

- Controlador autônomo e independente para aplicações de batelada
- Lógica para 10 materiais automáticos, uma descarga até o esvaziamento e um controle auxiliar
- Botões iniciar/continuar e pausar/cancelar
- Luz anunciadora de status



Terminal IND780batch em pacote

Controlador IND780 Q.iMPACT

O terminal IND780 com software de transferência avançada de material Q.iMPACT representa o que há de mais moderno em controladores de enchimento e batelada. Os algoritmos patenteados de controle adaptável preditivo criam um modelo matemático em tempo real para cada enchimento, aprendendo e compensando automaticamente as variações naturais do processo durante cada alimentação. O sistema usa um controle simples liga/desliga de velocidade única, o que reduz muito a complexidade do sistema e os custos financeiros e de manutenção. Usando um processo de abastecimento de velocidade única simples, o enchimento é mais rápido e muito mais preciso em relação às disposições convencionais. Uma empresa pode obter produtividade maior com menor custo médio de capital enquanto melhora a qualidade e a consistência do produto. Uma ferramenta dedicada de configuração por computador facilita a instalação e a configuração.



Terminal IND780 Q.iMPACT

Tanques de reação química

Tanques de reação química apresentam vários desafios de uma perspectiva de pesagem, que são discutidos nas seções seguintes. Algumas dessas condições se aplica a pesagem de tanque também, mas normalmente em uma menor extensão.



Figura 29: Recipiente de pesagem

Tipos de reator e aplicabilidade da tecnologia de pesagem

Um reator de batelada é um recipiente como mostra a Figura 29, e é operado adicionando todas as matérias-primas (reagentes, catalisadores elementos de reação) ao reator antes do início da reação, por exemplo, no caso de reação endotérmica, elevando a temperatura da mistura reativa. Não há adições ou descargas durante a reação. O produto e o efluente são removidos apenas quando a reação é concluída.

Um reator de semibatelada é similar ao reator de batelada pois todas as matérias-primas, exceto por um reagente, são colocados em batelada no princípio. Então o reagente remanescente é dosado para controlar a taxa de reação. Em outro modo, o reator de semibatelada começa com todas as matérias-primas presentes, como o reator de batelada, porém, o produto é removido a uma taxa controlada conforme a reação avança. Não é muito comum, mas um reator de semibatelada pode ser usado tanto para dosar um reagente quanto para remover um produto ou efluente durante a reação.

Uma possibilidade para controle por peso é dosar a proporção das matérias-primas nas balanças do tanque usando métodos de batelada simultânea ou sequencial descritos anteriormente, a saída das balanças sendo descarregada diretamente no reator.

Outra possibilidade seria instalar uma balança no próprio reator e usar o método de batelada cumulativa para colocar as matérias-primas em bateladas. Para reatores de semibatelada, a balança também poderia ser usada para controlar a dosificação dos reagentes adicionais ou a descarga do produto. A única dificuldade surgiria se a dosificação e a descarga precisassem ocorrer ao mesmo tempo, não sendo possível alternar entre essas tarefas.

Um reator de tanque agitado de fluxo contínuo (CFSTR) é fisicamente idêntico aos reatores de batelada e semibatelada, mas, por definição, as matérias-primas são adicionadas e o produto e o efluente são removidos de modo contínuo. A tecnologia de pesagem não pode ser aplicada a esse nem qualquer um dos outros tipos de reatores que utilizam um processo de fluxo verdadeiramente contínuo.

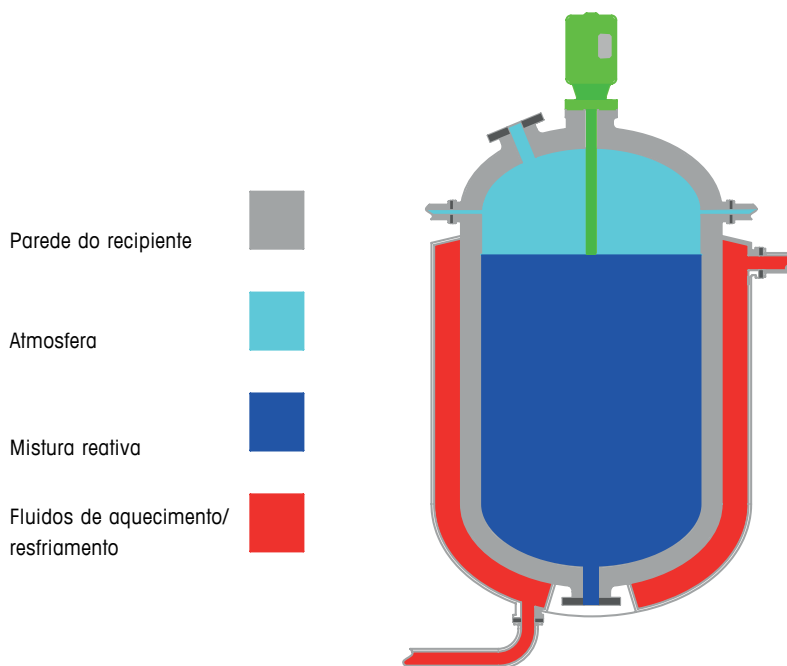


Figura 30: Seção cruzada de um reator de batelada típico

Peso morto

Consulte a Figura 30, que apresenta uma seção cruzada de um reator de batelada típico. Há vários fatores que contribuem para o peso morto de um reator, algo indesejável de uma perspectiva de precisão. Aqui está uma breve descrição desses fatores.

1. Uma vez que muitas vezes operam a alta pressão, a espessura da parede dos tanques de reação pode ser muito grande em comparação a tanques típicos. Também podem ser feitos de aço revestido com vidro ou cerâmica, contribuindo para o peso morto.
2. Em geral, os misturadores são montados diretamente no recipiente. Isso, junto com flanges, válvulas e outros equipamentos auxiliares, pode contribuir significativamente para o peso morto.
3. A maioria dos reatores terá uma bobina ou camisa de aquecimento/resfriamento (como ilustra a Figura 30). Seu peso e, às vezes mais significativamente, o peso do fluido que contém, contribui para o peso morto. Esse reator normalmente terá o isolamento protegido por uma camada externa de aço inoxidável, novamente contribuindo para o peso morto.

O peso morto do recipiente pode ser muito maior que o peso total da batelada, afetando a precisão, pois a capacidade dos módulos de pesagem será maior.

Ao estimar a capacidade da balança, das células de pesagem ou dos módulos de pesagem requeridos, não se esqueça de incluir todos os fatores acima no cálculo do peso morto.

Sistemas de múltiplos fluidos

Ao pesar um reator, é o peso da mistura reativa que costuma ser de interesse, por exemplo, ao criar a batelada das matérias-primas inicialmente. Porém, a balança também está pesando alguns outros sistemas de fluido e, se sua massa mudar durante o processo de pesagem, ocorrerão erros.

Fluidos de aquecimento/resfriamento

Qualquer mudança no peso do fluido de aquecimento/resfriamento integrado à balança durante a pesagem afetará diretamente a precisão da pesagem. Isso pode ser considerável dadas as mudanças de temperatura que os reatores podem sofrer. Você precisa considerar a mudança no volume interno da bobina ou camisa, bem como a mudança na densidade de fluido resultante da mudança de temperatura. Em sistemas de aquecimento a vapor, certifique-se de que qualquer acúmulo de condensado seja constante durante a operação de pesagem.

Atmosfera

Em reatores, a pressão costuma ser elevada para acelerar a taxa de reação. É preciso considerar a mudança de peso da atmosfera acima da mistura reativa se ela ocorrer durante o processo de pesagem. Considerando ar a uma temperatura constante de 21 °C (70 °F) como um exemplo, sua densidade é de 1,2 kg/m³ (0,075 lb/pé³) à pressão de medição de 0 Pa (0 psi), mas de 83 kg/m³ (5,18 lb/pé³) a 6895 kPa (1.000 psi). É claro que a densidade de um gás varia também com a temperatura.

Além disso, um sistema pressurizado impõe algumas dificuldades únicas em relação a tubos afixados. Como discutido anteriormente, é desejável usar mangueira flexível ou juntas de expansão ao fazer conexões a tanques e recipientes. Porém, elas podem atuar como "cilindros pneumáticos" quando submetidas a mudanças de pressão, aplicando forças indesejáveis à balança. Isso é especialmente ruim se a mangueira flexível ou junta de expansão estiver em uma passagem de tubo conectada verticalmente à balança. Veja a Referência 1 para mais detalhes.



A seção superior do reator que se estende através do próximo piso com espaço adequado para movimentação



Seção inferior do reator montada em módulos de pesagem de compressão flexíveis

Algumas reações causarão a evolução de um gás e, se ele for ventilado, o peso da balança diminuirá de acordo.

Considere também o efeito sobre processos de semibatelada em que um reagente gasoso é injetado na mistura reativa durante a reação química. Tipicamente, gás excessivo é fornecido e o excesso é ventilado continuamente. Obviamente, o ganho de peso da mistura reativa é igual ao peso do gás adicionado menos a quantidade ventilada.

Temperatura

Células de pesagem são sensíveis a mudanças de temperatura com sua saída zero e sensibilidade afetadas. Elas são compensadas para isso em produção, e células de pesagem com aprovações comerciais (homologadas) são ajustadas pra as tolerâncias mais rígidas. Porém, alguma sensibilidade permanece e, de uma perspectiva de precisão, faz sentido limitar a mudança de temperatura da célula de pesagem em qualquer aplicação. Além disso, células de pesagem possuem uma especificação de "Faixa de temperatura operacional" fora da qual o desempenho pode ser degradado ou elas podem ser danificadas. Assim, mais uma vez faz sentido limitar as temperaturas extremas aplicadas às células de pesagem.

Essa é uma consideração importante com reatores que costuma operar a temperaturas muito distantes da temperatura ambiente. A Figura 31 mostra a disposição de montagem menos desejável devido ao curto caminho de condução de calor para a célula de pesagem, enquanto as Figuras 32 e 33 mostram situações mais desejáveis com caminhos de condução mais longos.

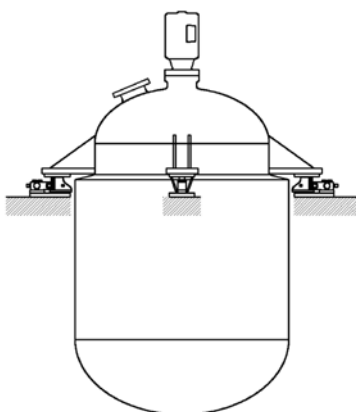


Figura 31: Reator montado em compressão, disposição "através do piso"

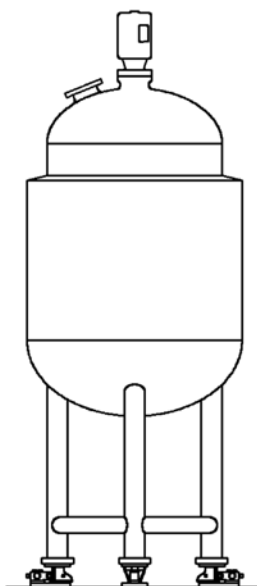


Figura 32: Reator montado em compressão, com pernas reforçadas

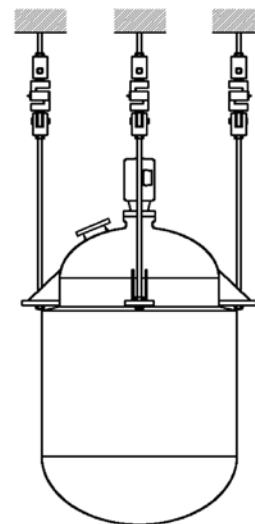


Figura 33: Reator montado em tensão com módulos de pesagem de tensão

Se uma disposição de montagem como a mostrada na Figura 31 não puder ser evitada, a METTLER TOLEDO fornece blocos de isolamento térmico para seus módulos de pesagem. Eles são montados entre a placa superior do módulo de pesagem e o recipiente para reduzir a condutividade. Além disso, mantenha as células de pesagem o mais longe possível da entrada de fluido de aquecimento/resfriamento, uma vez que esse tende a ser o ponto mais quente/mais frio do recipiente.

Em geral, se uma célula de pesagem for submetida a calor irradiante, ela pode ser protegida simplesmente inserindo proteções metálicas entre ela e a fonte.

Vibração

Como mostra a Figura 34, os reatores serão invariavelmente equipados com misturados e, às vezes, eles podem ser muito grandes com relação à capacidade do recipiente. Isso pode fazer a balança oscilar e vibrar e introduzir ruído no sinal elétrico, afetando a precisão. Há várias providências que podem ser tomadas para mitigar esses problemas:

1. Se possível, não opere o misturador durante a operação de pesagem.
2. Se o módulo de pesagem for do tipo de suspensão com autoalinhamento, use estabilizadores horizontais para estabilizar a balança.
Estabilizadores opcionais estão disponíveis para alguns módulos de pesagem da METTLER TOLEDO.
3. Use blocos de impacto/vibração, disponíveis através da METTLER TOLEDO para a maioria dos módulos de pesagem, entre a placa superior do módulo de pesagem e a balança para amortecer as vibrações.
4. Use um terminal METTLER TOLEDO com TraxDSP, como já discutido.

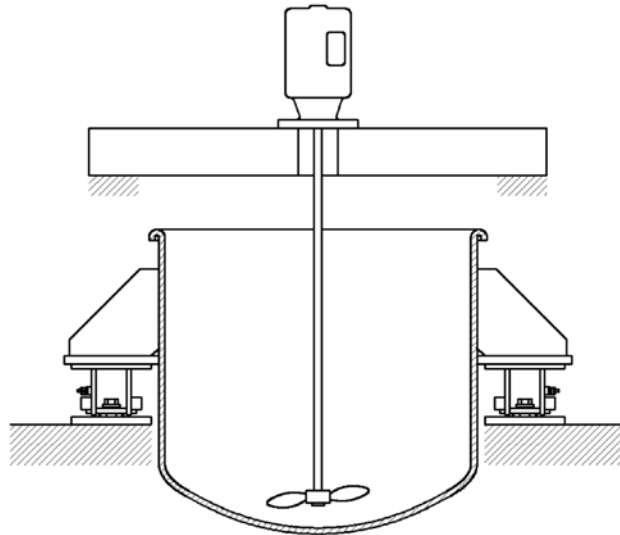


Figura 34: Tanque com misturador montado externamente

Quando um tanque (tipicamente não um tanque de reação) tem um misturador montado de modo independente, como mostra a Figura 34, grandes torques rotacionais podem ser transmitidos ao tanque, afetando muito a precisão. É importante estabilizar a balança aplicando estabilizadores tangenciais.

Consulte a Referência 1 para mais informações sobre como lidar com vibrações, misturadores, etc.

Requisitos de Certificação

As imediações dos sistemas de batelada são frequentemente classificadas como perigosas, devido aos vapores ou poeiras resultantes do processo de batelada. A METTLER TOLEDO tem uma linha completa de produtos que está em conformidade com as diversas exigências globais de equipamentos elétricos usados em áreas perigosas. Essas aprovações são oferecidas como padrão em muitas células de pesagem METTLER TOLEDO (consulte a Referência 6). Além disso, muitos dos módulos de pesagem e acessórios de célula de pesagem cumprem a norma EN para equipamentos não elétricos usados em áreas perigosas (consulte a Referência 10). A METTLER TOLEDO também oferece uma série de recursos que ajudam a selecionar o equipamento para áreas perigosas (consulte as Referências 9, 11, 12 e 13). Navegue para www.mt.com/webinar ou www.mt.com/hazardous para acesso ao webinar.

Há várias situações em que o desempenho do equipamento de balança deve cumprir regulamentos nacionais e internacionais, especialmente quando usado para transferência de custódia. A METTLER TOLEDO fornece um portfólio completo de produtos aprovados globalmente para uso em aplicações comerciais (homologados). Essas aprovações são oferecidas como padrão em células de pesagem (consulte a Referência 6 ou: www.mt.com/ind-weighing-component-catalog).

Referências

1. Manual dos sistemas de módulo de pesagem, METTLER TOLEDO AG.
www.mt.com/ind-system-handbook
2. Precisão de pesagem em balanças de tanque, METTLER TOLEDO AG.
3. Módulos de pesagem modernos, METTLER TOLEDO AG.
4. Tecnologias de pesagem, METTLER TOLEDO AG.
5. Comparação do PowerMount™ com módulos de pesagem analógicos, METTLER TOLEDO AG.
6. Catálogo de componentes de pesagem, METTLER TOLEDO AG.
7. Controle avançado de batelada, METTLER TOLEDO AG.
8. Entenda seu sistema de batelada, METTLER TOLEDO AG.
9. Catálogo para área perigosa, METTLER TOLEDO AG.
10. EN 13463-1, equipamento não elétrico para uso em atmosferas potencialmente explosivas –
Parte 1: Método básico e exigências, CEN.
11. Segurança do processo com soluções de pesagem intrinsecamente seguras, METTLER TOLEDO AG.
12. Webinar, Pesagem em área perigosa – Noções básicas, METTLER TOLEDO AG.
13. Webinar, Pesagem em área perigosa – avançado, METTLER TOLEDO AG.

Linha abrangente de componentes de pesagem

A ampla gama de células de pesagem cobre tudo entre 11 g e 300 toneladas. A menor resolução é 0,001 mg. A gama de componentes eletrônicos cobre terminais de pesagem completos para utilização em painéis de controle, bem como os componentes disponíveis para a montagem em trilhos DIN em gabinetes de controle. Dependendo da versão, os componentes eletrônicos podem ser integrados em sistemas de comunicação usando interfaces analógicas ou seriais, Profibus DP, Profinet IO, Ethernet IP, Modbus, DeviceNet ou ControlNet e CC-Link.

A gama ampla é apresentada em detalhes em 200 páginas, e também inclui desenhos e instruções de instalação.



Peça o seu exemplar impresso do Catálogo de Pesagem em inglês ou faça o download do conteúdo como folhas de dados individuais em formato PDF.

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

www.mt.com

Para mais informações

Mettler-Toledo AG

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

Subject to technical changes
Order Number: 30220331
© 09/2014 Mettler-Toledo AG
MarCom Industrial