



Calibrazione della cella di carico: precisione e accuratezza

Il reparto di taratura di FUTEK esegue test con particolare attenzione alla convenienza, all'affidabilità e alla rigorosa attenzione ai dettagli.

I nostri servizi di taratura includono:

- Calibrazione a sistema completo per sensori di forza con display digitali FUTEK e non FUTEK, amplificatori e condizionatori di segnale USB
- Supporto disponibile per sensori non FUTEK e servizi di ingegneria per apparecchi non FUTEK personalizzati
- Servizi di taratura tracciabili del NIST e A2LA di celle di carico, sensori di coppia, sensori di forza multiasse, sensori di pressione, amplificatori e strumenti
- Capacità di calibrazione del trasduttore di forza di peso morto che vanno da 1mg a 10K lbs
- Lab laboratorio di taratura della cella di carico idraulica con attrezzatura di taratura della cella di carico fino a 400.000 libbre
- Funzionalità di laboratorio di calibrazione avanzata in grado di supportare complesse piattaforme di sensori personalizzate

I nostri vantaggi unici per i clienti includono:

- Tempi di consegna veloce fino a una settimana di lavoro all'arrivo
- Servizi rapidi senza costi aggiuntivi
- Comodo posizionamento di ordine online
- Aggiunta di nuovi prodotti agli ordini di taratura già esistenti
- Calcolatore di calibrazione per tracciare le esigenze di ricalibrazione della cella di carico
- Fornitura di cavi di ricambio e parti se necessario

Esempi dei certificati di taratura che offriamo:

- Certificati di conformità
- Certificato di calibrazione della cella di carico a 5 punti
- Certificato di calibrazione delle celle di carico a 5 punti (semplificato)
- Certificato di calibrazione del sensore di forza A2LA
- Certificato di calibrazione del sistema A2LA
- Certificato di conformità di calibrazione



Quando si riceve il certificato di calibrazione, non lo scarto perché contiene informazioni pertinenti relative ai sensori acquistati.

Expedited Calibration	[White bar]					
Standard Calibration	[Black bar]					
	1 day	2 days	3 days	4 days	5 days	

La nostra vasta gamma di calibrazioni

Offriamo ai nostri clienti la capacità unica di selezionare l'esatta direzione di calibrazione delineata in base alle esigenze della loro applicazione, tra cui:



I sensori saranno calibrati **in tensione.**



I sensori saranno calibrati **in compressione.**



I sensori saranno calibrati **sia in tensione che in compressione.**



I sensori saranno calibrati **a pressione.**



I sensori saranno calibrati **in senso orario.**



I sensori saranno calibrati **in senso antiorario.**



I sensori saranno calibrati **sia in senso orario che in senso antiorario.**



I sensori saranno calibrati **nel vuoto.**

A causa della ricalibrazione?

Poiché i nostri prodotti sono utilizzati in applicazioni critiche che richiedono specifiche esatte, abbiamo creato un programma di ricalibrazione che supporta continuamente le esigenze dei nostri clienti per la verifica e l'allineamento.

Offriamo anche servizi di ricalibrazione ai clienti che hanno acquistato prodotti di prova e misura dai seguenti produttori:

- Honeywell/Sensotec/Lebone
- Interforce
- Omega
- Transducer technique
- HBM
- Himmelstein
- Strainert

Servizi di taratura generale domande frequenti (FAQ)

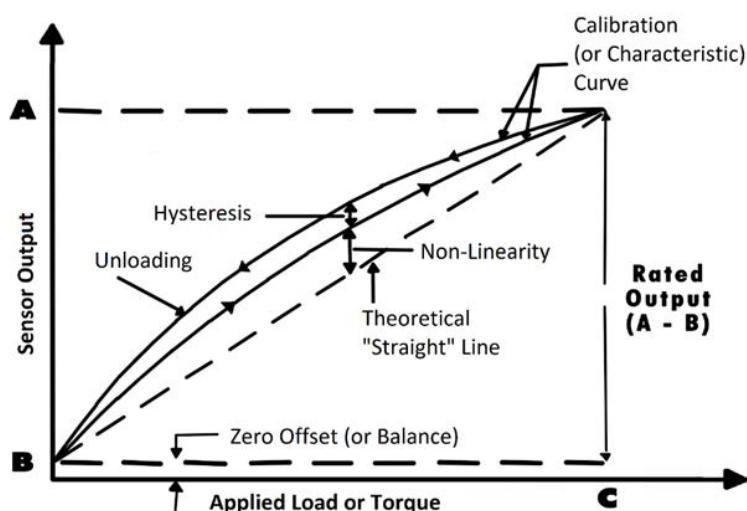
Perché è importante calibrare i sensori di carico e di coppia?

Load Cell Calibration Service è una regolazione o un insieme di correzioni eseguite su una **cella di carico**, o strumento (amplificatore), per rendere il sensore il più **accuratamente possibile** o senza errori. Ogni sensore è soggetto a **errori di misura**. Queste incertezze strutturali sono semplicemente la differenza algebrica tra il valore indicato **dall'output del sensore** rispetto al valore effettivo della **variabile misurata**, o, carichi di riferimento noti, al fine di generare la curva di calibrazione della cella di carico.

Ogni sensore è soggetto a **errori di misura**. Queste incertezze strutturali sono la differenza semplicemente algebrica tra il valore indicato **dall'uscita del sensore** rispetto al valore effettivo della **variabile misurata** o dei carichi di riferimento noti.

Gli errori di misura possono essere causati da molti fattori:

- **Zero offset (o bilancio zero)** - Un offset significa che l'uscita del sensore a carico zero (vero zero) è superiore o inferiore all'uscita ideale. Inoltre, **la stabilità zero** si riferisce al grado in cui il trasduttore mantiene il suo equilibrio zero con tutte le condizioni ambientali e altre variabili rimanenti costanti.
- **Linearità (o non linearità)** - Pochi sensori di forza hanno una curva caratteristica completamente lineare, il che significa che la sensibilità di uscita (pendenza) cambia a una velocità diversa in tutto il campo di misura. Alcuni sono abbastanza lineari rispetto alla gamma desiderata e non devia dalla linea retta (teorica), ma alcuni sensori richiedono calcoli più complessi per linearizzarne l'uscita. Quindi, la non linearità della cella di carico è la deviazione massima della curva di taratura effettiva da una linea retta ideale tracciata tra le uscite di carico no-load e quelle classificate, espresse come percentuale dell'uscita nominale.
- **Isteresi** — La differenza massima tra le letture di uscita del trasduttore per lo stesso carico applicato; una lettura si ottiene aumentando il carico da zero e l'altro diminuendo il carico dall'uscita nominale. Di solito ha misurato a metà output nominale ed è espresso come percentuale dell'output nominale. Le misurazioni dovrebbero essere prese il più rapidamente possibile per ridurre al minimo lo scorrimento.
- **Ripetibilità (o non ripetibilità)** — La differenza massima tra le letture di uscita tra trasduttore per carichi ripetuti in condizioni di carico e ambientali identiche. Si traduce nella capacità della cella di carico di mantenere un'uscita costante quando vengono ripetutamente applicati carichi identici.
- **Span e zero** - La variazione del saldo di uscita e zero, rispettivamente, a causa di una variazione della temperatura del trasduttore.





Ogni sensore di forza ha una "curva caratteriale" o una "curva di calibrazione", che definisce la risposta del sensore a un input. Durante una calibrazione regolare utilizzando la macchina di calibrazione delle celle di carico, controlliamo l'offset e la linearità zero del sensore confrontando l'uscita del sensore sotto i pesi di riferimento e regolando la risposta del sensore a un'uscita lineare ideale. Controlliamo anche l'isteresi, la ripetibilità e lo spostamento di temperatura quando i clienti lo richiedono alcune applicazioni di misurazione della forza critica.

Quanto spesso una cella di carico deve essere ricalibrata?

Poiché le celle di carico sono esposte all'uso continuo, all'invecchiamento, alla deriva di uscita, al sovraccarico, alla manipolazione impropria, FUTEK raccomanda vivamente un **intervallo di ricalibrazione annuale**.

La ricalibrazione frequente aiuta a **confermare se il sensore ha mantenuto la sua precisione nel tempo** e fornisce un **certificato di ricalibrazione delle celle di carico** per mostrare che il sensore soddisfa ancora le specifiche.

Tuttavia, quando il sensore viene utilizzato in applicazioni critiche e ambienti difficili, le celle di carico possono richiedere calibrazioni ancora più frequenti. Consulta il nostro team di supporto tecnico, che ti aiuterà a valutare l'intervallo di manutenzione di calibrazione più economico per il tuo sensore di forza.

Che cosa è una calibrazione del sistema (sensore più amplificatore / strumento)?

Una calibrazione del sistema fornisce la firma delle prestazioni del sensore e dello strumento insieme ("curva di calibrazione") e garantisce che la combinazione dei risultati soddisfi le specifiche. Un sistema di misurazione della forza di solito comprende il sensore di forza, lo strumento o il condizionatore di segnale (elettronica dell'amplificatore), il cablaggio e i connettori. La calibrazione completa del sistema assicura che l'intero sistema si esibisce con precisione come previsto.

Video sul "[Benefici della calibrazione del sistema](#)":

La scelta della calibrazione completa del sistema consente di iniziare a utilizzare la soluzione di misurazione della forza fuori dalla scatola. Una calibrazione del sistema crea una soluzione plug & play in cui vengono presi cura tutti i connettori, i cavi e le impostazioni dello strumento.

Come laboratorio di calibrazione accreditato A2LA (cert. 2412.01), FUTEK offre una calibrazione completa del sistema per sensori con display digitali, amplificatori e/o soluzioni USB, e utilizza procedure di calibrazione in conformità con gli standard ISO 17025.

La certificazione FUTEK include l'accreditamento a ANSI/NCSL Z540-1.

Quali sono i diversi tipi di procedure di calibrazione delle celle di carico?

Calibrazione di un punto

- La taratura a un punto è il tipo più semplice di calibrazione ed è consigliato per le applicazioni che richiedono solo una misurazione accurata a un singolo carico o coppia. Se il sensore di forza è noto per essere lineare, ripetibile e ha la pendenza corretta sul campo di misura desiderato, è possibile applicare una calibrazione di un punto per regolare l'errore offset zero (bilanciamento zero).
- Una calibrazione del sensore di forza di un punto aiuta anche a verificare la "deriva di uscita" al fine di correggere eventuali deterioramenti nelle prestazioni del sensore nel tempo.

Taratura a due punti

- Una calibrazione a due punti è un po' più intricata e più precisa di una calibrazione di un punto. In una calibrazione a due punti, l'offset del sensore viene regolato a due diversi valori di uscita, risultando in una linea retta ragionevolmente accurata sull'intera scala di misurazione della forza. In genere si consiglia di raccomandare che i due punti utilizzati siano zero e la scala completa (output nominale).
- I sensori di cella di carico e di coppia sono noti per essere ragionevolmente lineari rispetto all'intervallo di misura (o uscita nominale), quindi è spesso raccomandata una calibrazione a due punti, dato che una calibrazione a due punti essenzialmente riscalda l'uscita correggendo sia gli errori di pendenza (sensibilità della cella di carico) che di offset (riequilibrio zero).
- Con il nuovo offset zero e pendenza (sensibilità della cella del carico), si può determinare l'equazione lineare che caratterizza l'uscita del sensore ($V_{out} - \text{Sensitivity} * \text{Load} + \text{Zero-Offset}$).

Taratura a cinque punti (riprova multi-punto)

- Alcune applicazioni critiche richiedono un elevato grado di precisione su un intervallo di misura molto specifico del sensore di forza. In questi casi, è necessaria una calibrazione delle celle di carico a cinque punti e un raccordo di curva per caratterizzare la curva di calibrazione e ottenere l'uscita di misura nell'intervallo di uscita specificato.
- Normalmente, una calibrazione a cinque punti viene eseguita prendendo l'uscita a 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% del campo di misura richiesto:
 - 0%: regolazione zero offset (o saldo zero);
 - 20%, 40%, 60%, 80%: Regolazioni lineari;
 - 100%: regolazione della salita o della pendenza (sensibilità).
- Nel processo di calibrazione del sensore di forza a cinque punti, le letture di uscita vengono prese nei valori di scalabilità e downscale per determinare la ripetibilità e l'isteresi del sistema di misurazione della forza (sensore + condizionatore di segnale).

Poiché la maggior parte dei sensori di forza sono abbinati a un display di lettura o a un condizionatore di segnale per formare un sistema di misurazione della forza chiavi in mano, la strumentazione deve sempre essere collegata con il sensore ed essere calibrata insieme come sistema utilizzando equipaggiamenti standard del laboratorio di calibrazione del sensore di coppia. Detto questo, si consideri ad esempio una cella di carico a fascio a satura in miniatura da 50 libbre accoppiata con un amplificatore di uscita corrente IAA200 4-20mA e un cavo lungo 10 piedi. Quando richiesto dal cliente, le letture di uscita a cinque punti verrebbero prese quando il sensore è sottoposto a carichi di 0 (senza carico), 10 libbre, 20 libbre, 30 libbre, 40 libbre e 50 libbre in scala verso l'alto e la scala verso il basso.

% OF FULL SCALE	APPLIED LOAD (LBS.)	AMPLIFIER OUTPUT (MA)
0% — No Load	No Load	4 mA
20%	10 lbs	7.2 mA
40%	20 lbs	10.4 mA
60%	30 lbs	13.6 mA
80%	40 lbs	16.8 mA
100% — Full Scale	50 lbs	20 mA
80%	40 lbs	16.8 mA
60%	30 lbs	13.6 mA
40%	20 lbs	10.4 mA
20%	10 lbs	7.2 mA
0% — No Load	No Load	4 mA

A seconda dei requisiti di applicazione, questa procedura viene ripetuta due o più volte. La differenza nelle uscite viene utilizzata per calcolare la non ripetibilità (o ripetibilità) e la linearità (accuratezza).

Spesso ci interrompiamo su come calibrare una chiave dinamometrica. Questo può essere ottenuto utilizzando il TDF Torque Sensor di FUTEK come strumento di calibrazione della chiave dinamometrica per verificare la precisione di una chiave dinamometrica.