

Tramite la misura delle deformazioni dei materiali è possibile determinare le sollecitazioni meccaniche subite. Questo è il metodo alla base dell'analisi sperimentale delle sollecitazioni che permette di progettare e realizzare parti e componenti che lavorino entro margini di sicurezza prestabiliti senza per questo dover utilizzare materiale

superfluo, ottimizzando così il prodotto sia in termini funzionali che economici.

Le deformazioni possono essere misurate sperimentalmente in diversi modi. Gli estensimetri, siano essi a resistenza, a semiconduttore o ottici sono fra i metodi ancora oggi maggiormente utilizzati.

Estensimetri elettrici

Sono particolari sensori progettati per misurare le deformazioni dei materiali che si verificano in risposta alla forza applicata; rilevano compressioni e/o allungamenti, anche impercettibili, nelle strutture per ricavare lo sforzo applicato e per determinare le loro caratteristiche di robustezza, affidabilità e sicurezza.

Generalmente gli estensimetri sono realizzati con una griglia di metallo laminato applicata su di un supporto di materiale plastico.

Nella pratica l'estensimetro viene incollato sulla superficie di una struttura; quando questa viene sollecitata, le deformazioni sono

trasmesse alla griglia causandone la variazione della sua resistenza elettrica.

Questa variazione è proporzionale alla

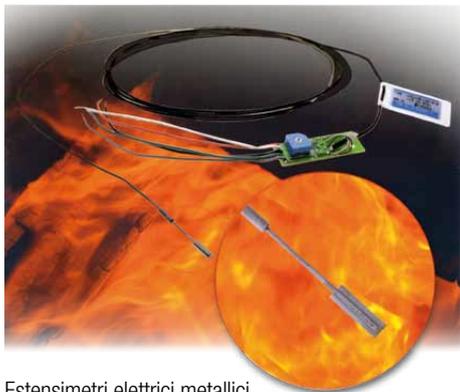
deformazione e può essere misurata con grande precisione.

Per determinare le sollecitazioni e le relative direzioni principali si usano estensimetri, denominati rosette, con 2 o 3 griglie su uno stesso supporto ma orientate in direzioni diverse.

La risposta dell'estensimetro è istantanea, ciò permette di rilevare sia deformazioni statiche che dinamiche, con frequenze di lavoro che possono arrivare a diverse migliaia di Hertz.

Gli estensimetri hanno due campi di applicazione: la costruzione di trasduttori e l'analisi delle sollecitazioni.

Alta Temperatura; fino a 950°C Incapsulati e saldabili per misure statiche e dinamiche



Estensimetri elettrici metallici incapsulati e sigillati con elementi sensibili in lega speciale per alte temperature. Tipicamente incorporano, in un minuscolo tubo metallico provvisto di flangia a saldare e riempito di ossido di Magnesio (MgO) come isolante, un elemento di misura e uno dummy (1/2 ponte) per la compensazione termica. Il collegamento è tramite cavo con una parte di tipo MI (Mineral Insulated), rivestita in acciaio, e una parte terminale morbida rivestita in ETFE. Grazie alla costruzione robusta e sigillata e all'impiego di materiali resistenti alla

Modello	Massima temperatura	Configurazione
KHC	500 °C (Misure Statiche) / 550 °C (Misure Dinamiche)	½ ponte
KHCM	650 °C (Misure Statiche e Dinamiche)	½ ponte
KHCS/ KHCR	750 °C (Misure Statiche e Dinamiche)	½ ponte
KHCV	800 °C (Misure Dinamiche)	¼ di ponte
KHCX	950 °C (Misure Statiche e Dinamiche)	½ ponte

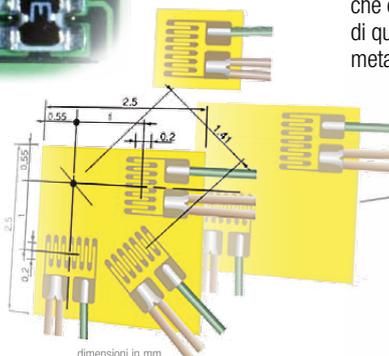
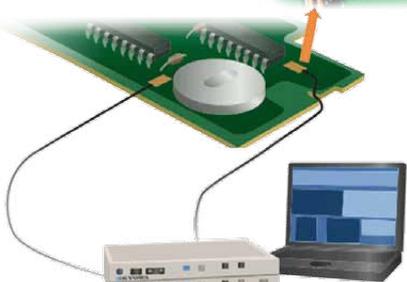
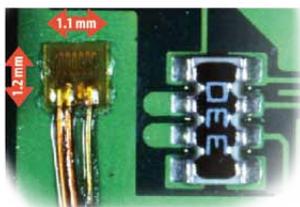
corrosione, questi estensimetri possono essere impiegati, oltre che con temperature elevate, in ambienti pressurizzati e in immersione, anche in acqua di mare.

Per facilitare la realizzazione di un ponte intero è disponibile un apposito adattatore. Ogni estensimetro è accompagnato da un Datasheet con i suoi dati caratteristici.

Per circuiti stampati

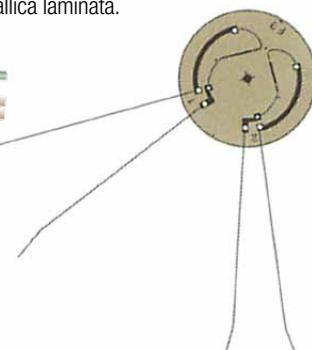
I circuiti stampati vengono usati in una varietà di prodotti come telefoni cellulari, sistemi di navigazione, fotocamere digitali...

Per valutare le loro caratteristiche meccaniche e termiche, sono stati appositamente sviluppati degli estensimetri miniatura mono, bi e tri assiali, con griglia laminata in lega di Nichel-Cromo protetta da un film in poliammide e compensati in un ampio range di temperatura.



A Semiconduttore elevato fattore K, per micro-deformazioni

Il maggiore vantaggio degli estensimetri a semiconduttore è dato dal gage factor che è diverse decine di volte più elevato di quello degli estensimetri con griglia metallica laminata.



Nel nostro catalogo "Estensimetri e Accessori" sono disponibili migliaia di configurazioni di estensimetri elettrici mono, bi, tri o quadri assiali, multi griglia e multi elemento; per misure statiche e dinamiche.



- Per Impieghi generici • Stress concentrato
- Torsione / Coppia • Deformazioni a taglio
- Forza di serraggio bulloni • Tensioni Residue
- metodi al taglio e foratura • Immergibili / Impermeabili a foglio e saldabili anche per pressioni elevate
- Per Bassa temperatura: fino a -269°C
- Per Alta temperatura a foglio e incapsulati saldabili: fino a $+950^{\circ}\text{C}$
- Per metalli e leghe metalliche • Per materiali compositi e circuiti stampati
- Per materiali a bassa elasticità • Tipo Bending per serbatoi ed elementi scatolati
- ad Elevato allungamento per grandi deformazioni
- A semiconduttore per micro deformazioni
- Affogabili in Calcestruzzo e Malta
- Per rilevare la propagazione di Cricche
- Non Induttivi e Schermati • Meccanicamente protetti
- Incorporabili in resine • Per la costruzione di trasduttori di misura
- Speciali, su disegno per impieghi non standard

Per Trasduttori di Misura



Grazie all'eccellente linearità e ripetibilità, gli estensimetri elettrici trovano largo impiego come elementi sensibili nella costruzione di trasduttori di misura, quali celle di carico, torsionometri, accelerometri, sensori di pressione, posizione e spostamento. Sono disponibili varie configurazioni standard; su richiesta è possibile sviluppare delle versioni speciali.

Accessori

- Collanti e Adesivi specifici
- Terminali a saldare
- Prodotti per la saldatura ad alta temperatura
- Nastri e protettivi anche per alta temperatura
- Saldatrici compatte a punti.



Strumentazione specialistica per prove estensimetriche

Il primo anello di una catena per misure estensimetriche è rappresentato dall'estensimetro installato sulla parte da testare.

La sua variazione di resistenza indotta dalla deformazione è estremamente piccola; per convertirla in una variazione di tensione, ad essa proporzionale, viene impiegato un circuito a ponte di Wheatstone.

I moderni sistemi di acquisizione consentono il trattamento digitale del segnale in modo da garantire un'elevata accuratezza di misura.

I dati ottenuti vengono inviati a un computer dove un apposito applicativo software si occupa, non solo della loro visualizzazione e memorizzazione ma soprattutto, della loro elaborazione e analisi tramite algoritmi specifici: ad esempio il calcolo della sollecitazione, la risoluzione delle rosette, l'analisi fatica, la creazione di matrici Rainflow, ecc. I sistemi di acquisizione più evoluti consentono l'esecuzione di queste elaborazioni in tempo reale anche svincolati da un computer.



Checker palmare per la verifica di trasduttori a ponte estensimetrico. Consente la misura contemporanea della deformazione, della resistenza e dell'isolamento

dell'estensimetro. La sezione di uscita consente la verifica di condizionatori estensimetrici tramite la simulazione di un ponte di misura, con sensibilità variabile da 0.000 a ± 5.000 mV/V in passi da 0.010 mV/V (da 0 a ± 10000 $\mu\epsilon$ in passi da 10 $\mu\epsilon$).

Adattatore USB per sensori estensimetrici

Economico ma efficace, permette il condizionamento e l'acquisizione di sensori estensimetrici da $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ e ponte intero.



Il collegamento a PC è tramite porta USB. È fornito con software di setup e acquisizione.

Data-Logger portatile, utilissimo per un'immediata ed efficace verifica dell'applicazione appena eseguita. Oltre alla misura della deformazione permette la misura della resistenza dell'estensimetro e del suo isolamento. Una particolare versione di questo

dispositivo supporta fino a 33 sensori, la loro scansione, lettura e memorizzazione delle misure su di una memoria SD.



Acquisitori multicanale

Interfacciabili a PC tramite **USB 2.0**; sono basati su **moduli quadricanale** di condizionamento e acquisizione per sensori estensimetrici, con **ADC a 24 bit** e possono supportare fino a 4 moduli sincronizzati per un totale di **16 canali**.

Il software a corredo gestisce il setup, l'acquisizione, il monitoraggio dei dati e la loro memorizzazione in vari formati tra i quali CVS, XLS, XLSX e PPC III.

Versione flessibile per sensori estensimetrici a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ e ponte intero, con **alimentazione AC carrier frequency** e per segnali in tensione. È possibile scegliere tra varie connessioni d'ingresso: *connettori multipolari, diverse tipologie di morsetti, terminali a saldare e connettori coassiali BNC (per gli ingressi in tensione)*.

Versione compatta con tre differenti tipologie di modulo di acquisizione:

per termocoppie, segnali in tensione e ponti estensimetrici con alimentazione in DC (anche a $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ ponte tramite adattatore).

In applicazioni con un solo modulo di acquisizione, l'alimentazione può essere fornita da PC tramite USB.

- Campionamento simultaneo, programmabile 1 Hz ÷ 20 kHz
- Banda passante: DC ÷ 2 kHz
- Filtro low-pass 100 Hz / 2 kHz.



- Campionamento simultaneo, programmabile 1 Hz ÷ 10 kHz (1 Hz ÷ 2,5 kHz per gli ingressi in tensione)
- Banda passante: DC ÷ 200 Hz (DC ÷ 1 kHz per gli ingressi in tensione)
- Funzionalità TEDS
- Uscita monitor (± 5 V) e filtro low-pass opzionale.

Registratori portatili

Robusti e compatti sono particolarmente adatti per test in mobilità e con poco spazio a disposizione. Permettono l'acquisizione di sensori estensimetrici oltre che di segnali in tensione.

Fino a **4 canali** con campionamento 20 kS/s per canale o fino a 100 kS/s per 1 canale con **risposta in frequenza fino a 20 kHz**.



Soluzioni universali di Acquisizione e Analisi per segnali e dati

Nel nostro catalogo "Soluzioni di misura, acquisizione e analisi..." sono disponibili numerose altre soluzioni di acquisizione configurabili da pochi fino a migliaia di canali estensimetrici.

Oltre che da estensimetri e sensori estensimetrici a ponte consentono l'acquisizione sincrona di segnali analogici e da una varietà di trasduttori di misura quali: tensioni, correnti, termocoppie, RTD; sensori piezoresistivi, induttivi, potenziometrici e IEPE, segnali e linee digitali (*frequency, counter, incremental encoder*); bus digitali: CAN, LIN, ARINC, FlexRay; dati GPS e immagini video; il tutto sincronizzato al tempo GPS o IRIG.

Possono disporre di uscite analogiche e digitali e di sintetizzatori di segnali in modo da consentire, non solo l'acquisizione e l'analisi ma anche la simulazione, il controllo e l'automazione nei processi di sperimentazione e collaudo.



Sono disponibili soluzioni stand-alone con capacità autonoma di data-processing e memorizzazione su CompactFlash o HDD incorporati, soluzioni PC based per impieghi centralizzati o distribuiti con connettività Ethernet, EtherCAT, Wireless-LAN o remota via 3G/4G.

In modo particolare, riguardo l'estensimetria, la nostra offerta include soluzioni con condizionamento in DC o a frequenza portante, con compensazione automatica della lunghezza dei cavi, soluzioni per applicazioni statiche o soluzioni dinamiche con risposta in frequenza dalla DC fino a 500 kHz.

Il software a menu guidato, modulare e scalabile, ne supporta la configurazione in modo immediato e intuitivo e la facile implementazione di funzioni di controllo e simulazione, processi di calcolo, visualizzazioni grafiche e report di prova.

I nostri sistemi sono adatti per impiego mobile (*auto, moto, sport, navale, ferroviario, aerospaziale...*), laboratori R&D, banchi e sale prova e per il monitoraggio di strutture e processi produttivi...

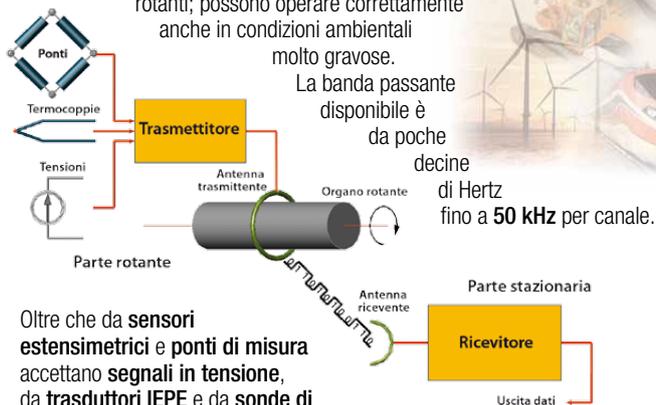
Telemisura digitale su organi rotanti

Sistemi telemetrici, di facile e rapida installazione per la misura accurata di grandezze fisiche su parti meccaniche in rotazione, senza l'impiego di slip-ring

Le misure meccaniche spesso devono essere eseguite su parti rotanti; gli slip ring tradizionalmente impiegati per il trasferimento del segnale dalla parte rotante alla parte fissa, tipicamente introducono disturbi e limitano la velocità di rotazione.

Viceversa, la tecnica digitale utilizzata nei nostri sistemi telemetrici, privi di parti meccaniche in movimento, assicura elevata risoluzione di misura, precisione, grande immunità ai disturbi e alle interferenze elettromagnetiche.

Sono disponibili soluzioni mono o multicanale, con volumi di ingombro estremamente ridotti, per poter essere facilmente installati in piccoli spazi senza alcuna modifica delle parti meccaniche rotanti; possono operare correttamente anche in condizioni ambientali molto gravose.

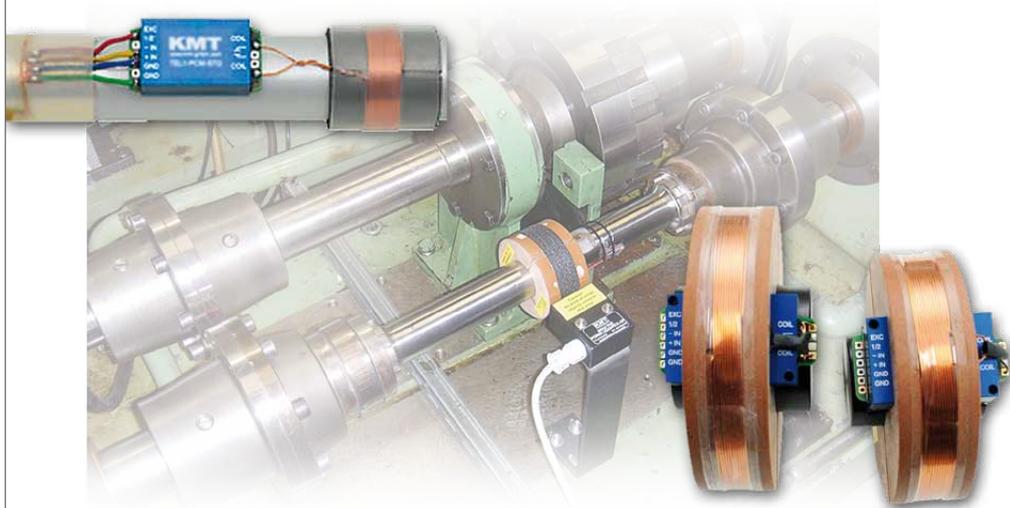


Oltre che da sensori estensimetrici e ponti di misura accettano segnali in tensione, da trasduttori IEPE e da sonde di temperatura.

Sono disponibili con trasmissione RF del segnale e alimentazione a batterie oppure con

La banda passante disponibile è da poche decine di Hertz fino a 50 kHz per canale.

accoppiamento induttivo, sia del segnale che dell'alimentazione. Vengono forniti completi di componenti e accessori (*trasmettitori, batterie, antenne, ricevitori...*) in modo da essere semplici e immediati nel loro impiego.



È disponibile un trasmettitore per telemisura, realizzato su di un robusto e sottile substrato flessibile, particolarmente efficace per misure di coppia, in spazi ristretti, su parti rotanti ad alta velocità. Offre banda passante maggiore di 1 kHz, include

l'alimentazione e il condizionamento del segnale per sensori estensimetrici a 1/2 o ponte intero. È disponibile con alimentazione a batteria oppure indotta per operare a lungo termine in modo autonomo.

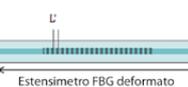
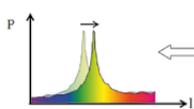
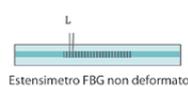
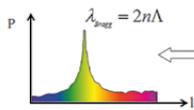
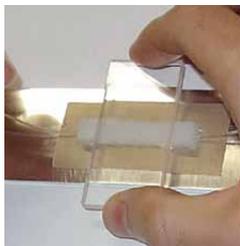


Estensimetri a Fibra ottica FBG

Questi estensimetri basati su reticolo di Bragg utilizzano tecnologia Draw Tower Gratings (DTG[®]) che permette di realizzare sensori molto resistenti, a costi contenuti e con elevata accuratezza e qualità.

Sono **esenti da corrosione, immuni ai disturbi elettromagnetici e alle fulminazioni**, sono utilizzabili in **aree esplosive** e con **alta tensione**, non producono autoriscaldamento, possono essere impiegati in **ambienti criogenici**, misurano **elevati allungamenti** (>10000 µm/m), e trasmettono il segnale a distanze elevate senza distorsioni o interferenze. La misura delle deformazioni con gli estensimetri FBG avviene in modo assoluto, consentendo così rilievi saltuari senza una connessione continua della strumentazione ai sensori stessi.

Questi estensimetri sono adatti sia per impieghi standard che di tipo custom e vengono spesso utilizzati come componenti OEM in molte applicazioni di Structural Health Monitoring (SHM). Vengono affogati all'interno di strutture in materiale composito, ad esempio cellule di velivoli, pale eoliche,



scafi di imbarcazioni e in opere civili in calcestruzzo... La tecnologia DTG[®] permette, in un unico processo automatico, sia la realizzazione della fibra che la

scrittura del reticolo. I sensori a reticolo di Bragg, in funzione della deformazione applicata variano la lunghezza d'onda della luce riflessa; sono conosciuti per essere stabili e ripetitivi, per questo motivo stanno guadagnando sempre

più attenzione nella misura delle deformazioni. Equivalgono ad un estensimetro elettrico classico e possono essere incollati direttamente sulla superficie delle strutture. Sono disponibili nelle configurazioni a singolo sensore, a catena di sensori o direttamente in bobine, anche su specifica del cliente. Nonostante questo, in termini di prezzo, non possono competere con gli estensimetri elettrici nella maggior parte delle applicazioni e sono al momento utilizzati esclusivamente per particolari impieghi che richiedano caratteristiche superiori.



Applicazioni

Ricerca, Sviluppo, Sperimentazione e Collaudo



Ottimizzazione della qualità e della sicurezza di componenti e strutture



Misura delle deformazioni ad Alta Temperatura



Misure di deformazione a Bassa Temperatura



Analisi delle sollecitazioni su materiali compositi



Strumentazione per l'Ingegneria civile



Video Gauge

La nuova frontiera delle misure ottiche senza contatto

Questo sistema, frutto di più di 15 anni di ricerca e sviluppo, è oggi un riferimento nelle misure "video-based" di precisione per l'**analisi delle sollecitazioni e delle deformazione meccaniche dei materiali** e nel monitoraggio strutturale.

Video-Gauge è attualmente in uso sia in campo accademico che industriale. Molti sperimentatori lo hanno scelto dopo averne valutato i benefici, l'accuratezza e il risparmio di tempo rispetto ai metodi tradizionali.

È un sistema di misura basato su algoritmi software brevettati che, tramite l'analisi di immagini video,

consente accuratezze di un ordine di grandezza superiore rispetto ad altre soluzioni simili. Impiega tecniche di "pattern-recognition" e di interpolazione sub-pixel per misurare con precisione gli spostamenti dei punti selezionati in un'immagine. I target, tramite apposite videocamere, vengono monitorati in tempo reale ottenendo risultati fotogramma per fotogramma. Questa tecnologia, che permette **misure di deformazione, spostamento e rotazione senza contatto**, offre una definizione migliore di 1/200.000 dell'area visibile con una risoluzione fino a 5 microstrain. Le applicazioni spaziano ad

esempio dalla misura del modulo di un materiale composito al rilievo dello spostamento di un ponte con risoluzioni fino a 0.01 mm.



Servizi

La nostra esperienza è a disposizione dei nostri clienti. Offriamo corsi personalizzati e servizi di applicazione estensimetrica per tutte le problematiche inerenti l'analisi delle sollecitazioni e la misura delle deformazioni.



Sensori di misura

precisi e affidabili, per applicazioni in ambito industriale, strutturale, aerospaziale, automotive, R&D e per banchi prova

Trasduttori di pressione

relativi, assoluti, differenziali e scanner di misura multipunto.



Torsiometri

rotativi senza contatto, a flangia o ad albero; torsiometri a reazione di forza.



Celle di Carico

di precisione, a trazione e compressione, anche miniatura.



Trasduttori di Spostamento

potenziometri lineari, LVDT, a cavo traente, proximity lineari, laser.



Termosonde Termocamere IR Pirometri

RTD al platino



Accelerometri

piezoelettrici (IEPE), piezoresistivi, MEMS, estensimetrici o a massa sismica.



Microfoni

e sonde intensimetriche.

Sistemi di calibrazione

per Vibrazioni, Rumore e Suono.

Sistemi inerziali

per assetto, accelerazione e velocità angolare.

Inclinometri

mono o biassiali.

Magnetometri

per assetto e orientamento.

Ricevitori GNSS

GPS, GLONASS, Galileo; per posizione, velocità, assetto e orientamento.



Videocamere

ad alta velocità; ruggedized e miniatura, SD e HD.



L'Azienda

Instrumentation Devices

opera dal 1991 quale fornitore primario delle più importanti Industrie, Laboratori e Centri di Ricerca Italiani, sia privati che pubblici. Ci occupiamo di sensori, strumenti di misura, sistemi di acquisizione e analisi dei segnali.

Proponiamo quanto di più funzionale ed efficace sia oggi disponibile.

Le aziende che rappresentiamo e i prodotti che distribuiamo sono leader del settore e sono il risultato di una accurata e costante selezione che garantisce elevata qualità e affidabilità. I nostri prodotti vantano centinaia di applicazioni nei più diversi settori, quali aerospaziale, automobilistico, ferroviario, energia, difesa, navale, strutturale, ambientale, collaudo, manutenzione...

Offriamo consulenza e assistenza globale su tutto il territorio nazionale.

Prodotti, servizi e soluzioni di misura, controllo, acquisizione e analisi dati per sperimentazione e R&D...

Instrumentation Devices

Instrumentation Devices srl

Via Acquanera 29 | 22100 COMO (Italy) |
tel. 031 525 391 | fax. 031 507 984
Lat. 45° 46' 37,3" N | Long. 09° 05' 12,1" E
www.instrumentation.it | info@instrumentation.it

- KHC, KHCM, KHCS, KHCR, KHCV e KHCC sono delle famiglie di estensimetri elettrici ad alta temperatura di tipo saldabile di KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS CO., LTD: www.kyowa-ei.com
- DTG (Draw Tower Gratings) è un acronimo registrato da FBGS: www.fbgs.com
- Video Gauge si riferisce ai sistemi per video estensimetria di Imetrum Limited: www.imetrum.com
- Le soluzioni per telemetria di questo catalogo sono di KMT, Kraus Messtechnik GmbH: www.kmt-telemetry.com
- Le immagini dei prodotti rappresentati in questo catalogo non sono in scala.