

TUTTO_MISURE

LA RIVISTA DELLE MISURE E DEL CONTROLLO QUALITÀ - PERIODICO FONDATA DA SERGIO SARTORI
ORGANO UFFICIALE DELL'ASSOCIAZIONE "GMEE" E DI "METROLOGIA & QUALITÀ"

ANNO XIV
N. 03 ■
2012



GRUPPO MISURE ELETTRICHE
ED ELETTRONICHE



AFFIDABILITÀ
& TECNOLOGIA

EDITORIALE

Sei sempre tra noi!

Piccolo tributo
a un maestro e amico



43. verticale

Azienda leader di strumenti
e sistemi di misura...



RUPAC ... da oltre 50 anni la soluzione giusta
Dal micrometro alle Macchine di Misura Ottiche e Multisensore 3D
Strumenti e sistemi di misura www.rupac.com
Via Alamanni, 14 - 20141 Milano - tel 02.53.92.212 r.a. - fax 02.56.95.321 - vendite@rupac.com

Macchine di misura a coordinate CNC STRATO-APEX ad alte prestazioni

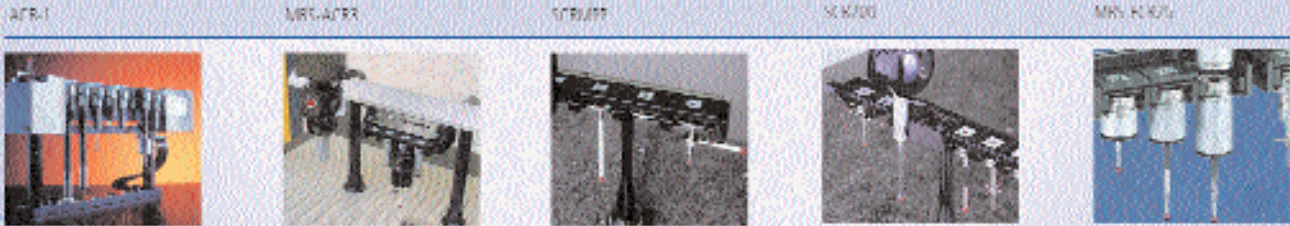
Mitutoyo

Risoluzione : 0.00002 mm
MPEE : 0.9+0.25/100 µm *

* ISO 10360-2:2001
in relazione al modello e al testatore utilizzato



Sistemi di cambio tastatore



Caratteristiche		STRATO-Apex 776	STRATO-Apex 7106	STRATO-Apex 9105	STRATO-Apex 9166
Campo di misura	X	705 mm	1005 mm	905 mm	1605 mm
	Y	705 mm	605 mm	605 mm	605 mm
Spostamento	Z	1005 mm	1005 mm	1005 mm	1005 mm
	CNC	Cuscinetti pneumatici su tutti gli assi (Cuscinetti pneumatici a pressione statica) Velocità di spostamento : da 8 a 300 mm/s per ogni asse (accelerazione max. combinata: 519 mm/s²) Velocità di misura 1 - 1 mm/s			
Velocità di spostamento	Joystick	Velocità di spostamento 0 - 80 mm/s Velocità di misura 0 - 3 mm/s			
	Accelerazione	Velocità di posizionamento fine 0.05 mm/s 1 > 200 mm/s² per ogni asse (accelerazione max. combinata: 2.500 mm/s²)			
Metodo di misura	Risoluzione	Encoder lineare 0.00002 mm			
	Limiti di temperatura	19 - 21 °C			
entro i quali viene garantita l'accuratezza	Variazione di temperatura	Per ora	1.0 K	1.0 K	1.0 K
	Gradiente di temperatura	Nelle 24 ore	2.0 K	2.0 K	2.0 K
		Verticale/orizzontale	1.0 K/m	1.0 K/m	1.0 K/m

MITUTOYO ITALIANA s.r.l. • Corso Europa, 7 • 20020 LAINATE (MI) • TEL. 02.93578.1 • FAX 02.93578.255 • WWW.MITUTOYO.IT



Valutazione della conformità degli strumenti regolamentati dalle seguenti direttive europee:

- DIRETTIVA 2004/22/CE – Strumenti di misura "MID"
- DIRETTIVA 2009/23/CE – strumenti per pesare a funzionamento non automatico "NAWI"

Il laboratorio LABCERT effettua prove metrologiche in conformità alle seguenti Raccomandazioni Internazionali:

OIML: R35, R43, R50, R51, R61, R76, R80, R106, R107, R111, R117, R120, R134, R138



Prove metrologiche
su strumenti per pesare



Prove EMC



Prove in camera climatica



Prove su
Selezionatrici Ponderali



Dosatore gravimetrico



Distributori automatici di
detergente e alimenti liquidi



Prove su posatrici gravimetriche



Tramadol
con pesatura dinamica



Tramadol
con pesatura dinamica



Tramadol
con pesatura dinamica



Bicchieri e
contenitori

Mezzi



Misure
di capacità



Distributori di carburanti

LMB PN-01

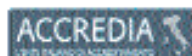


Laboratorio Accreditato dalla Camera di Commercio di Pordenone per l'esecuzione della "Verifica Periodica degli strumenti di misura" in applicazione del D.M. 28 marzo 2000, n. 182. L'Idoneità è valida per tutto il territorio nazionale per i seguenti strumenti di misura:

Pesi e masse da 1mg a 2000kg
Strumenti per pesare fino a 100.000 kg
Misure di capacità fino a 1000 litri

Misuratori di carburanti presso distributori stradali
Complessi di misura per carburanti
Misuratori di volumi di liquidi diversi dai carburanti

Il Centro organizza periodicamente corsi di abilitazione
alla verifica periodica degli strumenti per pesare e misurare



LAT n. 147

Taratura masse da 1mg a 2000kg
Taratura strumenti per pesare fino a 100t



LABCERT è socio:

LABCERT snc di G. Blandino & C.
Via Comina, 3 – 33080 S. QUIRINO (PN) Italy
Tel. 0434-554707 - Fax 0434-362081
Internet : www.labcert.it
e-mail: info@labcert.it



10.000 COMPONENTI.
1 SOLO PARTNER METROLOGICO.

HEXAGON
METROLOGY



Hexagon Metrology SpA

Strada del Portone, 113, 31065 Grugliasco (TO) Italy
Tel. +39 011 4025111, Fax +39 011 4025172
commercial@hexagonmetrology.com
www.hexagonmetrology.it

Sarà una partnership di:
UI-MU, 2-6 ottobre 2012

Sistemi di misura a coordinate e per reverse engineering.



HEXAGON 2012
EXPO 2012

4-7 JUNE 2012
F1 EXPO 2012

www.hexagonconferences.com/2012

HEXAGON
METROLOGY

Where quality comes together.

pcd brown & sharpe

Cognitens

QDA

Leica
Autoscan

Amc

max

optiv

pcdmis

Quindos

ROMER

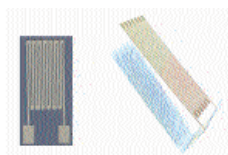
TOP
TECH

IN QUESTO NUMERO

Prototipazione rapida di sensori: tecnologie, materiali e applicazioni

Rapid prototyping of sensors

B. Andò, S. Baglio, G. L'Episcopo, C. Lombardo,
V. Marletta, I. Medico,
S. Medico

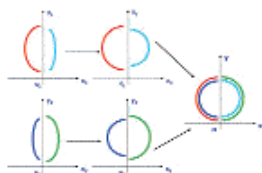


177

La misura 3D di eccentricità e di diametri

Eccentricity and diameter measurement

G. Sansoni, P. Bellandi,
F. Docchio



183

Affidabilità di LED in condizioni di sollecitazioni combinate

Reliability of LEDs under combined stress condition

L. Peretto,
R. Tinarelli,
G. Mazzanti,
M.G. Masi

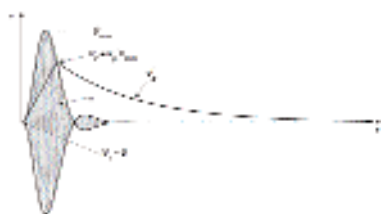


189

Il Ricevitore EMI di Radiodisturbi Parte 2

Basic Instruments in EMC measurements - Part II

C. Carobbi,
M. Cati,
C. Panconi



197

Editoriale: Sei sempre tra noi!

Piccolo tributo a un maestro e amico (F. Docchio)

165

Comunicazioni, Ricerca e Sviluppo, dagli Enti e dalle Imprese

Notizie nel campo delle misure e della strumentazione

167

Il tema: Misure, Prove e Tarature

Strumenti e servizi a garanzia dell'affidabilità e della competitività
(a cura di M. Mortarino)

171

Gli altri temi: Sensori e MEMS

Prototipazione rapida di sensori (B. Andò, S. Baglio,
G. L'Episcopo, C. Lombardo, V. Marletta, I. Medico, S. Medico)

177

Gli altri temi: Misure ottiche per l'industria

La misura 3D di eccentricità e di diametri
(G. Sansoni, P. Bellandi, F. Docchio)

183

Gli altri temi: Misure di componenti ottici

Affidabilità di LED in condizioni di sollecitazioni combinate
(L. Peretto, R. Tinarelli, G. Mazzanti, M.G. Masi)

189

Gli altri temi: Misure per l'Illuminazione

Da Fechner a Luce, la misura in psicologia - Parte II
(S. Noventa, G. Vidotto)

193

Campi e Compatibilità Elettromagnetica

Strumentazione di base nelle misure di Compatibilità Elettromagnetica:
il ricevitore EMI di radiodisturbi - Parte II
(C. Carobbi, M. Cati, C. Panconi)

197

Le Rubriche di T_M: Visione Artificiale

Quo vadis? (G. Sansoni)

201

Le Rubriche di T_M: Conformità e Affidabilità

Dalla conformità all'efficacia: la conformità non è più
il fine bensì il mezzo (T. Miccoli)

211

Le Rubriche di T_M: Metrologia legale

Verifiche sui contatori di energia: legittimo il calcolo
dei consumi a posteriori? (V. Scotti)
L'evoluzione normativa della metrologia legale in Italia (M.C. Sestini)

215

217

Spazio Associazioni Universitarie di Misuristi

Dalle Associazioni Universitarie di Misuristi

221

Spazio dalle altre Associazioni

Notizie dalle altre Associazioni

225

Lo spazio degli IMP

Campioni Josephson e Metrologia Elettrica
(V. Lacquaniti, N. De Leo, M. Fretto, A. Sosso)

227

Manifestazioni, Eventi e Formazione

2012-2013: eventi in breve

231

Commenti alle norme: la 17025

Non conformità, azioni correttive, azioni preventive
reclami e miglioramento - Parte quarta (N. Dell'Arena)

233

Storia e curiosità

Le meridiane attraverso i secoli (T. Tschinke)

235

Abbiamo letto per voi

240

News

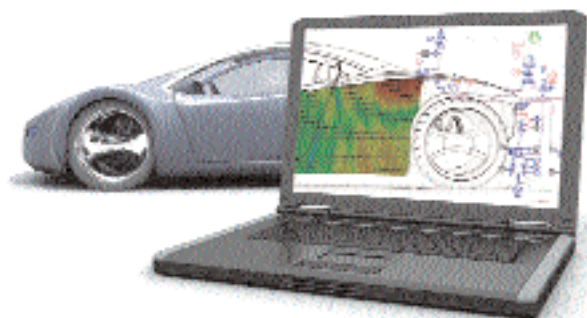
181-196-208-212-220-224-226-230-232-237-239

**Take your mind off
the deadline**

LMS SCADAS

Flexibility. Performance. Precision.

- The quality leader for fast, single-run data acquisition
- Fit for purpose frames for lab, field, or autonomous recording applications
- Scalable platform, from 8 to hundreds of channels
- Lab Mobility: mix n match all types of LMS SCADAS systems
- Optimally tuned for noise, vibration, acoustic and durability testing



More information on www.lmsintl.com/scadas

Sei sempre tra noi!

Piccolo tributo a un maestro e amico

Caro Sergio, questo Editoriale è dedicato a te! Da oggi non sei più tra di noi fisicamente: una breve ma inesorabile malattia ti ha strappato all'amore di Liliana e all'affetto e alla stima di tutti noi. La tua riservatezza ha fatto sì che pochissimi, tra i tuoi colleghi di lavoro, fossero al corrente della gravità della tua condizione fisica. Anch'io, che ti avevo visto ad aprile alla cerimonia di apertura di A&T ("sono solo un po' stanco", dicevi), l'ho saputo per caso solo la settimana scorsa. E tu, a un collaboratore che ti ha parlato solo qualche giorno fa, hai detto "la malattia segue il suo rapido decorso". Ed eccoci qui a cercare di dare un senso alla tua assenza!

Scrivo sull'onda dell'emozione: altri sapranno fare più e meglio di me, da adesso in poi, per "disegnare" la tua persona, le tue rare doti intuitive e il tuo operato, nei mille compiti a cui hai voluto, e dovuto, assolvere in questi cinquant'anni di carriera. Quello che posso fare è dare a caldo un'umile testimonianza della nostra collaborazione e della nostra amicizia.

Quello che non ti ho mai detto, e che mi accomuna in questo momento a te, è che nel 1990 fui io a dovere scrivere il necrologio del mio primo maestro, Carlo Sacchi, su una rivista internazionale. Salvo poi, recentemente, scoprire che tu e Carlo eravate compagni di corso a Pavia e vicini di stanza al Collegio Ghislieri. Di Carlo dicevi che non ti lasciava dormire di notte, per quanto "picchiava" formule matematiche con il gesso sulla lavagna appesa al muro divisorio tra le due camere.

Non sapevo di questa tua amicizia, allora. Ma ti avevo già conosciuto quando, da giovane ricercatore, mi sono rivolto a te per una partecipazione a un Progetto Europeo nel campo della metrologia ottica. Tu mi hai incoraggiato a partecipare e, ti posso assicurare, questo è stato l'inizio del successo delle attività scientifiche mie e dei miei collaboratori in questi anni. Nel frattempo, grande e prestigiosa è stata la tua carriera scientifica, che ti ha portato ai vertici dell'Istituto Colonnetti, consulente di Istituti Metrologici d'oltre oceano, responsabile della ristrutturazione dei sistemi informatici del CNR e, oggi, nume tutelare della metrologia italiana e internazionale.

Quante volte ho visto in te un esempio di rigore scientifico e di "multiforme ingegno" nell'ambito di convegni internazionali e della tua partecipa-

zione alla vita della nostra Associazione, il GMEE. Ti ho sempre ammirato e sempre mi veniva da pensare "come vorrei essere come lui"! Nel frattempo, hai fondato la Rivista su cui sto scrivendo. Volevi che la metrologia e le misure acquisissero anche in Italia la dimensione che a esse viene riconosciuta all'estero. Con timore reverenziale e timidezza ho accettato la tua proposta di condividere con te la conduzione della Rivista, cercando d'imparare da te quanto potevo.

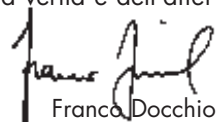
Non so se per tua iniziativa, ma lo spero, mi sono trovato a succederti nella direzione della Rivista nel momento in cui avevi capito che era opportuno "passare la mano" per dedicarti ad altre attività (la tua "storia della Metrologia"). Fatto sta che da allora (2008) ho potuto accedere alla tua cerchia di affetti e amicizie e ho avuto la possibilità di essere formato da te alla direzione. Ricordo quell'indimenticabile Capodanno 2009 in cui mia moglie e io abbiamo goduto della meravigliosa compagnia tua e di Liliana e mi hai preparato al futuro "passaggio delle consegne".

Come Direttore ho sempre cercato, e temuto, il tuo giudizio: qualunque cosa scrivessi o facessi, sempre mi chiedevo "che cosa ne penserà Sergio?". E il tuo giudizio era nella maggior parte dei casi bonario. Mi ha guidato in questi anni (e certo mi guiderà ancora) la certezza della comunione di vedute tra me e te rispetto al fatto che la scienza deve servire alla comunità, e viceversa. E, personalmente, la comunione di affetti tra te e tua moglie è un esempio di come l'unione di una vita possa essere armonica al di là delle avversità della vita.

Ultimamente ti ho ospitato sulla rivista, con il tuo articolo sul "pensionato che si ribella alla trasformazione del SI". Al di là dei pareri contrastanti (ma dettati sempre da un affetto smisurato) di alcuni dei tuoi colleghi di una vita, mi piace pensare al tuo piglio, alla tua determinazione, alla tua coerenza di sempre nel ribadire le tue convinzioni e le tue speranze.

Riposati in serenità, Sergio, dalle fatiche di una vita. Sei sempre tra noi e rendiamo onore alla tua persona e alla tua opera. Lascia che siamo noi, ora, a seguire le orme del maestro mai pago e mai domo, sempre alla ricerca della verità e dell'affetto di chi gli sta vicino.

Tuo



Franco Docchio

Prendete il controllo



Fondamentali
del processo

Preparazione
del processo

Controllo
In-processo

Monitoraggio
post-processo

Ispezioni più rapide

Prendete il controllo delle attività di ispezione post-processo: le innovative tecnologie Renishaw a 5 assi arricchiscono le CMM con funzioni di misura rapida e flessibili.

La nuova testa PH20 per tastatura punto-punto a cinque assi permette di aumentare fino a tre volte la produttività.

Il 'tocco di testa' è un metodo esclusivo di misura rapida punto-punto con posizionamenti veloci e in continuo su 5 assi per garantire l'accesso ottimale agli elementi.

Per ulteriori informazioni sulle soluzioni Renishaw per il controllo dei processi, visitate il nostro sito Web www.renishaw.it o chiamateci allo 0119661052

Notizie nel campo delle misure e della strumentazione

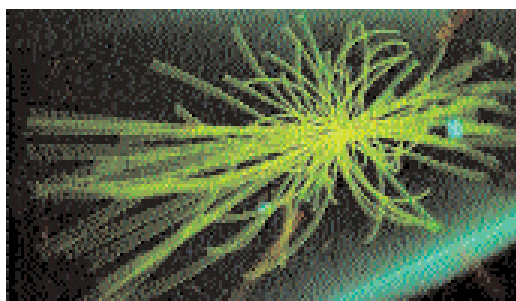
NEWS IN MEASUREMENT AND INSTRUMENTATION

This section contains an overview of the most significant news from Italian R&D groups, associations and industries, in the field of measurement science and instrumentation, at both theoretical and applied levels.

RIASSUNTO

L'articolo contiene una panoramica delle principali notizie riguardanti risultati scientifici, collaborazioni, eventi, Start-up, dei Gruppi di R&S Italiani nel campo della scienza delle misure e della strumentazione, a livello sia teorico che applicato. Le industrie sono i primi destinatari di queste notizie, poiché i risultati di ricerca riportati possono costituire stimolo per attività di Trasferimento Tecnologico.

GLI ESPERIMENTI DEL CERN MISURANO UNA PARTICELLA DAL PROFILO COMPATIBILE CON IL BOSONE DI HIGGS - IL RUOLO DEI MISURISTI ITALIANI DI UNISANNIO



In un seminario tenuto al CERN, i responsabili dei due maggiori esperimenti del Large Hadron Collider, la macchina più grande costruita dal genere umano, hanno presentato i loro recenti risultati sperimentali relativi alla ricerca della particella di Higgs, responsabile dell'attuale aggregazione della materia. Entrambi misurano l'esistenza di una nuova particella nella regione di massa/energia 125-126 GeV.

"Le prestazioni eccezionali del Large Hadron Collider e di ATLAS e il duro sforzo di molte persone ci hanno portato a questo punto così eccitante" ha detto il portavoce di

ATLAS, l'italiana Fabiola Gianotti. "Anche Unisannio, nel suo piccolo, con i circa 20 ricercatori della Facoltà di Ingegneria (in maggior parte studenti di dottorato) avvicinandosi nei laboratori di Ginevra con continuità negli ultimi anni, si può dire parte di questo storico momento nella storia della scienza. Nei momenti bui, in cui la macchina sembrava non dovesse partire nella sua immensa complessità, abbiamo saputo lavorare con umiltà e tenacia, e oggi ne vediamo finalmente il frutto", ha detto **Pasquale Arpaia**, professore di Misure del LESIM del Dipartimento di Ingegneria, da 7 anni responsabile per Unisannio al CERN di una serie di progetti di ricerca sulla qualificazione e compensazione degli oltre mille magneti superconduttivi costituenti il Large Hadron Collider.

I risultati di misura presentati oggi sono considerati solo preliminari. Sono basati sui dati misurati nel 2011 e 2012, con larga parte di questi ultimi ancora in corso di analisi. La pubblicazione dei risultati mostrati oggi è attesa per la fine del mese. Il quadro completo emergerà però solo nel corso dell'anno, man mano che la macchina fornirà ulteriori dati.

Il prossimo passo sarà determinare

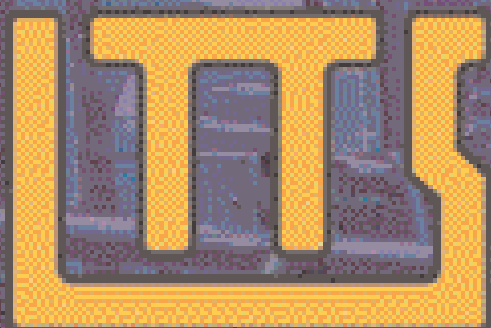
la precisa natura della particella e la sua significatività per la comprensione dell'universo. Le sue proprietà si riveleranno quelle attese per il bosone di Higgs, responsabile dell'attuale aggregazione della materia sotto i nostri occhi, e di cui noi stessi siamo fatti, dopo il big bang? O piuttosto qualcosa di diverso, in grado di spiegare il 96% di materia che sappiamo esistere ma non riusciamo a misurare? Sono questi e altri gli eccitanti interrogativi a cui le attuali misure del Large Hadron Collider ci consentiranno d'iniziare a dare una risposta.

IMPORTANTE FONDO INVESTE IN ANTARES VISION SRL, EX START-UP DEL LABORATORIO DI OPTOELETTRONICA DI BRESCIA



Il Fondo Italiano di Investimento, importante fondo per il supporto a iniziative industriali, emanazione della Cassa Depositi e Prestiti, ha rilevato una quota di minoranza della Società Antares Vision srl (www.antaresvision.it) di Castel Mella (BS), con un finanziamento di 5 Milioni di Euro, per contribuire alle spese per la nuova sede della Società. Antares Vision srl, ex Semtec srl, è una importante realtà produttiva nel settore della visione industriale con prevalenti applicazioni nell'industria farmaceutica.

Semtec srl è stata la prima nata tra le Start-up del Laboratorio di Optoelettronica dell'Università di Brescia (parte dell'Unità GMEE), nel 1997, che ha così iniziato la sua attività di promozione, tutoraggio e



LABORATORIO DI TARATURA STRUMENTI DI MISURA

ACCREDIA
ISTITUTO ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAT N. 60



- ▶ **TEMPERATURA**
- ▶ **UMIDITÀ RELATIVA**
- ▶ **PRESSIONE / VUOTO**
- ▶ **STRUMENTI DIMENSIONALI**
- ▶ **MOMENTO TORCENTE**
- ▶ **FORZA**
- ▶ **VELOCITÀ ROTAZIONALE**

**MISURE DI STABILITÀ ED UNIFORMITÀ
TEMPERATURA DI:**

- **FORNI - STUFE - MUFFOLE**
- **BACINI E AMBIENTI TERMOSTATICI**
- **CELLE FRIGORIFERE - CONGELATORI**

SALDATRICI E APPARECCHIATURE AUSILIARIE

**TARATURE ANCHE
PRESSO LA SEDE DEL CLIENTE**

**GESTIONE INTEGRALE
DELLA STRUMENTAZIONE**

**FORNITURA E ASSISTENZA DI
STRUMENTI E SENSORI**

**ASSISTENZA, FORMAZIONE E
QUALIFICAZIONE NELLE AREE:**

Sistemi Qualità, Gestione Ambientale e Sicurezza,
Prove Non Distruttive, Metrologia, Analisi avarie,
Vita residua, Metallurgia,
Prove meccaniche, Trattamenti termici,
Metallografia, Saldatura





incubazione di società *high-tech* nel campo delle misure ottiche, della strumentazione e della visione. Entrata a far parte della Società Tattile spa, ha recentemente riacquisito piena indipendenza. Vanta un fatturato di 15 Milioni di Euro e ha 90 dipendenti.

BUON SUCCESSO DELLO STAND DEL GMEE ALLA FIERA SPS/IPC/DRIVES DI PARMA



Nei giorni 21-23 Maggio 2012, presso il quartiere fieristico di Parma si è svolta la Fiera SPS/IPC/DRIVES Italia, dedicata alle Tecnologie per l'Automazione Elettrica, Sistemi e Componenti. La Fiera è stata punto di ritrovo per tutti gli esperti dell'Automazione Industriale, con un risultato di pubblico ed espositori lusinghiero.

Il GMEE e Tutto_Misure sono stati presenti alla Fiera, con uno stand organizzato dal gruppo della Prof. **Alessandra Flammini** dell'Unità di Brescia (v. foto).

Il numero di visitatori all'area universitaria è stato più ridotto rispetto all'area industriale, focus della fiera. *"Tuttavia – dice la Prof. Flammini, soddisfatta dell'esperienza – la nostra rivista ha suscitato molte curiosità e notevole interesse, al pari di quelle del GISI, di Fiera Milano Media, dell'Editrice Maestri e di altre associazioni, consorzi e case editrici"*.

GIOVANNI BETTA NOMINATO PRORETTORE ALLA DIDATTICA DELL'UNIVERSITÀ DI CASSINO

Il Prof. **Giovanni Betta**, attuale Presidente dell'Associazione GMEE,



ha svolto le funzioni di Preside della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Cassino per più di 8 anni. Recentemente è stato nominato Prorettore alla Didattica di Ateneo dell'Università. Al neo Prorettore i migliori auguri di buon lavoro!

EMILIO SARDINI ELETTO DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA E MEMBRO DEL SENATO ACCADEMICO



Nel quadro degli adeguamenti delle strutture Universitarie per soddisfare i requisiti della L. 240/2010 (legge di Riforma Universitaria), all'Università degli Studi di Brescia si sono recentemente tenute le elezioni dei Direttori dei Nuovi Dipartimenti che, di fatto, sostituiranno le Facoltà nell'organizzazione e gestione della ricerca e della didattica dell'Università. Per il Nuovo Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (che diventerà completamente operativo dall'1.11.2012) il Direttore eletto è il Socio GMEE Prof. **Emilio Sardini**, Responsabile dell'Unità di Brescia. Il Prof. Sardini è stato, in seguito, eletto membro del Senato Accademico dell'Università. Al neo-Direttore l'augurio di buon

lavoro da parte della Redazione e dei lettori di Tutto_Misure, per la promozione e lo sviluppo del suo Dipartimento in questi tempi difficili.

A MARIO SAVINO IL CAREER AWARD DELLA IEEE MEASUREMENT SOCIETY



Al Prof. **Mario Savino** del Politecnico di Bari, socio e Past President del GMEE, è stato conferito l'ambito riconoscimento della IEEE Measurement Society "Career

Award 2011", con la seguente motivazione: *"Per decenni di progressi nella scienza della misurazione e nella sua disseminazione"*. Al collega e amico i nostri più sinceri complimenti!

LA GIORNATA DELLA MISURAZIONE 2012 – UNIVERSITÀ DI ROMA TRE, 4-5 GIUGNO 2012

La Giornata della Misurazione è stata fondata da **Mariano Cunietti** 31 anni or sono al fine di consentire



un incontro e un confronto d'idee tra tutti coloro che si occupano di misure pur appartenendo ad ambiti culturali diversi. Attualmente essa è gestita congiuntamente dal Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche e dal Gruppo Misure Meccaniche e Termiche.

Un aspetto caratteristico della XXXI Giornata della Misurazione che si è svolta all'Università di Roma 3 nei giorni 4-5 giugno 2012 è stata la presentazione di libri scritti da abituali frequentatori della Giornata. È infatti interessante conoscere gli obiettivi che gli autori si sono proposti e come li hanno realizzati, e discutere con essi i problemi da loro sollevati.

Ha iniziato **Domenico Costantini**, che ci ha parlato del suo nuovo libro, molto stimolante, dal titolo *"Verso una rappresentazione probabilistica del mondo"*. Ha proseguito **Giovanni Battista Rossi**, con un libro in lingua inglese da lui curato assieme a Brigitta Berglund, James T. Townsend e Leslie R. Pendrill dal titolo *"Measurement with persons"*; esso è in un certo senso la prosecuzione di argomenti trattati nella Giornata della Misurazione dell'anno scorso da **Giulio Vidotto** e **Luigino Benetazzo**, che si sono posti il problema di applicare le metodologie proprie delle misure tradizionali anche ad altri campi del sapere. Lo stesso Vidotto ha introdotto la discussione su questo libro. Le intersezioni esistenti su un particolare argomento quando viene trattato da discipline anche molto diverse e lontane tra loro sul piano culturale sono particolarmente importanti e stimolanti; la probabilità, per esempio, nasce in ambito matematico e viene ampiamente utilizzata in molti campi della scienza e della tecnica, quali la Fisica, l'Ingegneria, la Medicina, l'Economia, la Statistica; essa però è parte integrante anche della Filosofia della Scienza, come mostra il libro di **Maria Carla Galavotti**: *"Philosophical introduction to probability"*. Conoscere e confrontare i diversi punti di vista sullo stesso argomento e supe-

rare la distinzione tra mondo tecnico-scientifico e mondo letterario è un obiettivo culturale di rilievo, al quale è stata dedicata una tavola rotonda con la partecipazione anche dell'autrice del testo. Sarebbe importante che anche i nostri studenti fossero stimolati a cogliere queste intersezioni.

L'orientamento storico alle nostre discipline è un argomento ormai tradizionale della Giornata della Misurazione: quest'anno **Eugenio Regazzini** ha introdotto alcuni cenni storici sul Teorema Centrale del Limite del Calcolo delle Probabilità.

È molto interessante e stimolante l'idea d'individuare per la Giornata della Misurazione un tema di ricerca sul quale diverse sedi e diverse aree

culturali possano dare un loro contributo per avviare un utile confronto d'idee. Quest'anno è stato affrontato il problema della propagazione delle incertezze, con un'introduzione di **Luca Mari** e interventi di **Giovanni Battista Rossi**, **Leopoldo Angrisani**, **Nicola Giacquinto**.

È inoltre proseguita la presentazione dell'attività dei diversi Istituti Metrologici con una relazione di **Pierino De Felice** sulla Metrologia delle radiazioni ionizzanti. Non sono mancate naturalmente le relazioni sull'attività internazionale degli organismi preposti alle misure: **Walter Bich** ha riferito sul Comitato della GUM e **Franco Cabiati** ci ha aggiornato sugli sviluppi del nuovo Sistema Internazionale.

ERRATA CORRIGE

Nello scorso numero (n. 2/giugno 2012) di Tutto_Misure, per un errore d'impaginazione, nell'articolo *"Un nuovo sensore attivo per il monitoraggio del gas Radon"* (di L. Rovati, G.F. Dalla Betta, A. Bosi, F. Cardellini) la Fig. 4 di pag. 118, pur con la corretta didascalia, contiene la ripetizione della Fig. 3. La riproponiamo correttamente, scusandoci con gli Autori e con i Lettori per il refuso.

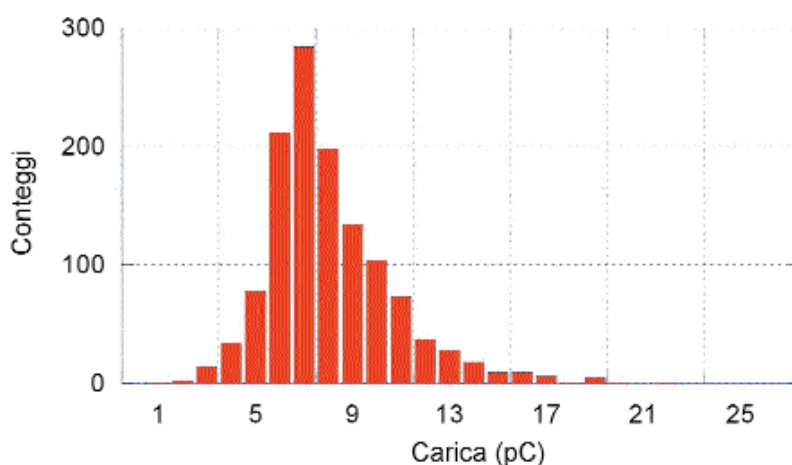


Figura 4 – Istogramma di carica registrato esponendo il rivelatore ad una sorgente radioattiva composta da Americio (^{241}Am). La distanza sorgente-rivelatore è 16 mm

a cura di Massimo Mortarino

Misure, Prove e Tarature a garanzia dell'affidabilità

Tavola rotonda "virtuale" con autorevoli esperti

MEASUREMENTS, TESTING AND CALIBRATION TO ENSURE RELIABILITY

Our third "virtual" Round Table is focused on "Measurement, testing and calibration to ensure reliability". They are key instruments, available to companies to guarantee and further improve the quality and reliability of their products and processes, and to increase their competitive level. This role is testified by authoritative representatives of the measuring, testing and calibration services and of the industry, which is the direct beneficiary of the positive effects resulting from a correct and modern approach to these areas. In the next issue, Tutto_Misure will offer the reader another interesting virtual Round Table, focused on *Legal Metrology*.

RIASSUNTO

La nostra terza tavola rotonda "virtuale" è centrata sulle Misure, Prove e Tarature, strumenti determinanti a disposizione delle aziende per garantire la qualità e l'affidabilità dei propri prodotti e processi e aumentare il proprio livello competitivo. Lo testimoniano concretamente autorevoli rappresentanti del mondo dei servizi di misura, prova e taratura e dell'utenza industriale, diretta beneficiaria degli effetti positivi che possono derivare da un corretto e attuale approccio a tali ambiti.

Nel prossimo numero, Tutto_Misure proporrà un'altra interessante Tavola Rotonda, centrata sulla *Metrologia Legale*.

MISURE, PROVE E TARATURE A GARANZIA DELL'AFFIDABILITÀ

Questa terza Tavola Rotonda "virtuale" si inserisce in un progetto di comunicazione che ha l'obiettivo di sensibilizzare le aziende manifatturiere sull'importanza delle misure, prove e tarature accreditate, fino a pochi anni fa considerate a torto come un "costo" e non come uno "strumento" in grado di offrire vantaggi e opportunità alle realtà che investono consapevolmente in tale direzione.

Automotive, aerospace, ferroviario, meccanica generale, e i settori manifatturieri, dove il controllo di qualità e il controllo di processo determinano il successo di una produzione, sono i settori nei quali si manifesta con maggiore evidenza l'importanza delle misure e delle prove, ma molti altri settori stanno manifestando una crescita d'interesse rispetto a queste temati-

che. Ciò grazie agli esempi forniti da diverse industrie leader settoriali, all'evoluzione dei capitolati dei committenti e all'avvento di nuove e più stringenti normative in materia di sicurezza.

Un'auspicabile maggiore consapevolezza, da parte dei decisori d'impresa, riguardo alle misure e prove come "strumenti competitivi" aziendali, non come semplice requisiti da possedere per far contento il mercato, potrà accelerare ulteriormente lo specifico processo di approccio da parte delle imprese. Solo se la decisione è consapevole da parte del management e soltanto se si conoscono esattamente le necessità da soddisfare si è davvero in grado d'individuare le migliori soluzioni.

"Migliore soluzione" non significa sempre, in assoluto, il *best top* degli strumenti o dei servizi, bensì ciò che realmente potrebbe dare valore

aggiunto al nostro lavoro senza eccedere rispetto alle reali esigenze, scegliendo una soluzione che garantisca il giusto rapporto tra esigenze, costi e benefici.

Hanno partecipato a questa Tavola Rotonda Virtuale:

- Roberto Bertozzi (CERMET
Direttore Tecnico del Laboratorio)
- Francesco Bocchi (BOCCHI srl
Resp. Lab. Metrologico Accreditato)
- Antonio Molle (RFT spa
Managing Director, Manufacturing
Manager Italy & Bulgaria)
- Paolo Vigo (ACCREDIA
Vicepresidente)

D.: L'azienda che oggi vuole essere competitiva deve saper governare e garantire la qualità e l'affidabilità dei propri prodotti e processi, minimizzando nello stesso tempo i propri costi: quale ruolo giocano, in tale scenario, gli "strumenti" Misure, Prove e relativi servizi?

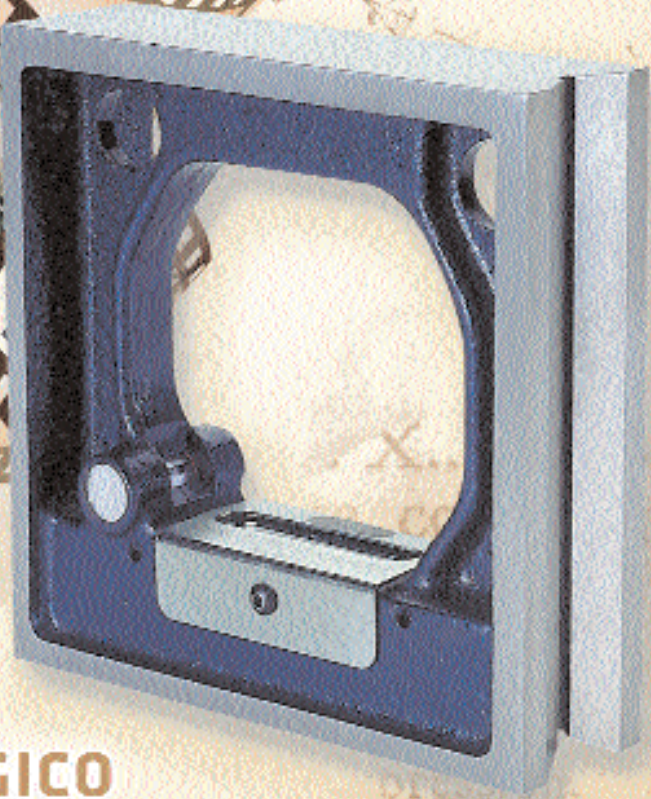


(P. Vigo) Le misure e prove e i relativi servizi sono l'unico mezzo, ovviamente se "accreditati", per dare garanzie vere a prodotti e a processi. "Garantire" con una prova effettuata secondo una norma o un protocollo riconosciuti o codificati a livello sovranazionale e/o con misurazioni riferibili ai campioni SI è ormai per tutti, consumatori o produttori, un'esigenza diffusa che semplifica sia le scelte sia le verifiche che

mmortarino@affidabilita.eu

IRIBOCCHI

LA PRECISIONE
È IL NOSTRO
DIFETTO



**COSTRUTTORI
STRUMENTI DI MISURA
E CONTROLLO**
LABORATORIO METROLOGICO
TARATURA STRUMENTI

IRIBOCCHI

VIA PALAZZOLO, 41 - 25037 PONTOGLIO (BS) ITALY
TEL. +39 030 737252 • FAX +39 030 7376742
<http://www.bocchicontrol.it> • e-mail: info@bocchicontrol.it

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
= ISO 9001 =

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

LAI N° 126



ciascuno di noi nei più diversificati ruoli giornalmente è costretto a fare nella sua vita di cittadino o di operatore economico; questo minimizza sia i tempi che i costi diretti e indiretti collegati alle prove e misure.



(F. Bocchi) Garantire la qualità e l'affidabilità dei propri prodotti e processi significa raggiungere la piena rispondenza ai requisiti

normativi nazionali ed europei; gli strumenti di misura, correttamente valutati da un servizio di taratura accreditato, consentono di ridurre i rischi di decisioni errate circa la conformità o non conformità delle caratteristiche di prodotti, ottimizzando i costi legati ai processi di misurazione. Strumenti di misura periodicamente tarati e tenuti sotto controllo con la dovuta competenza sia tecnica sia gestionale diventano dei potenti e preziosi mezzi di un'azienda sempre più affidabile e allo stesso tempo sempre più competitiva.



(R. Bertozzi) Molto correttamente ha accostato alla qualità e affidabilità dei prodotti l'ottimizzazione dei costi. Spesso la

riduzione dei costi porta a modifiche nella scelta dei materiali, dei componenti o dei processi di produzione. Tutto questo può e deve avvenire senza aumentare i rischi per gli imprenditori, cioè il prodotto deve essere immesso sul mercato solo quando si è certi della conformità ai requisiti definiti in fase di progettazione. Le prove e gli strumenti di misura sono gli unici mezzi per attestare in modo oggettivo la conformità dei materiali e dei prodotti ai requisiti e aiutano a conseguire alcuni aspetti relativi alla validazione della progettazione. Occorre prestare attenzione alla definizione dei requisiti e alla stesura del piano di prova che deve essere razionale, sistematico e il più semplice possibile.



(A. Molle) Il controllo dei costi passa attraverso una fase di prevenzione imprescindibile che è quella di taratura degli stru-

menti di misura dove la precisione e l'accuratezza dei mezzi, ma soprattutto del personale responsabile di tale attività fanno la differenza. Nella maggioranza dei casi tali strumenti sono automatici e diventa fondamentale anche comprenderne i principi di funzionamento che consentono di prevederne la deriva nel tempo della qualità della misura per poter intervenire in maniera preventiva o ancor meglio predittiva.

La formazione continua diventa un elemento differenziante. Un processo ben progettato e ben gestito consente un'efficace "autonomation", per chiamarla con il nome coniato da Toyota, cioè l'interruzione del processo produttivo all'inizio della deviazione, minimizzando i costi della non qualità.

D.: Quali settori d'attività, secondo la Vostra esperienza, sono più sensibili all'approccio a Misure, Prove e relativi servizi e quali potrebbero diventarlo nel prossimo futuro? (indicare, se possibile, i singoli motivi)

(P. Vigo) Uno dei settori più esposti alla "rivoluzione" dell'accreditamento, delle tarature e prove certificate è senza dubbio quello dei servizi tecnologici a rete, le cosiddette "utilities", che innervano la nostra attuale organizzazione sociale e che grazie alle maggiori disponibilità delle ITC subiranno grandi riorganizzazioni nelle misure e nella strumentazioni di rete, soprattutto in termini di nuovi servizi offerti e di nuove garanzie per utenti e gestori.

(R. Bertozzi) Anziché elencare settori, rischiando di dimenticarne alcuni, preferisco definire i settori più sensibili alle prove, quelli nei quali i rischi d'immettere sul mercato prodotti difettosi o non conformi sono maggio-

ri e coinvolgono la sicurezza delle persone. Infatti è in queste aziende che nel tempo si sono sviluppati laboratori di prova o centri di taratura tuttora attivi.

Purtroppo in Italia, molto spesso, ci si lascia condizionare troppo dalla cogenza e si eseguono prove e misurare solo se costretti per legge, senza soffermarsi sulla qualità di quanto si acquista: l'importante è il pezzo di carta che scarica la responsabilità al laboratorio. Occorre sviluppare la consapevolezza che le misure e le prove devono essere credibili e affidabili. Molto spesso questi servizi, se sono a basso prezzo, non possiedono la qualità sufficiente per garantire la completezza delle informazioni necessarie. La richiesta di servizi accreditati aiuta a discriminare nella scelta dei laboratori di prova e di misura.

(F. Bocchi) Le aziende maggiormente sensibili alle misure sono, in base all'esperienza maturata in questi anni dal nostro laboratorio, quelle della filiera automotive, per le quali la qualità dei propri manufatti è essenziale per garantire l'affidabilità di beni ormai largamente distribuiti e utilizzati a livello globale. Nel prossimo futuro credo che le aziende impegnate a sviluppare strutture o impianti che producono energie alternative dovranno sempre più essere garanti dei propri processi produttivi (ad esempio quelli di saldatura), in modo da garantire la maggior sicurezza possibile dell'uomo e dell'ambiente.

(A. Molle) Nel presente non penso si possa scegliere un settore più importante perché il cliente diventa sempre più esigente, ma dovendone indicare qualcuno sicuramente sceglierei quelli in cui la produzione nell'unità di tempo è più elevata e più a valle nella sequenza dei processi, per i quali una deviazione costerebbe sicuramente di più. Nel futuro potranno fare la differenza misure che consentono l'adozione di materiali più economici presso fonti più economiche (anche grazie alla valuta) che abbiano mediamente le stesse caratteristiche di quelli più pregiati ma con imperfezioni localizzate. Grazie a queste misure

si potrà garantire la qualità finale del prodotto, riducendo il costo globale.

D.: Secondo Voi, come deve muoversi l'azienda che intende avvicinarsi seriamente alle Misure, Prove e relativi servizi? Potete suggerirle un "percorso" ideale da compiere?

(R. Bertozzi) Non è facile rispondere a una domanda così aperta, in quanto ogni contesto ha regole e caratteristiche proprie che lo differenziano da altri. Il primo passo, a mio avviso, deve comunque essere quello di contestualizzare ogni prodotto e definire in modo chiaro le prestazioni che esso deve garantire. Con questi dati in ingresso si definiscono i requisiti della progettazione, e successivamente tutti i requisiti che si dovranno garantire durante i processi produttivi e nell'acquisto delle materie prime e dei componenti.

Gli strumenti di misura e le prove, come dicevo prima, aiutano a fare le verifiche intermedie e finali sui prodotti. È fondamentale chiarire bene la funzionalità del prodotto.

(P. Vigo) Quale rappresentante di un Ente di accreditamento rispondo a questa domanda in ottica di "sistema", lasciando ai colleghi l'indicazione delle "istruzioni per l'uso" rivolte alle aziende utenti. Diffondere la cultura della Riferibilità Metrologica e delle Prove Accreditate per la qualità è il primo passo per fare in modo che i singoli operatori si sentano protagonisti e non comparse: questo al fine di responsabilizzarli e ottenere una corralità d'intenti e una concordia interpretativa basilari per la Qualità di processi e prodotti. La formazione dedicata è quindi il primo passo da compiere per un approccio corretto e intelligente a queste tematiche, per poter scegliere consapevolmente le soluzioni migliori e più adatte alla singola realtà e goderne a pieno gli effetti positivi.

(A. Molle) Affronterei il problema da

un punto di vista economico, strutturando una contabilità affidabile e analizzando gli eventi del passato. Mi rivolgerei a un supporto consulenziale specialistico, chiedendo l'effettuazione di una gap analysis tra la situazione attuale e quella ideale. Quindi farei un valutazione economica dell'opportunità e prenderei una decisione in funzione del risultato, promuovendo adeguatamente tale scelta presso i clienti e il mercato.

(F. Bocchi) Un approccio semplificato, ma comunque "serio", alle misure di controllo o di produzione può essere riassunto seguendo tali passi: tutti gli strumenti di misura o tutto ciò che contribuisce al processo di misurazione deve essere inventariato; elencare e codificare ciò che va tarato (internamente o esternamente); correlare la precisione della strumentazione con le tolleranze a specifica; valutare la convenienza a effettuare la taratura all'interno dell'azienda oppure all'esterno affidandosi a consulenze esterne; strutturare un insieme di procedure adeguate all'utilizzo dello strumento; stabilire gli intervalli di taratura; effettuare adeguati audit che oltre a garantire la rispondenza a quanto messo in atto, definiscano se il sistema è basato su criteri di economicità ed efficienza.

D.: Sulla base dell'esperienza sviluppata nel Vostro ambito specifico, come può concretamente essere utile a un'azienda manifatturiera un approccio di questo tipo?

(P. Vigo) L'esempio più attuale, che mi vede coinvolto in prima persona, è quello della riferibilità metrologica nel settore della certificazione energetica degli edifici. Settore che rischia di ripetere la non felice esperienza del "bollino blu" per le emissioni delle nostre automobili che, come tutti sanno, ha completamente mancato l'obiettivo principale per il quale era stato istituito, ovvero il controllo degli inquinanti atmosferici. La certificazione energetica, invece, se ben governata potrebbe rappresentare un'op-

portunità per la corretta valorizzazione del patrimonio edilizio civile e industriale, il cui valore non può non essere fortemente legato ai consumi energetici e al loro contenimento.

(F. Bocchi) L'azienda che decide di mettere ordine nei propri processi di misurazione può fruire di notevoli vantaggi, quali: corretta gestione degli strumenti di misura; impostazione di criteri di scelta e valutazione metrologica in funzione delle caratteristiche che devono essere misurate; identificazione di fattori di rischio sul processo di misurazione; istruzione del proprio personale su metodiche di misura, capacità nella valutazione dei risultati di misura. Riguardo alla scelta tra organizzarsi internamente o demandare a un servizio esterno l'onere delle tarature, ogni decisione in tal senso dovrebbe essere presa tenendo conto dei costi di sviluppo ed effettuazione, in virtù della numerosità del parco strumenti, delle diverse tipologie di strumentazione e criticità delle misure da effettuare.

(R. Bertozzi) Ultimamente abbiamo abbinato molto la sperimentazione in laboratorio alla modellazione matematica in fase di progettazione. Esistono eccezionali strumenti di calcolo, che permettono di simulare in laboratorio un'infinità di condizioni, e tuttavia partono dal presupposto che i materiali siano ideali e esenti da difetti, le lavorazioni ottimali e le sollecitazioni risultino quelle schematizzate. La realtà è differente, in quanto il materiale non sempre è nello stato termico ideale, può presentare difetti e il suo comportamento sotto sollecitazione può essere differente da quanto simulato, per cui possono svilupparsi fenomeni di fatica, fretting o altri che provocano danneggiamenti precoci.

Il confronto, magari in situazioni semplificate, tra quanto simulato con gli strumenti di calcolo e i risultati oggettivi che si ottengono dalle prove aiuta molto a comprendere la qualità e affidabilità dei prodotti.

(A. Molle) Vorrei rispondere a questa domanda presentando un caso concreto che mi ha visto direttamente impegnato (in qualità di direttore degli stabilimenti SKF di Cassino), illu-

strato lo scorso anno in un convegno dedicato a queste tematiche, tenutosi a Torino nell'ambito della manifestazione Affidabilità & Tecnologie". Un esempio reale di come un problema possa trasformarsi in un'opportunità: da un possibile richiamo del prodotto alla fidelizzazione del cliente. Il caso riguarda un fornitore e un committente di assoluto rilievo internazionale, rispettivamente SKF ed EATON; nomi famosi nel panorama internazionale, leader nei rispettivi settori d'attività. Il 4 dicembre 2007 il committente ci notifica una non conformità su un componente da noi fornito. Prendiamo visione della dimensione del problema: i clienti finali (grandi marchi mondiali dell'automotive) non erano coinvolti; la "finestra" produttiva da analizzare era di circa tre mesi; nella "pipeline" c'erano circa 5 milioni di pezzi; la percentuale di difetti riscon-

trabile era inferiore a 100 ppm. Emerge la necessità di allineare il sistema di misura: superficie da controllare, posizione puntata tastatore e algoritmo di approssimazione della misura. Quindi il focus si sposta sull'apparecchio automatico per il controllo della durezza, individuando la necessità di discriminare non solo il "non temprato" dal "temprato" (good/bad) ma anche un numero maggiore di categorie. Individuato un nuovo apparecchio di controllo, viene effettuata la selezione e analisi delle variabili e individuato il criterio ottimale di scarto, con i relativi limiti di tolleranza. Il 15 dicembre (11 giorni dopo la notifica della non conformità) tutte le linee sono protette con controllo di durezza. Il 10 gennaio termina l'implementazione dell'azione correttiva e viene definito il Piano di Controllo per la validazione dell'azione correttiva. Il

24 gennaio termina di selezione di 5 milioni di pezzi: solo 10 pezzi risultano difettosi. Il senso dell'urgenza ha trasformato una crisi in un'opportunità di business. Per chiarire ulteriormente l'importanza di questo caso, nel quale le misure hanno un ruolo fondamentale, va rilevato che il volume delle forniture di SKF a EATON, che nel periodo 2001-2007 sale da 3 a 33 milioni di pezzi/anno, oggi ha superato i 50 milioni di pezzi/anno. Il caso viene usato come best practice per problemi di qualità per tutti i fornitori EATON a livello mondiale.

Nell'emergenza c'è bisogno delle migliori persone in team. Non ci sono limiti per soddisfare il cliente. La qualità delle informazioni e il metodo di lavoro accelerano la soluzione. Una taratura affidabile, fatta in breve tempo, ha reso possibile quello che inizialmente era considerato impossibile.

Il nuovo Controllore XY al miglior rapporto qualità prezzo



maxXYmo BL, il nuovo Controllore XY da Kistler, controlla e valuta i risultati di Forza, Pressione, Coppia in funzione del tempo o dello spostamento. Tutte le principali applicazioni di produzione/assemblaggio possono essere monitorate, quali:

• Piantaggio cuscinetti, alberi, pemi, etc.

- Controllo coppie di serraggio
- Forza di rimbalzata, imballatura, etc.
- Test molle, interruttori, etc.

Kistler è la soluzione per ogni Vostra esigenza. Visitate il sito dedicato al nuovo maxXYmo (www.maxYmo.com) o contattatelo via email per provarlo all'indirizzo info.it@kistler.com.

www.kistler.com

Kistler Italia s.r.l., Via R. di Lauria 12/B, 20149 Milano, Italia.
Tel. +39 02 48 12 751, Fax +39 02 48 12 820, sales.italy@kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.

Il passato non si cambia...il futuro sì!



INNOVARE PER CRESCERE

17-18 Aprile 2013

Torino - 7ª edizione

**AFFIDABILITÀ
& TECNOLOGIE**

**SOLUZIONI INNOVATIVE
PER AZIENDE COMPETITIVE**

expo - convegni

casi applicativi

EXPO SPECIALISTICA

Le migliori soluzioni e tecnologie innovative per abbattere i costi e incrementare produttività e affidabilità

CAD CAM CAE PLM
FABBRICAZIONE ADDITIVA
NANOTECNOLOGIE
SIMULAZIONE

**UFFICIO
TECNICO**

MACCHINE UTENSILI SPECIALI
MANUTENZIONE

PRODUZIONE

**MAKE IT
BETTER**

CONTROLLI IN PRODUZIONE
E NEI PROCESSI
VISIONE ARTIFICIALE

CONTROLLO

ACQUISIZIONE DATI
MISURE E METROLOGIA
TESTING
OMOLOGAZIONI

**MISURE E
TESTING**

Affidabilità & Tecnologie
Tel. +39 011 0266700
Fax +39 011 5363244

www.affidabilita.eu

**LINGOTTO
FIERA
TORINO**



B. Andò, S. Baglio, G. L'Episcopo, C. Lombardo, V. Marletta,
I. Medico, S. Medico

Prototipazione rapida di sensori

Tecnologie, materiali e applicazioni

RAPID PROTOTYPING OF SENSORS

The scientific community has shown a growing interest in rapid prototyping techniques, especially for research and educational purposes. Such techniques allow the realization of low-cost electronics and sensors on flexible substrates such as RFID tags, smart labels, chemical sensors and biosensors. Screen printing and inkjet printing techniques are briefly discussed in this paper along with some interesting examples.

RIASSUNTO

Le tecniche di prototipazione rapida stanno assumendo sempre più rilevanza, anche in ambito accademico, per la realizzazione a basso costo di dispositivi su substrati flessibili. I contesti applicativi sono numerosi, come ad esempio dispositivi RFID, etichette intelligenti, sensori chimici e biosensori. In questo articolo, dopo un breve cenno alle tecniche di *screen printing* e *inkjet printing*, si riportano alcuni esempi che evidenziano la potenzialità di queste soluzioni.

SOLUZIONI INNOVATIVE PER IL DIRECT PRINTING

Negli ultimi decenni le esigenze legate alla prototipazione rapida di dispositivi elettronici e sensori a basso costo, specialmente negli ambiti della ricerca e della didattica, hanno portato al miglioramento dei processi di stampa come lo *screen printing* e l'*inkjet printing*. Lo *screen printing* è una tecnica fotolitografica che richiede l'uso di una maschera (*stencil*), che delimita l'area dove l'inchiostro può aderire al supporto grazie alla pressione meccanica esercitata attraverso l'utilizzo di un rullo. L'elevata diffusione di questa tecnologia ha portato alla sintesi di numerosi materiali conduttivi, isolanti e con capacità funzionali, realizzabili anche in strati spessi. Tra i principali svantaggi dello *screen printing*, che rendono conveniente tale tecnica solo in caso di elevati volumi di produzione, ricordiamo la necessità di realizzare opportune maschere per la deposizione selettiva dei composti e la non trascurabile quantità di materiale di scarto.

In letteratura sono presenti numerosi esempi di dispositivi realizzati in tecnologia *screen printing*, come ad esempio sensori di ammoniaca, sensori di umidità, sensori d'impedenza per bio-applicazioni e sensori di forza resistivi [1-3]. Questa tecnologia permette inoltre di realizzare dispositivi passivi come resistenze e circuiti reattivi, riscaldatori in platino, sensori piroelettrici basati su PZT, sensori di fosfina basati su Ferrite di Calcio ($\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$) oppure su Ossido Ferrico (Fe_2O_3) [4].

A differenza dei processi fotolitografici, la stampa *inkjet* non richiede maschere o microlavorazioni a vantaggio dei tempi di sviluppo, dei costi e della ridotta quantità d'inchiostro di scarto. Tra le soluzioni professionali disponibili in commercio per la stampa *inkjet* di materiali conduttivi e funzionali si ricordano [5]: MicroDrop Autodrop, Microfab Jetlab-II, Litrex 70, Litrex 142, GeSiM Nanoplotter, Perkin-Elmer BioChip, Dimatix DMP-2800.

Ad affiancare tali sistemi si trovano le comuni stampanti *desktop* a getto d'inchiostro. Tali sistemi di stampa

hanno forti limitazioni legate alla compatibilità dei materiali con le testine di stampa, ai substrati utilizzabili e all'assenza di *feedback* visivi sul processo di stampa in corso, ma possono rivelarsi parecchio interessanti specialmente in alcuni ambiti didattici e di ricerca.

La scelta dei materiali ricade tra le classi dei conduttori per la realizzazione di piste, elettrodi e contatti ohmici, dei dielettrici e dei materiali funzionali per la realizzazione di strati le cui proprietà elettriche variano in base alla concentrazione delle sostanze *target*. Tra gli inchiostri organici più utilizzati si trovano alcuni polimeri conduttivi come ad esempio il PEDOT-PSS (poly(3,4-Ethylene-DiOxy-Thiophene) PolyStyreneSulfonato) e il PANI (PolyANiline), la cui conducibilità è inferiore a 10^3 S/cm. Il PEDOT-PSS è un polimero utilizzato principalmente come conduttore e presenta anche proprietà piezoresistive.

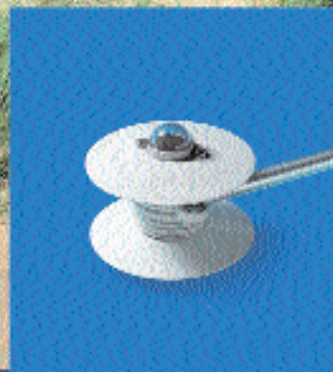
Il PANI è un polimero conduttore utilizzato nella fabbricazione di dispositivi sensibili alla presenza di vapori chimici. Il PANI cambia conducibilità in base al pH, caratteristica che lo rende utile come sensore per basi volatili come l'ammoniaca. Esso viene inoltre utilizzato per la stampa di dispositivi come batterie, display, sistemi microelettromeccanici (MEMS), *Radio Frequency Identification* (Tag RFID) e sensori di gas [1].

Tra gli inchiostri inorganici conduttori per tecnologia *inkjet* ricordiamo quel-

Università degli Studi di Catania,
Dip. di Ingegneria Elettrica
Elettronica e Informatica
bruno.ando@dieei.unict.it



Elements for Enviromental Analysis





li basati su metalli quali argento, oro, rame e alluminio dispersi in un solvente. Questi materiali necessitano di un trattamento di *sintering* per ottimizzare le proprietà conduttive del materiale. La conducibilità dei metalli sinterizzati è dell'ordine di 10^5 S/cm. Un esempio d'inchiostro a base di nanoparticelle d'argento è il Metalon, commercializzato da Novacentrix. A seguito di opportuni trattamenti, il PANI, il PEDOT e il Metalon possono essere utilizzati con stampanti *inkjet* a basso costo.

È ormai possibile trovare in letteratura molti esempi di dispositivi realizzati utilizzando sistemi di stampa *inkjet* ad alto costo, come ad esempio estensimetri e capacità su carta, biosensori per glucosio su elettrodi di carbonio [6], dispositivi RFId. Tra i dispositivi realizzati con l'utilizzo di stampanti *inkjet* a basso costo è possibile trovare resistori, elettrodi e filtri RC basati sull'impiego di PEDOT-PSS su PET (PolyEthyleneTerephthalate) o su carta, sensori di ammoniaca basati su PANI, complesse strutture MEMS realizzate con nanoparticelle di argento [7], sensori di gas realizzati con film sottile di ZnO [8].

ESEMPI DI SENSORI REALIZZATI IN TECNOLOGIA INKJET LOW COST

Le tecnologie di "*direct printing*" sono estremamente interessanti per far fronte alle esigenze dei laboratori di ricerca, accademici e industriali di validare metodologie e soluzioni innovative mediante la sintesi rapida di prototipi a basso costo [9-10]. Ad esempio, in Fig. 1 è riportata la vista reale di un estensimetro piezo-resistivo realizzato in tecnologia *inkjet printing* mediante l'impiego di sistemi di stampa a basso costo. Le dimensioni del sensore sono 10 mm di lunghezza e 10 mm di larghezza, mentre lo spessore delle piste e la distanza tra le piste sono 200 μ m. Il dispositivo appartiene a un'ampia famiglia di sensori con dimensioni e geometrie differenti come quelli mostrati in Fig. 2 a sinistra. I dispositivi sono stati realizzati utilizzando un

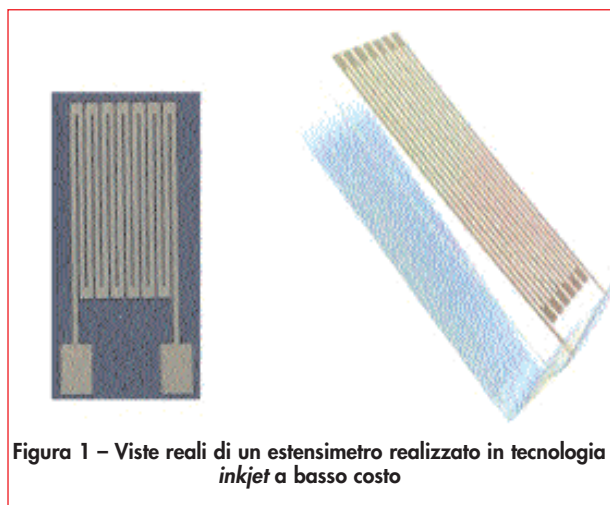


Figura 1 – Viste reali di un estensimetro realizzato in tecnologia *inkjet* a basso costo

substrato flessibile in PET e un inchiostro con proprietà piezoresistive a base di nanoparticelle d'argento.

Il layout del dispositivo mostrato in Fig. 2 a destra è un esempio di come sia possibile realizzare, con la tecnologia sopra descritta, topologie circu-

portamento di una struttura meccanica bistabile per applicazioni che spaziano dagli *switch* meccanici ai sistemi per la raccolta di energia da vibrazioni ambientali.

I sistemi meccanici tradizionali per il recupero dell'energia dall'ambiente sono basati su strutture risonanti progettate affinché la loro frequenza di risonanza sia prossima alle frequenze tipiche delle sollecitazioni esterne. Tali sistemi non si prestano bene al caso di sollecitazioni con ampio contenuto spettrale, come ad esempio



Figura 2 – Layout di dispositivi per realizzazioni in tecnologie *inkjet printing*. A sin.: Estensimetri. A des.: Rete di dispositivi passivi

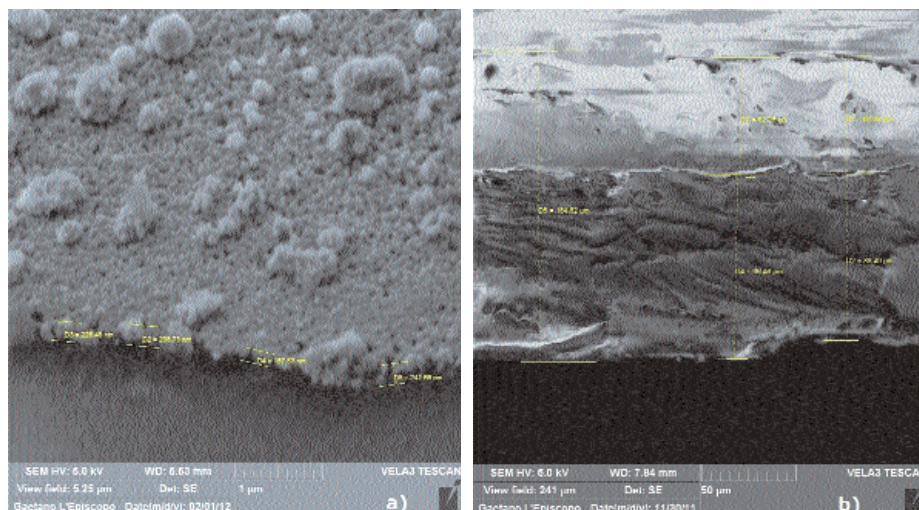


Figura 3 – Immagini SEM: (a) layer d'inchiostro d'argento, (b) substrato in PET

CAM2

NUOVO



CAM2 Vantage Progettato per la produttività

Elevata
precisione

IP 52

Resistente
all'acqua e
alla polvereTemp. di fun-
zionamento:
da 15 °C a
30 °CSistema di
feedback
visivo

Maggiori informazioni sul lancio del Laser Tracker Vantage, www.faro.com/it/laser-tracker/it/ o chiamarci al numero 00 800 3276 7253 per una demo gratuita.



le vibrazioni prodotte da autoveicoli, treni, persone in movimento, vento. Viceversa, i dispositivi bistabili per l'Energy Harvesting utilizzano la loro dinamica intrinsecamente non lineare per superare i limiti dei sistemi lineari tradizionali. La produzione dell'energia si basa sulla commutazione della trave tra due stati stabili. In particolare, è possibile dimostrare che tali sistemi presentano una risposta efficiente per un'ampia banda di frequenze e quindi sono particolarmente ideali per implementare meccanismi di conversione energetica da sorgenti vibrazionali ad ampio spettro come quelle ambientali.

Il processo di sviluppo dei dispositivi non lineari per il recupero di energia richiede però uno studio propeudeutico del sistema meccanico che non può prescindere da osservazioni sperimentali sul comportamento bistabile a seguito delle sollecitazioni esterne. Un esempio di struttura bistabile, su cui sono stati stampati estensimetri per il monitoraggio del comportamento meccanico, è mostrato in Fig. 4. In Fig. 5 sono presentate le risposte del dispositivo a seguito di sollecitazioni deboli attorno ai due stati stabili e il comportamento a seguito di sollecitazioni di ampiezza tale da innescare le commutazioni del sistema.



Figura 4 – Prototipo di un dispositivo bistabile in PET. Gli estensimetri stampati in tecnologia *inkjet* sono utilizzati per lo studio del comportamento dinamico del sistema

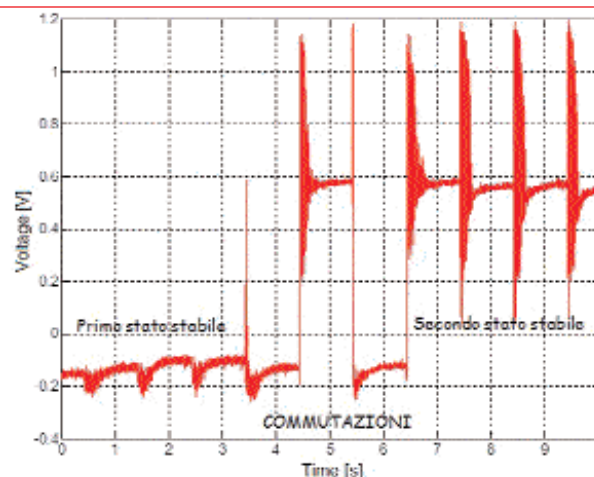


Figura 5 – Comportamento del dispositivo bistabile a seguito di sollecitazioni deboli attorno ai due stati stabili e di sollecitazioni di ampiezza sufficiente a innescare le commutazioni del sistema

VOLENDO SCOMMETTERE!

Le tecnologie per la prototipazione rapida di dispositivi elettrici ed elettronici stanno assumendo un ruolo sempre più importante, soprattutto negli ambiti applicativi in cui diventa essenziale la sintesi veloce di sistemi a basso costo per la validazione di nuove metodologie. L'evoluzione della conoscenza dei materiali ha permesso di raggiungere negli ultimi anni traguardi insperati, specialmente per quanto riguarda la sintesi d'inchiostri compatibili con le stampanti *inkjet* commerciali. Tali materiali presentano ottime prestazioni elettriche e interessanti proprietà fisiche utili per la realizzazione di sensori. Oltre all'esempio dell'inchiostro piezoresistivo a base di nanoparticelle d'argento, utilizzato nei dispositivi presentati in questa breve trattazione, sono oggi disponibili molti altri materiali polimerici compatibili anche con stampanti a basso costo e utilizzabili per un ampio ventaglio di applicazioni.

Insomma, l'evoluzione in tale campo lascia ben sperare che da qui a poco ognuno di noi sarà in grado di disegnare, con un comune CAD, il layout del proprio dispositivo, magari frutto di una notte insonne, per poi realizzarlo con la stampante che si trova in ufficio, in laboratorio o in casa.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. K. Crowley, A. Morrin, A. Hernandez, E. O'Malley, P. G. Whitten, G. G. Wallace, M.R. Smyth, A.J. Killard, *Fabrication of an ammonia gas sensor using inkjet-printed polyaniline nanoparticles*, Int. Jour. Pure and App. Anal. Chem. 2008
2. Brischwein, M.; Herrmann, S.; Vonau, W.; Berthold, F.; Grothe, H.; Motrescu, E.R.; Wolf, B., *The Use of Screen printed Electrodes for the Sensing of Cell Responses*, IEEE AFRICON 2007
3. R. Lakhmi, H. Debeda, I. Dufour, C. Lucat, *Force Sensors Based on Screen-Printed Cantilevers*, IEEE Sensors Journal, Vol. 10-6, 2010
4. F. Ménil, H. Debeda, C. Lucat, *Screen-printed thick-films: From materials to functional devices*, Jour. Europ.

NEWS ▶

ESPRESSODAQ CON TECNICA DI MISURA USB: PERFETTO PER GLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE



Il successo di un intervento di manutenzione dipende in larga misura dal dispositivo di misurazione utilizzato, che dev'essere leggero

da trasportare, semplice da installare e, allo stesso tempo, in grado di fornire risultati di misurazione rapidi e affidabili.

I nuovi amplificatori di misura della serie *espressoDAQ* di HBM rappresentano gli strumenti ideali per gli interventi di manutenzione.

Questi amplificatori di misura, leggeri e tascabili, sono alimentati facilmente tramite l'interfaccia USB del *laptop* e possono essere riposti comodamente in una borsa.

I moduli *espressoDAQ* operano in base al

principio "*plug & measure*", che consente al manutentore di accedere rapidamente a risultati di misura fruibili. A ciò contribuiscono anche le spine *RJ45*, configurabili direttamente in loco, e i diversi cavi adattatori per il collegamento dei trasduttori. Inoltre, gli amplificatori di misura supportano i fogli elettronici TEDS (*Transducer Electronic Data Sheet*) che permettono il riconoscimento automatico e la configurazione dei rispettivi amplificatori.

Nonostante il prezzo contenuto, i moduli di HBM, specialista in tecnica di misura, coniugano come sempre elevata qualità e capacità di prestazioni. La tecnologia di frequenza portante e il convertitore AD con una risoluzione a 24 bit assicurano, ad esempio, risultati di misura affidabili. Con i moduli *espressoDAQ* è possibile misurare contemporaneamente da quattro a otto canali, a seconda del tipo.

I moduli vengono forniti insieme a un software di facile utilizzo e progettato appositamente per la configurazione, raccolta e visualizzazione dei dati. In questo modo il manutentore ottiene il risultato della misura in pochi passaggi. Anche i valori di misura di diversi canali possono essere calcolati tra loro per ottenere grandezze risultanti. È così possibile esportare i dati misurati nei formati più comuni, così come creare report con layout predefinito.

Per ulteriori informazioni:

www.hbm.com

Ceramic Soc. 25, 2105-2111, 2005
5. E. Tekin, *Thin Film Libraries of Functional Polymers and Materials Prepared by Inkjet Printing*, Technische Universiteit Eindhoven, 2007

6. T. Wang, C. Cook, B. Derby, *Fabrication of a Glucose Biosensor by Piezoelectric Inkjet Printing*, Third International Conference on Sensor Technologies and Applications, 2009

7. S.B. Fuller, E.J. Wilhelm, J.M. Jacobson, *Ink-jet Printed Nanoparticle Microelectromechanical Systems*, Journal of Microelectromechanical Systems, vol. 11-1, 2002

8. W. Shen, Y. Zhao, C. Zhang, *The preparation of ZnO based gas-sensing thin films by ink-jet printing method*, Elsevier B.V. pp.382-387, 2005

9. B. Andò, S. Baglio, S. La Malfa, G. L'Episcopo, *All inkjet printed system for strain measurement*, IEEE Sensors Conference 2011

10. B. Andò, S. Baglio, S. Graziani, S. La Malfa, *Sensori low cost in tecnologia inkjet*, GME 2011.



Bruno Andò si è laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Catania nel 1994, ha acquisito il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria Elettrotecnica nel 1999. Nel 2002 è diventato ricercatore di Misure Elettriche ed Elettroniche e dal 2011 è Professore Associato.



Salvatore Baglio si è laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Catania nel 1990, ha acquisito il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria Elettrotecnica nel 1994. È Professore Associato di Misure Elettriche ed Elettroniche presso la stessa Università, *Senior member IEEE* ed è stato *Distinguished Lecturer* per la IEEE Circuits and Systems Society. È attualmente *Associate Editor* delle IEEE Transaction on Instrumentation and Measurements e componente del Comitato Editoriale di Tutto_Misure.

Arriva il
nuovo standard.

PMX

Potente tecnologia di
misura all'avanguardia
per l'industria.

Seguite il lancio del PMX anche
on-line – su ...

www.pmxblog.com



HBM Test and Measurement

Via Bordenone, 8 - 20137 Milano

Tel. +39 0245671010 - Fax +39 0245671012

E-mail: info@it.hbm.com



Gaetano L'Episcopo ha conseguito la Laurea in Ingegneria Elettronica e la Laurea Specialistica in Ingegneria dell'Automazione e del Controllo dei Sistemi Complessi presso l'Università degli Studi di Catania, rispettivamente nel 2006 e nel 2009. Attualmente frequenta il secondo anno del Dottorato di Ricerca Internazionale in Ingegneria dei Sistemi presso l'Università degli Studi di Catania.



Cristian Lombardo si è laureato in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi di Catania nel 2003. Collabora con il Dipartimento di Ingegneria Elettrica Elettronica e Informatica dell'Università degli Studi di Catania. Si occupa di tecnologie per l'*Ambient Assisted Living*, sensori in tecnologia *Inkjet Printing*, sistemi multisensoriali distribuiti, materiali e processi per circuiti stampati HDI, misure nel campo delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.



Vincenzo Marletta si è laureato in Ingegneria Informatica con indirizzo Automatica e sistemi di Automazione industriale presso l'Università degli Studi di Catania nel 2007, ha acquisito il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria Elettronica, Automatica e Controllo di Sistemi Complessi nel 2011. Collabora con il Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica (DIEEI) dell'Università degli Studi di Catania.



Ilenia Medico ha conseguito la Laurea triennale in Ingegneria Elettronica e Applicazioni Infotelematiche presso l'Università di Palermo nel 2008 e la Laurea Specialistica in Ingegneria Microelettronica presso l'Università degli Studi di Catania nel 2011. Attualmente collabora con il Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica dell'Università degli Studi di Catania dove si occupa dello sviluppo di dispositivi in tecnologia *Inkjet Printing*.



Stefania Medico ha conseguito la Laurea triennale in Ingegneria Elettronica e Applicazioni Infotelematiche presso l'Università di Palermo nel 2008 e la Laurea Specialistica in Ingegneria Microelettronica presso l'Università degli Studi di Catania nel 2011. Attualmente collabora con il Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica dell'Università degli Studi di Catania dove si occupa di soluzioni innovative per l'*Energy Harvesting*.

G. Sansoni, P. Bellandi, F. Docchio

La misura 3D di eccentricità e di diametri

Verso l'ingegnerizzazione di uno strumento innovativo

ECCENTRICITY AND DIAMETER MEASUREMENT

We present a prototype for the 3D optical measurement of tube eccentricity. The system is based on the use of laser slits assembled following a suitably designed layout, which allows to obtain the circumferential profiles of the internal and external tube surfaces. The system is suitable for monitoring the wall thickness in correspondence of tube cross sections characterized by scratches and chippings left by the cutting tool in a static way.

RIASSUNTO

L'articolo è dedicato alla descrizione di un prototipo 3D per la misura *off-line* di eccentricità in tubi. La tecnologia utilizzata è basata sull'utilizzo di lame di luce e si pone come possibile alternativa alla tradizionale misura a contatto e all'impiego di sistemi di visione 2D. L'obiettivo è effettuare la misura statica in corrispondenza alla sezione trasversale dei tubi a valle dell'estrusione e in cascata al taglio.

IL CONTROLLO DI ECCENTRICITÀ NEI PROCESSI DI PRODUZIONE DI TUBI FORATI

Il controllo di qualità e il risparmio di materiale sono di primaria importanza per le aziende che trafilano tubi. Il parametro di eccentricità, definito come la distanza fra i centri dei profili circolari interno ed esterno delle pareti del tubo, è una grandezza di estrema importanza sia per garantire la qualità del prodotto, sia per mantenere al minimo necessario la quantità di materia prima da utilizzare.

L'eccentricità viene normalmente misurata in due modi: mediante il *monitoring on-line*, durante il processo di produzione, e in modalità *off-line*, mediante misure ripetute su campioni di prodotto. Il controllo on-line è effettuato nella maggioranza dei casi utilizzando strumentazione basata su **ultrasuoni** [1,2]. Gli ultrasuoni sono emessi da trasduttori piezoelettrici; l'eccentricità viene misurata calcolando il tempo di volo degli echi generati dalle superfici interna ed esterna della parete del tubo in corrispondenza al punto di

misura. Poiché la misura è puntuale, è necessario utilizzare più trasduttori per monitorare la geometria del tubo (oltre all'eccentricità, infatti, vanno considerati il diametro, l'ovalizzazione e spessore minimo della parete del tubo). Inoltre il trasduttore deve essere acusticamente accoppiato al rivelatore mediante liquidi, il che porta un certo numero di limitazioni, specialmente in termini di temperatura, d'ingombri, di manutenzione dei sistemi e di costo complessivo.

Un'alternativa non a contatto di recente immissione sul mercato si basa sull'utilizzo di **laser fotoacustici** per la generazione d'impulsi laser ultracorti, dei quali viene misurato il tempo di volo con metodi interferometrici [3]. La tecnologia rende possibile il controllo immediatamente a valle dell'estrusione, poiché non risente dell'effetto legato alle alte temperature; tuttavia è molto costosa e non si mostra ancora robusta sufficientemente da poter essere utilizzata in ambienti così ostili come quelli delle linee di trafilatura.

Nella pratica comune risulta quindi pressoché obbligata la scelta di

effettuare il controllo *off-line*, in corrispondenza a sezioni trasversali dei tubi. Si utilizzano **calibri a contatto**, che misurano lo spessore massimo e quello minimo della parete del campione in esame di cui è calcolata la semi-differenza [4]. Il metodo porta con sé ovvie componenti d'incertezza, legate ai punti che l'operatore ritiene essere quelli di misura (la scelta viene fatta "a occhio"), e alla numerosità delle misure ripetute (che è normalmente bassa, poiché richiede tempo).

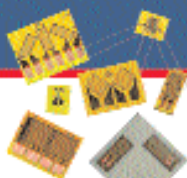
Con l'obiettivo di giungere a una misura di eccentricità scevra da questi inconvenienti alcune aziende utilizzano **sistemi di visione 2D**: una telecamera acquisisce l'immagine della sezione trasversale del tubo, ne evidenzia i contorni e da questi stima le circonferenze esterna e interna, la distanza fra i cui centri fornisce la misura di eccentricità [5]. La qualità della misura dipende ovviamente dal sistema d'illuminazione utilizzato per evidenziare i contorni (*no feature, no image!* n.d.r.), e dalla qualità dell'ottica: specialmente quando i requisiti richiesti alla misura sono stringenti, l'utilizzo di ottiche telecentriche è un *must*, anche se aumentano i costi del sistema e i problemi legati agli ingombri. Da ultimo, ma forse più importante degli altri aspetti, va evidenziato che la misura è di buona qualità solo se le superfici corrispondenti alla sezione di taglio sono opportunamente lavorate, in modo da rimuovere i graffi e le bave lasciate dall'utensile utilizzato per effettuare il taglio. Si tratta quindi d'inserire

Laboratorio di Optoelettronica,
Università degli Studi di Brescia
giovanna.sansoni@ing.unibs.it

Più precisione

Sensori di misura

Estensimetri



Estensimetri elettrici a resistenza mono-direzionali o a rosetta (2 e 3 direzioni). Esecuzioni saldabili, annegabili, pre-cablate.

Accelerometri



Piezoelettrici o MEMS. Monoassiali o triassiali. IEPE o charge. Opzioni: alta temperatura, TEDS.

Microfoni



Tipo free field, pressure o random. Dimensioni 1, 1/2, 1/4 e 1/8 pollici. Versioni IEPE; TEDS; low noise; array. Sonde intensimetriche.

Sensori laser di spostamento



Campi di misura da 0,5 mm a 1.000 mm. Risoluzione a partire da 0,03 micron. Frequenze di campionamento fino a 50 kHz. Adatti per misure su qualsiasi tipo di superficie.

Termometri a infrarossi



Temperatura da -50 a 2.200°C. Puntatore laser a doppio raggio. Tempo di risposta a partire da 1 msec. Uscite analogiche e digitali.

Torsiometri



Flange torsiometriche con trasmissione telemetrica. Coppie da 50 a 100.000 Nm. Ingombro assiale ridotto. Rilevazione del numero giri (RPM).



LUCHSINGER.arl
www.luchsinger.it

24035 CURNO (BG) - Via Bergamo, 25
Tel 035 462 678 - Fax 035 462 790
info@luchsinger.it - www.luchsinger.it

un'ulteriore fase di lavorazione a valle del taglio e a monte del controllo, che risulta spesso incompatibile con i tempi di lavoro della linea.

Non rimane dunque che pensare a una soluzione che consenta di utilizzare punti di misura nelle **vicinanze** dei bordi definiti dal taglio. Se poi la tecnica consentisse di acquisire un buon numero di punti senza dover muovere (ruotare) il pezzo, questo porterebbe con sé gli ovvi vantaggi della misura statica, specialmente in termini di costo del sistema e di tempo di misura.

Questo obiettivo è stato raggiunto dal Laboratorio di Optoelettronica, pensando ad uno **strumento basato su visione 3D**. Il lavoro è iniziato su precisa richiesta da parte di un'azienda dell'indotto bresciano, ed è servito per mettere le basi di un primo prototipo di sistema di misura 3D: il sistema si è rivelato così interessante per prestazioni che, al di là della finalità originaria (legata a una semplice fattibilità), e all'interesse puramente accademico [6], abbiamo ritenuto opportuno continuarne lo sviluppo. Non è certamente compito di un Laboratorio universitario quello di finanziare e gestire l'ingegnerizzazione di un prototipo. Tuttavia abbiamo lavorato alla messa a punto di una seconda versione del sistema originario, che ne conservasse le prestazioni di misura, ma ne semplificasse la taratura e soprattutto avesse in sé le qualità per diventare un sistema semplice (da assemblare, installare, e mantenere) con la necessaria flessibilità e un costo ragionevole. Ci auguriamo che, tra i lettori, oltre a utilizzatori finali (senza i quali non si può pensare ad alcun piano di marketing), ci siano anche aziende potenzialmente interessate a uno sviluppo industriale del sistema.

IL SISTEMA PER LA MISURA DI ECCENTRICITÀ

Il layout ottico del prototipo attuale del sistema di misura è presentato in Fig. 1.a. Esso è composto da due teste ottiche collocate a sinistra e a destra rispettivamente rispetto all'asse longitudinale del tubo. Ciascuna testa ottica è composta da due laser opportunamente angolati rispetto ad una telecamera. Ciascun laser è munito di un'ottica cilindrica, che consente di proiettare una lama di luce. La testa ottica di sinistra proietta due lame di luce, visibili in Fig. 1.b, che delineano il semi-profilo esterno di sinistra del tubo e il semi-profilo interno di destra; la testa ottica di destra, in modo simmetrico, proietta le lame di luce visibili in Fig. 1.c, corrispondenti al semi-profilo esterno di destra del tubo e al semi-profilo interno di sinistra.

Il primo passo della procedura consiste nel trasformare le lame di luce in semi-profili, ciascuno espresso nel sistema di riferimento locale alla testa ottica considerata. In Fig. 2.a essi sono schematicamente presentati nei sistemi di riferimento con pedice "s" e "d", rispettivamente per le teste ottiche di sinistra e di destra. La

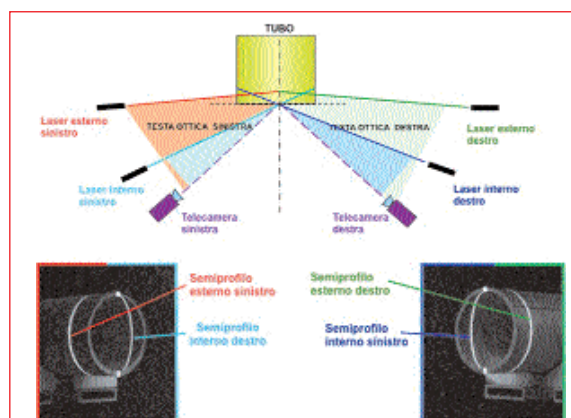


Figura 1 – Il sistema realizzato. a) (in alto) Layout ottico; **b)** (in basso a sin.) lame di luce proiettate dalla testa ottica di sinistra e acquisite dalla telecamera sinistra; **c)** (in basso a des.) lame di luce proiettate dalla testa ottica di destra e acquisite dalla telecamera destra

procedura di misura di ciascun profilo viene effettuata mediante apposita calibrazione delle teste ottiche [6].

Successivamente è necessario compensare l'effetto di distorsione prospettica del quale risentono i semi-profili ottenuti, che è dovuto alle direzioni d'illuminazione dei laser. Questa procedura è estremamente semplice poiché utilizza i parametri geometrici delle teste ottiche, che a loro volta sono stimati nella procedura di calibrazione. I semi-profili così ottenuti sono mostrati in Fig. 2.b.

Il terzo passo consiste nel traslare i semi-profili fin qui ottenuti in un sistema di riferimento comune, nel quale verrà eseguita la misura. Il sistema di riferimento è indicato con X, Y, Z in Fig. 2.c. La trasformazione utilizzata è una semplice traslazione dei semi-profili. I parametri della traslazione vengono stimati mediante un apposito *master* composto da una serie di punti scuri (*marker*) su fondo trasparente. I *marker* devono essere acquisiti da ambedue le teste ottiche contemporaneamente, in modo da stabilire il riferimento globale (per questo il supporto è trasparente); non è necessario che il *master* presenti altri particolari caratteristiche costruttive (planarità, precisione dei *marker* e dimensioni), con ovvi vantaggi di costo.

A valle della trasformazione, si ottengono due profili, ossia quello esterno e quello interno, solidali con l'asse del tubo. La misura di eccentricità si ottiene eseguendo il *fitting* circolare dei due profili, e calcolando la distanza fra i centri dei due cerchi stimati.

LE PRESTAZIONI DI MISURA

Il prototipo sul quale sono state effettuate le prove sperimentali descritte nel seguito è mostrato in Fig. 3. Quattro Lasiris Mini 660

Gli angoli che determinano la triangolazione laser/telecamera vengono tutti stimati in fase di calibrazione delle teste ottiche. Nel *set-up* mostrato essi sono posti a circa 70° e 50° rispettivamente per i laser esterni e i laser interni. In questa configurazione l'intervallo di misura delle teste ottiche è pari a 50 mm; i tubi che possono essere misurati hanno diametri compresi fra 30 mm e 80 mm.

La prima fase della sperimentazione è stata dedicata alla valutazione delle prestazioni di misura delle singole teste ottiche. Si è utilizzato un *master* piano, che è stato mosso lungo il *range* di misura a passi di 1 mm mediante slitta micrometrica. Le distanze misurate in corrispondenza ai profili (in questo caso rettilinei) ad ogni posizione del *master* sono state mediate. I valori medi così ottenuti sono stati utilizzati per calcolare gli scarti rispetto ai valori nominali di posizione del *master* e hanno evidenziato fluttuazioni comprese fra -0,025 mm e +0,02 mm.

Nella seconda fase si è proceduto a verificare le prestazioni del sistema complessivo. Per fare questo abbiamo utilizzato un certo numero di tubi campione dei quali abbiamo lavorato una sola terminazione, lasciando l'altra grezza. La terminazione lavorata è stata utilizzata per valutare l'eccentricità nominale ED, che abbiamo utilizzato in seguito

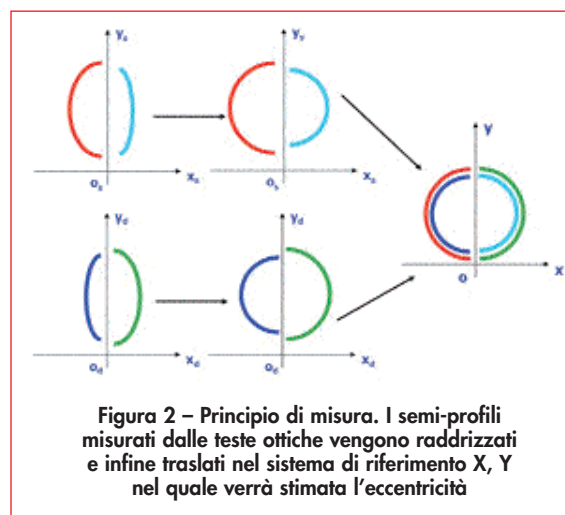


Figura 2 – Principio di misura. I semi-profili misurati dalle teste ottiche vengono raddrizzati e infine traslati nel sistema di riferimento X, Y nel quale verrà stimata l'eccentricità

da 10 mW sono stati utilizzati come sorgenti laser; le due telecamere sono IDS UI-1540SE, con risoluzione 1280x1024. La fotografia mostra la struttura di supporto al centro, fatta per alloggiare i tubi. L'asse longitudinale del tubo definisce la direzione Z del sistema di riferimento X, Y, Z. Le due telecamere sono poste a 450 mm di distanza dall'asse Z e il loro asse ottico forma un angolo di 45° con l'asse Z. I laser esterno sinistro ed esterno destro formano un angolo di 95° con esso. Per misurarlo si è utilizzata una squadra goniometrica Bosch DMW 40 L, con precisione di 0,1°.

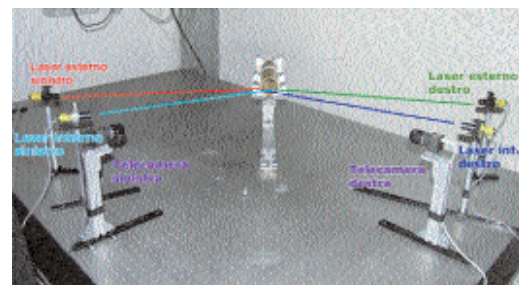


Figura 3 – Il prototipo realizzato

come riferimento alla misura. ED è stata calcolata misurando mediante calibro centesimale lo spessore della parete del pezzo in corrispondenza di 30 diverse posizioni. Mediante *fitting* circolare sui punti grezzi abbiamo stimato i centri delle circonferenze interna ed esterna e valutato la loro distanza.

La terminazione non lavorata dei campioni è stata utilizzata per misurare l'eccentricità EM mediante il sistema 3D. Ciascun campione è stato realizzato avendo cura di selezionare dall'estruso originario una porzione lontana dalla testa di estrusione, in modo da garantire la costanza dell'eccentricità lungo la loro lunghezza. In Fig. 4.a e 4.b sono mostrate le due terminazioni di uno dei campioni utilizzati, avente diametro esterno nominale di 39 mm, e spessore nominale pari a 3 mm. I grafici di Fig. 4.c e 4.d

si riferiscono ai semi-profili ottenuti dalle teste ottiche e alle circonferenze stimate a valle del loro allineamento.

Per questo campione, il valore di eccentricità ED era pari a 0,33 mm. Il valore EM è stato misurato in corrispondenza a 10 diverse posizioni del tubo, ottenute ruotandolo manualmente sulla sua struttura di supporto. La Tab. 1 mostra sia i valori EM ottenuti ad ogni misurazione, sia il valore medio e la deviazione standard corrispondenti.

La procedura descritta

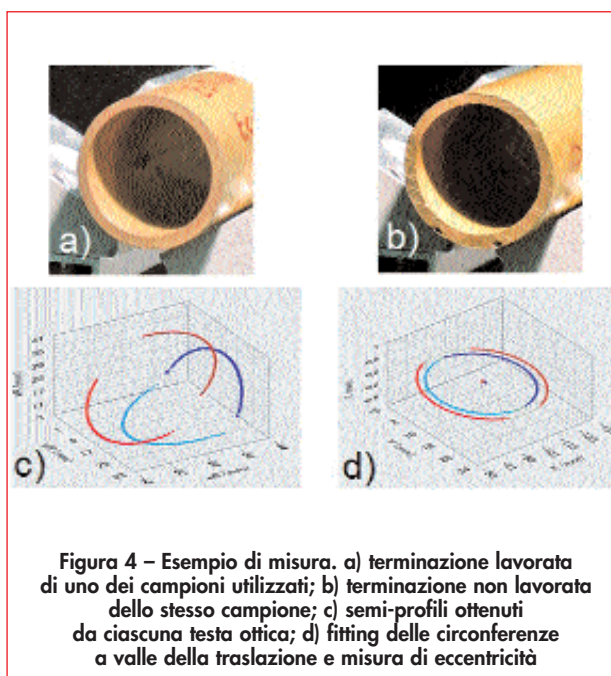


Figura 4 – Esempio di misura. a) terminazione lavorata di uno dei campioni utilizzati; b) terminazione non lavorata dello stesso campione; c) semi-profili ottenuti da ciascuna testa ottica; d) fitting delle circonferenze a valle della traslazione e misura di eccentricità

Uniformare il peso per garantire la Qualità

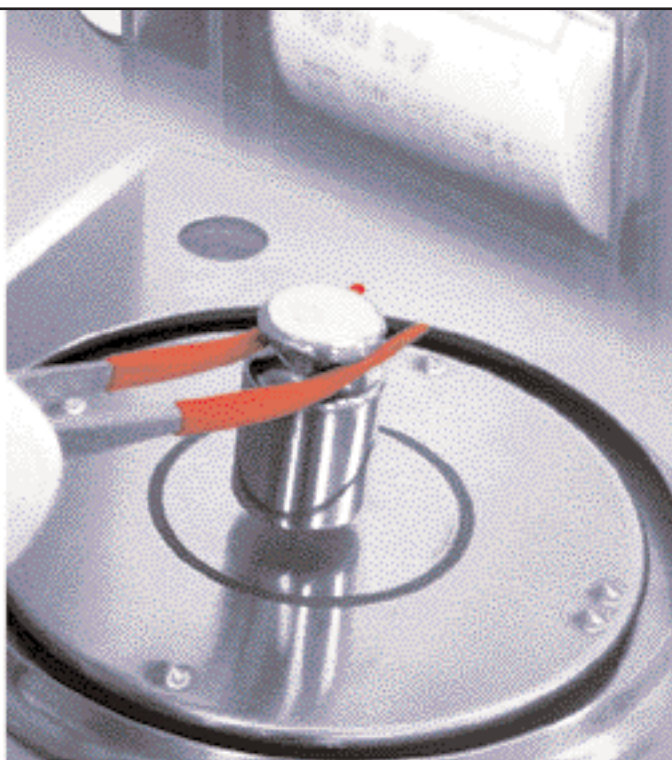
Il laboratorio metrologico CIBE lavora per assicurare qualità, affidabilità e riferibilità alle misure di massa, eseguendo prove e tarature per bilance, sistemi automatici di pesatura e di misura. Da oltre 25 anni CIBE è un punto di riferimento nell'ambito della Metrologia Legale e tecnica in Italia ed in Europa.

CIBE offre:

- Servizi di taratura SIT per pesi, masse e bilance;
- Rapporti di prova per bilance, indicatori di peso, sistemi di pesatura automatica e celle di carico;
- Verifica Periodica di strumenti per pesare;
- Formazione e consulenza sulla metrologia legale e scientifica;
- Vendita di pesi, pesiere e masse di grossa portata.



CIBE Srl - Via Picasso, 18
20025 Legnano (MI)
Tel. 0331 466611 - Fax 0331 465490
www.cibelab.it



MI
05
Servizio di verifica periodica
strumenti per pesare



Tabella 1 – Valori di eccentricità misurati in 10 ripetizioni

N. di misure	EM (mm)
1	0,32
2	0,34
3	0,36
4	0,36
5	0,34
6	0,35
7	0,36
8	0,32
9	0,31
10	0,32
Media	0,34
Deviazione standard	0,02

è stata applicata a tutti gli altri campioni a disposizione. In Tab. 2 vengono mostrati i risultati corrispondenti. Di ciascun tubo vengono forniti il diametro esterno e lo spessore nominale (prima colonna), oltre al valore di eccentricità di riferimento (ED). Del sistema 3D realizzato vengono forniti i valori medi della distribuzione degli scarti (EM-ED) su 10 misure per ciascun tubo e il valore di deviazione standard. I dati di Tab. 2 sono di ottima qualità, mantenendosi le deviazioni standard al di sotto di qualche centesimo di millimetro.

CONCLUSIONI

Il sistema presentato in questo lavoro si distingue per la sua notevole semplicità rispetto a una possibile industrializzazione: si tratta di approntare due teste ottiche a triangolazione, la cui geometria può essere ulteriormente semplificata, riducendo i componenti laser a due (uno per ciascuna testa di misura) e spillando il segnale mediante divisori di fascio. È quindi possibile pervenire a una versione compatta di ogni testa ottica, le cui dimensioni varieranno solo in funzione delle dimensioni dei tubi da misurare. Si noti che già il prototipo sperimentato consente di misurare un intervallo piuttosto ampio di tubi. La geometria "a scalare" è quindi

Tabella 2 – Prestazioni di misura del sistema realizzato

Diametro esterno/ spessore (mm)	ED (mm)	M[EM-ED] (mm)	Dev. Standard (mm)
33/3,50	0,28	0	0,06
44/2	0,11	0	0,04
50/2,50	0,05	0	0,02
50/2,50	0,07	0	0,03
54,5/2,75	0,16	0	0,03
55/1,50	0,12	0	0,05

garantita. Parallelamente nulla cambia nelle procedure di taratura e di misura, che sono estremamente flessibili e consentono la stima dei parametri di misura indipendentemente dalle dimensioni in gioco.

La disponibilità di teste ottiche compatte porta a una riduzione dei costi del sistema e alla semplificazione dell'installazione, oltre che a una manutenzione ridotta, anche in ambienti ostili.

Infine, è immediato l'adattamento del sistema alla misura di diametri esterni

(anche quindi per barre non forate), utilizzando una sola testa ottica, se ci si accontenta di una deviazione standard delle misure dell'ordine di alcuni centesimi di millimetro.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Coperet P 2006 E-rotà – Process and System for Dimensional Characterization of Tubes. *Proceedings of ECNDT 2006* www.ndt.net/article/ecndt2006/poster~1.htm.

Un prestigioso riconoscimento a Giuseppe Blandino

Il 2 giugno 2012 il Prefetto di Pordenone ha consegnato a Giuseppe Blandino, titolare della Labcert di Pordenone, il diploma dell'Onorificenza dell'Ordine "Al Merito della Repubblica Italiana". Un giusto riconoscimento a una persona che dal 1963 opera nell'ambito della certificazione di pesi e misure con un impegno che va ben al di là della semplice attività professionale, a tutto vantaggio della Metrologia Legale italiana.

I più sinceri complimenti al neo Cavaliere da parte di Tutto_Misure!



2. www.zumbach.com/e/product/umac.asp.

3. Deppe G J 2002 Wall Thickness Measurement by Laser UT on Hot Tubes in a Rolling Mill *NDT.net the e-Journal of Nondestructive Testing* 7(3).

4. International Organization for Standardization, Geneva, ISO 1101-1983, Technical drawings: Tolerancing of form, orientation, location and runout-Generalities, definitions, symbols, indications on drawing.

5. PC-based Vision Tackles a Core problem on Paper Rolls http://www.controlvision.co.nz/CaseStudies/case_study_norske.skog.cfm.

6. Sansoni G, Bellandi P, Docchio F 2011 Design and development of a 3D system for the measurement of tube eccentricity *Measurement Science and Technology*, 22, doi: 10.1088/0957-0233/22/7/075302.



Giovanna Sansoni è Professore Ordinario di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso il dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Brescia. È responsabile del Laboratorio di Optoelettronica. Le sue principali attività di ricerca sono nell'ambito dello sviluppo di sistemi di visione 2D e 3D innovativi e nella loro integrazione con robot.



Paolo Bellandi è studente del terzo anno di dottorato in Ingegneria delle Telecomunicazioni. Svolge la sua attività presso il Laboratorio di Optoelettronica. I suoi progetti vanno dallo sviluppo di teste ottiche 3D per misure (anche integrabili su robot) all'analisi d'immagini mediante *wavelet*.



Franco Docchio è Professore Ordinario di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Brescia. Si occupa di misure ottiche, laser industriali, strumentazione elettronica di misura, creazione di società di Start-up. È attualmente direttore della rivista *Tutto_Misure*.



I.C. & M. srl
INDUSTRIA
CALIBRI
& MECCANICA
di PRECISIONE

www.icmcalibri.it
info@icmcalibri.it



COSTRUZIONE CALIBRI FILETTATI, LISCI
E ATTREZZATURE SPECIALI

LABORATORIO METROLOGICO SIT




Via Lampugnano n. 157 - 20151 Milano - Tel. 02.40.91.00.00 / 02.40.91.00.43 - Fax 02.48.20.06.25

L. Peretto, R. Tinarelli, M.G. Masi, G. Mazzanti

Affidabilità di LED in condizioni di sollecitazioni combinate

Analisi sperimentale sull'effetto di corrente e temperatura

RELIABILITY OF LEDS UNDER COMBINED STRESS CONDITIONS

There are many practical situations in which the reliability of a device cannot be correctly predicted by considering only one single stress. In these cases, the use of a more complicated life model working with multi-stress is needed: infact, taking into account two stresses provides good results in several real applications. In this paper, the problem of deriving a life model for LEDs that can be usefully employed in actual operating conditions is faced. The combination of thermal stress and forward current is considered and a test system used to carry out a measurement campaign is presented. The results of some experiments are also presented and discussed.

RIASSUNTO

In molte situazioni pratiche l'affidabilità di un dispositivo non può essere predetta correttamente a partire da una singola sollecitazione. In queste situazioni, è richiesto un modello di vita multi-sollecitazione: in pratica, un modello a due sollecitazioni può risultare sufficiente per numerose applicazioni pratiche. In questo articolo si affronta il problema di ottenere un modello di vita di LED che può essere impiegato con successo in normali condizioni operative. La combinazione della sollecitazione termica e della corrente diretta di alimentazione è utilizzata per condurre un'adeguata campagna di misura. Vengono presentati i risultati di alcuni esperimenti condotti.

PERCHÉ AFFIDABILITÀ DI LED?

Nonostante i LED siano impiegati nei circuiti elettronici da più di 50 anni, la loro visibilità ha raggiunto negli ultimi anni vette altissime, grazie allo loro diffusione in settori molto popolari quali, per esempio, schermi per cellulari, tablet e computer, televisori, fari delle autovetture e illuminazione, anche artistica, d'interni ed esterni. La letteratura scientifica riporta studi sull'affidabilità di questi dispositivi quando sottoposti a sollecitazioni termiche, oppure come funzione del loro *packaging*. Si è quindi pensato che potesse essere interessante ricavare un modello di vita [1,2] sia per sollecitazioni dovute alla sola corrente assorbita sia per la combinazione di questa con la temperatura. Naturalmente, poiché i LED impiegati nelle varie applicazioni sono di tipo diverso, i risultati ottenuti da questa ricerca non so-

no estendibili a qualunque LED. Tuttavia si ritiene che il metodo utilizzato possa essere d'interesse generale per ricavare il modello vita.

PERCHÉ SOLLECITAZIONI COMBinate?

Esistono situazioni in cui l'affidabilità di un componente non può essere valutata correttamente considerando solo un unico tipo di sollecitazione. Occorre ricordare, infatti, che durante il normale utilizzo, un componente è sottoposto a numerosi fattori fisici che possono contribuire al suo invecchiamento. Alcuni di essi hanno effetti piccoli o modesti sulla sua durata di vita perché (i) d'intensità limitata, o (ii) per il modo stesso in cui interagiscono con il componente medesimo. A essi si dà normalmente il nome di fattori d'invecchiamento. Ci sono però an-

che grandezze che possono ridurre significativamente l'affidabilità del dispositivo: esse sono considerate sollecitazioni che producono invecchiamento (stress). La maggior parte dei processi d'invecchiamento può essere rappresentata con sufficiente accuratezza considerando l'effetto combinato di due sollecitazioni, dando origine a un modello di vita più complesso. Tali modelli, generalmente, sono di tipo fenomenologico, ovvero ottenuti attraverso prove sperimentali senza fare ipotesi sui fenomeni chimico-fisici alla base dello specifico processo d'invecchiamento.

IL BANCO DI MISURA

Il banco di prova è stato realizzato in modo da potere: (i) applicare una sollecitazione termica o (ii) di corrente, (iii) utilizzare contemporaneamente entrambe le sollecitazioni, (iv) misurare un parametro scelto come indice di degrado del sistema sotto osservazione. Riguardo al punto (iv), si è scelto di misurare il flusso luminoso prodotto dai LED in prova e di stabilire come criterio di guasto, in accordo con [3,4], la diminuzione del suo valore al di sotto del 70% di quello iniziale. La Fig. 1 riporta lo schema a blocchi del banco realizzato per provare 32 LED alla volta.

Università di Bologna,
Dip. "Guglielmo Marconi",
Alma Mater Studiorum
lorenzo.peretto@unibo.it

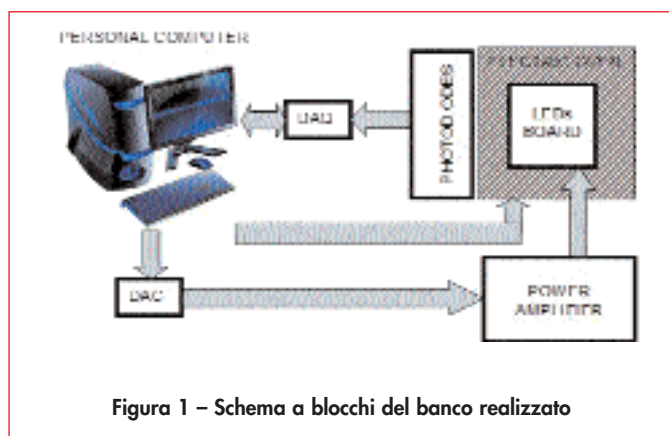


Figura 1 – Schema a blocchi del banco realizzato

Il banco è costituito da un personal computer, da una scheda di acquisizione a 16 canali a 12 bit (DAQ), da un convertitore D/A (DAC) e da un convertitore tensione-corrente. I LED utilizzati sono del modello Kingbright L-144HD, hanno una lunghezza d'onda dominante di 660 nm (rosso) e una corrente diretta massima di 25 mA. Essi sono inseriti all'interno di un forno elettrico e posizionati in modo che la luce emessa da ognuno di essi vada a colpire i fotodiodi (OSRAM SFH203P) installati all'esterno del forno per evitare che invecchino essi stessi per effetto dello stress termico. La Fig. 2 mostra un dettaglio della scheda contenente i LED. Il DAC, controllato dal computer, produce un segnale di tensione che definisce, attraverso il convertitore tensione-corrente, la corrente usata come sollecitazione dei LED. La DAQ acquisisce le trentadue uscite in tensione dei fotodiodi grazie a un semplice circuito *multiplexer* non riportato in figura. Ciò permette di evidenziare eventuali possibili relazioni fra temperatura, flusso luminoso e guasto. Il forno elettrico permette di utilizzare sollecitazioni termiche fino a 170 °C e la sua temperatura è controllata da un PID. La Fig. 3 mostra il forno, la scheda fotodiodi e i circuiti *multiplexer*.

Un algoritmo gestisce il banco di prova e applica uno specifico protocollo di misura. Occorre ricordare, infatti, che la diminuzione dell'intensità luminosa dev'essere valutata per

correnti all'interno dell'intervallo di normale funzionamento. Per tale motivo, è stata prevista la seguente procedura di misura:

i) i LED sono fatti attraversare per 5 minuti da una corrente (20 mA) inferiore a quella massima; ii) le tensioni

proporzionali al flusso luminoso sono acquisite e memorizzate; iii) i LED sono alimentati con una corrente e/o sottoposti a una temperatura molto maggiore di quella nominale per un tempo di 75 minuti; iv) i LED e/o il forno vengono spenti e lo sportello del forno viene aperto in modo che la loro temperatura scenda a quella ambientale. Questa fase dura 30 minuti.

I passi da i) a iv) vengono ripetuti finché tutte le intensità luminose misurate al punto ii) sono scese al di



Figura 2 – La scheda LED posizionata sullo sportello del forno

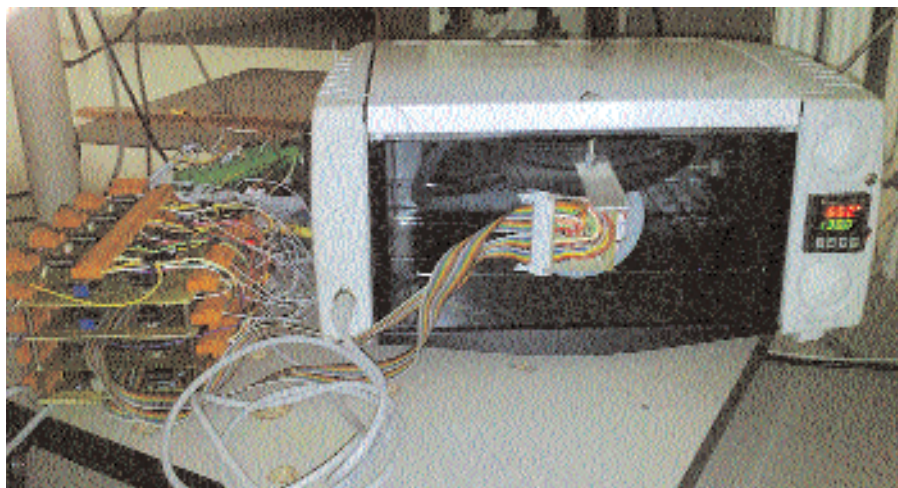


Figura 3 – Il forno, la scheda fotodiodi e i circuiti di controllo

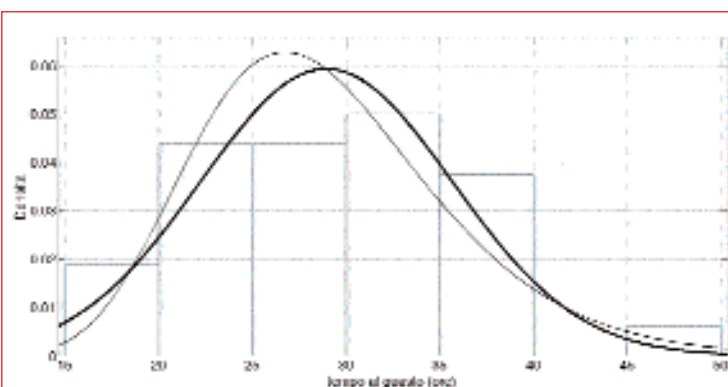


Figura 4 – Distribuzione sperimentale del tempo al guasto con $T = 130^\circ\text{C}$ e corrente 20 mA e modello di vita con distribuzione normale (linea in grassetto) e lognormale (linea sottile)

sotto del loro valore iniziale. Gli intervalli di tempo di cui ai punti i) e iv) permettono di raggiungere una condizione di regime termico e sono stati scelti dopo alcune prove sperimentali. Si osservi infine che, poiché la corrente al passo i) si trova all'interno del *range* nominale e viene mantenuta per un tempo brevissimo rispetto alla vita attesa in condizioni nominali (decine di migliaia di ore), si può ragionevolmente assumere che ciò che avviene in tale passo non contribuisca al processo d'invecchiamento. Pertanto, al fine della misura del tempo al guasto, viene considerato solamente l'intervallo di tempo indicato al passo iii).

PRINCIPALI RISULTATI SPERIMENTALI E COMMENTI

Attualmente è stato portato a termine un solo test con sollecitazione combinata. I LED sono stati sottoposti a una temperatura di 130°C e alimentati con una corrente pari a 20 mA (valore compreso nel *range* nominale di funzionamento del componente). Il tempo medio al guasto (MTTF) ottenuto è pari a 28,9 ore con una deviazione standard uguale a 6,72 ore. In Fig. 4 è riportato l'istogramma dei tempi al guasto e le distribuzioni normale (in grassetto) e lognormale (linea sottile). Dal momento che il test di Lil-

iefors ha mostrato un livello di significatività pari al 5%, non vi è alcuna ragione per rifiutare l'ipotesi nulla dei dati provenienti da una distribuzione normale o lognormale.

Gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza al 95% sono rispettivamente pari a 26,4 ore e 31,4 ore. Non è possibile fornire conclusioni definitive sulla base di risultati ottenuti con un unico test. Comunque è abbastanza evidente il forte sinergismo fra lo stress termico e di corrente: la vita attesa dei LED in condizioni nominali di esercizio (temperatura ambiente e corrente di alimentazione minore di 25 mA) è circa 10^5 ore, ma si riduce drasticamente al di sotto di 30 ore se i componenti sono esposti a una temperatura di 130°C e alimentati con una corrente uguale a 20 mA. Dai valori riportati in Tab. 1, che riporta gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza del tempo medio al guasto quando è

Tabella 1 – Valori medi MTTF ed estremi inferiore MTTF_i e superiore MTTF_s dell'intervallo di confidenza al 95% (distribuzione normale)

T ($^\circ\text{C}$)	MTTF _i (ore)	MTTF _s (ore)
120	206	232
130	87,4	101
150	51,6	57,6

applicata solo una sollecitazione termica, si può notare che questa evidente riduzione delle ore di vita è causata principalmente da uno stress termico, poiché una temperatura pari a 130°C determina un tempo al guasto di circa 90 ore.

Altre prove sono in corso per confermare i dati ottenuti.

OSSERVAZIONI FINALI

Si può concludere che l'utilizzo di una sollecitazione potrebbe non essere sufficiente per ottenere una valida predizione della vita di un componente in reali condizioni operative. Fortunatamente, molte situazioni reali possono essere simulate in modo soddisfacente considerando due diverse sollecitazioni. In questa prima campagna di misure sono state applicate sia la temperatura che la corrente, poiché sicuramente sono i due principali fattori che influiscono sull'invecchiamento dei LED. I risultati ottenuti dal test hanno mostrato una forte sinergia tra la corrente e la temperatura.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Albertini, M.G. Masi, G. Mazzanti, L. Peretto, R. Tinarelli, "A Test Set for LEDs Life Model Estimation", *Proc. of the 27th IEEE I2MTC/10*, Austin, Texas, USA, Maggio 2010, pp. 426-431.
- [2] A. Albertini, M.G. Masi, G. Mazzanti, L. Peretto, "Experimental Analysis of LEDs Reliability Under Combined Stress Conditions", *Proc. of the 28th IEEE I2MTC/11*, Hangzhou, Cina, Maggio 2011, pp. 1597-1601.
- [3] Illuminating Engineering Society of North America, *Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources*, New York, NY, USA, 2008.
- [4] Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, USA, www.lrc.rpi.edu.



Lorenzo Peretto è professore associato di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna. Si occupa di misure per la qualità dell'energia e di misure per l'affidabilità e la conformità. È *chairman* del TC39 "Measurements in Power Systems" dell'IEEE Instrumentation and Measurement Society e inventore di numerosi brevetti internazionali.



Roberto Tinarelli è ricercatore di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna. Si occupa di misure e sensori per la qualità ed è inventore di numerosi brevetti internazionali.



Maria Gabriella Masi è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" dell'Università di Bologna. La sua attività di ricerca riguarda lo sviluppo di strumentazione innovativa per la misura del flicker.



Giovanni Mazzanti è professore associato di Sistemi Elettrici per l'Energia presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, dove svolge attività di ricerca nell'ambito della modellistica, affidabilità e diagnostica d'isolanti per alta tensione, sistemi innovativi per la trasmissione di potenza ed esposizione umana ai campi elettromagnetici.

Abbonarsi ORA per 2 anni a

TUTTO_MISURE

LA RIVISTA DELLE MISURE E DEL CONTROLLO QUALITÀ - PERIODICO FONDATA DA SERIO SARTORI
ORGANO UFFICIALE DELL'ASSOCIAZIONE "INTEP" E DI "METROLOGIA E QUALITÀ"

CONVIENE!!!

70 euro (anziché 80)

L'abbonamento biennale Vi offre
8 numeri cartacei + 8 telematici (Tutto_Misure News)

Per richiedere le modalità di abbonamento,
telefonare al n° **011/0266700**

o inviare una e-mail a: **metrologia@affidabilita.eu**

MAGER
air bearings

SISTEMI PNEUMOSTATICI
Free to Slide

L'alternativa vincente ai sistemi di guida
su cuscinetteria radente e volvente

Componenti e sistemi **LINEARI** e **ROTATIVI** su **CUSCINETTO** ad **ARIA** per applicazioni industriali,
con possibilità di integrare motorizzazioni in **DIRECT DRIVE**.

Nessun attrito e usura

Totale assenza di fenomeni
di disturbo del movimento
come creep, fretting e stick-slip

Totale assenza di lubrificazione
a olio e a grasso

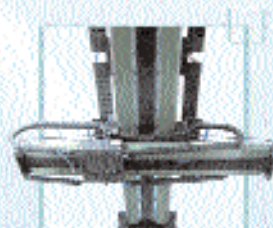
www.mager-ab.it

MAGER S.r.l.
Via Cavaglia, 27
10020 Cambiano (TO) ITALY
Tel. +39 011-944.18.74
Fax. +39 011-944.10.98
info@mager-ab.it

Reg. Trib. di TORINO n. 12345
data 12/03/2011
in pubblica fede
per il notaio rogato



Lineari pneumatici
con motore lineare



Rotativi pneumatici
con motore elettrico lineare



Lineari pneumatici



Rotativi pneumatici

Stefano Noventa, Giulio Vidotto

Da Fechner a Luce, la misura in psicologia

Parte II

FROM FECHNER TO LUCE, MEASUREMENT IN PSYCHOLOGY – PART II

In the first part of this review, the problem of measurement in psychological and social sciences was presented. Its history was chronicled in broad lines, moving from the beginning of psychophysics to the development of the modern theory of measurement. In this second short review, some aspects of the representational theory of measurement and of the theory of conjoint measurement are detailed. Consequences and open problems are also discussed.

RIASSUNTO

Nella prima parte di questa rassegna è stato introdotto il problema della misura nelle scienze psicologiche e sociali e ne è stata ripercorsa, a grandi linee, la storia, a partire dalla nascita della psicofisica fino alla moderna teoria della misura. In questa seconda parte della rassegna verranno approfonditi alcuni aspetti della teoria rappresentazionale della misura, della teoria della misurazione congiunta, e verranno esposte alcune conseguenze e problemi aperti.

LA TEORIA ASSIOMATICA DELLA MISURAZIONE

La moderna teoria della misura si basa sull'associare oggetti a numeri in modo che le relazioni esistenti tra i primi siano rappresentate da relazioni tra i secondi. Il processo di misurazione è riducibile a quattro passaggi (Luce & Narens, 1994): definire un sistema empirico qualitativo, cioè un insieme di entità e relazioni che dovrebbero essere osservabili direttamente e che costituiscono le primitive del sistema; selezionare un gruppo di assiomi (esposto in termini delle primitive) possibilmente finito e sperimentalmente verificabile; identificare una struttura numerica per la quale esista un insieme di omomorfismi con il sistema empirico qualitativo. Infine, specificare per quali trasformazioni gli omomorfismi forniscono la stessa rappresentazione numerica. Questo processo formalizza l'idea di Stevens delle trasformazioni di scala ammissibili e delle statistiche significanti.

Formalmente, si definisce sistema relazionale (Suppes & Zinnes, 1963), o struttura relazionale, un'enupla $S=(A, R_0, R_1, \dots)$ dove A è il dominio della struttura e le R_k sono relazioni e/o operazioni definite sugli elementi di A . Un sistema si dice empirico se A è un insieme di fenomeni (anche qualitativi), si dice invece numerico quando A è un insieme numerico. Un classico esempio è dato dalla terna (A, R, o) composta da un dominio A , una relazione di ordine debole R e un'operazione binaria o associativa, positiva e strettamente monotona.

Si individua una teoria di misurazione attraverso un insieme di condizioni o assiomi che, se soddisfatti in un sistema relazionale empirico, assicurano la costruzione di una scala di misura in un sistema relazionale numerico attraverso classi di omomorfismi (Burigana & Lucca, 1975). Per questo motivo si dovrebbe poter verificare empiricamente gli assiomi (si distinguono infatti assiomi controllabili e non controllabili, o non falsi-

ficabili, assiomi necessari e non necessari, sostanziali e tecnici) e si deve stabilire l'esistenza e l'unicità delle scale di misura: l'esistenza è di pertinenza del Teorema di rappresentazione; il Teorema di unicità è invece alla base della definizione delle trasformazioni ammissibili e delle scale equivalenti.

Dato un sistema relazionale empirico A e un sistema relazionale numerico B , una scala di misura è una terna (A, B, m) dove m è un omomorfismo da A a B . Due scale sono equivalenti se misurano la stessa struttura empirica attraverso la stessa struttura numerica. Affinché ciò accada emergono restrizioni alle trasformazioni che mappano l'omomorfismo di una scala nell'omomorfismo di una scala equivalente, e che vengono dette trasformazioni ammissibili (o permissibili). Una scala è unica entro tali trasformazioni. Per una trattazione generale della derivazione di scale dalle rappresentazioni canoniche si veda Pfanzagl (1968).

Infine, la significanza delle statistiche effettuate sui valori numerici di una scala di misura è strettamente condizionata dalle trasformazioni consentite alla scala stessa. Le scale equivalenti lasciano infatti invariata l'informazione empirica numericamente rappresentata, pertanto ci si aspetta che una statistica rimanga invariata continuando a descrivere una stessa caratteristica empirica quando si passa da una scala a un'altra per mezzo di trasformazioni ammissibili. Una statistica è quindi

Università di Padova,
Dip. Psicologia Generale
stefano.noventa@unipd.it
giulio.vidotto@unipd.it

Industrial Measurements?

We Do! We do it all - sensors to measure vibration, acoustics, force, pressure, load, strain, shock and torque - Sure we do!

Avete ricevuto il nostro Nuovo Catalogo Industrial?

Il nuovo catalogo Industrial IMI contiene decenni di esperienza in applicazioni e tecniche, ed include:

- Prodotti suddivisi per applicazione
- Spotlights
- Consigli tecnici



I prodotti che troverete nel catalogo, contrassegnati dal simbolo qui sotto, sono in pronta consegna!



Contattateci per ricevere **GRATUITAMENTE** la vostra copia del
Nuovo catalogo Industrial di IMI Sensors

PCB PIEZOTRONICS srl
A PCB GROUP COMPANY

www.pcbpiezotronics.it

+39 035 201421
info@pcbpiezotronics.it

Centro Direzionale Nord di Cernusco
Via Elli Bandiera, 2 - Treviglio (BG), Italy 24048

significante se invariante per trasformazioni ammissibili (Pfanzagl, 1968). Alcuni famosi esempi di scale (Burigana & Lucca, 1975):

Nominale: sistemi classificatori definiti da relazioni di equivalenza. La scala è unica a meno di trasformazioni biunivoche. Ammettono moda e tabelle di contingenza.

Ordinale: sistemi debolmente ordinati dove l'ordine numerico rispecchia l'ordine con cui gli oggetti si susseguono rispetto a una data caratteristica. L'unicità viene dalle trasformazioni monotone strettamente crescenti. Ammettono mediana, quantili e correlazione di Spearman.

Intervalli: sistemi nei quali si può quantificare i rapporti tra le differenze di valori di una grandezza. L'unicità viene dalle trasformazioni affini: $m' = am + b$. Ammettono media aritmetica, deviazione standard e correlazione di Pearson.

Rapporti: sistemi nei quali si possono quantificare i rapporti tra valori di una grandezza. Le trasformazioni ammissibili sono semplici dilazioni $m' = am$. Ammettono media geometrica.

Quest'ultimo caso, in particolare, corrisponde al concetto intuitivo di misura quantitativa. Dato un insieme non vuoto A di elementi, una relazione binaria R , un'operazione di concatenazione o da $A \times A$ in A , un sistema estensivo (Suppes & Zinnes, 1963), è definito da una terna (A, R, o) che soddisfa i seguenti assiomi per a, b, c in A :

1. Transitività: se aRb e bRc allora aRc .
2. Associatività: $((a o b) o c)R(a o (b o c))$.
3. Monotonicità: se aRb allora $(a o c)R(c o b)$.
4. Risolvibilità: se non aRb allora esiste c in A tale che $aR(b o c)$ e $(b o c)Ra$.
5. Positività: Non $(a o b)Ra$.
6. Archimedeità: se aRb allora esiste un numero n tale che $bR(na)$ dove na è definito ricorsivamente come $1a = a$ e $na = ((n-1)a o a)$.

La struttura è qualitativa perché gli assiomi non hanno contenuto numerico, inoltre gli assiomi 1, 2, 3 e 5 sono verificabili sperimentalmente, mentre 4 e 6 in combinazione con altri assiomi formano predizioni falsificabili. Suppes (1951) ha dimostrato il teorema di rappresentazione per tali strutture, vale a dire l'esistenza di un omomorfismo con il sottoinsieme dei numeri reali positivi dotato di un'operazione binaria $\leq$, e con la somma come operazione di concatenazione. Dato cioè un omomorfismo φ da A nei reali positivi si ha che:

1. aRb se e solo se $\varphi(a) \leq \varphi(b)$
2. $aR(b o c)$ se e solo se $\varphi(a) \leq \varphi(b) + \varphi(c)$.

Suppes e Zinnes (1963) hanno poi dimostrato il teorema di unicità: due omomorfismi φ e φ' sono uniti dalla moltiplicazione per una costante, formando così una scala a rapporti.

LA TEORIA DELLA MISURAZIONE CONGIUNTA

Sviluppata indipendentemente da Debreu (1960) con una connotazione topologica, e da Luce & Tukey (1964) con una connotazione algebrica, la teoria della misurazione congiunta ha alla base l'idea di definire le relazioni numeriche che descrivono sistemi empirici distinti partendo dalla relazione che descrive l'ordinamento del loro prodotto cartesiano. Situazioni nelle quali si valuta la misura di grandezze basate sul prodotto cartesiano si presentano in molti campi della scienza a partire dalle grandezze derivate come la densità, per proseguire con le funzioni di utilità in economia e gli ordinamenti di "bundle" di beni e prodotti oppure di "gambles" come nelle analisi delle situazioni di rischio e nelle preferenze, per concludere con la misura di diverse variabili o costrutti latenti in psicologia.

Si considera quindi la struttura relazionale $(A \times P, R)$, dove A e P sono insiemi di elementi e R è un'operazione binaria, in genere di ordine debole (transitiva e connessa) e si tratta di trovare le scale di misura dei fattori A e P e una legge di composizione che combini tali scale formando una scala congiunta che rispecchi l'ordine qualitativo in R del prodotto $A \times B$. Seguendo la trattazione di Luce (1977), restringiamo l'analisi a un sistema decomponibile, per il quale cioè esistono due funzioni φ_A e φ_P da A e P aventi per codominio i numeri reali, e una funzione F tale che $F(\varphi_A, \varphi_P)$ rappresenti la relazione R , nel senso che per ogni a, b in A e p, q in P si abbia $(a, p)R(b, q)$ se e solo se $F(\varphi_A(a), \varphi_P(p)) \geq F(\varphi_A(b), \varphi_P(q))$.

Il focus viene quindi spostato dalla misurabilità dei singoli attributi alla misurabilità congiunta del costrutto risultante e da questa si inferisce la misurabilità dei costituenti. In particolare, nel caso di un sistema additivo (dove la F è la somma), la misurazione congiunta indica l'esistenza di relazioni additive entro gli attributi

cercando relazioni additive tra gli attributi (Luce & Tuckey, 1964). Per fare ciò segue una struttura di tipo assiomatico simile a quella introdotta da Suppes e Zinnes (1963) per la teoria della misura.

Per esempio, elenchiamo alcuni assiomi della rappresentazione additiva per A e P infiniti:

1. Transitività: se $(a, p)R(b, q)$ e $(b, q)R(c, r)$ allora $(a, p)R(c, r)$.
2. Cancellazione singola: se $(a, p)R(b, p)$ allora $(a, q)R(b, q)$. Similmente, se $(a, p)R(a, q)$ allora $(b, p)R(b, q)$.
3. Cancellazione doppia: se $(a, x)R(f, q)$ e $(f, p)R(b, x)$ allora $(a, p)R(b, q)$.
4. Risolvibilità: dati a, b in A e p in P allora esiste q in P tale che $(a, p)R(b, q)$.
5. Archimedeità: ogni successione standard che sia inferiormente e superiormente limitata è finita (una successione $\{a_i\}$ in A , indicizzata su un insieme d'interi I , si definisce standard se esistono p, q in P tali che si abbia $(a_i, p) \sim (a_{i+1}, q)$ per ogni indice di I).

Sotto queste ipotesi (insieme a particolari richieste di non banalità che servono a imporre dei vincoli alla struttura) si può dimostrare che esistono le scale φ_A e φ_P e che la concatenazione $\varphi_A + \varphi_P$ preserva l'ordine su $A \times P$ per cui, dato $(a, p)R(b, q)$, si ha $\varphi_A(a) + \varphi_P(p) \geq \varphi_A(b) + \varphi_P(q)$.

Si noti la similarità degli assiomi precedenti con quelli della sezione precedente. In particolare, la cancellazione singola corrisponde alla monotonicità e serve a indurre ordini deboli R_A e R_P sulle componenti A e P , mentre transitività, risolubilità e Archimedeità sono l'equivalente nel caso specifico di quelli precedenti.

La cancellazione doppia serve invece a identificare l'ordine lungo le diagonali ed equivale a cancellare i termini simili nelle somme. È importante sottolineare come i precedenti assiomi non siano necessari ma solo sufficienti a definire una rappresentazione additiva. Altri assiomi possono essere imposti: la condizione Thomsen e la risolubilità ristretta per esempio possono sostituire la doppia cancellabilità e la risolubilità.

ALCUNE CONSEGUENZE E PROBLEMI APERTI

La definizione di una teoria della misura in grado di abbracciare variabili estensive e intensive, grandezze dirette e derivate, quantitative e qualitative, o più in generale strutture relazionali che non mostrino isomorfismi diretti con i reali positivi, è un problema meno banale di quanto possa apparire a un'analisi intuitiva. Attualmente, la teoria assiomatica della misura e la misurazione congiunta sono, da un punto di vista teorico e metodologico, le candidate ideali per definire la misurabilità delle grandezze caratteristiche di discipline come la Psicologia e le Scienze Sociali. Per avere un'idea delle loro potenzialità e importanza basti considerare come strutture assiomatiche siano alla base d'importanti teorie della decisione come la "expected utility theory" (von Neumann & Morgenstern, 1947) o la "discounted utility theory" (Koopman, 1960), mentre una delle applicazioni più notevoli di misurazione congiunta è la "Prospect Theory" (Kahneman & Tversky, 1979) per la quale lo psicologo D. Kahneman fu insignito del premio Nobel per l'economia. Un'altra importante ricaduta è stata lo sviluppo dei modelli multi-attributo, come la *Conjoint Analysis* (Green & Rao, 1971) che, per quanto applicati in termini meno rigorosi, sono estremamente diffusi nelle scienze sociali e nelle scienze applicate.

Nonostante le brillanti premesse, tale rivoluzione non ha però attecchito del tutto nelle Scienze Psicologiche e Sociali (Michell, 1999), in parte per la difficoltà di padroneggiarne il formalismo matematico; in parte per il forte retaggio operazionalista dovuto all'impatto di Stevens sulla Psicologia; ma soprattutto, per la difficoltà di verificare assiomi e proprietà deterministiche su strutture empiriche che per loro stessa natura presentano dati affetti da rumore. A questo proposito, recenti tentativi d'introdurre strutture probabilistiche hanno seguito un approccio classico (Iverson & Falmagne, 1985; Davies-Stober, 2009) o bayesiano (Myung et al. 2005).

Infine un'ulteriore difficoltà incontrata da tali teorie è riconducibile alla diffusione dei modelli di Rasch (1960) e di Item Response Theory. I modelli di Rasch si pongono infatti come una teoria della misurazione fondamentale capace d'identificare una misura su scala a intervalli per i dati sui quali il modello garantisca una *fit* accettabile. La misurazione simultanea di costrutti (es. abilità dei soggetti e difficoltà degli *item*) sono alla base di tali modelli e la loro stessa struttura presenta forti parallelismi con gli assiomi della teoria della misurazione congiunta, al punto che talvolta vengono considerati una controparte statistica alla teoria della misurazione congiunta. Tuttavia, al di là dell'importanza indiscussa di tali modelli, quest'ultimo punto è attuale fonte di dibattito (Karabatsos, 2001; Borsboom & Zand Scholten, 2008): quanto un buon indice di *fit* è una condizione sufficiente a garantire che una struttura relazionale empirica soddisfi gli assiomi della misurazione congiunta?

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. L. Burigana & A. Lucca (1975). *Fondamenti della misurazione*. Padova: Cleup.
2. D. Borsboom & A. Zand Scholten (2008). The Rasch Model and Conjoint Measurement Theory from the Perspective of Psychometrics. *Theory & Psychology*, 18, 111.
3. C.P. Davis-Stober (2009) Analysis of multinomial models under inequality constraints: Applications to measurement theory. *Journal of Mathematical Psychology*, 53, 1-13.
4. G. Debreu (1960). Topological methods in cardinal utility theory. In K. J. Arrow, S. Karlin, & P.
5. P.E. Green & V.R. Rao (1971). Conjoint measurement for quantifying judgmental data. *Journal of Marketing Research*, 8, 355-363.
6. G.J. Iverson & J.C. Falgagne (1985). Statistical issues in measurement. *Mathematical Social Sciences*, 10, 131-153.
7. D. Kahneman & A. Tversky (1979). Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
8. G. Karabatsos (2001). The Rasch Model, Additive Conjoint Measurement, and New Models of Probabilistic Measurement Theory. *Journal of Applied Measurement*, 2(4), 389-423.

9. T.C. Koopman (1960). Stationary ordinal utility and impatience. *Econometrica*, 28, 287-309.

10. R.D. Luce (1977). Conjoint measurement: A brief survey. In David E. Bell, Ralph L. Keeney, and Howard Raiffa, editors, *Conflicting Objectives in Decisions*, pages 148-171. John Wiley & Sons, New York.

11. R.D. Luce & J.W. Tukey (1964). Simultaneous conjoint measurement: a new scale type of fundamental measurement. *Journal of Mathematical Psychology*, 1, 1-27.

12. R.D. Luce & L. Narens (1994). Fifteen problems concerning the representational theory of measurement, in P. Humphries, (ed.), *Patrick Suppes: Scientific Philosopher*, Vol. 2, Dordrecht: Kluwer, pp. 219-49.

13. J. Michell (1999). *Measurement in psychology: a critical history of a methodological concept*. New York: Cambridge University Press.

14. J.I. Myung, G. Karabatsos & G.J. Iverson (2005). A Bayesian approach to testing decision making axioms. *Journal of Mathematical Psychology*, 49, 205-225.

15. J. Pfanzagl (1968). *Theory of measurement*. Wiley, Oxford.

16. G. Rasch (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Copenhagen: Danish Institute for Educational Research.

17. P. Suppes (1951). A set for independent Axioms for extensive quantities, *Portugaliae Mathematica*, 10, 163-172.

18. P. Suppes & J. Zinnes (1963). Basic measurement theory, in R.D. Luce, R.R. Bush and E. Galanter, (eds.), *Handbook of mathematical psychology*, Vol. I, New York: Wiley, pp. 1-76.

19. J. von Neumann & O. Morgenstern (1947). *Theory of games and economic behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.



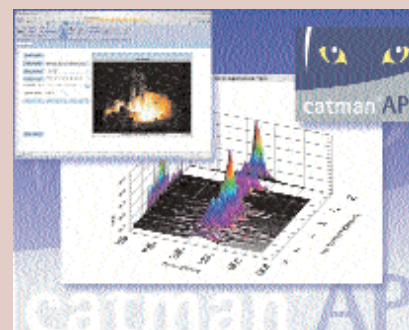
Stefano Noventa è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova. Si occupa di Psicometria, Psicofisica e Psicologia Matematica.



Giulio Vidotto è professore Ordinario di Psicometria presso il Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova. Si occupa di Psicometria, Percezione e Psicofisica, Psicologia Matematica, Testing e Psicologia della Salute.

NEWS

LA VALUTAZIONE DEI TEST DI FATICA È PIÙ FACILE!



Il software di acquisizione e analisi dei dati *catmanAP* di HBM è ora disponibile nella nuova versione 3.3. Intuitivo e facile da utilizzare, il software offre un ampio ventaglio di funzionalità e, grazie ai diversi moduli, risulta estremamente flessibile e adatto alle più svariate operazioni di misura. Il software è stato perfezionato soprattutto dal punto di vista della semplicità d'uso: la nuova versione dispone, ad esempio, di un'interfaccia utente migliorata che semplifica ulteriormente l'esecuzione di compiti di routine, quali l'impostazione dei cicli di prova automatici o l'analisi dei dati di misura.

catmanAP 3.3 presenta nuove funzioni anche nell'ambito dell'analisi dei dati: il cosiddetto processo di classificazione, ad esempio, risulta ideale per rappresentare graficamente i carichi dei materiali nei test di fatica ai fini della valutazione della fatica. A tale scopo vengono registrate ampiezze e valori medi di ogni carico in modo da rappresentarne la frequenza in un semplice grafico tridimensionale. L'analisi può essere effettuata anche in tempo reale, rendendo possibile la compressione immediata dei dati nelle misurazioni prolungate. Anche l'*Advanced Cursor Graph* per l'analisi grafica dei dati di misura è stato migliorato. Nella nuova versione 3.3, *catmanAP* supporta l'intera gamma di hardware per la tecnica di misura di HBM.

Per ulteriori informazioni:

www.hbm.com/it/menu/prodotti/elettronica-e-software-di-misura/software-di-misura/catman-ap

Carlo Carobbi¹, Marco Cati^{2,3}, Carlo Panconi³

Strumentazione di base nelle misure di Compatibilità Elettromagnetica

Il Ricevitore EMI di Radiodisturbi - Parte II**BASIC INSTRUMENTATION IN EMC MEASUREMENTS – PART 2**

The standard electromagnetic radio frequency interference receiver (EMI receiver) is a fundamental tool for the measurement of all the quantities of interest in electromagnetic compatibility (EMC). In the previous and in this article we analyze the constituent elements of the EMI receiver focusing on the main differences from the well-known spectrum analyzer, then we describe the detection circuit with particular attention to the value presented on the display when a continuous sinusoidal signal or an impulsive signal (wide band, repetitive or non-repetitive, coherent or non-coherent) is applied to the input of the EMI receiver. The first part of this article has been published in T_M 2/2012.

RIASSUNTO

Il ricevitore standard di radio disturbi (EMI receiver) è uno strumento fondamentale nella misurazione di tutte le grandezze d'interesse della compatibilità elettromagnetica (CEM). Nel precedente e in questo articolo analizzeremo inizialmente gli elementi costitutivi del ricevitore EMI soffermandoci sulle principali differenze rispetto al più noto analizzatore di spettro per poi passare alla descrizione del circuito di rivelazione con particolare attenzione al valore presentato a video nel caso in cui venga applicato all'ingresso del ricevitore un disturbo sinusoidale permanente oppure un disturbo impulsivo (a banda larga, ripetitivo o non ripetitivo, coerente o incoerente). La prima parte dell'articolo è stata pubblicata su T_M n. 2/2012.

RISPOSTA AI SEGNALE IMPULSIVI

Per comprendere quale sia la risposta del ricevitore EMI a segnali di tipo impulsivo, è opportuno ricordare quanto avevamo concluso nel numero 2/2010 di Tutto_Misure a proposito della risposta all'impulso dell'analizzatore di spettro. In quell'occasione avevamo mostrato che l'analizzatore di spettro si comporta in due modi differenti a seconda del valore della frequenza di ripetizione dell'impulso in relazione alla banda passante B_3 del filtro a frequenza intermedia. In particolare nel caso d'impulso periodico ripetuto con cadenza breve (e costante) rispetto a $1/B_3$, sul display dell'analizzatore di spettro vengono visualizzate le righe spettrali (serie di Fourier) dell'impulso periodico. Invece, nel caso in cui l'impulso si ripeta con cadenza (co-

stante o casuale) lunga rispetto a $1/B_3$, il filtro a frequenza intermedia risponde a ciascun impulso come se fosse singolo, e sul display dell'analizzatore di spettro viene visualizzato il valore di picco V_{max} dell'involuppo dato dalla relazione $V_{max} = V(f_r) \cdot B_{imp}$. In questa relazione $V(f_r)$ è la densità spettrale di tensione laterale del disturbo espressa in V/Hz, valutata alla frequenza di sintonia f_r , e B_{imp} è la banda equivalente impulsiva¹ proporzionale alla banda passante del filtro a frequenza intermedia.

Anche nel caso del ricevitore EMI occorre fare questa distinzione: in particolare nel primo caso si ricadrà nel paragrafo relativo alla risposta ai segnali sinusoidali mentre, nel secondo caso, l'uscita del rivelatore di quasi picco V_d oscillerà tra due valori V_1 e V_2 (Fig. 7). Tenendo conto della costante di tempo del circuito

d'indicazione dello strumento, T_M , il valore della tensione visualizzata dal misuratore di quasi picco si attesterà sulla media delle due tensioni V_1 e V_2 .

È possibile dimostrare [5] che la risposta del ricevitore EMI a un segnale di tipo impulsivo ricorrente assume la forma $V_{qp} = P(\alpha) \cdot V_{max}$, dove $P(\alpha)$ è chiamato coefficiente di rettifica dell'impulso con il parametro α dato dalla relazione: $\alpha = (\pi/4) \cdot (T_C/T_D) \cdot (B_3/f_r)$, con f_r frequenza di ripetizione dell'impulso. L'andamento di $P(\alpha)$ in funzione del parametro α è riportato in Fig. 8. Al fine di apprezzare l'effetto della frequenza di ripetizione del disturbo sull'indicazione del ricevitore EMI, nella Fig. 9 è riportato l'andamento di $P(\alpha)$ in funzione di f_r per il caso specifico di $B_3 = 120$ kHz e $T_D/T_C = 550$ (vedi Tab. 1, pubblicata in T_M 2/2012 e qui nuovamente riportata). Come è immediato osservare, al ridur-

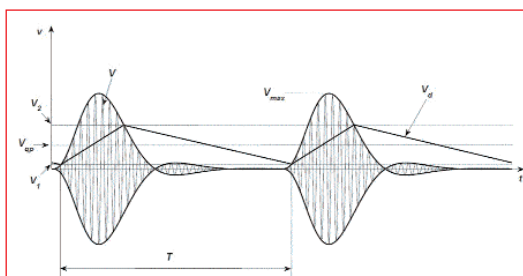


Figura 7 – Risposta del rivelatore di quasi picco a un segnale di tipo impulsivo ricorrente

¹ Dip. Elettronica e Telecomunicazioni
Università di Firenze

² Ricerca e Sviluppo, Esaote spa,
Firenze

³ Elettroingegneria, Pistoia

marco.cati@esaote.com

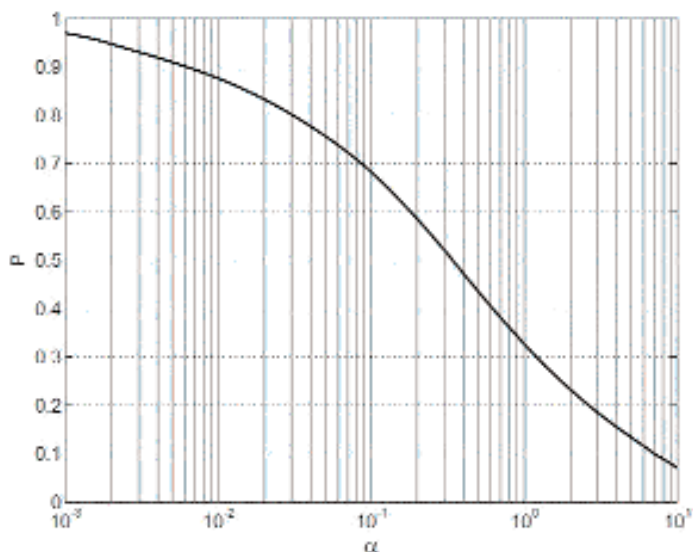


Figura 8 – Parametro $P(\alpha)$ per quantificare la risposta del ricevitore EMI ai segnali di tipo impulsivo ricorrente

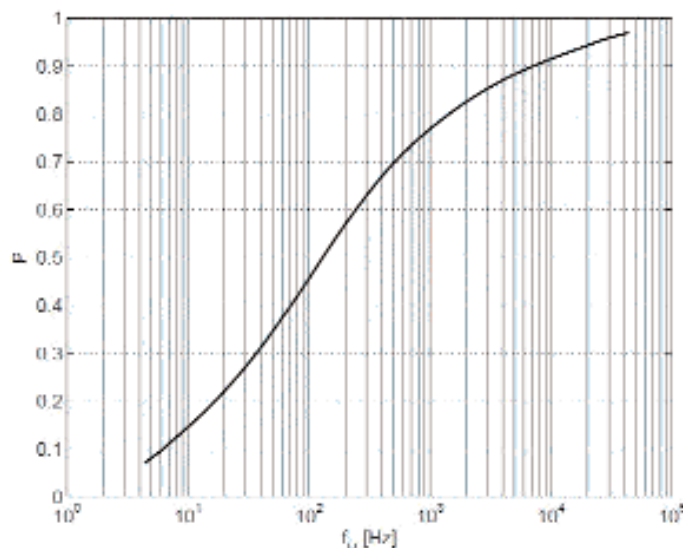


Figura 9 – Parametro $P(f_r)$ in funzione della frequenza f_r di ripetizione dell'impulso per quantificare la risposta del ricevitore EMI nella banda 30 MHz - 1.000 MHz

NEWS

NUOVO SENSORE OTTICO PER LA LEITZ INFINITY



Con la *Leitz Infinity*, la macchina di misura 3D più precisa al mondo, in futuro si potranno misurare superfici di qualunque tipo. A questo scopo è stato integrato nel sistema di misura il sensore a luce bianca *Precitec LR* (Lateral Resolution), che possiede un angolo di accettazione di $90^\circ \pm 40^\circ$ e, pertanto, può misurare anche superfici molto inclinate rispetto al proprio asse in modo estremamente preciso. La misura senza contatto permette inoltre di operare su superfici molto delicate, che potrebbero essere danneggiate o deformate dai normali tastatori a contatto. Con *Precitec LR* si possono eseguire misure dimensionali e di profili; l'elevatissima risoluzione del sensore consentirà in futuro la misura di rugosità e spessori di minima entità. Grazie inoltre all'ottima risoluzione assiale, cioè la capacità di differenziare molto bene punti dell'immagine consecutivi, è in grado di gestire anche strutture complesse. Le superfici riflettenti, rifrattive, brillanti, trasparenti e molto inclinate, come ad esempio le lenti dell'industria ottica, non sono un problema per il *Precitec LR*.

Il sensore si basa sul procedimento di misura confocale cromatico. La luce bianca, in specifiche lunghezze d'onda, viene proiettata sulla superficie da misurare. Uno spettrometro analizza la luce riflessa e determina la distanza dal sensore all'oggetto da misurare.

La *Leitz Infinity* è dotata della testa di misura e scansione ad alta velocità a contatto LSP-S4. La possibilità di prelevare dal magazzino utensili il sensore *Precitec LR* permette all'utente di passare, nel corso dello stesso ciclo di misura, dalla misura a contatto alla misura ottica.

Leitz

Il marchio *Leitz* è parte di *Hexagon Metrology* ed è sinonimo di sistemi di misura a coordinate ad alta precisione, centri di misura per ingranaggi e teste di misura. I sistemi possono essere installati sia in ambiente di sala metrologica che in ambiente industriale. Da oltre 30 anni *Leitz* offre ai suoi clienti strumenti metrologici innovativi al massimo livello, per attività di misura particolarmente impegnative.

www.leitz-metrology.com

Hexagon Metrology

Hexagon Metrology fa parte del Gruppo *Hexagon AB* e comprende marchi leader nel settore metrologia quali *Brown & Sharpe*, *Cognitens*, *DEA*, *Leica Geosystems* (Divisione Metrologia), *Leitz*, *m&h Inprocess Messtechnik*, *Optiv*, *PC-DMIS*, *QUINDOS*, *ROMER* e *TESA*. I marchi *Hexagon Metrology* vantano una base installata globale senza uguali, costituita da milioni di CMM, sistemi di misura portatili e strumentazione di misura manuale, nonché decine di migliaia di licenze software di metrologia. Macchine, sistemi e software offerti dalla società sono completati da una vasta gamma di servizi di supporto al prodotto, servizi post-vendita e ad alto valore aggiunto.

Per ulteriori informazioni:

www.hexagonmetrology.com



si della frequenza di ripetizione degli impulsi l'indicazione dello strumento si riduce; ne consegue quindi che la valutazione della "gravità" di un disturbo impulsivo è direttamente collegata al numero d'impulsi al secondo, cioè alla frequenza di ripetizione.

Cosa succede però alla lettura sul ricevitore EMI quando la frequenza di

risulta $T_D \gg T_C > 1/B_{imp}$, la risposta del rivelatore di quasi picco è approssimativamente data da $V_2 = k_p \cdot V_{max}$, dove il valore del parametro k_p dipende dal prodotto $T_C \cdot B_{imp}$ ed è riportato nella Fig. 11 e, per i casi specifici, nella Tab. 1.

Rimane infine da descrivere il caso in cui gli impulsi in ingresso al rivelatore

Tabella 1 – Parametri elettrici fondamentali del rivelatore di quasi picco

Parametro	Banda A 9 kHz – 150 kHz	Banda B 0,15 MHz – 30 MHz	Banda C e D 30 MHz – 1000 MHz
B_o (kHz)	0,20	9,00	120,000
T_C (ms)	45,00	1,00	1,000
T_D (ms)	500,00	160,00	550,000
T_M (ms)	160,00	160,00	100,000
h	3,00	3,90	4,000
k_s	0,81	0,97	0,990
k_p	0,12	0,12	0,011
k_m	0,53	0,27	0,620
k_n	1,30	2,30	2,700

ripetizione degli impulsi risulta estremamente bassa (al limite un singolo impulso)? In questo caso la risposta del rivelatore di quasi picco è mostrata in Fig. 10.

Tenuto conto che in questa situazione

siano casuali e incoerenti. Questa situazione si verifica per esempio nel caso di disturbi impulsivi prodotti contemporaneamente da più sorgenti indipendenti. In questo caso le singole sorgenti generano impulsi coerenti

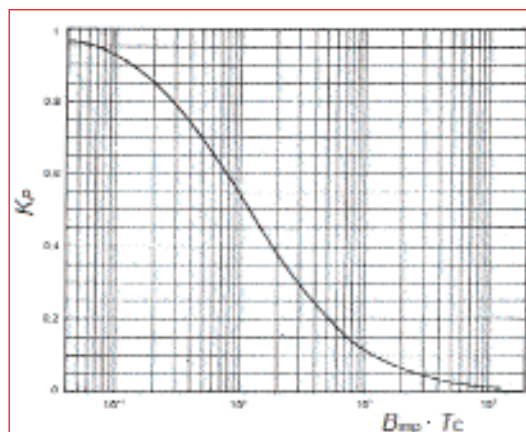


Figura 11 – Coefficiente k_p per il calcolo dell'uscita del rivelatore di quasi picco nel caso d'impulso singolo

ma, vista la loro indipendenza, il disturbo risultante tende ad essere paragonabile a un rumore di tipo gaussiano. Con queste ipotesi è possibile dimostrare che il livello indicato dal rivelatore di quasi picco risulta in questo caso $V_{qp} = k_n \cdot V_n(f_T) \cdot \sqrt{B_n}$ dove $V_n(f_T)$ è la densità spettrale di tensione espressa in V/√Hz alla frequenza di sintonia f_T , B_n è la banda equivalente di rumore² e k_n è un coefficiente dipendente dal rapporto T_D/T_C riportato in Fig. 13 e per i casi specifici discussi nella Tab. 1.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Direttiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, 15

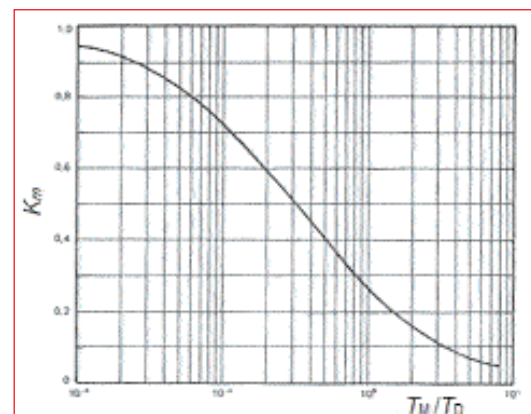


Figura 12 – Coefficiente k_m per il calcolo della massima tensione di uscita del rivelatore di quasi picco nel caso d'impulso singolo

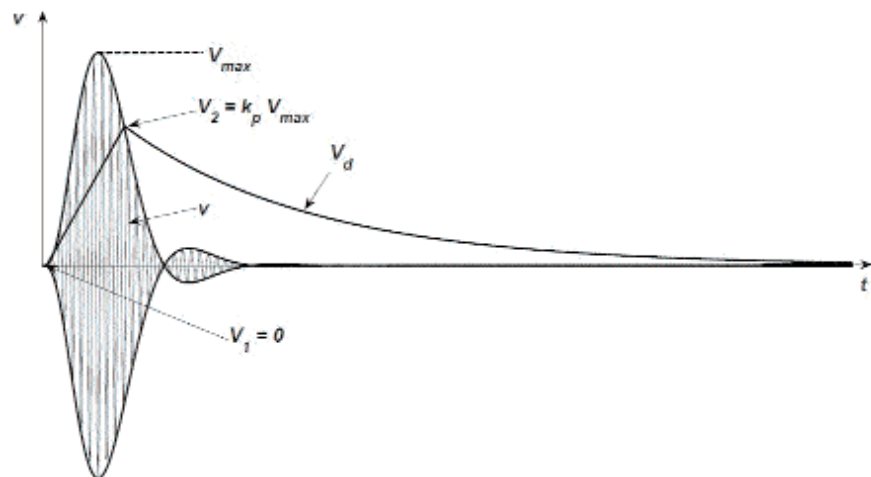
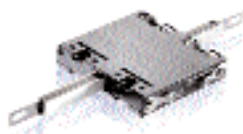


Figura 10 – Risposta del rivelatore di quasi picco a un impulso singolo

Tecnologia Alternativa

MOTORI PIEZO LINEARI



PLine® - Attuatori Piezo ad Alta Velocità

- Forze di spinta fino a 10 N
- Velocità fino a 500 mm/s
- Accuratezza Sub-Micrometrica



NEXACT® PiezoWalk® Dispositivo Compatto di Precisione

- Forze di spinta fino a 15 N
- Velocità fino a 10 mm/s
- Accuratezza Sub-Nanometrica



NEXLINE® PiezoWalk® Precisione ed Elevata Capacità di Carico

- Forze di spinta fino a 500 N
- Accuratezza Sub-Nanometrica
- Elevata Dinamica

Dispositivi Lineari Piezo per Automazione

I dispositivi PLine® e PiezoWalk® oltre ad offrire una escursione pressoché illimitata, sono compatibili in vuoto ed a magneti.

Grazie alla loro caratteristica di „self locking“ mantengono la posizione anche a motore spento evitando qualsiasi tipo di surriscaldamento.

Per informazioni: info@pilandia.it - www.pilandia.it

Piezok Instruments S.r.l. Telefono +39 06501101

PIEZO NANO POSITIONING

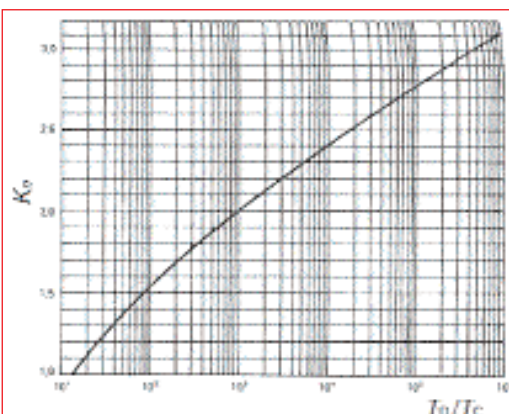


Figura 13 – Coefficiente k_0 per il calcolo dell'uscita del rivelatore di quasi picco nel caso d'impulso casuale



Carlo Carobbi

si è laureato con lode in Ingegneria Elettronica nel 1994 presso l'Università di Firenze. Dal 2000

è Dottore di Ricerca in "Tele-matica". Dal 2001 è ricercatore presso il Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni dell'Università di Firenze dove è docente di Misure Elettromagnetiche e di Compatibilità Elettromagnetica. Collabora come ispettore tecnico con l'ente unico di accreditamento Accredia. È presidente del SC 210/77B (Compatibilità Elettromagnetica, Fenomeni in

alta frequenza) del CEI.

dicembre 2004, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.

2. MIL-STD-461E, "Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment", Department of Defense Interface Standard.

3. EN 55011 "Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi industriali, scientifici e medicali (ISM)"

4. EN 55022 "Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo prodotto dagli apparecchi per la tecnologia dell'informazione"

5. Ermanno Nano, "Compatibilità elettromagnetica (radiodisturbi) (Lezioni e seminari), Bollati Boringhieri, 1979"6. CISPR 16-1-1, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 11: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus, Ed. 3.0, 2010.

NOTE

¹ Per una risposta in frequenza del filtro a frequenza intermedia di tipo gaussiano, risulta: $B_6 = \sqrt{2} B_3$
 $B_{imp} = 1,064 B_6$.

² Per una risposta in frequenza del filtro a frequenza intermedia di tipo gaussiano, risulta: $B_n = 0,753 \cdot B_6$.



Marco Cati

si è laureato con lode ed encomio solenne in Ingegneria Elettronica all'Università di Firenze nel 2001. Dal 2005 è Dottore di Ricerca in Ingegneria dell'Affidabilità, Manutenzione e Logistica.

Dal 2005 fa parte del reparto R&S di Esaote dove è responsabile delle verifiche di Compatibilità Elettromagnetica su dispositivi ecografici. Collabora come ispettore tecnico con l'ente unico di accreditamento Accredia. Svolge attività di consulente nel campo della compatibilità elettromagnetica e della sicurezza elettrica.



Carlo Panconi

si è laureato nel 2003 in Ingegneria Elettronica all'Università di Firenze. È Dottore di Ricerca in "Controlli non distruttivi". Dal 1988 è insegnante di Laboratorio di Elettrotecnica e di Elettronica nel triennio degli Istituti Tecnici e Professionali. Come libero professionista svolge attività di consulenza nel campo della compatibilità elettromagnetica e della sicurezza elettrica.

Quo vadis?

WHERE TO FROM HERE?

The section on Artificial Vision is intended to be a "forum" for Tutto_Misure readers who wish to explore the world of components, systems, solutions for industrial vision and their applications (automation, robotics, food&beverage, quality control, biomedical). Write to Giovanna Sansoni and stimulate discussion on your favorite topics.

RIASSUNTO

La rubrica sulla visione artificiale vuole essere un "forum" per tutti i lettori della rivista Tutto_Misure interessati a componenti, sistemi, soluzioni per la visione artificiale in tutti i settori applicativi (automazione, robotica, agro-alimentare, controllo di qualità, biomedicale). Scrivete alla Prof. Sansoni e sottoponetela argomenti e stimoli.



Mentre visitavo gli stand dell'evento Affidabilità e Tecnologie dello scorso Aprile a Torino mi

chiedevo, non senza un certo stupore, le ragioni dell'**aumentata presenza** di aziende operanti nel settore della visione artificiale: lo stupore nasceva dalla differenza di segno fra il trend globale dell'economia nel nostro paese e il trend nel settore *Machine Vision*, che percepivo nettamente positivo, in accordo, fra l'altro, con lo scenario da me descritto in questa rubrica, a commento dello stesso evento dell'anno passato (vedi n. 2 di Tutto_Misure 2011). Tanto che pensavo d'intitolare il mio contributo per il numero di Tutto_Misure in uscita a Giugno "No news good news".

Mi sono messa al lavoro e ne è scaturita la curiosità di conoscere un pochino più in dettaglio come stessero davvero andando le cose quanto a fatturato, vendite, mercati e trend applicativi in tema di *Machine Vision* (MV), sia a livello globale, sia in particolare in Europa. La cosa è stata in parte "triggerata" dall'interessantissima introduzione

fatta da **Remo Sala**, nell'ambito del convegno sulla *Visione Artificiale e Robotica nell'Automazione e nei Controlli*, organizzato all'interno dell'evento A&T 2012. Nel suo intervento Sala ha presentato alcuni dati economici tratti dall'*European Machine Vision Report 2011* (EMVR11), il report edito annualmente dall'*European Machine Vision Association* (EMVA) che costituisce un riferimento importante per le aziende e gli operatori di MV, poiché fornisce un quadro oggettivo e completo dei *trend* del mercato, basato com'è sull'analisi di dati provenienti da questionari inviati a più di 240 aziende europee [1].

La raccolta del materiale è stata tuttavia più complessa di quanto avessi previsto, anche perché l'analogo report EMVA 2012, relativo ai dati del 2011 non era ancora pubblicato. Mi sono quindi avvalsa della collaborazione di **Ignazio Piacentini** (ImagingLab srl), che è membro EMVA e mi ha fornito i dati presentati dall'attuale presidente dell'associazione, **Gabriele Jansen** in occasione della riunione dell'associazione, tenutasi il 12 Aprile 2012 a Lisbona. È stato molto utile integrare questi dati con quelli forniti dal

report EMVR11, e corredarli delle informazioni pubblicate dall'*Automation Imaging Association* (AIA), presentate durante il VISION show di Stoccarda nell'ottobre 2011 [2]. Quanto segue è dunque il resoconto delle informazioni raccolte, che spero possano essere d'interesse per i miei lettori, come lo sono state per me.

Come dice **Jeff Burnstein**, Presidente dell'AIA durante la riunione annuale dell'associazione al VISION show di Stoccarda, i massimi rappresentanti dall'America del nord, dalla Cina e dalla Corea hanno presentato gli aggiornamenti del mercato della visione nei loro paesi e discusso del futuro e delle opportunità. Quanto è emerso è che, nonostante la grande recessione del 2009 e le preoccupazioni di una ricaduta nel 2011 o nel 2012, le aziende di MV hanno continuato a mostrare una crescita significativa su base globale. La ragione? La tecnologia MV è essenziale per un vasto insieme di applicazioni **manfatturiere e non** e si sta espandendo a livello mondiale. Il *trend* a lungo termine continua a rimanere decisamente positivo, nonostante gli alti e bassi ai quali l'economia mondiale è attualmente soggetta.

Greg Hallows di Edmund Optics ha presentato la situazione nel **Nord America**. La linea di tendenza delle vendite nel decennio passato mostra un incremento costante. Benché le vendite abbiano subito un decremento del 29% nel 2009, esse si sono riportate a un incremento del 60% nel 2010 e hanno continuato ad aumentare nel 2011. La sua previsione per il 2012 è tuttavia cauta e si attesta attorno al 4%. Nel lungo periodo ci



Sensori | Strumenti | Software Sistemi | Servizi | Soluzioni

per la Ricerca e la Sperimentazione
Scientifica e Industriale

Estensimetri e accessori per
l'analisi sperimentale delle sollecitazioni.



**Trasduttori
di pressione** relativi, assoluti,
differenziali e sistemi di misura multipunto.

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



Celle di Carico di precisione,
a trazione o compressione, anche di tipo
miniatura.

**Accelerometri
e Vibrometri** piezoelettrici (IEPE),
piezoresistivi, MEMS, estensimetrici
o a massa sismica.



**Trasduttori
di Spostamento**
potenziometri lineari, LVDT, a cavo
traente, proximity lineari, laser.

**Termocamere
e Videocamere** ad alta velocità,
ruggedized e miniatura, SD e HD;
sistemi di registrazione video.



www.instrumentation.it

**Instrumentation
Devices**
instrumentation thinking... since 1991

COMO - tel. 031 525391 - info@instrumentation.it

si aspetta comunque che la produzione aumenti, data la sua strategicità nei campi applicativi che si stanno **diversificando** dal (e **aggiungendo** al) manifatturiero.

I dati AIA individuano nei mercati dei semiconduttori, automotive, legno e alimentare i quattro mercati più ampi. Le applicazioni trainanti saranno quelle di analisi di difetti superficiali della cosmetica, le applicazioni di metrologia 2D/3D e di verifica di assemblaggio. In una prospettiva ancora più a lungo termine, saranno la difesa, l'energia, la robotica guidata dalla visione, la salute e il farmaceutico a farla da padrone in termini di crescita.

Sunho Huh di Enavision, che rappresenta l'associazione di Machine Vision Coreana (KMVIA), ha detto che anche la **Corea** ha superato la recessione del 2009. Nel 2011 il mercato è incrementato del 5% e l'incremento atteso per il 2012 è del 7%, benché con qualche incertezza. I comparti maggiormente produttivi sono quelli dei pannelli flat, PCB e semiconduttori. Le applicazioni trainanti anche in questo caso sono l'ispezione di superficie, l'ispezione 3D e i controlli di presenza di parti e la misura. Nel lungo termine, i mercati destinati a crescere saranno quelli dei **display** di nuova generazione come le televisioni OLED, i dispositivi mobili e la realtà aumentata (il che ci riporta ancora una volta al 3D e alla manipolazione di nuvole di punti, *n.d.r.*).

Isabel Yang di LusterLight, rappresentante dell'Unione di Machine Vision Cinese (CMVU), ha stimato pari al 12% l'incremento delle entrate del mercato **cinese** nel 2011. I comparti in espansione sono quelli dell'elettronica, semiconduttori, trasporto intelligente, sicurezza, imaging scientifico, medicale, alimentare.

Questi dati vengono confermati anche da **Gabriele Jansen**, che li integra con quelli relativi al Giappone e all'Europa. Per quanto riguarda il **Giappone**, il dato più evidente è la riduzione del 12% delle vendite rispetto al 2010. Tale calo ha riguardato il settore telecamere: in particolare le vendite di telecamere B/W è sceso del 25% rispetto al 2010. Le ragioni sono principalmente da ricercarsi nel terremoto del Marzo 2011, nei ben noti problemi legati alla contaminazione nucleare, ma anche nella rivalutazione dello yen e nelle inondazioni in Thailandia. La previsione per il 2012 si attesta su un cauto 5%, trainato in particolare dall'automotive, dalla robotica (sia industriale sia servicing) e dal medicale.

E in **Europa**? Come siano andate le cose nel vicino passato ce lo dice il grafico di Fig. 1: la recessione del 2009 ha prodotto un calo del fatturato delle aziende di MV europee del 21% rispetto all'anno precedente. La ripresa che si è avuta nel 2010 ha tuttavia consentito un incremento del 35% nel fatturato rispetto al 2009. Fra i prodotti che mostrano un incre-

mento più significativo vi sono le telecamere (+62%), le *smart cameras* e i sistemi di visione compatti (+49%): in particolare il settore Automotive dei paesi emergenti, oltre che del Nord America, ha contribuito a rafforzare le esportazioni di questi prodotti.

Le corrispondenti vendite in milioni di Euro sono mostrate nel grafico di Fig. 2. I dati relativi agli anni 2008-2010 ben evidenziano l'effetto della recessione e la ripresa successiva. I dati riferiti al 2011, contenuti nel report EMVA del 2012 di prossima pubblicazione, mostrano che il mercato MV tiene, con un fatturato che si attesta attorno ai 2,3 miliardi di Euro.

in termini sia di aspettative (*business climate indicator*) sia di produzione industriale.

Questo dato ha un suo riscontro in Fig. 4, dove si vede che l'incremento delle vendite osservato nel 2011 rispetto al 2010 è stato del 16%, dunque inferiore al valore del 20% previsto nel 2010 per il 2011. Questo trend è sostanzialmente legato all'andamen-

to delle vendite effettivamente verificatesi. Per l'Asia il discorso è sensibilmente diverso: in assoluto accordo con i dati AIA, anche i dati EMVA evidenziano che i Paesi asiatici non solo hanno risentito meno della recessione del 2009, ma

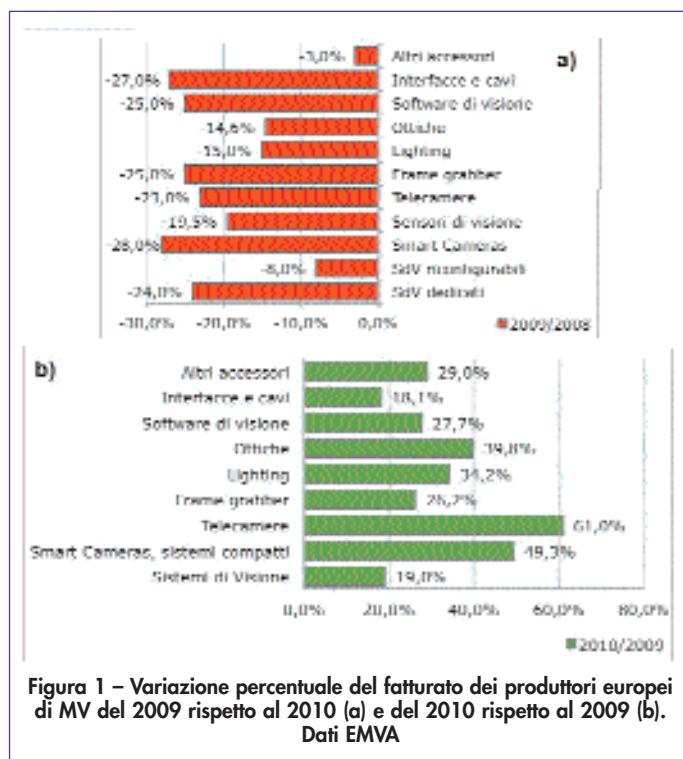


Figura 1 – Variazione percentuale del fatturato dei produttori europei di MV del 2009 rispetto al 2010 (a) e del 2010 rispetto al 2009 (b).
Dati EMVA

Benché gli analisti siano concordi nell'asserire che la "double dip recession" da molti paventata sia stata evitata, ciò che emerge dall'analisi dei dati è che l'economia mondiale sia andata nel 2011 in realtà meno bene di quanto non si fosse previsto nel 2010. A confermare quanto detto presente il grafico di Fig. 3, che mostra come il trend positivo del 2010 si sia invertito in modo sensibile nel 2011,

to dei mercati nel Nord America e in Europa, per i quali le variazioni percentuali previste nel 2011 erano significativamente maggiori a

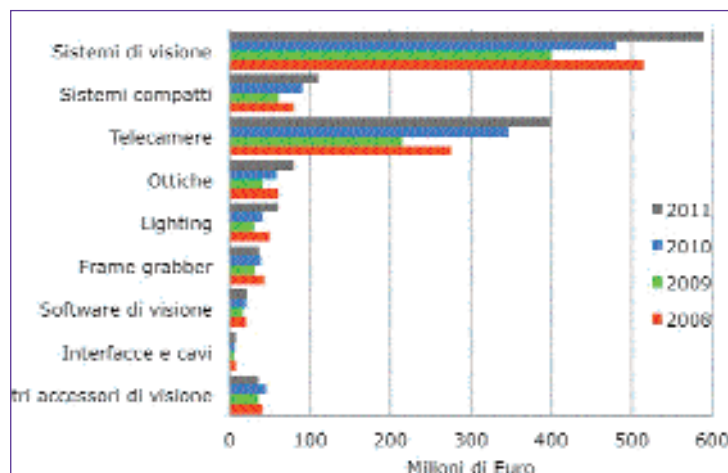


Figura 2 – Vendite dei fornitori europei di MV per tipologia di prodotto.
Dati EMVA

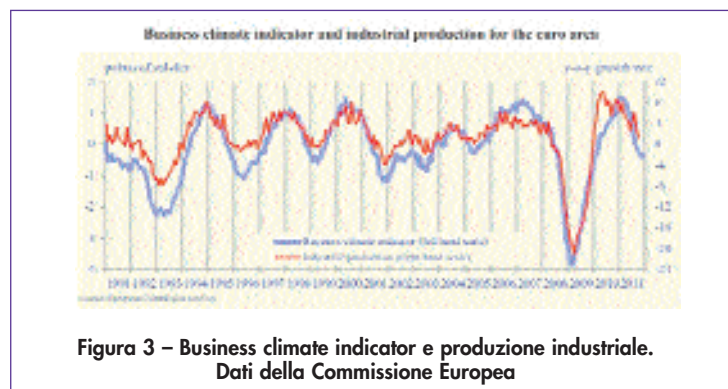


Figura 3 – Business climate indicator e produzione industriale.
Dati della Commissione Europea

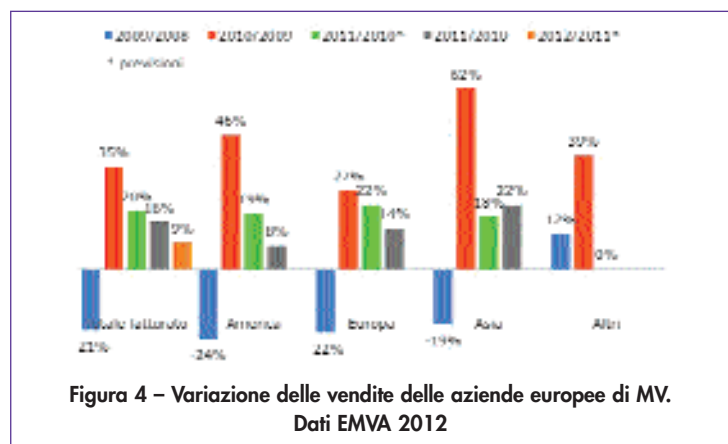


Figura 4 – Variazione delle vendite delle aziende europee di MV.
Dati EMVA 2012

mostrano una tenuta migliore rispetto agli altri.

In questo contesto, l'incremento previsto per il 2012 rispetto al 2011, in base ai dati preliminari del Report EMVA12 mostrati nello scorso Aprile, si attesta su un cauto 9%. La cautela era opportuna a quella data. A maggior ragione lo è nel momento in cui scrivo (fine giugno 2012), dati gli andamenti altalenanti dei mercati, la necessità di procedere verso un ulteriore rafforzamento dell'Europa in termini monetari, fiscali, e politici e l'evidente disomogeneità nello stato di salute dei suoi membri.

Dove va il mercato? Il grafico di Fig. 5 mostra i *trend* tecnologici indicati da AMC-Hoffman, nel suo rapporto dell'ottobre 2011 [3]. Le applicazioni di riconoscimento *real-time* e d'integrazione con robot sono le più importanti, specialmente per le aziende con *core business* in automazione. Accanto a esse appaiono sempre più strategiche anche le tecnologie dedicate all'analisi delle nuvole di punti, il che di nuovo ci rimanda al 3D e alle applicazioni di robotica. Le tecnologie di *cloud computing* cominciano a fare capolino anche nel campo MV, segno evidente che le tecnologie informatiche vanno sempre più assumendo la funzione di tessuto connettivo per i com-

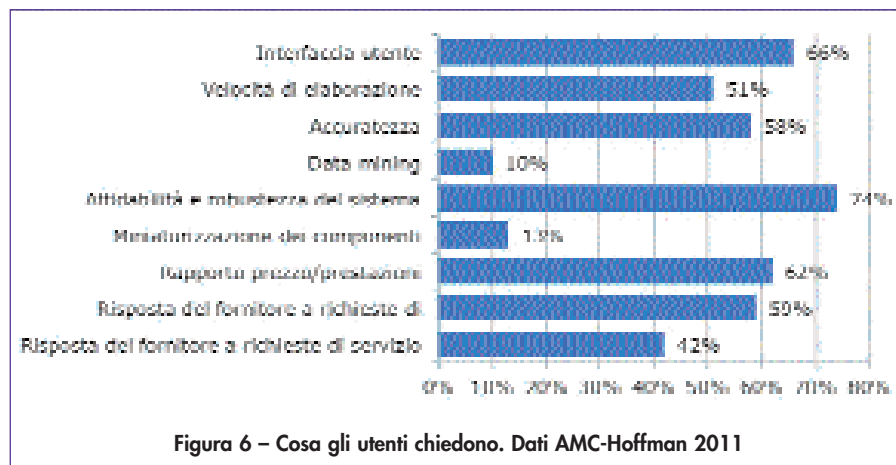


Figura 6 – Cosa gli utenti chiedono. Dati AMC-Hoffman 2011

parti produttivi che si avvantaggiano di controllo in remoto, comunicazione veloce e affidabile (a proposito di *cloud computing*, si veda anche la rubrica della visione del N. 1 di Tutto_Misure 2012, n.d.r.).

Anche il report AMC sottolinea che i **mercati** nei quali la visione avrà sviluppo saranno sempre più numerosi e **diversificati** rispetto a quello manifatturiero: lo sviluppo dell'elettronica di consumo, in particolare, influenzerà il mercato MV (*tablets, entertainment, video game* e controllo a distanza). E naturalmente il 3D.

Da ultimo, è interessante osservare nel grafico di Fig. 6 quanto stringenti siano i requisiti richiesti ai sistemi

di visione da parte degli utilizzatori: affidabilità e flessibilità dei sistemi, semplicità dell'interfaccia utente, miglioramento del rapporto prezzo/prestazioni, velocità e prestazioni di misura. Il *data mining* per ora non sembra assumere un ruolo particolarmente preminente, ma è ragionevole aspettarsi che nei prossimi anni acquisirà sempre più rilevanza, sia per la crescente complessità dei sistemi produttivi (che richiederanno sempre più sofisticati sistemi decisionali) sia per l'utilizzo di tecnologie MV in ambiti non manifatturieri, quali l'*imaging* scientifico, dove a fronte di grosse masse di dati sarà necessario estrarre pochi significativi parametri.

"Quo Vadis?" dunque (anzi: "Quo Vadimus?"): è difficile rispondere, specialmente nello scenario che si va delineando in questo periodo estivo. È evidente che, anche nei settori collegati alla MV, è necessario affrontare la sfida di realizzare politiche di sostegno della domanda, così messa a dura prova negli USA e in Europa: il *trend* positivo che si è fino a ora osservato costituisce infatti un valore "per sé", capace di fare da volano al settore nel vicino futuro.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. www.emva.org
2. www.visiononline.org
3. www.amc-hofmann.com

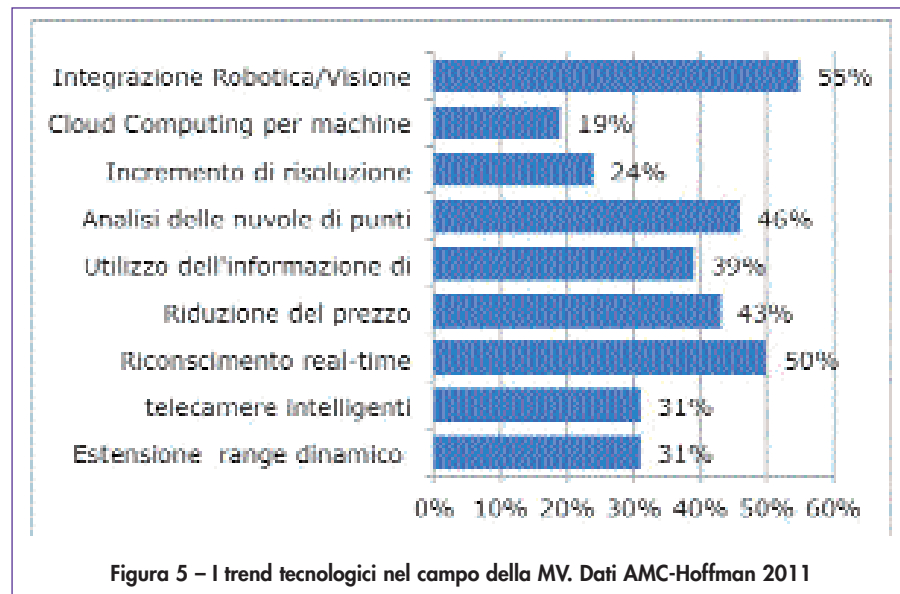


Figura 5 – I trend tecnologici nel campo della MV. Dati AMC-Hoffman 2011

Le prove di laboratorio

Prove su componenti e sistemi

MEASUREMENTS AND DEPENDABILITY

Reliability of systems is strictly related to the characteristics of the components and materials selected for their realization. In fact, to make an example and as already shown in a previous paper, the failure rate of a system without redundancy is the sum of the failure rate of their elements (this condition is valid even if the failure rate is not constant in time). In this way, taking into account cost and the modality to supply the components on the market, the knowledge of the results of the qualification tests is an important selection criterion supporting the product design. In this paper an overview of the reliability tests will be presented.

RIASSUNTO

L'affidabilità dei sistemi è strettamente legata alle caratteristiche dei componenti e dei materiali che li compongono. Infatti, per fare un esempio e come già mostrato in un precedente articolo, il tasso di guasto di un sistema senza ridondanza è la somma del tasso di guasto degli elementi che lo compongono (questa condizione è valida anche se il tasso di guasto non è costante nel tempo). In questo modo e tenendo conto del costo e della modalità con cui i componenti sono resi disponibili sul mercato, la conoscenza dei risultati delle prove di qualifica risulta essere un criterio di selezione importante nell'ambito della progettazione del sistema. In questa memoria è presentata una breve panoramica sui test di affidabilità.

INTRODUZIONE

In un precedente lavoro [1], parlando di misure di affidabilità, si è evidenziata l'importanza di conoscere il processo chimico-fisico di degradazione di un componente o di un sistema, per valutare l'insorgenza di un malfunzionamento o di una condizione di guasto. In particolare, è stato messo in evidenza come il processo di degrado di un componente possa dipendere non solo da aspetti connessi con la tecnologia con cui è stato realizzato, ma anche da fattori come, ad esempio, il livello di sollecitazione applicato, le condizioni d'impiego, ecc. Si è anche visto in [2] come la funzione tasso di guasto (*failure rate*) $\lambda(t)$ e la vita utile si differenzino a seconda che si parli di un componente o un dispositivo di tipo meccanico, o di diversa natura (per es. ICT).

Può essere interessante, a questo punto, capire come attivare un meccanismo chimico-fisico di degrado, quali simulazioni possiamo fare, quali prove e quali attrezzature servono a questo scopo.

Richiamando la Norma CEI 56-50, con il termine **prova** s'intende un'operazione, o una serie di operazioni, eseguite al fine di valutare, quantificare e classificare una caratteristica o un'altra proprietà di un componente elementare, un sottosistema o un sistema più complesso.

Per **prova di laboratorio** si intende, invece, una prova di conformità (generalmente finalizzata a **verificare** una caratteristica dell'elemento) o una prova di **determinazione** (per **stabilire** una caratteristica dell'elemento) eseguita in condizioni prescritte e controllate, condizioni che possono simulare o non simulare quelle di esercizio del componente.

PROVE DI LABORATORIO

Una prima procedura per ottenere informazioni sui parametri di affidabilità di un componente consiste nel sottoporre un campione o un lotto a sollecitazioni della stessa natura (temperatura, umidità, vibrazione, ecc.) e livello (p. es. per la temperatura, 40 °C, 55 °C, ecc.) rispetto alle normali condizioni d'impiego. Questo tipo di prova ha il vantaggio di simulare in laboratorio le normali condizioni di esercizio, e si protrae fino a quando tutti gli elementi del campione, o gran parte di essi, non si siano guastati. Tuttavia, ricordando quanto detto a proposito della durata di vita utile [2], è evidente che questo tipo di prova, denominata comunemente **prova di vita di lunga durata**, risulta inadeguata in determinati contesti. È impensabile, infatti, utilizzare questo approccio nel campo dell'elettronica, dove la vita utile dei componenti ha sovente durata di decine di anni e dove le informazioni sul processo di degrado che si otterrebbero a fronte della prova andrebbero ben oltre l'obsolescenza tecnologica del dispositivo. In questo caso sono da preferirsi le **prove accelerate** di cui parleremo tra poco.

Esistono procedure in cui il termine della prova avviene prima che gli elementi si siano guastati (prove troncate). Si adotta questa soluzione nei casi in cui risulti impossibile, o eccessivamente oneroso, far procedere la prova sino al

¹ Università degli Studi di Firenze
marcantonio.catelani@unifi.it

² Politecnico di Milano
loredana.cristaldi@polimi.it

³ Università degli Studi di Milano
massimo.lazzaroni@unimi.it

guasto dell'ultimo esemplare in esame. In questo caso la difficoltà consiste nell'estrapolazione delle informazioni che si ottengono al momento in cui la prova dovrebbe aver condotto tutti gli elementi al guasto. Un possibile campo d'impiego è, anche in questo caso, l'ambito elettronico.

È possibile fare interessanti considerazioni sui dati ottenuti da prove di laboratorio terminate prima che tutti gli elementi presi in considerazione si siano guastati. La Fig. 1 illustra le tipiche situazioni che si possono incontrare. Se n (per semplicità, volutamente piccolo in figura) è il numero complessivo di dispositivi presi in considerazione e n_f ($f=failure$) è il numero di dispositivi non funzionanti all'istante di osservazione, tre situazioni sono possibili [3, 4]:

• **Test completo:** la prova termina

quando $n_f = n$ come rappresentato in Fig. 1.a.

• **Test di durata temporale fissata (prova troncata nel tempo):** la prova termina quando è trascorso un certo tempo; la durata è fissata preventivamente alla prova e non è influenzata (salvo casi eccezionali) da ciò che accade durante la prova stessa. La situazione è illustrata in Fig. 1.b. Il numero di guasti n_f catalogati durante la prova è, ovviamente, del tutto casuale. La situazione raffigurata in figura rappresenta il caso $n_f = 4$.

• **Test con durata valutata sul numero di guasti (prova troncata su guasto):** la prova termina quando un certo numero di guasti, preventivamente fissato, viene raggiunto. Il tempo necessario a terminare la prova è casuale. In Fig. 1.c. è illustrato il caso in cui $n_f = 3$.

Come detto, la prova termina in occasione del terzo guasto.

È bene ricordare che in determinate applicazioni è opportuno valutare l'affidabilità di un componente e/o sistema sottoponendo i campioni in prova a complesse sollecitazioni ambientali combinate (sottoporre i dispositivi in prova ad ampie escursioni di temperatura e/o accelerazione e/o vibrazione e/o salinità, ecc.). Questa famiglia di prove è nota con l'acronimo **CERT (Combined, Environmental Reliability Test)**, ed è richiesta in applicazioni dove è necessario raggiungere livelli di sicurezza elevati sia a livello di singolo componente che di sistema (tale richiesta è tipica per prodotti destinati all'ambito militare e avionico).

A supporto di queste prove sono state sviluppate metodologie sia per la si-



CERMET
Certificazione e ricerca per la qualità

**A prova di mercato
e a misura
di cliente**

Attestazioni di conformità
Certificazione di prodotto
Prove di laboratorio
Taratura strumenti e campioni

CE 0476 **ACCREDIA**
LND N° 0001
LAT N° 052

CERMET - Certificazione e ricerca per la qualità
Tel. 051.4593401 - email: assistenza.commerciale@cermet.it - web: www.cermet.it

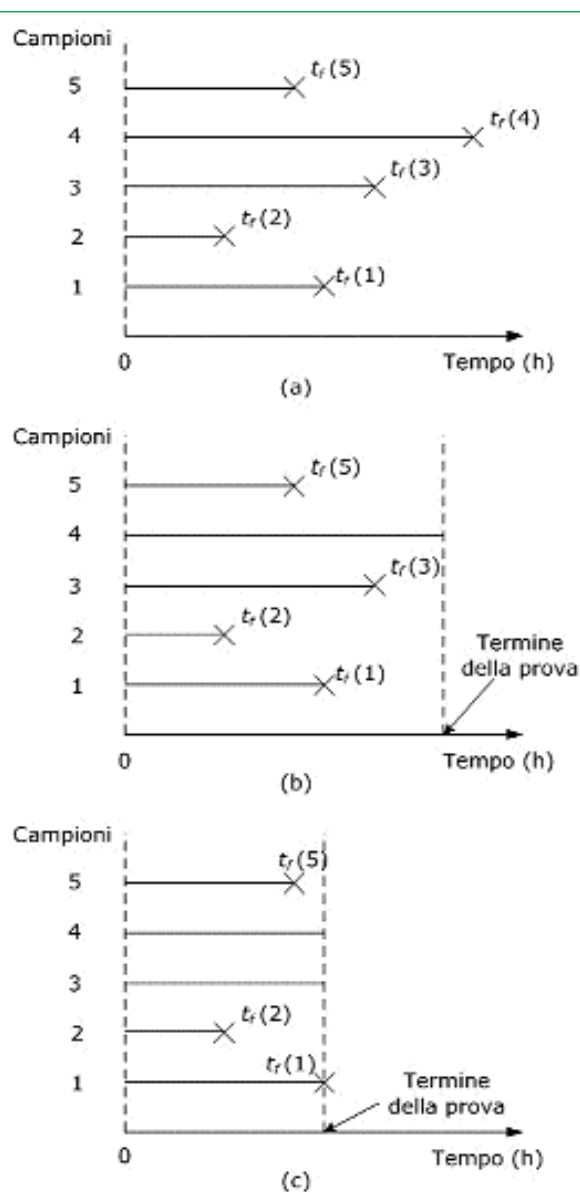


Figura 1 – Prova completa (a) e prove incomplete (b e c). Il simbolo X rappresenta il guasto del componente mentre $t_r(n)$ è l'istante in cui si verifica il guasto del componente n [3, 4]

mulazione che per la definizione di adeguate procedure di prova. A tale riguardo vale la pena ricordare che tecniche di prova che si appoggiano a progettazioni specifiche, ad esempio il **Design of Experiment – DoE** – tema a cui verrà dedicato un articolo di questa serie, sono tra le più indicate.

In letteratura, come pure nei riferimenti normativi, sono previste anche altre tipologie di prove sia troncate

che specifiche per le diverse fasi di evoluzione del prodotto dal prototipo alla serie. In questo ambito vanno infatti ricordate quelle di **screening** e quelle di **burn-in**. Mentre le prime sono prove o serie di prove destinate a eliminare o a rilevare entità difettose (o quelle suscettibili di presentare guasti precoci) applicando alcuni stress al 100% del prodotto tipicamente in fase di preserie, le prove di **burn-in**, citando la definizione riportata da CEI 191-17-02, sono un mezzo per "setacciare" difetti che contribuiscono alla mortalità infantile. Per un approfondimento relativo all'organizzazione delle prove durante le diverse fasi di definizione del prodotto si rimanda, oltre che ai riferimenti bibliografici citati, a un successivo articolo di questo seriale.

PROVE ACCELERATE

Come già anticipato a proposito del tasso di guasto [2, 5], nel caso di componenti elettrici ed elettronici si ricorre prevalentemente a prove di vita accelerate [6], ovvero prove di laboratorio in cui il campione di elementi viene sottoposto a livelli di sollecitazione superiori, in maniera più o meno accentuata, rispetto a quelli di normale impiego. Il rapporto tra il valore della sollecitazione applicata nel corso di questa prova e il corri-

spondente valore che caratterizza le condizioni di normale impiego viene detto **fattore di accelerazione**. A titolo di esempio, richiamando il modello di degradazione di Arrhenius [1, 3, 4-5], possiamo definire il fattore di accelerazione in temperatura, particolarmente interessante in ambito ICT, la quantità:

$$AF = e^{E_a/K(1/T_1 - 1/T_2)} \quad (1)$$

dove E_a rappresenta l'energia di attivazione (in elettronvolt, eV) tipica del materiale, K è la costante di Boltzmann pari a $8,623 \cdot 10^{-5}$ eV/K e T_1 , T_2 due diversi livelli di temperatura, in kelvin. Obiettivo della prova accelerata è quello di rendere più veloce il processo chimico-fisico di degradazione, senza alterare i meccanismi di guasto predominanti, al fine di avere l'insorgenza del guasto in tempi più rapidi [1,7].

L'utilità di questa categoria di prove va ricercata anche nella possibilità di effettuare confronti quantitativi tra dispositivi dello stesso tipo ma di differente origine, ad esempio provenienti da linee di produzione diverse o da diversi costruttori. Esse prendono in considerazione un'ampia varietà di sollecitazioni, sia di tipo strettamente climatico (freddo, caldo secco, caldo umido, ecc.) sia, più in generale, di tipo ambientale (vibrazioni, ambienti corrosivi, ecc.). Di seguito, in Tab. 2, si riporta una classificazione delle prove ambientali in ambito elettrico/elettronico tratta dalla norma CEI 50-2 [8].

PROCEDURA DI PROVA

Le prove possono essere dettagliate in maniera più accurata in funzione del particolare tipo di sollecitazione: ad esempio, la prova U di robustezza dei terminali e dei dispositivi di montaggio integrati al componente può riguardare la trazione (Ua1), la compressione (Ua2), la piegatura (Ub), la torsione (Uc), la coppia torcente (Ud). Indipendentemente dalla natura della sollecitazione, dal livello e dalla durata, le prove di laboratorio, siano esse di conformità che di determinazione, vengono normalmente eseguite secondo la sequenza di seguito riportata:

Fase 1 – Assestamento preliminare – È un'operazione eseguita sul dispositivo (o sul campione) in prova al fine di eliminare gli effetti dei suoi stati precedenti; l'assestamento preliminare potrebbe consistere, ad esempio, nel far stazionare per un certo periodo a temperatura ambiente (o di

SENSORI INNOVATIVI SBARCANO SU MARTE

L'esplorazione dello spazio rappresenta una conquista della cultura internazionale negli ultimi sei decenni, dalle prime orbite terrestri, ai satelliti, alle missioni lunari, fino al successo di oggi con l'atterraggio su Marte. Successi ottenuti grazie a ingenti investimenti nella ricerca e nello sviluppo di materiali, tecnologie e componenti innovativi in grado di svolgere le proprie funzioni anche in condizioni estreme, come quelle spaziali, con l'obiettivo di estendere la loro applicazione anche agli ambiti industriali e contribuire al progresso dell'intera umanità. È il caso di *FUTEK Advanced Sensor Technology Inc.*, primaria azienda americana nella produzione di trasduttori di forza con tecnologia estensimetrica, che ha avuto il privilegio di fornire il proprio contributo a molte delle recenti missioni spaziali, grazie alle competenze e tecnologie acquisite negli anni nello sviluppo di celle di carico, sensori di coppia e sistemi multi-assiali, anche per applicazioni criogeniche e ad alto grado di vuoto.

Negli anni passati, la NASA, Raytheon, MIT, Lockheed Martin e JPL hanno coinvolto *FUTEK* in diversi progetti, dalla Stazione Internazionale all'esplorazione di Marte, e questo ha permesso alla società americana di accrescere progressivamente il proprio *know-how* e ottimizzare tutte le tecniche per produrre sensori destinati a operare nelle condizioni estreme dello spazio.

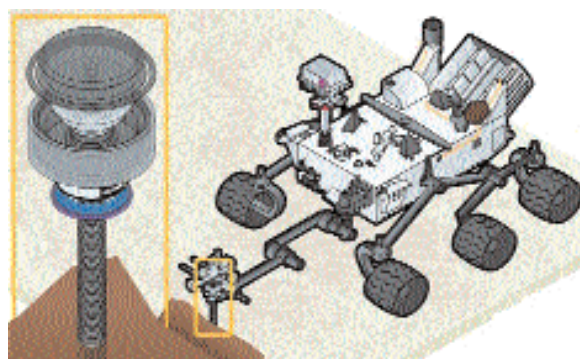
Javad Mokhbery, CEO di *FUTEK*, sintetizza in questo modo il grande risultato di questi giorni: "Siamo molto orgogliosi di aver preso parte a questo storico evento. La nostra prima partecipazione, come fornitori di celle di carico e sistemi di misura per applicazioni spaziali, è iniziata nel 1980.



I nostri sensori, frutto delle competenze di tutto il Team progettuale, si sono comportate ottimamente, come uno strumento affidabile nel contesto di una splendida sinfonia".

FUTEK ha sviluppato due sensori unici per il controllo del braccio di perforazione di *Curiosity*: una cella di carico multi-assiale e una torsionale, per la misura delle forze di perforazione del terreno di Marte.

Tra le prossime sfide di *FUTEK* per applicazioni spaziali vi saranno il *Multi-Purpose Vehicle Orion Crew (MPCV)*, la cui data di lancio è prevista nel 2020, con sistemi per i test di sicurezza dei paracaduti, e il progetto NASA *Visible Infrared*



Imager Radiometer Suite (VIIRS).

La collaborazione ventennale tra *FUTEK* e NASA per sistemi di misura che operano in condizioni estreme ha permesso di affinare in modo continuo le tecniche costruttive e tutte le procedure di qualità, con una positiva ricaduta su tutti i sensori prodotti (ISO 9001-2008, AS 9100, ANSI-Z540, ISO 17025, A2LA).

La DSPM Industria di Milano è il riferimento Futek per l'Italia: www.dspmindustria.it

NUOVO BRACCIO PORTATILE DI MISURA A 6 ASSI

CAM2 (Gruppo FARO Technologies, Inc.), fornitore leader a livello mondiale di sistemi portatili di documentazione 3D e soluzioni di misurazione e imaging, annuncia il lancio del braccio di misura *Prime*, l'ultima e più precisa novità che va ad aggiungersi alla gamma dei bracci di misura CAM2. Questo braccio di misura portatile a sei assi garantisce un valore aggiunto a tutti coloro i quali hanno bisogno di una soluzione di misura a contatto di elevata precisione per le routine quotidiane di ispezione e controllo qualità. Disponibile in quattro lunghezze (da 1,8 m a 3,7 m), CAM2 *Prime* assicura una precisione di 0,019 mm ed è dotato di tecnologia *Bluetooth®* per cui non è più necessario colle-



gare via cavo il dispositivo a un PC portatile. La batteria a lunga durata e la struttura in materiale composito ne garantiscono la durevolezza per un utilizzo quotidiano in officina. Tutte queste caratteristiche fanno di *Prime* la soluzione ideale per eseguire misure in fase di ispezione, *reverse engineering*, confronto pezzo/CAD e ogniqualvolta sia richiesta una soluzione di misura a contatto di elevata precisione.

"Le esigenze e gli input dei clienti rappresentano la forza motrice dell'innovazione in CAM2" - spiega Orlando Perez, Director for Product Management per il braccio di misura CAM2 - "I nostri clienti ci chiedevano maggiore precisione per le applicazioni di routine che prevedono misurazioni a contatto, senza molte delle caratteristiche aggiuntive o delle funzionalità di scansione 3D che si ritrovano nel CAM2 Edge. Il risultato è il CAM2 *Prime*: preciso, resistente e facile da usare, offre la soluzione richiesta da ampi settori di mercato".

Per ulteriori informazioni: www.cam2.it

Tabella 1 – Classificazione delle prove ambientali [8]

Prova	Sollecitazione ambientale	Prova	Sollecitazione ambientale
A	Freddo	L	Polvere e sabbia
B	Caldo secco	M	Pressione atmosferica (alta e bassa)
C	Caldo umido (continuo)	N	Cambi di temperatura
D	Caldo umido (ciclico)	Q	Ermaticità (ai liquidi, ai gas)
E	Impulsi meccanici (urti e scosse)	R	Acqua (pioggia, gocciolamento)
F	Vibrazioni (sinusoidali, aleatorie)	S	Radiazione (solare, radiazioni elettromagnetiche)
G	Accelerazione costante	T	Saldatura
J	Muffa	U	Robustezza dei terminali (dei componenti)
K	Atmosfera corrosive (es. nebbia salina)		

laboratorio) gli elementi prima di sottoporli a un ciclo di sollecitazione.

Fase 2 – Controlli e misure iniziali – Durante questa fase ci si accerta che tutti i componenti che sottoporremo successivamente alla prova siano perfettamente funzionanti (misura della conformità). Si assume la fase 2 come condizione di riferimento per le misure su componente.

Fase 3 – Trattamento – I componenti vengono esposti alla sollecitazione secondo il profilo stabilito dalla norma (profilo di sollecitazione) o determinato con altri criteri. Un esempio potrebbe riguardare l'applicazione di una temperatura (Prova B – Caldo secco) per un certo intervallo di tempo usando un forno oppure l'applicazione di caldo-umido (prova D) mediante una camera climatica.

Fase 4 – Riassessamento – Una volta applicata la sollecitazione occorre riportare i componenti nelle condizioni di riferimento alle quali si eseguono le misure per verificare il livello di degrado o l'insorgenza di un guasto.

Il generico ciclo di prova caratterizzato dalle fasi precedentemente descritte può essere ripetuto secondo un'opportuna sequenza che prende il nome di sequenza di prova. In generale, nell'ambito delle prove di laboratorio si distinguono:

• **prova combinata**, in cui due o più sollecitazioni ambientali agiscono simultaneamente sul dispositivo in prova; ne è un esempio la prova combinata caldo-umido;

• **prova composta**, due o più sollecitazioni ambientali vengono applicate in stretta successione; l'intervallo di tempo tra le esposizioni ai diversi agenti ambientali ha influenza sul dispositivo in prova. Ne è un esempio la prova Z/AD: prova composta (Z) di freddo (A) e caldo umido ciclico (D).

• **sequenza di prova**, in cui l'elemento è sottoposto successivamente a due o più sollecitazioni, a intervalli di tempo ininfluenti su di esso. Si cita, ad esempio, la prova di saldatura (T), seguita dalla prova Na (cambi rapidi di temperatura) e dalla prova Ea (Accelerazioni non costanti – Urti). Si riportano in Tab. 2 alcuni dei principali effetti degli agenti ambientali considerati singolarmente.

CONCLUSIONI

In questo articolo si è cercato di presentare e, per certi versi, inquadrare in modo schematico, la famiglia delle prove in ambito Affidabilità. Come si è cercato di mettere sinteticamente in evidenza, lo scopo dei test, la cui importanza è sottolineata dalla puntuale attenzione normativa, è quella di ottenere informazioni relativamente alla funzione tasso di guasto e del

comportamento a lungo termine di parametri ritenuti critici per il funzionamento.

BIBLIOGRAFIA

1. M. Catelani, L. Cristaldi, M. Lazzaroni, Misurare l'affidabilità: l'importanza di conoscere il processo di degradazione. Tutto_Misure. – ISSN 2038-6974. – Anno 14, N° 2, Giugno 2012, pagg. 142-144.
2. M. Catelani, L. Cristaldi, M. Lazzaroni, L. Peretto, P. Rinaldi, Le parole della fidatezza, Tutto_Misure. – ISSN 2038-6974. – Anno 13, N° 1, Marzo 2011, pagg. 49-53 – ISSN 2038-6974.
3. M. Lazzaroni, L. Cristaldi, L. Peretto, P. Rinaldi and M. Catelani, Reliability Engineering: Basic Concepts and Applications in ICT, Springer, ISBN 978-3-642-20982-6, e-ISBN 978-3-642-20983-3, DOI 10.1007/978-3-642-20983-3, 2011 Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Tabella 2 – Principali effetti degli agenti ambientali considerati singolarmente

Agente ambientale	Effetti principali	Tipo di guasto risultante
Temperatura elevata	Invecchiamento termico e ossidazione e fissurazione e reazione chimica. Rammollimento, fusione, sublimazione. Riduzione della viscosità lubrificante.	Difetto d'isolamento, guasto meccanico, sollecitazione meccanica accelerata, usura delle parti mobili dovuta alla dilatazione e alla perdita delle proprietà lubrificanti.
Umidità relativa elevata	Absorbimento e assorbimento umidità. Corrosione. Perdita di resistenza meccanica. Reazione chimica (corrosione, elettrolisi). Conduttività accelerate degli isolanti.	Rottura fisica, difetto di isolamento, guasto meccanico.
Alta pressione	Compressione, deformazione.	Guasto meccanico, perdite (difetti di ermeticità).
Radiazione solare	Reazioni chimiche. Fendicricche. Deterioramento della superficie. Decolorazione. Riscaldamento. Formazione di sporcizia.	Difetto di isolamento.
Sabbia o polvere	Abrusione e erosione. Grippaggio. Incontaminazione. Perdita di conduttività termica. Difetti elettromeccanici.	Usura accelerata, guasto elettrico, guasto meccanico, sovrariscaldamento.
Atmosfera corrosive	Reazioni chimiche. Aumento della conduttività. Aumento delle resistenze di contatto.	Usura accelerata, guasto meccanico, guasto elettrico.
Pioggia	Absorbimento di acqua. Salti di temperatura. Erosione. Corrosione.	Guasto elettrico, fissurazione, perdite, deterioramento delle superfici.
Cambi rapidi di temperatura	Salti di temperatura. Riscaldamento differenziale.	Guasto meccanico, fissurazione, deterioramento della tenuta, perdite.
Accelerazione cost., Vibrazioni. Scosse e urti	Sollecitazioni meccaniche. Fatica. Risonanza.	Guasto meccanico, aumento dell'usura delle parti mobili, deformazione della struttura.

4. Leemis, L.M.: Reliability, Probabilistic Models and Statistical methods, 2nd edn.; ISBN 978-0-692-00027-4.
5. M. Catelani, L. Cristaldi, M. Lazzaroni, L. Peretto, P. Rinaldi, "L'affidabilità nella moderna progettazione: un elemento competitivo che collega sicurezza e certificazione", Collana I quaderni del GMEE, Vol. 1 Editore: A&T, Torino, 2008, ISBN 88-90314907, ISBN-13: 9788890314902.
6. W. Nelson, Accelerated Testing, Wiley, 1990.
7. Birolini, A.: Reliability Engineering – Theory and Practice. Springer, Heidelberg, 6 Ed., 2010, ISBN: 978-3-642-14951-1.
8. Norma CEI 50-2/1, Prove Ambientali. Parte 1: Generalità e guida. Seconda edizione, 1998.



delle tematiche citate.



Marcantonio Catelani è Professore Ordinario di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso il Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni dell'Università di Firenze. La sua attività di ricerca si svolge prevalentemente nei settori dell'Affidabilità, della diagnostica e qualificazione di componenti e sistemi, del controllo della qualità e del miglioramento dei processi. Fa parte del CT 56 – Affidabilità – del CEI ed è coordinatore di gruppi di ricerca, anche applicata,

Loredana Cristaldi è Professore Associato di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso il Dipartimento di Elettrotecnica del Politecnico di Milano. La sua attività di ricerca è svolta principalmente nei campi delle misure di grandezze elettriche in regime distorto e dei metodi di misura per l'affidabilità, il monitoraggio e la diagnosi di sistemi industriali. Fa parte del CT 56 – Affidabilità – del CEI.

Massimo Lazzaroni è Professore Associato di Misure Elettriche ed Eletttroniche presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano. La sua attività di ricerca è rivolta alle misure per le applicazioni industriali, per la diagnostica dei sistemi industriali, per l'Affidabilità e il Controllo della Qualità. Fa parte del CT 85/66 – Strumenti di misura delle grandezze elettromagnetiche, Strumentazione di misura, di controllo e da laboratorio e del CT 56 – Affidabilità del CEI.

DGTS...

quelli che i problemi di test...

li risolvono loro

DGTS Srl, nel settore di test e controllo, dispone di un parco di impianti di prova che, grazie al suo grado di affidabilità, garantisce la massima sicurezza e completezza dei risultati.

- Verifica e individuazione di apparecchiature e strumenti per il test e controllo.
- Controllo Qualità e Ricerca e Sviluppo per la determinazione delle caratteristiche fisiche meccaniche delle materie prime e dei prodotti finiti.
- Curve di taratura e calibrazione dei sensori e dei sistemi di misura.
- Riconoscimento degli strumenti anche presso la sede del cliente, con la possibilità di eseguire prove di taratura e calibrazione fornite dal cliente stesso.
- Assistenza tecnica pre e post vendita.
- Servizio di Taratura e Calibrazione.
- Servizio di Manutenzione.
- Servizio di Assistenza.

1928
CAMBRIDGE

1992
DGTS

2012
DGTS

Un lungo cammino insieme

DGTS Srl
Corso Milano, 14 - 20037 Veduggio (MI) Italy
TEL. +39 0362 9111/6 - FAX +39 0362 9111/5
E-MAIL: info@dgts.it www.dgts.it

CONFORMITÀ E AFFIDABILITÀ

Tommaso Miccoli

Dalla conformità all'efficacia

La conformità non è il fine bensì il mezzo

ACCREDITED MANAGEMENT SYSTEMS

Whatever their size or structure, all organizations act in a very dynamic and evolving environment. In such context, flexible organizational structures are the key to handle the ever-growing challenges and to face emergencies. Effective strategies and efficient control systems can rely upon already existing certificated/accredited management systems, if they are able to translate their mission and targets into a complete series of performance measures, to connect short-term with long-term goals, financial with non financial aims, internal with external performance perspectives, and all trends are overall considered.

RIASSUNTO

Le Organizzazioni di qualsiasi tipo e dimensione sono chiamate a operare in ambienti molto dinamici, dove la continua evoluzione degli scenari macroeconomici impone assetti organizzativi flessibili per far fronte alle continue sfide sulle prestazioni da erogare ed emergenze da fronteggiare. In tale contesto diventa indispensabile avere strategie efficaci e sistemi di controllo efficienti. Potrebbero essere pienamente utilizzati allo scopo i Sistemi di Gestione certificati/accreditati purché si riesca a valorizzare appieno tale stato di fatto; il tutto con lo scopo di tradurre missione e obiettivi in una serie completa di misure di *performances*, collegare gli obiettivi operativi a breve termine con gli obiettivi a lungo termine e confrontare misure finanziarie e non, indicatori ritardati e indicatori di tendenza, prospettive di *performance* interna ed esterna.

LE ORGANIZZAZIONI NASCONO PER SODDISFARE BISOGNI E NON PER ESSERE CONFORMI!

L'esigenza della **conformità** sopraggiunge quando il modello organizzativo, inizialmente basato quasi esclusivamente sulle conoscenze ed esperienze del fondatore, necessita di una spinta ulteriore per aumentare preventivamente il livello di efficacia verso il cliente e di efficienza nell'utilizzo delle risorse interne; in definitiva, per garantire un maggior livello di fiducia verso i clienti.

La conformità a uno standard di riferimento internazionale, se ottenuta con una costante attenzione ai risultati generati e non al mero soddisfacimento del requisito normativo, serve a misurare la "robustezza" del proprio

sistema aziendale mediante un confronto diretto con criteri minimi organizzativi. Tali criteri dovrebbero essere in grado di soddisfare le esigenze di tutte le parti interessate relativamente a uno specifico ambito. Ad esempio: qualità – ISO 9001, ambiente – ISO 14001, laboratori di prova e taratura ISO/IEC 17025, ecc.

In tale contesto il livello di robustezza corrisponde quindi al livello di conformità verso uno o più standard integrati tra loro e presi come riferimento. L'utilizzo di un **Sistema di Gestione** robusto assicura una **maggior efficacia** nei risultati (prestazione) generati da un'Organizzazione. Per **efficacia** si intende la capacità d'identificare politiche idonee al proprio *business*, definire

obiettivi coerenti con tali politiche, monitorare il raggiungimento degli obiettivi mediante una corretta interpretazione e analisi dei dati registrati. Nel concetto di prestazione trova posto anche la componente **efficienza**, intesa come capacità di minimizzare l'utilizzo di risorse per il raggiungimento dei suddetti obiettivi. L'efficienza non è oggetto di requisiti riportati nelle norme prima citate, ma trova adeguata trattazione nella norma ISO 9004 – Gestire una Organizzazione per il successo durevole – L'approccio della gestione per la qualità.

RELAZIONE TRA CONFORMITÀ ED EFFICACIA

La relazione che intercorre tra la conformità e l'efficacia è analoga alla relazione intercorrente tra il possesso di un mezzo e il suo utilizzo. Infatti se si possiede un'autovettura, questa certamente è conforme alle specifiche del fabbricante che l'ha prodotta (*se si ottiene una certificazione/accreditamento è perché vi sono le condizioni per rispettare i requisiti della norma presa a riferimento*). Solo però correlando il possesso del mezzo con l'utilizzo quotidiano sarà in grado di stabilire se tale mezzo è in grado di consentire un viaggio coerente con le mie esigenze (*solo se utilizzo appieno il sistema di gestione per definire, monitorare e realizzare politiche e obiettivi, sia di soddisfazione del cliente sia, più in generale, di soddisfazione delle parti interessate, sarà veramente in grado di capire l'adeguatezza*

Tiemme Sistemi
network Kosmosnet (Padova)
tiemme@protec.it

dello stesso alle mie esigenze e non solo al requisito normativo).

Quindi la conformità normativa dovrebbe creare il contesto organizzativo affinché la struttura riesca a misurarsi in termini più affidabili grazie alla sistematica applicazione di procedure interne condivise. Ciò rende predicibili i processi e, conseguentemente, si riuscirà a garantire una stabilità e coerenza maggiore tra obiettivi prestazionali da soddisfare, *input*, *output* e risorse necessarie al funzionamento dei processi stessi (Fig. 1).

In tale contesto gli *audit* interni andrebbero pianificati e condotti sull'analisi dei *gap* tra i risultati attesi e quelli realmente ottenuti per ciascun processo interessato alla verifica; solo successivamente, a seguito di sensibili e significativi scostamenti, si andrà a indagare se tali deviazioni sono dovute alla non adegua-

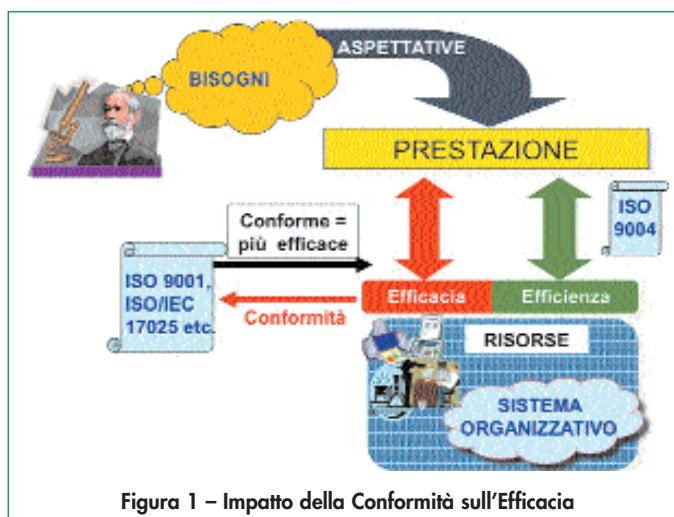


Figura 1 – Impatto della Conformità sull'Efficacia

mità normativa al servizio dell'efficacia del sistema di gestione.

EFFICACIA DELLE PRESTAZIONI

Per quello che è dato vedere, molto spesso la politica verso l'efficacia delle prestazioni aziendali è sostituita da

una generica soddisfazione del cliente e da intenti che mirano a raggiungere/mantenere una certificazione o un accreditamento. Il termine "efficacia" rimane tra le righe di qualche proce-

tezza delle procedure, al non rispetto delle stesse oppure a una carente definizione tra obiettivi attesi e risorse disponibili. Così facendo, si riuscirà realmente a mettere la confor-

NEWS ►

MISURAZIONE DI FORZE, DA MOLTO PICCOLE A GRANDI

Le catene di misura della forza piezoelettriche sono ormai diventate indispensabili nei moderni impianti di produzione, per il controllo qualità e il comando. Il loro vantaggio risiede nel fatto che il segnale di uscita dei sensori non dipende dal campo di misura ma dalla grandezza di misura applicata, consentendo così l'impiego in molti intervalli di carico. Il loro impiego presuppone degli amplificatori di carica adatti, in grado di fornire il segnale di misura sotto forma di valore di tensione.

HBM, specialista in tecnica di misurazione, offre ora l'amplificatore di carica compatto di tipo CMA con cinque nuovi campi di misura, in modo che l'utente possa scegliere l'amplificatore adatto per ogni campo. I campi di misura iniziano con 1.000 pC, per la misurazione di forze molto piccole, arrivando, con dieci livelli totali, fino a 2 milioni di pC per la misurazione di forze molto elevate.

Gli apparecchi vengono forniti con due campi di misura tarati (100% e 20% del campo di misura nominale), con protocollo di taratura incluso. Sono compatti e si moni-

tano facilmente, senza ulteriori elementi di installazione, anche in condizioni ambientali difficili grazie alla separazione galvanica e all'alto grado di protezione IP65. Le applicazioni tipiche della tecnica di misura della forza piezoelettrica sono la misurazione della forza in macchinari o il monitoraggio dei processi di produzione.

Per ulteriori informazioni:

www.hbm.com/it/menu/prodotti/amplificatori-industriali

HBM Test and Measurement

Fin dalla sua fondazione in Germania, nel 1950, Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM Test and Measurement) si è costruita una reputazione come leader mondiale di tecnologia e del mercato nell'industria delle misure e prove. HBM offre prodotti per la catena di misurazione completa, dalle prove virtuali a quelle fisiche. Le sedi di produzione sono situate in Germania, USA e Cina; HBM è presente in più di 80 Paesi in tutto il mondo.



dura, ma scompare dal glossario aziendale lasciando spazio a "conformità"; vista talvolta come vincolo vessatorio per l'esecuzione delle attività inserite nel perimetro della certificazione/accreditamento.

In questo modo, gli operatori "si abituano a pensare" che le procedure riguardino principalmente "l'Entità Esterna" che periodicamente sottopone a verifica ispettiva la Struttura, piuttosto che vederle come risorse depositarie del *know-how* aziendale.

In tale contesto il "sistema formalizzato" tende a perdere di reale significatività e le azioni compiute, procedure comprese, assumono un contorno di sovrastruttura, spesso utile per il solo mantenimento del riconoscimento di terza parte raggiunto, piuttosto che come reale metodologia di lavoro, non riuscendo, tra l'altro, a capitalizzare i cambiamenti che avvengono nel tempo e che rimangono patrimonio cognitivo personale di chi realmente esegue le attività.

Talvolta si tende ad attribuire alla terminologia un significato semantico differente da quello riportato nelle norme di riferimento, svuotando i termini stessi di contenuti e limitando i benefici del loro utilizzo.

Il risultato finale di un tale approccio, alla fine, potrebbe essere quello che:

- i problemi di sempre rimangono irrisolti e periodicamente si ripresentano;
- i risultati dipendono in gran parte dalla capacità delle risorse umane di assicurarli;

le procedure sviluppate per fornire la conformità normativa, se inizialmente consentono di porre ordine nelle attività, successivamente diventano quasi un corpo estraneo, spesso penalizzante per l'intera organizzazione perché vissute come sovrastruttura senza una realistica utilità.

In tale ottica, le procedure sono finalizzate alle richieste dell'Ente di Certificazione/Accreditamento quasi a testimoniare il fatto che sono state sviluppate perché richieste e non perché servirebbero a capitalizzare il *know-how* aziendale delle conoscenze e aumentare

l'affidabilità dei dati acquisti nell'esecuzione dei processi e la capacità di analizzarli in una rete d'interazioni che producono risultati di concreta efficacia.

SISTEMA DI GESTIONE

L'Organizzazione delle risorse per raggiungere efficacemente gli obiettivi aziendali non è una rete di procedure, vincoli o affermazioni filosofiche, bensì è il frutto di un progetto strutturato, mirato al raggiungimento di risultati di *business* che, prendendo come riferimento il mercato cui ci si rivolge, trasforma e caratterizza le politiche e gli obiettivi definiti dal vertice aziendale in risultati operativi finalizzando di volta in volta l'utilizzo delle risorse. Tale modo d'interpretare l'Organizzazione diventa elemento distintivo della stessa, tanto da consolidare e rendere univoco il rapporto tra il nome dell'azienda con i suoi stessi prodotti (competenza distintiva) (NdR: *Gian Carlo Cocco – Valorizzare il capitale umano d'impresa – Etas*).

Il framework per la realizzazione di tutto ciò dovrebbe essere il **Sistema di Gestione**, intendendo come tale l'insieme di elementi fisici, rappresentati dai processi, e l'insieme dei flussi informativi che definiscono tempi e modalità con cui le sequenze e le interazioni tra i processi stessi andranno a garantire i risultati

preventivamente definiti (Fig. 2).

Nel terzo millennio, dove l'informaticizzazione partecipa spesso in modo invasivo alla nostra vita, nella stragrande maggioranza dei manuali della qualità il Sistema di Gestione continua a essere descritto ancora come l'insieme dei documenti denominati manuale, procedure generali, istruzioni operative, metodi di prova, modulistica, ecc.. Se realmente fosse solo così, a cosa sono serviti tutti gli investimenti in sistemi informatici oggi ormai presenti in tutte le Organizzazioni? Non è solo il *back-up* che deve essere oggetto di procedure specifiche all'interno del sistema certificato/accreditato, ma è tutto l'insieme atto a contenere le "informazioni" che diventa un *asset* aziendale strategico.

Ecco che allora, nella descrizione del sistema di gestione, ad esempio di un laboratorio di prova o taratura (punto 4.2.1 della norma ISO/IEC 17025:2005), si dovrebbe indicare che il sistema di gestione utilizzato prevede due tipologie distinte di modalità; la prima modalità consiste nell'utilizzo di un sistema di documentazione cartacea, mentre la seconda modalità prevede l'uso di un sistema informatico. Entrambi sono deputati alla gestione delle informazioni ma, mentre nella prima modalità la documentazione cartacea prevede una classificazione dei documenti in base al livello di dettaglio con cui l'informazione è trattata e

conseguentemente consentire un rapido accesso (manuale, procedure generali, istruzioni operative), nella seconda modalità tale suddivisione non ha alcun senso ma si dovrà parlare di sistema informatico in termini di una classificazione basata su: Infrastruttura Fisica, Sistemi Operativi

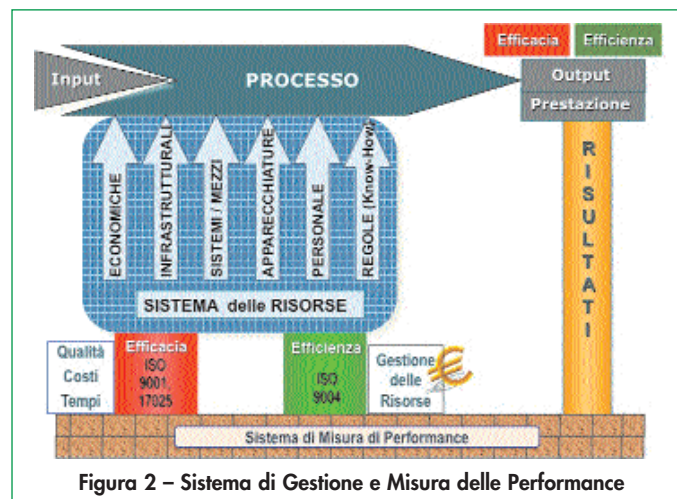


Figura 2 – Sistema di Gestione e Misura delle Performance

e Software Gestionali.

A questo punto, il sistema di gestione è definito nelle sue componenti essenziali: i **processi**, che rappresentano i vettori della trasformazione degli *input* in *output*, e le **informazioni**, che sono l'elemento che andrà a scandire tempi, modalità, proprietà, attività, ecc.

In genere, i processi sono classificati su più livelli in relazione all'estensione delle attività in essi comprese, al fine di poterli meglio governare. Tale suddivisione, ad esempio, potrebbe essere la seguente:

Macroprocessi: Costituiscono la massima aggregazione di attività e raccolta d'informazioni attraversando trasversalmente le varie funzioni coinvolte;

Processi: Suddivisione utilizzata per la gestione operativa delle attività e per la raccolta d'informazioni atte a dare evidenza della corretta esecuzione delle operazioni;

Sottoprocessi: Suddivisione utilizzata per meglio organizzare le attività, in genere omogenee, all'interno dello stesso processo.

Ogni Macroprocesso può contenere più di un Processo, che a sua volta può contenere più Sottoprocessi. In genere, una mappatura risulta essere efficace anche se non sono identificati Sottoprocessi nei Processi; non possono, però, esserci Macroprocessi

senza contenere almeno un Processo (Fig. 3).

È FORSE L'ORA DI COMINCIARE?

Con questo primo articolo si vuole dare inizio a un percorso di considerazioni e analisi sul perché, a distanza di ormai 20 anni dall'applicazione diffusa dei Sistemi Qualità, divenuti in età adulta Sistemi di Gestione (vedasi l'ormai superato progetto *Vision 2000*), la loro applicazione rimane limitata al solo ambito dei processi di fabbricazione o erogazione.

Nonostante la disponibilità di strumenti normativi adeguati (oltre alla ISO 9004, vedi tutte le norme della serie ISO 10000) non si è ancora sviluppata la capacità di applicare coerentemente anche tale normativa per compiere quella svolta significativa verso "l'essenzialità" dell'applicazione dei Sistemi di Gestione. Ossia consentire alle Organizzazioni di garantire una maggiore efficacia e una maggiore efficienza dei risultati prestazionali.

Fino a quando, però, non ci si porrà in condizione di **misurare** concretamente e sistematicamente le prestazioni erogate dai processi, non sarà possibile fare considerazioni sui concetti di efficacia ed efficienza, che pertanto rimarranno formalmente tra le righe dei manuali della qualità o nelle parole, sempre più incredule, di chi continua a sostenere i costi del "Sistema".

Si rimarrà ancora a contare quante non conformità il sistema rileva, quante ore di formazione vengono erogate, quanti reclami sono stati formulati, tralasciando

considerazioni sulla quantità delle prestazioni erogate, sulle risorse spese, sulle risposte non date o fornite in ritardo ai clienti. Ossia si continuerà ad applicare, su questi aspetti più significativi della gestione, il sistema empirico di sempre basato principalmente sulla percezione e sull'intuito imprenditoriale, utilizzando poco quel principio della qualità che recita: "*decisioni basate su dati di fatto*".

Mio nonno era contadino e, sapendo che ciò gli faceva piacere, spesso ero lì a domandargli come fossero andate la vendemmia o la raccolta delle olive. Lui continuava sempre a rispondermi con i quintali/ettolitri di quelle prelibatezze infinite che era riuscito a mettere in cantina. Non mi diceva mai quante volte aveva potato, irrorato, innaffiato, ecc.; e quando capitalizzava esperienze che gli facevano comprendere qualche errore commesso, era lì pronto a dire, ad esempio, "...l'anno prossimo potrò più tardi perché quest'anno dopo la potatura è ritornato il gelo e mi ha congelato le gemme...".

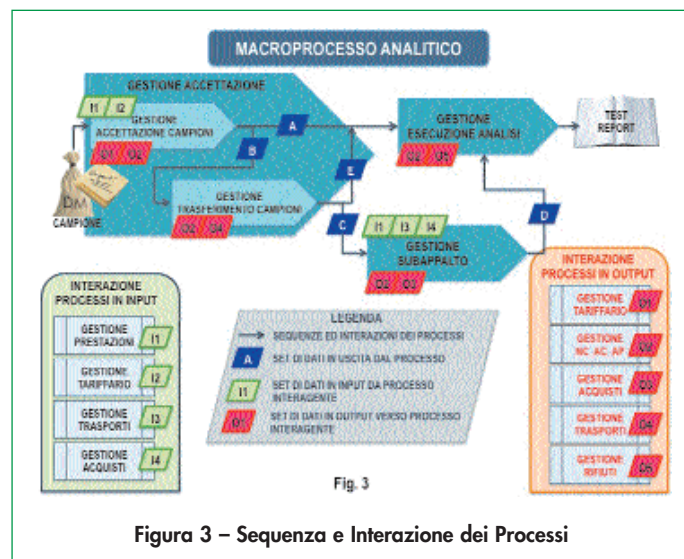
Forse, ritrovare un po' di quella vecchia saggezza contadina, integrata con la cultura, capacità analitica e altri strumenti oggi disponibili, potrebbe aiutare a focalizzare che il fine di una gestione non può essere la gestione stessa ma i risultati che questa ci consente di raggiungere, anche se il sistema è oggetto di valutazioni terze.

L'autore rimane disponibile a un confronto diretto con i lettori, al fine di condividere questo pensiero.



Tommaso Miccoli, Laureato in Scienze Strategiche e Scienze Politiche è amministratore della Tiemme Sistemi sas. Membro fondatore del network Kosmosnet. Si occupa

della Progettazione, Sviluppo e Ottimizzazione di Processi Organizzativi e di Supporto alla definizione di Strategie e ottimizzazione dei Sistemi di Governance. È Lead Auditor Certificato di Sistemi di Gestione.



Verifiche sui contatori di energia: legittimo il calcolo dei consumi a posteriori?

Energy meters: is ex-post consumption measurement adequate?



LEGAL AND FORENSIC METROLOGY

This section intends to discuss the great changes on Legal Metrology after the application of the Dlgs 22/2007, the so-called MID directive. In particular, it provides information, tips and warnings to all "metric users" in need of organizations that can certify their metric instruments according to the Directive. This section is also devoted to enlightening aspects of ethical codes during forensic activities where measurements are involved. Please send all your inquiries to Ms. Scotti or to the Director!

RIASSUNTO

Questa rubrica intende discutere i significativi cambiamenti in tema di Metrologia Legale a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs 22/2007, altrimenti detto Direttiva MID. In particolare, vuole fornire utili informazioni, consigli e ammonimenti a tutti gli "Utenti Metrici" che devono rivolgersi a Enti e organizzazioni notificate per la certificazione del loro prodotto/strumento secondo la Direttiva. La rubrica tratta anche di aspetti etici correlati allo svolgimento di misurazioni legate ad attività in ambito forense (CTU, CTP). Scrivete all'Avv. Scotti o al Direttore, e verrete accontentati!

Recentemente ho appreso la notizia di un caso che interessa alcuni nostri lettori veneti e riguarda il calcolo di consumi di energia, effettuato a posteriori, sulla scorta di verifiche casuali condotte sui contatori di energia elettrica installati nell'azienda. Preliminarmente si rende necessario un breve inquadramento giuridico della fattispecie. Attualmente il mercato dell'energia consente, come è noto, di stipulare contratti di fornitura di energia con vari soggetti (venditori) che non coincidono con quelli incaricati del trasporto (ovvero i distributori) i quali sono, altresì, responsabili (oltre che del trasporto), ai sensi di quanto stabilito dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas, del corretto funzionamento e della manutenzione dei contatori destinati a misurare il consumo effettuato.

Il contratto di fornitura stipulato con il venditore di energia è, secondo le norme civilistiche, un contratto di somministrazione che implica l'impegno per il venditore di consegnare periodicamente un *quid* (nel caso di specie energia elettrica) al somministrato, il

quale è quindi obbligato al pagamento del corrispettivo calcolato, nel caso odierno, in base all'energia prelevata nell'arco di tempo oggetto di fatturazione.¹ Il metodo utilizzato per il calcolo dell'importo dovuto al fornitore, in ragione dell'energia prelevata, si fonda tipicamente sulla rilevazione dei dati misurati dal contatore installato nel punto di prelievo.

Contrariamente a quanto sarebbe logico ritenere, le fatturazioni periodiche trasmesse dal fornitore di energia non sempre esauriscono l'obbligo di pagamento da parte dell'utente in quanto, frequentemente, viene effettuato un ricalcolo dei consumi (effettivi e non meramente presunti) che dà origine al conguaglio (che a volte si può dimostrare favorevole all'utente che abbia, di fatto, consumato meno energia di quella presuntivamente indicata nel periodo fatturato).

Tale ricalcolo, in considerazione della natura del contratto di somministrazione, può essere effettuato anche a distanza di anni, in quanto la prescrizio-

ne stabilita per legge in materia è di 5 anni a decorrere dal momento in cui sorge il diritto del venditore a percepire la maggior somma per il consumo effettivamente rilevato. Detto termine, nel caso di somministrazione di energia, inizia a decorrere dal momento in cui è indiscutibilmente certo lo scostamento tra il consumo presunto (quindi fatturato) e il consumo effettivo. Sul punto si ritiene però opportuno precisare che la prescrizione, secondo le regole processuali del nostro ordinamento, può essere fatta valere solo dal soggetto che intende beneficiarne e, in mancanza della espressa intenzione di avvalersi della prescrizione, quest'ultima non risulta applicabile. In pratica, qualora vengano richiesti conguagli oltre il quinquennio e non sia manifestata (dall'utilizzatore utente) la volontà di beneficiare della prescrizione (espressa mediante forme documentate e documentabili), le somme richieste dal venditore o dal distributore, purché incontestabili sotto altri profili, dovranno essere versate. Indipendentemente da considerazioni di merito circa l'opportunità o meno di un *range* temporale così ampio a disposizione del venditore per la richiesta del conguaglio, non si può fare a meno di riflettere sulle modalità di funzionamento del contatore e, in particolare, quando sia contestato, dal distributore di energia (che si ricorda ha anche la responsabilità della gestione e manutenzione del contatore), un errore di misura imputabile a difetti/vizi/malfunzionamento del contatore.

Le ipotesi principali sono infatti le seguenti:

- 1) Contatore esente da vizi o difetti di funzionamento;
- 2) Contatore che presenta difetti tali da incidere sulla misura dei consumi.

Nel primo caso, in assenza di vizi, le misure effettuate dal contatore sono da ritenersi attendibili e pertanto, nel caso di rilevazione di consumi maggiori rispetto a



quelli presunti (indi fatturati), risulta certamente corretta e legittima la richiesta del conguaglio in ragione del maggior prelievo di energia calcolato sul periodo oggetto d'indagine (che, si ricorda, non può retroagire di oltre 5 anni).

Nel secondo caso, invece, si profilano due situazioni differenti in funzione di controlli periodici (o meno) avvenuti sul contatore. Infatti, nel caso in cui sia indiscutibilmente certo il momento in cui il contatore ha manifestato il malfunzionamento e sia, inoltre, assolutamente certo il tipo di vizio, talché sia individuabile senza dubbio alcuno il margine di errore che la misurazione presenta, è possibile ricostruire a posteriori gli effettivi consumi di energia attraverso un calcolo matematico che tenga conto del correttivo da applicare in ragione del margine di errore dello specifico contatore utilizzato per la rilevazione. Anche in questo caso, purché sia sempre rispettato il contraddittorio tra le parti, ovvero le operazioni di verifica sul contatore siano condotte secondo quanto stabilito in materia dalle pertinenti norme e sia consentita la partecipazione dei soggetti interessati, la fatturazione del surplus così rilevato e calcolato risulta incontestabile.

Diversa è, invece, l'ipotesi in cui non sia identificabile (per carenza di controlli periodici sul contatore o per altre ragioni) il momento in cui il contatore abbia iniziato a derivare oppure non possa essere determinato in maniera precisa il difetto di tale strumento di misura. Sotto il profilo logico, prima ancora che giuridico, la richiesta del pagamento di una somma a conguaglio dei consumi così calcolati appare del tutto infondata e illegittima, in quanto priva di prove certe.

In realtà, contrariamente a quanto sarebbe ragionevole ritenere, sembrano sempre più frequenti i casi in cui vengono richiesti pagamenti a conguaglio (con effetto retroattivo di 5 o addirittura 10 anni!!) sulla base di calcoli effettuati a posteriori e motivati sulla scorta di malfunzionamento del contatore accertato in tempi recenti senza che, tuttavia, sia fornita prova certa del momento in cui sarebbe iniziato il malfunzionamento del contatore.

Risulta evidente la violazione dei generali principi del diritto, che richiedono

una dimostrazione oggettiva e inequivocabile della fondatezza delle pretese fatte valere, in quanto non pare ammissibile la richiesta di un pagamento basata su un difetto di funzionamento (dimostrato nella sostanza ma indeterminato in senso temporale), considerato che manca certezza del momento iniziale relativo al difetto manifestato dallo strumento di misura che costituisce l'unico elemento utilizzabile per la ricostruzione a posteriore dei consumi avvenuti in precedenza.

Allo stato, le brevi considerazioni sopra esposte, che dovrebbero condurre a ritenere illegittima una simile pretesa da parte della società di distribuzione/ vendita dell'energia, non sono suffragate da pronunce di merito (né di legittimità) che consentano di affermare la correttezza della tesi qui sostenuta.

Pertanto, in assenza di decisioni giudiziali volte a fare chiarezza in materia, l'unica misura preventiva utilizzabile dagli utenti può essere individuata nella verifica periodica dei contatori, in contraddittorio con l'ente distributore. L'utente dovrebbe quindi provvedere, salvo il caso in cui tale attività venga regolarmente condotta dal distributore, a richiedere alla società di distribuzione un apposito test *in situ* (sul contatore), effettuato da personale autorizzato² e possibilmente alla presenza di tutte le parti coinvolte (ivi incluso il fornitore di energia). In questo modo si potrà escludere il malfunzionamento del contatore o, comunque, qualora lo stesso presenti dei vizi, identificare il momento esatto in cui il difetto si è manifestato, consentendo conseguentemente di collocare in un tempo certo le misure errate e applicare il correttivo.

Va tuttavia precisato che detti controlli non sono (quasi) mai gratuiti, oltre che poco tempestivi (mediamente l'ente distributore effettua la verifica dopo 3/4 mesi dalla richiesta) e conseguentemente si rischia, per la poca puntualità nella risposta da parte del distributore, di ricadere nella situazione che con il controllo si tende a evitare. Al riguardo si rende necessario precisare, per completezza espositiva, che la maggior parte degli errori di misura determinati dal contatore sono spesso riconducibili non tanto a vizi o difetti del contatore medesimo, ma a

problemi dei collegamenti (collegamenti mancanti, cavallotti corto circuito dimenticati sui secondari dei TA, ...) che possono essere rilevati a vista e "attestati" dallo stesso utente mediante **documentazione fotografica con data certa**. Tale accorgimento, che non mette totalmente al riparo da richieste di pagamento fantasiose dell'ente di distribuzione, può comunque essere utile in caso di contenzioso in quanto elemento indiziario³ idoneo a supportare la tesi difensiva dell'utente che intenda contestare le pretese dell'ente fornitore o distributore; se tale attività viene periodicamente svolta dall'utente, sarà infatti più facile ricostruire il momento in cui il contatore ha smesso di funzionare correttamente a causa di un problema di collegamento, grazie alle documentazioni (fotografiche) che individuano, se non il momento esatto, quanto meno un arco temporale certo.

Infine, con riguardo ai due casi concreti di cui sopra, sarà mia cura provvedere ad aggiornare i lettori circa l'andamento del contenzioso di cui ora non è opportuno trattare, atteso che lo stato della causa, ancora embrionale, non consente di rendere pubbliche le tesi difensive assunte dalle parti.

NOTE

¹ Art 1559 c.c.: La somministrazione è il contratto con il quale una parte si obbliga, dietro corrispettivo di un prezzo, a eseguire, a favore dell'altra, prestazioni periodiche continuative di cose.

² Personale autorizzato dal distributore che ha la responsabilità della manutenzione del contatore.

³ Va precisato che nel nostro sistema processuale le prove, perché possano essere riconosciute come prove piene e quindi incontestabili, devono essere condotte nel corso del giudizio per consentire a tutte le parti di partecipare al contraddittorio e adottare le necessarie difese. Le prove acquisite fuori dal processo (materiale fotografico, scritti, ecc.) non assumono una valenza di prova piena (in senso tecnico), ma ciò non esclude una loro valutazione libera da parte del giudice che può, in ogni caso, utilizzarle e porle a fondamento del proprio convincimento ai fini della decisione.

Maria Cristina Sestini

L'evoluzione normativa della metrologia legale in Italia

Dall'unità d'Italia alla prima armonizzazione

HISTORICAL EXCURSUS ABOUT LEGAL METROLOGY

Metrology is a very old and complex issue: my short excursus describes the historical development of legal metrology in Italy. In particular, this article deals with features, contents and purposes of legal metrology as they changed during the centuries, after the French Revolution and then after the unification of the Italian Kingdom, until the beginning of European harmonization.

In addition, this paper illustrates how the human approach in measuring has changed, especially starting from 17th Century, and how it is going to change again in the future.

RIASSUNTO

Questo breve excursus tratteggia lo sviluppo della metrologia legale, cioè di quella parte della metrologia che gli Stati decidono di disciplinare perché ritengono rientri nella sfera dell'interesse pubblico. La nostra illustrazione, che per motivi di spazio non scende nei dettagli di ogni evento così come meriterebbe agli occhi di uno storico, tende a rendere evidente il percorso di trasformazione degli intenti e degli strumenti di questo ramo della metrologia così discusso e oggetto di dibattito e riflessione sul piano scientifico, politico e sociale, non diversamente che all'epoca della Rivoluzione. Così si svolge un'analisi che, in più tappe, coinvolge il lettore nello sviluppo del pensiero umano dal momento in cui la comunicazione dei suoi contenuti attraversa il necessario momento della quantificazione per rispondere a una domanda interessata: *"Ma di che quantità stiamo parlando?"*

GLI ANTICHI SISTEMI DI MISURA E LA RIVOLUZIONE METROLOGICA

La Legislazione in materia di misurazioni, con riferimento anche alle unità e agli strumenti di misura, è tra le più antiche, così come quella afferente il conio delle monete. Tuttavia, a partire dal secolo XVII nuovi filoni di pensiero si sviluppavano, sia in campo scientifico che politico e sociale, ripromettendosi di realizzare un sistema di misura più oggettivo, che desse voce alle esigenze di una misurazione più accurata e più equa. Con il progressivo declinare di un sistema di pensare e di fare economia ancora legato alla feudalità, crollavano infine tutti i paradigmi e gli schemi culturali connessi a tale modello economico, e con esso il sistema di misura fino allora utilizzato. Fu allora che la nuova civiltà, alla ricerca di un nuovo modo di valutare, comu-

nicare e condividere la misura, inventò il sistema di misura decimale basato sulle misurazioni terrestri. Funzionale alla nuova brama di *tutto misurare*, fortemente auspicato dalla comunità scientifica, idoneo alla nuova civiltà borghese incentrata sulla produzione di grandi quantità di beni indifferenziati, la nuova cultura metrologica si diffuse velocemente nel mondo occidentale.

Se possiamo affermare che il sistema metrico decimale fu, essenzialmente, un prodotto della cultura e del potere organizzativo, politico e militare francese, occorre anche considerare come i tempi ormai consentissero e richiedessero a gran voce un'omogeneizzazione delle attività di misurazione a causa dell'estendersi delle relazioni commerciali a numerose e diverse nazioni.

Il dibattito sull'unificazione delle misure fiorì però significativamente e concretamente alla corte francese, quan-

do si iniziò a riflettere sui suoi contenuti e obiettivi. Tra chi voleva un sistema per soli uomini di scienza e chi invece desiderava un linguaggio per tutti, che salvasse dagli abusi e dalle sopraffazioni dei potenti; tra chi preferiva unità convenzionali e chi invece sognava di riferire le misure a fenomeni naturali sempre ripetibili. Tra scienza e politica, competenza e raggiri, ideologie e biechi giochi di potere, il dibattito sulla riforma metrologica procedeva all'Accademia delle Scienze di Parigi, dispiegandosi nelle numerose commissioni, dove avevano il sopravvento le diverse correnti politiche e i differenti approcci scientifici. Infine la Rivoluzione più famosa nel mondo finì per spazzare le indecisioni (1790: soppressione dei diritti feudali e adozione del principio di uniformità delle misure) e finalmente la riforma fu adottata (1 agosto 1793), nonostante le misurazioni dell'arco di meridiano terrestre, da Dunkerque a Barcellona, fossero ancora in corso. Nacque così un sistema metrico decimale, talmente puro ed estraneo da essere a lungo osteggiato dagli uomini comuni, avvezzi alle misure tradizionali, e pure destinato all'eternità perché semplice. Infatti, adottato dai "citoyens" di tutta Europa a seguito delle vittoriose conquiste di Napoleone, il sistema metrico decimale arrivò anche nelle città italiane dove fu imposto dalle baionette francesi, insieme agli alberi della libertà. L'ideale rivoluzionario di fratellanza e uguaglianza aveva raggiunto l'apice uniformando e colonizzando gli altri Paesi e si avviava a ripiegarsi sul suo sogno di gloria.

Responsabile dei Servizi di metrologia legale e del Laboratorio di taratura della Camera di Commercio di Prato
cristina.sestini@po.camcom.it

L'UNIFICAZIONE DELLE MISURE IN ITALIA

Questo fu il primo incontro degli abitanti della nostra Penisola con un sistema di misura su base decimale, così come con una struttura organizzativa, militare e politica insuperabile, che divenne per anni modello delle corti italiane. Com'è noto, dopo la breve epopea napoleonica la geopolitica italiana tornò a essere frantumata nei numerosi Stati che la componevano, certo non privi di ambizioni anche riguardo all'unificazione delle misure, ma incapaci non solo di pensare in termini universalistici ma anche d'imporre realmente un'unica misura al loro interno.

Lo Stato Sabauda rappresentava all'epoca un'avanguardia e fu tra i primi a implementare un moderno sistema di misurazione decimale (1845) impegnandosi alla sua diffusione tra la popolazione, in un'operazione di rara alfabetizzazione popolare che coinvolse istituzioni civiche e religiose insieme. All'indomani dell'unificazione italiana, il 28 luglio 1861, il nuovo Re d'Italia, Vittorio Emanuele II, promulgava la *"Legge sui pesi e sulle misure"* e adottava le unità di misura del sistema decimale, tra cui *"il metro, unità fondamentale dell'intero sistema ed eguale alla diecimillesima parte del quarto del meridiano terrestre"*. Definiva infine *"il metro e il chilogramma in platino depositati negli archivi generali del Regno ... campioni prototipi dei pesi e delle misure"*. Con lo stesso provvedimento si tratteggiava una organizzazione per *"mantenere la costante uniformità dei pesi e delle misure in uso e in commercio coi campioni prototipi"* che obbligava gli uffici d'Intendenza dei Capoluoghi di Circondario e gli uffici di verifica a disporre di un campione conforme ai prototipi.

La legge fissava anche, per l'intero territorio del nuovo Regno, il principio della verifica periodica, prevedeva *"infrazioni"* punibili con una *"ammenda o multa"* o anche il *"sequestro"*, a seconda dei casi riscontrati; infine, a riprova della preoccupante isteresi sociale che tendeva a mantenere l'uso delle numerose e arcaiche misure, imponeva ai soggetti tenuti alla verifica periodica (per quasi un decen-

no, fino alla data del 31/12/1870) di *"tenere affisso ed esposto nel luogo del loro esercizio il ragguaglio dei nuovi pesi e misure da essi adoperati con gli antichi già in uso nel Comune e nelle altre Provincie del Regno secondo le tavole ... pubblicate per cura del governo"*. L'articolo 11 della stessa Legge aggiungeva che *"lo stesso ragguaglio dovrà tenersi affisso ed esposto per cura dell'Amministrazione comunale nei luoghi di fiere e mercati per tutti gli antichi pesi e misure dei Comuni del Circondario"*.

Con Regio Decreto di pari data si adottava poi anche il Regolamento, recante le norme applicative e organizzative, che uniformava di fatto sul territorio italiano l'amministrazione metrica e si occupava concretamente di armonizzare nuovo e vecchio fino a far scomparire i retaggi di un sistema di misura soggettivo e parziale. A tal fine veniva istituita una Commissione consultiva dei pesi e delle misure, con il compito di redigere le tavole di ragguaglio, fabbricare i campioni, introdurre nuove misure e provvedere alla formazione dei verificatori; ma soprattutto emergeva la preoccupazione di *"agevolare nelle nuove Provincie la conoscenza e l'attuazione del sistema"* e, per tale scopo, veniva attribuito a personale appositamente qualificato e selezionato, soggetto a una particolare disciplina (ispettori, verificatori e allievi-verificatori), il compito di *"mantenere la costante uniformità dei pesi e delle misure"*. Al Titolo V del citato regolamento era previsto un primordiale sistema di riferibilità, da conseguirsi a cascata a partire da *"un doppio dei prototipi ... conservato presso il Ministero per servire alla ricognizione dei campioni degli Uffici d'Intendenza e di Verificazione dei pesi e misure"*.

Interessanti documenti storici attestano le immani difficoltà del nuovo sistema di misura a conquistare la fiducia tra il popolo; nel 1862 un verificatore di Pisa, Giuseppe Sacheri, in una lettera al Prefetto denunciava la mala fede dei commercianti e la loro ignoranza che ritardava l'introduzione del nuovo sistema di misura; lo stesso anno il verificatore Gaetano Marini, in servizio a Bivona, in provincia di Girgenti, osservava che *"malgrado la legge, malgrado le multe*

e i solleciti, tutti continuavano a usare le vecchie misure locali", e personalmente si adoperava per tenere *"corsi serali per spiegare la bontà della nuova civiltà del metro, per propagandare le virtù salvifiche delle nuove misure"* poiché *"in lo dicto regno e una grandi abusioni di mensuri perchi in omni loco tenino diversi misuri di cui si causa gran detrimento a li regnicoli"*.

LA CONVENZIONE DEL METRO

In quel periodo la grande industria si avvicinava come non mai al mondo scientifico, rendendo cogente l'esigenza di adottare una condivisa pianificazione riguardo all'adozione di un linguaggio comune in grado di veicolare adeguatamente contenuti scientifici e tecnologici complessi. L'uniformazione delle misure, di pari passo nei più moderni Stati, avrebbe aperto così la strada a scambi commerciali e culturali di ogni genere, consentendo uno sviluppo industriale a quei tempi mai visto, con implicazioni tecnologiche che richiedevano l'applicazione di tecniche e strumenti di misurazione sempre più accurati, i cui risultati fossero pienamente condivisibili.

Nel 1875, su proposta del governo francese, i rappresentanti di diciassette Paesi si riunirono a Parigi e aderirono alla Convenzione del Metro (sottoscritta, in rappresentanza dell'Italia, dal diplomatico Costantino Nigra) che costituisce, ancora oggi, uno dei più importanti accordi internazionali, attestanti la convinzione dei popoli dell'esigenza di un dialogo e di una lingua comune contro la Babele e l'anarchia metrologica. Se il primo passo verso la modernità fu segnato dalla *"rivoluzione metrologica"* che introdusse il moderno concetto di unità di misura, uguale e invariabile nel tempo, inviolabile come le libertà del *"citoyen"*, la Convenzione del Metro portò a compimento il progetto universalistico francese, elevando il sistema metrico a sistema universale dei popoli. La Convenzione del Metro, istituendo il *Bureau International des Poids et Mesures*, con i suoi organi, la Conferenza Generale Pesi e Misure (CGPM) e il Comitato Internazionale

dei Pesì e delle Misure (CIPM), costituisce un primo ausilio sulla via della successiva globalizzazione dei linguaggi e delle relazioni, com'è attestato dall'incredibile incremento degli scambi commerciali negli anni a seguire.

Se è vero che la Convenzione del Metro rappresenta un'evidente concessione alle esigenze pratiche, non necessariamente l'accresciuta attenzione alla costruzione di campioni materiali deve intendersi come involuzione riguardo alle astratte concezioni illuministe; di fatto, a ben vedere, anche l'illuminismo aveva presto ceduto al buon senso, lasciando che la riforma si compisse prima ancora che gli studi sul meridiano fossero terminati. Inoltre, a ogni buon conto, se si deve poi prestare attenzione a qualcosa, il risultato di uniformare le misure e dotare i popoli di un linguaggio universale, obiettivo fino ad allora utopistico, fu comunque raggiunto; la considerazione poi che l'umana Scienza non possa mai conoscere un punto di fine incoraggia a credere che la via del progresso sia necessariamente irta di errori e imprecisioni e costituisca un percorso da compiere coscientemente.

In Italia la Convenzione Internazionale del Metro fu recepita con la Legge n. 2.875 del 26/12/1875; a quell'epoca vi erano 133 uffici di verifica metrica e 195 funzionari metrici in organico, numeri peraltro non molto lontani dagli attuali, che dimostrano l'attenzione che il nuovo Regno prestava nei confronti del progetto di omogeneizzazione del territorio e delle misurazioni.

UN SISTEMA DI CONTROLLI PUNTUALI

Tuttavia, nonostante le risorse profuse per l'affermazione del sistema metrico decimale, le difficoltà incontrate dai verificatori parevano veramente insormontabili. Le testimonianze sopra riportate devono far comprendere gli sforzi compiuti da una Nazione appena unificata che tentava di partecipare ai progetti dei grandi. Così, accanto alle aspirazioni degli scienziati che presentavano ai lavori internazionali, tra le tensioni e debolezze politiche di una

giovane Nazione, si cullavano gli slanci dell'industria e le reticenze di una gran massa di popolani retrivi. Il servizio di metrologia, significativamente conteso tra il Ministero dell'Agricoltura (1860) e il Ministero delle Finanze (1866), passava al Ministero del Commercio nel 1871 per tornare alle Finanze nel 1877 e l'anno successivo di nuovo al Ministero d'Agricoltura Industria e Commercio; in tale contesto l'esercito dei verificatori, che non arrivava alle 200 unità, promuoveva la nuova cultura metrologica, spesso simbolo della nuova casa regnante, apponendo sigilli e bolli su ogni strumento, sulla base di un sistema di controllo all'unità che non concepiva alcun margine di autonomia né ai fabbricanti di strumenti né agli utilizzatori.

Risale all'anno 1890 il nuovo Testo Unico, tuttora in vigore, che mantenne la compilazione dello stato degli utenti metrici ma stabilì una decorrenza biennale della verifica periodica, anziché annuale, a significare un'allentata pressione e una raggiunta omogeneità del territorio riguardo alle unità di misura. Una delle più importanti innovazioni del testo unico del 1890, rispetto al precedente, è senza dubbio l'introduzione di un chiaro principio di riferibilità metrologica a partire dai campioni prototipi nazionali assegnati al Regno d'Italia il 26 settembre 1889 dalla Conferenza internazionale dei pesi e delle misure, stabilendo così un'univoca relazione di gerarchia tra campioni, mentre la loro disseminazione restava affidata ai verificatori insieme alle attività di verifica prima e periodica (Fig. 1).

In tal modo lo Stato, tramite il Ministero dell'Industria, manteneva uno stretto controllo non solo sulle unità di misura, ma anche su tutti gli strumenti di misura prodotti (qualunque fosse la loro utilizzazione) attraverso la definizione di cogenti requisiti costruttivi e funzionali. Tale impostazione, che era comune per tutti gli stati europei, dominò la scena della metrologia legale nonostante una progressiva diffusione del liberismo e gli accordi commerciali che venivano conclusi un po' in tutti i campi.

Così, dopo la catastrofe bellica e agli albori degli accordi per la costruzione della Comunità Europea, gli Stati mante-

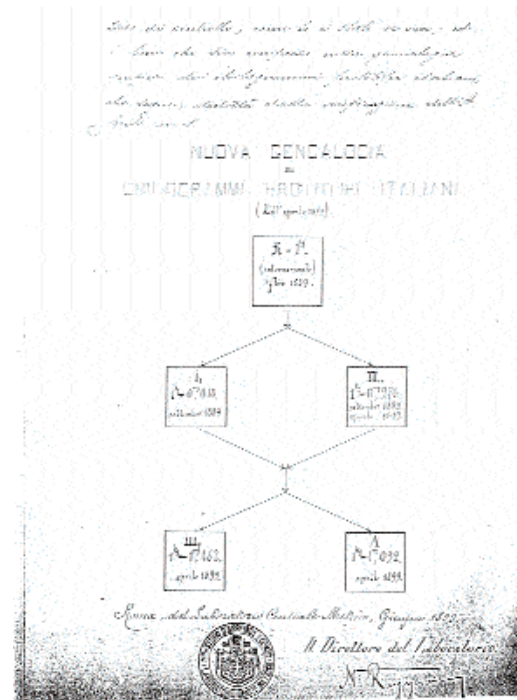


Figura 1 – Parte di una relazione di verifica-
zione tra campioni di diverso ordine
(Laboratorio Centrale metrico, 1899)

nevano una propria legislazione in materia di misurazione e strumenti di misura, garantendo la corrispondenza dei risultati alle norme metrologiche internazionali introdotte dal *Bureau International*. Lo stesso, subito dopo il secondo conflitto mondiale, ha ripreso la sua importante attività definendo alcuni capisaldi della metrologia nella nona CGPM (1948: scelta dell'ampère come unità elettrica), nella decima (1954: introduzione dell'ampère, del kelvin e della candela come unità di base) e nell'undicesima (1960: adozione della nuova definizione del metro, definizione del secondo) che vide finalmente la nascita del Sistema Internazionale. La CGPM ancor oggi si riunisce periodicamente e persegue attualmente anche lo scopo di definire le unità di base con riferimento a costanti fondamentali.

LA PRIMA ARMONIZZAZIONE

La creazione della Comunità Europea (1957) imponeva tuttavia, sia pure attraverso un lento progredire, un'armonizzazione più cogente, che coordinasse in qualche modo le legislazioni nazionali che ciascun Paese aveva sino ad allora gelosamente continuato a implementare. Così, sebbene le guerre avessero rappresentato una battuta d'arresto nel processo di condivisione del linguaggio universale utilizzato dai metrologi, questo infine riprese lenta-

mente il suo corso come ogni altro tipo di relazione, specialmente tra i Paesi, come quelli europei, che già disponevano di un simile substrato culturale. Sebbene la legislazione nazionale riguardante gli strumenti di misura fosse compatibile con i principi stabiliti dall'articolo 30 del Trattato CE, poiché tali disposizioni sembravano comunque ostacolare gli scambi e "creare condizioni disuguali di concorrenza all'interno della Comunità", si ritenne necessario pervenire, sia pure gradualmente, alla creazione del mercato interno degli strumenti di misura (Direttiva 71/316/CEE) stabilendo in particolare "un reciproco riconoscimento delle operazioni di controllo" e l'istituzione di "adeguate procedure di approvazione CEE del modello e di verifica prima CEE nonché metodi di controllo metrologico CEE".

La complessità del compito richiedeva comunque una particolare attenzione da parte del legislatore comunitario, nonché una varietà di successivi interventi dovuta alla numerosità delle tipologie di strumenti utilizzati. Questo periodo di prima armonizzazione inizia pertanto nel 1971 comprendendo una direttiva quadro e numerose altre direttive specifiche, delle quali ben 11 recentemente abrogate a seguito dell'adozione della direttiva MID a causa delle indicazioni tecniche troppo restrittive in esse contenute, necessariamente divenute obsolete con il passare degli anni.

D'altro canto, il carattere facoltativo di tali direttive permetteva agli Stati di mantenere una propria legislazione, alimentando la babele di regole e mercati paralleli mentre le rigide procedure di valutazione della conformità previste in queste direttive del cosiddetto "vecchio approccio" non avrebbero consentito alle imprese di accedere a processi di valutazione integrati nell'ambito di sistemi della qualità, moderni sistemi per gestire la produzione ormai comunemente ritenuti in grado di assicurare ottimi standard.

LA STORIA CONTINUA

Giacché la storia dell'uomo non conosce arresto, anche le sue conoscenze e

valutazioni sul mondo e sulla vita non conoscono pausa e si evolvono, assieme al mondo, per misurare e interpretare i fatti economici e quelli della vita. In tale contesto la vecchia legislazione inerente le misurazioni era evidentemente destinata ad adeguarsi ai processi di produzione e distribuzione in grande scala, oggi sinteticamente definiti di globalizzazione, mentre i Paesi dell'Europa, raccolti attorno al nucleo originario, si sono apprestati a definire un proprio nuovo contesto normativo nel quale il libero e unico mercato possa dispiegare tutte le sue forze.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Regio Editto 11 Settembre 1845
2. Lettera al prefetto del 11/2/1862, Archivio di Stato di Pisa, Prefettura, inv. 27, n. 667
3. Pasquale Marchese, Gaetano Marini verificatore di pesi e misure, Sellerio Editore, Palermo, 2008
4. Sergio Sartori, Breve storia della moderna

metrologia, XXVIII Giornata della misurazione, Roma, 2011, (gmee.dti.unimi.it/GdM2009/Relazioni)

5. Regio Decreto n. 2.416 del 18/3/1875 e Regio Decreto n. 2.417 del 18/3/1875

6. Sigfrido Leschiutta, E il metro venne spiegato dal pulpito, www.torinoscienza.it/accademia/articoli

7. Paolo Vigo: L'Unificazione metrica in Italia. Tutto_Misure 14, 75-79 (2012)

8. Walter Bich: Il riassetto del Sistema Internazionale di Unità. Tutto_Misure 12, 193-197 (2010)



Maria Cristina Sestini

è Responsabile dei "Servizi di Metrologia" della Camera di Commercio di Prato, dell'Organismo Notificato n. 1273 e respon-

sabile tecnico di laboratorio accreditato di taratura. Ha collaborato con il Ministero dello Sviluppo Economico nell'ambito del Protocollo d'intesa con Unioncamere e ha partecipato alle riunioni del Gruppo di Lavoro "Strumenti di Misura" della Commissione Europea, del Comitato del WELMEC e del WELMEC WG8.

NEWS

MISURA DELLA VELOCITÀ DI ROTAZIONE CON UNA PRECISIONE SENZA COMPROMESSI



Con l'avvento dell'eco-ingegneria sono sorte nuove problematiche da risolvere. Nuovi progetti po-

wertrain, come i sistemi start-stop o i motori di dimensioni ridotte, spesso inducono fenomeni di vibrazioni torsionali, che hanno un impatto negativo sulle prestazioni NVH nonché sull'efficienza del motore e della trasmissione. I tecnici hanno la necessità di analizzare questi fenomeni per quantificare ed eliminare le cause principali che portano al loro insorgere.

LMS è lieta di presentare una soluzione testing di nuova generazione per lo studio di queste problematiche, basata sulla potenza di acquisizione del frontale LMS SCADAS e di elaborazione dati della piattaforma LMS Test.Lab.

Completamente integrata nel processo di

misurazione-analisi, la soluzione elabora i segnali causati dalle vibrazioni torsionali simultaneamente ai dati acustici, vibratori o di deformazione. I dati vengono acquisiti durante un'unica campagna di prove usando l'hardware LMS SCADAS.

LMS Test.Lab integra tutte le fasi di misura delle vibrazioni torsionali, analisi e reportistica in un flusso di lavoro, ottimizzando la semplicità d'uso e la produttività. I tecnici possono inoltre beneficiare di una vasta gamma di strumenti di elaborazione: analisi agli ordini, analisi nel dominio dell'angolo, transmission error rectification, butt-joint correction, ecc. La nuova soluzione risponde anche alla necessità di ottimizzare le prime fasi della progettazione. È possibile infatti correlare i modelli di simulazione di vibrazioni torsionali, presenti in LMS Imagine.Lab, con i dati sperimentali.

"LMS Test.Lab combina la soluzione test per le vibrazioni torsionali, con una suite completa di strumenti di acquisizione dati e analisi utili al mondo dell'ingegneria del rumore e delle vibrazioni. I tecnici possono esplorare la complessa relazione tra questi tipi di vibrazioni e altri fenomeni legati al rumore e alle vibrazioni più generiche. Questa conoscenza approfondita permette di valutare le alternative di progetto che possano meglio risolvere i problemi legati alle vibrazioni torsionali" ha dichiarato Bruno Massa, Vice-President Divisione Test di LMS International.

Per ulteriori informazioni sulle soluzioni di vibrazione torsionale LMS:

www.lmsintl.com/testing/rotating-machinery/torsional-vibration-testing

Dalle Associazioni Universitarie di Misuristi

THE ITALIAN UNIVERSITY ASSOCIATIONS FOR MEASUREMENT

This section groups all the significant information from the main University Associations in Measurement Science and Technology: GMEE (Electrical and Electronic Measurement), GMMT (Mechanical and Thermal Measurements), AUTEC (Cartography and Topography), and Nuclear Measurements.

RIASSUNTO

Questa rubrica riassume i contributi e le notizie che provengono dalle maggiori Associazioni Universitarie che si occupano di scienza e tecnologia delle misure: il GMEE (Associazione Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche), il GMMT (Gruppo Misure meccaniche e Termiche), l'AUTEC (Associazione Universitari di Topografia e Cartografia) e il Gruppo di Misure Nucleari.

ASSOCIAZIONE GMEE VERBALE RIUNIONE 04.06.2012

Comunicazioni

• **Alessandra Flammini** è candidata come membro per l'AdCom della IEEE I&M Society;



• è organizzata una **summer school in data distribution systems** per fine Luglio;

• il 25 maggio l'I.N.Ri.M. ha organizzato un evento a Torino in ricordo di **Sigfrido Leschiutta**;

• il **workshop IEEE Measurement and Networking 2013** sarà organizzato a Napoli;

• è opportuno realizzare un semplice **flyer di presentazione del GMEE**; una prima versione è stata realizzata da Alessandra Flammini;

• molti dei PRIN e dei FIRB presentati con membri del GMEE come capofila hanno superato la prima fase della selezione;

• al Presidente dell'I.N.Ri.M. è stato proposto di far parte del Consiglio Scientifico di T_M;

• proseguono le attività del **Master sulle misure** sponsorizzato dall'Uni-

CEI; si prevede una prima edizione con sede al Politecnico di Milano; successive edizioni potranno essere proposte anche da altri Atenei.

Situazione nazionale alla luce delle iniziative Ministeriali, ANVUR e CUN

Betta ricorda sinteticamente gli elementi fondamentali sulla valutazione della produttività delle strutture. L'ANVUR ha avviato iniziative riguardanti l'autovalutazione e l'accreditamento dei Corsi di Studio, ed è disponibile un documento nel sito dell'ANVUR.

In questo periodo di riorganizzazione degli Atenei, è importante una particolare attenzione all'offerta didattica da parte dei responsabili delle unità del GMEE.

Riguardo alle procedure di abilitazione nazionale è arrivata agli atenei una lettera del presidente dell'ANVUR Fantoni che invita i ricercatori a caricare le proprie pubblicazioni sul sito del CINECA e a fornire nominativi per il membro straniero delle commissioni.

Viene quindi proiettata una lista di 24 nominativi di colleghi stranieri fornita al Presidente da alcune Unità. Segue breve discussione a seguito della quale viene deciso d'inviare la lista a tutte le Unità,

dopo averla ulteriormente affinata.

La bozza di Decreto sul merito del Ministro Profumo, che è stata resa pubblica nei giorni precedenti, prevede di bloccare le abilitazioni nazionali fino al 2014 e di avviare nel contempo i concorsi locali, pur nel rispetto dei vincoli sulla produttività scientifica definiti dall'ANVUR.

La situazione per le progressioni di carriera è molto difficile: il passaggio a PO è sostanzialmente bloccato a causa di vincoli di *turn over* e di *budget*; per il passaggio a PA, i vincoli sulle citazioni e sulle pubblicazioni sono molto stringenti.

Situazione soci

Betta illustra brevemente la situazione dei soci. Il numero di soci ordinari è sostanzialmente costante, anche grazie ai soci iscritti in occasione del ultimo convegno inter-societario sui sensori. Betta propone al consiglio di esentare dal pagamento della quota associativa il responsabile delle Unità che organizzano eventi.

Stato delle iniziative

Sito Web dell'Associazione

Il **nuovo sito web** viene brevemente illustrato da **Lazzaroni** al Consiglio che, dopo una breve discussione, ne approva la messa in linea. Viene proposto d'inserire nel sito la storia GMEE e copia delle memorie selezionate alle riunioni annuali.

Tutto_Misure

Docchio illustra gli aspetti positivi (numero di articoli proposti, crescente

franco.docchio@ing.unibs.it

interesse da parte delle aziende, contributi relativi al trasferimento tecnologico) e negativi (bilancio in negativo, anche se il passivo è in diminuzione) della situazione attuale di T.M. La situazione del bilancio favorisce l'attenzione per la parte commerciale della rivista, limitando la possibilità di ulteriori iniziative culturali da parte del GMEE.

Docchio ribadisce la necessità di una maggiore attenzione da parte dei responsabili delle Unità del GMEE riguardo all'invio di notizie riguardanti le iniziative dell'Associazione. Invita quindi tutti i responsabili a farsi parte attiva nel fornire comunicazioni alla rivista. Docchio suggerisce inoltre l'opportunità di un rinnovo del Comitato di redazione per le pagine GMEE, anche al fine di coinvolgere nuove competenze e persone motivate. Chiede infine che nella prossima riunione annuale sia realizzata un'indagine sull'interesse dei soci riguardo alla rivista T.M.

Premio di dottorato "Carlo Offelli"

Betta informa il Consiglio che quest'anno è stata presentata una sola domanda. La tesi è stata valutata molto positivamente dalla Commissione e la vincitrice è risultata la socia **Maria Gabriella Masi**, dell'Unità di Bologna.

Borsa di studio

Betta informa il consiglio che sono state presentate tre domande, da parte di candidati delle sedi di Salerno, Cagliari e Lecce. La Commissione, composta da Buccianti, Daponte e Sardini ha valutato le domande sulla base dei criteri specificati nel bando e ha individuato come vincitore l'Ing. **Marco Landi** dell'Unità di Salerno, che ha proposto di trascorrere un periodo di studio e formazione presso l'**Università dell'Illinois** nell'ambito della ricerca sulle **smart grid**.

Convegno sensori

Betta informa il consiglio che il convegno è stato un successo, in termini di partecipazione e di contatti tra ricercatori di diversi settori. Gli atti del convegno sono in uscita, editi da Springer. Vi è stato un attivo di bilan-

cio. L'ipotesi avanzata dagli organizzatori è di riproporre l'iniziativa con scadenza biennale; la prossima edizione è quindi prevista nel 2014. Nel 2013 si sta comunque pensando di organizzare un evento co-gestito dalle diverse Associazioni coinvolte, al fine di mantenere attivi i contatti tra le associazioni e l'interesse per il tema.

Riunione annuale 2012

Andria presenta lo stato dell'organizzazione della riunione annuale a Monopoli. Le memorie ricevute sono 150.

Scuola di dottorato "Italo Gorini" 2012

Andria presenta lo stato dell'organizzazione della scuola di dottorato. Gli iscritti a oggi sono solo 13, ma diverse sedi presenti informano che invieranno sicuramente degli studenti di dottorato. Segue la breve presentazione dell'edizione 2013 da parte di **Narduzzi**. La Scuola si terrà a Padova il 2-6 settembre 2013.

Varie ed eventuali

Ferraris propone di riservare una particolare attenzione all'unità di Modena, colpita dal recente terremoto. Interviene Peretto per informare il Consiglio che l'Università di Modena non ha subito danni alle strutture, come accaduto invece all'Unità dell'Aquila. Dopo breve discussione il Consiglio esprime la massima solidarietà ai colleghi dell'Unità di Modena e ribadisce la disponibilità del GMEE a un impegno concreto in caso di esigenze segnalate dalla sede.

Lazzaroni informa che, a seguito della riorganizzazione degli Atenei, la sede di Crema è stata assorbita dall'Università di Milano. I ricercatori della relativa unità del GMEE sono ora parte del Dipartimento di Fisica. Si discute brevemente riguardo alle date migliori per l'organizzazione degli eventi di giugno del prossimo anno (workshop a Lecce, workshop TC10 a Firenze e Giornata della Misurazione). Al termine si invitano i responsabili dei diversi eventi a concordare la soluzione che consenta la massima partecipazione dei membri del GMEE a tali eventi.

NUOVA RIVISTA IMEKO IN LINEA

Riceviamo dal collega **Daponte** che è nata la nuova rivista online "ACTA IMEKO". La rivista è consultabile all'indirizzo <http://acta.imeko.org/index.php/acta-imeko/index>.

Lo staff editoriale ringrazia tutti i ricercatori del GMEE che a vario titolo hanno finora collaborato alla nascita della rivista. ACTA IMEKO è una grande opportunità per tutti i ricercatori del settore delle misure, elettriche e non. Si è certi che anche in futuro non mancherà il contributo di tutti i Soci del GMEE e delle altre Associazioni.

GMMT: PARTECIPAZIONE ALLA CONFERENZA "NEW FRONTIERS IN REHABILITATION: TECHNOLOGY AND PRACTICE"

Ha avuto luogo il 4 Luglio 2012, presso l'Università di Tel Aviv, una Conferenza sulla Riabilitazione dal titolo: "**New Frontiers in Rehabilitation: Technology and Practice**". La Conferenza si è svolta nell'ambito dei programmi di collaborazione bilaterali Italia - Israele, avviati circa dieci anni fa dall'allora Ambasciatore Italiano in Israele, **On. Giulio Terzi**, oggi nostro Ministro degli Esteri, e continuati dai successivi Ambasciatori. I programmi di collaborazione bilaterali prevedono progetti di ricerca comuni con partecipazione di partner industriali, finanziamento di borse *post-doc*, conferenze su temi specifici come quella in oggetto.

La conferenza è stata organizzata dall'Ambasciata Italiana in collaborazione con la Camera di Commercio It-Il e vi hanno preso parte come relatori 10 ricercatori israeliani e 10 ricercatori italiani. Nel gruppo italiano si è registrata una partecipazione particolarmente nutrita dei componenti il Gruppo Nazionale di Misure Meccaniche e Termiche: i Proff. **Steindler** e **Cappa** della "Sa-



pienza di Roma", il Prof. **Bocciolone** del Politecnico di Milano, il Prof. **Silvestri** del "Campus Biomedico" di Roma, il Prof. **De Cecco** dell'Università di Trento, il Prof. **Scalise** dell'Università Politecnica delle Marche, il Prof. **D'Acquisto** dell'Università di Palermo. Ciò a testimonianza del fatto che la ricerca in campo biomedico, in particolare nel settore diagnostico, è oggi uno dei settori più avanzati in campo misuristico: le relazioni hanno trattato vari campi della riabilitazione, da quella fisica, con particolare riferimento a diagnosi e interventi per problemi motori e di equilibrio, a quella polmonare e a quella dentale. Notevole successo per la Conferenza, che ha raggiunto lo scopo di consolidare collaborazioni bilaterali in atto e avviarne di nuove. Per quanti abbiano interesse ai contatti bilaterali It-It, è possibile contattare il nostro Addetto Scientifico in Israele, Prof. **Alessandro Treves**:
alessandro.treves@esteri.it

GMEE E GMMT: OTTIMA PERFORMANCE DEI DUE GRUPPI NEL BANDO "DISTRETTI" DELLA REGIONE LOMBARDIA

Il bando "Distretti Tecnologici" della Regione Lombardia ha visto la partecipazione di gruppi di Ricercatori e imprese per la creazione di aggregazioni stabili Università-Impresa che possano attirare cospicui finanziamenti per ricerca applicata e trasferimento tecnologico. I Ricercatori dei Gruppi GMEE e GMMT hanno partecipato a tre Distretti, che sono stati ammessi: si tratta dei Distretti "**Mecatronics**", "**Visione Industriale**" e "**Fotonica**". Quest'ultimo, in particolare (capofila la Fondazione Politecnico di Milano), si è classificato primo nella sezione "ICT".

GMMT - UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

Progetto PRIN su Metodologie diagnostiche per sistemi eolici

Il progetto di ricerca si incentra nello sviluppo di metodologie per l'indagi-



ne diagnostica dei sistemi eolici. La sempre più crescente esigenza dell'utilizzo degli impianti eolici per la produzione di energia è diventata critica per il raggiungimento degli obiettivi europei dopo l'approvazione del pacchetto, definito "20-20-20", che prevede una riduzione, entro il 2020, almeno del 20% per le emissioni di gas serra, rispetto ai livelli del 1990, e un aumento che porti al 20% la quota di energie rinnovabili. In quest'ottica non solo l'installazione, ma anche la manutenzione dei siti esistenti, predisposti alla generazione di energia tramite turbine eoliche, acquista una grande importanza, in quanto si può avere la garanzia di un loro corretto ed efficiente funzionamento grazie a metodologie *ad hoc* per la loro diagnostica in sito.

Le tecniche di misura messe in campo sono, per la maggior parte, senza contatto e non invasive: esse consentono non solo un loro utilizzo in galleria del vento, ma anche si può pensare ad una loro applicazione direttamente nel sito eolico. Per la diagnostica delle parti in composito delle pale delle turbine vengono valutate le potenzialità delle tecniche a ultrasuoni senza contatto e di *Electronic Speckle Pattern Interferometry* (ESPI) e Shearografia per l'individuazione delle difettosità presenti all'interno delle strutture. Inoltre sono valutati i metodi *laser Doppler vibrometry* (LDV) non solo per l'individuazione dei difetti per la misurazione dei livelli di vibrazione delle parti strutturali rotanti e fisse. In particolare per la stima della vibrazione delle parti mobili, come le pale della turbina eolica, si applicherà la tecnica ad inseguimento, definita *tracking laser Doppler vibrometry* (TLDV).

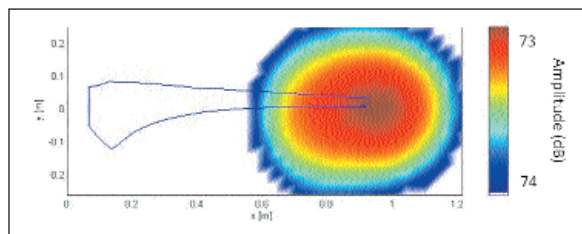
Responsabile: Prof. Enrico Primo Tomasini.

Progetto PRIN su sviluppo di un sistema di laser ultrasonics per i controlli non distruttivi in ambito ferroviario

Il tema della sicurezza e

affidabilità di componenti ferroviari ha avuto un notevole impulso dopo il tragico incidente di Viareggio del 29 giugno 2009, dovuto al deragliamento del treno merci 50325 Trecate-Gricignano e gli innumerevoli sinistri verificatisi in Italia e in Europa negli ultimi anni. In particolare, la causa dell'incidente di Viareggio è stata attribuita al cedimento strutturale di un asse del carrello del primo carro-cisterna avvenuto per fatica ciclica a flessione rotante. Il fatto che inneschi di cricche dovuti a surriscaldamento delle boccole si manifestino a volte improvvisamente, anche in condizioni di normale manutenzione, ha indotto a controlli visivi frequenti degli assili dei treni affidati al personale di presenziamento delle stazioni di transito e all'implementazione di sistemi di rilevamento della temperatura delle boccole dei treni regolamentati da normative del Ministero dei Trasporti. Il controllo della temperatura delle boccole aiuta a prevedere il cedimento di un assile. Tuttavia un controllo accurato della sua integrità strutturale, tale da permettere di rilevare cricche, inclusioni o disomogeneità del materiale fino ad una certa profondità, consentirebbe di aumentare l'affidabilità dei treni e conseguentemente la sicurezza dei passeggeri. Le tecniche applicabili a tale scopo devono essere non invasive, ovvero Controlli Non Distruttivi (CND), e quelle ad oggi usate più frequentemente sono ultrasuoni e liquidi penetranti. I primi hanno lo svantaggio di necessitare il contatto con il materiale e di avere una limitata velocità d'ispezione, gli ultimi di essere inefficaci se i difetti non hanno raggiunto la superficie e soprattutto di essere tossici per l'operatore.

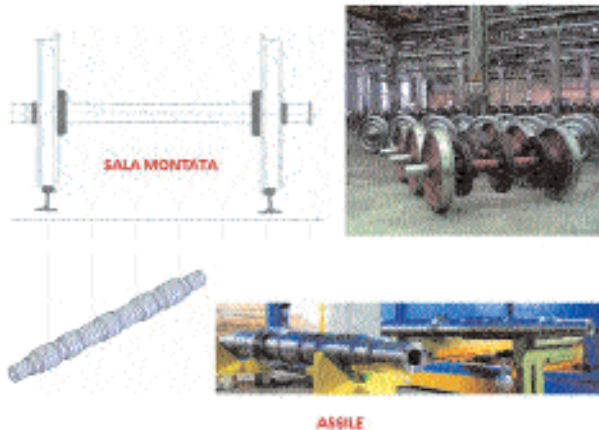
Al fine di superare i limiti delle tecniche disponibili allo stato dell'arte, il presente progetto si prefigge di sviluppare una metodologia diagnostica per il rilevamento di cricche e inclusioni (non solo in superficie, ma anche in profondità) mediante una tecnica completamente senza contatto basata sul monitoraggio della propagazione di onde ultrasoni-



che generate da sorgenti laser. L'idea è quella di usare il laser per generare l'onda e sonde senza contatto (ovvero con accoppiamento in aria) per la ricezione dell'ultrasuono, così da creare una catena di misura completamente non intrusiva e ad alta velocità d'ispezione. Diverse tipologie di trasduttori a ultrasuoni con accoppiamento in aria per la misura dell'onda ultrasonica saranno investigati: in particolare sonde capacitive e sonde piezoelettriche a diverse bande di frequenza. All'analisi approfondita del sistema di misura su un simulacro di laboratorio si accoppierà lo sviluppo e la validazione sperimentale di un modello analitico e/o FEM della generazione dell'onda ultrasonica mediante laser pulsato e della misura in aria. In questa fase verranno definite le condizioni di funzionamento ottimali della tecnica che permetteranno di realizzare il sistema definitivo, costituito da laser pulsato e sonda ultrasonica montata su un sistema di scansione per effettuare misure sull'intera superficie dell'assile velocemente e senza contatto. Il sistema *laser-ultrasonics* realizzato verrà applicato su assili ferroviari e sale montate rese disponibili presso l'Unità di Ricerca di Gian Marco Revel del Dipartimento di Meccanica dell'Università Politecnica delle Marche. I risultati del progetto permetteranno di gettare le basi scientifiche per lo sviluppo delle metodologie d'ispezione, le quali saranno presentate all'industria dopo la fine del progetto.

Il progetto sarà realizzato da due unità di ricerca, UNIVPM e UNIECAMPUS, snelle e complementari: l'una con esperienza decennale nell'ambito delle misure senza contatto e dei controlli non distruttivi e l'altra con esperienza comprovata nella modellistica e progettazione di codici per l'elaborazione dati a fini diagnostici.

Il progetto è iniziato ad Ottobre 2011 e avrà termine ad Ottobre 2013, pertanto è a meno di un anno di avanzamento. In questo periodo è stato realizzato il modello della generazione e propagazione dell'onda ultrasonica in ambiente COMSOL *multiphysics* e attualmente è in fase di valutazione. Inoltre è stata progettata la procedura di misura basata sulla generazione di onde ultrasoniche mediante Laser Nd-Yag



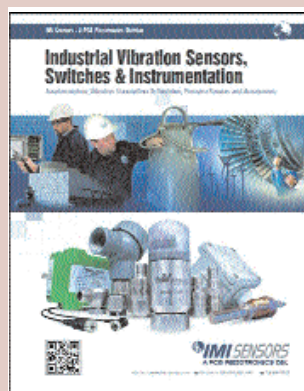
o IR e il monitoraggio della loro propagazione mediante trasduttori a ultrasuoni con accoppiamento in aria. In questa fase, è stata testata la catena di misura su un oggetto semplice, quale una pia-

stra di acciaio, su cui sono state realizzate diverse tipologie di difetto, tipicamente rilevate su assili ferroviari. Il prossimo obiettivo è quello di effettuare un'analisi statistica dei

risultati sperimentali per la determinazione delle curve di POD (*Probability of Detection*) e la definizione del livello di affidabilità della tecnica d'ispezione progettata.

NEWS

NUOVO CATALOGO DI SENSORI



IMI-sensori, una divisione di PCB Piezotronics Inc., il più grande produttore al mondo di strumentazione industriale per monitoraggio delle vibrazioni

tramite accelerometri, trasmettitori e interruttori di vibrazioni, ha annunciato l'uscita del suo nuovo catalogo industriale sui sensori. Il catalogo offre una vasta gamma di nuovi ed esistenti sensori di vibrazioni industriali, interruttori, strumentazione e altri accessori utilizzati per il monitoraggio e la manutenzione di macchinari industriali per prevedere e proteggere i tempi d'inattività.

La nuova edizione 2012 offre sezioni di prodotti presentati per applicazioni e per tecnologia. Una sezione tecnica avanzata prevede appunti e materiali di riferimento che forniscono informazioni preziose sulla selezione del sensore, tecniche di montaggio, oltre a suggerimenti per l'installazione. Con la nuova edizione anche una sezione "Consigli", che fornisce risposte alle domande più frequenti, direttamente da parte di autorevoli esperti in materia. Inoltre, questo numero è dedicato a diversi nuovi prodotti, tra cui la *Eco System® Wireless*, accelerometri a basso profilo dimensionale, accelerometri ad alta tem-

peratura e sensori di vibrazione USB programmabili.

"Oltre a selezionare il sensore più adatto, i nostri clienti hanno bisogno di ottenere misure affidabili e precise per la manutenzione preventiva e il monitoraggio del processo" – ha dichiarato Harold Scott, Vice Presidente di IMI-Sensori – *A tal fine, il nostro nuovo catalogo fornisce le informazioni necessarie per aiutare non solo nel processo di selezione, ma anche nella realizzazione".*

Una copia gratuita del catalogo può essere richiesta alla Pcb Piezotronics srl (www.pcbpiezotronics.it) oppure può essere scaricata dal sito www.imi-sensors.com/catalog.

A proposito di IMI Sensors (www.imi-sensors.com)

I suoi sensori, con robuste custodie in acciaio inox, sopravvivono in ambienti difficili, come cartiere, acciaierie, miniere, impianti di trattamento delle acque e centrali elettriche. Facili da integrare con analizzatori portatili e PLC, contribuiscono in maniera significativa al lavoro dei reparti di manutenzione per ridurre i tempi d'inattività e proteggere i macchinari critici. Veloci nella consegna.

Informazioni su PCB Piezotronics (www.pcb.com)

PCB Piezotronics è leader mondiale nella progettazione e produzione di microfoni, vibrazione, forza, coppia, carico, deformazione, e sensori di pressione, come ICP®, pioniere della tecnologia dei sensori. Questa strumentazione è utilizzata per test, misura, monitoraggio, comunicazione e controllo nei settori automobilistico, aerospaziale, industriale, ricerca e sviluppo, militare, educativo, commerciale, applicazioni OEM, ecc. I prodotti, di pronta consegna e coperti da una garanzia PCB®, usufruiscono di servizi supportati da una rete di distribuzione globale, fortemente impegnata verso la Soddisfazione Totale del Cliente.

PCB e ICP sono marchi registrati di PCB Group, Inc.

Notizie dalle altre Associazioni

OTHER ITALIAN ASSOCIATIONS

This section reports the contributions from Associations wishing to use Tutto_Misure as a vehicle to address their information to the readers.

RIASSUNTO

Questa rubrica riassume i contributi e le notizie che provengono dalle Associazioni che vedono nella Rivista uno strumento per veicolare le loro informazioni al pubblico di Tutto_Misure.

PRESENTAZIONE DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA PROPRIETÀ TERMOFISICHE (AIPT)



Cari lettori di Tutto Misure, è con grande piacere che il Comitato Direttivo dell'AIPT – Associazione Italiana Proprietà Termofisiche, presenta in questa sede l'Associazione stessa, in occasione della sua adesione come unità esterna al GMEE – Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche. AIPT è un'associazione senza scopo di lucro, finalizzata a promuovere le collaborazioni tecnico-scientifiche e gli scambi culturali tra i ricercatori e i tecnici del settore. L'Associazione si propone di creare una comunità italiana di esperti attraverso la diffusione delle informazioni, il supporto di eventi di disseminazione e confronto, il coordinamento di attività in essere, la cooperazione con altre organizzazioni e iniziative nazionali nell'ambito della

misura e dello sfruttamento delle proprietà termofisiche dei materiali.

Le proprietà termofisiche si articolano in: **proprietà termodinamiche** (calore specifico, dilatazione termica, ecc.), **proprietà di trasporto** (di energia come conducibilità termica e diffusività termica, o di quantità di moto come viscosità), **proprietà radianti** (emissività termica, riflettività, ecc.). Di tutte queste gli associati all'AIPT coltivano sia la misura, attraverso l'implementazione e lo sviluppo di metodologie consolidate o innovative, sia l'ottimizzazione ai fini delle applicazioni, perseguita tramite la definizione di approcci modellistici per la simulazione al computer e/o la sperimentazione diretta in laboratorio e sul campo. L'AIPT nasce nel 1989. Da allora ha organizzato e co-organizzato una lunga serie di eventi scientifici, di rilevanza anche internazionale, cui vanno aggiunte giornate di studio tematiche, svoltesi in diverse sedi e con la partecipazione di esponenti del mondo scientifico e di quello industriale, che sarebbe troppo lungo elencare in queste pagine. Nel 2004-2006 l'Associazione ha anche partecipato, in veste di unità operativa, al progetto europeo **Evitherm** (European Virtual Institute of Thermal Metrology) ed è oggi **membro della Evitherm Society**, nata da quel progetto.

Associati storici dell'AIPT sono stabilmente coinvolti nel Comitato Organizzatore Internazionale di **TEMPMEKO**

(International Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science), delle European Conferences on Thermophysical Properties, nonché nell'Editorial Board d'importanti riviste. Inoltre, l'AIPT pubblica internamente una newsletter distribuita a soci e non soci e, soprattutto, organizza regolarmente dal 1994 un proprio Convegno annuale del quale vengono sempre pubblicati gli Atti in volume cartaceo. Tra i risultati a oggi ottenuti dall'Associazione si può vantare lo sviluppo di una piccola ma agguerrita comunità scientifica, contraddistinta da una forte interazione tra i membri e che vede la presentazione e pubblicazione di lavori scientifici congiunti, la partecipazione a progetti di ricerca europei e nazionali, l'interazione sistematica con diversi attori della comunità scientifica nazionale (università, centri di ricerca, fornitori di strumentazione, ecc.), la creazione di archivi dati delle attività nazionali del settore e la collaborazione con altre organizzazioni nazionali e internazionali. Tra gli obiettivi che ci si prefigge per il futuro, vi è in posizione prioritaria un'ancora maggiore **interazione con l'industria**, al fine di promuovere il travaso di conoscenze ed esperienze tra ricerca scientifica e ricerca industriale. In secondo luogo, ci si propone la creazione di un **database aggiornato**, implementato sul sito web dell'Associazione, che informi i visitatori sulle capacità dei diversi associati e dei loro enti di appartenenza in tema di misura e ottimizzazione delle proprietà termofisiche. In ultimo, e qui si torna all'oggetto di questa comunicazione, si intende consolidare la collaborazione con altre organizzazioni

franco.docchio@ing.unibs.it

operanti in settori simili e/o complementari come, per l'appunto, il GMEE.

Per il prossimo futuro, si confida innanzitutto che per il GMEE l'estendere le proprie competenze anche al settore termico con l'AIPT non possa che fornire ritorni positivi. Dal nostro punto di vista, ci si aspetta una più ampia visibilità a colleghi di estrazione universitaria che si occupano di argomenti simili o collegati, nonché a ricercatori di estrazione industriale, ad esempio di aziende operanti nell'ambito degli strumenti di misura, di cui si è con piacere riscontrata l'attiva partecipazione alle attività del GMEE. Più in generale, le numerose linee di ricerca portate avanti dal GMEE, la sistematicità e l'efficienza con la quale ognuna di esse ci appare seguita e i suoi risultati pubblicizzati all'assemblea annuale dei soci o attraverso questa rivista, l'avvicinamento attualmente in atto con il GMMT – Gruppo Misure Meccaniche e Termiche, e soprattutto il fermento e la dinamicità che sembrano animare

le diverse attività del GMEE, ci permettono di confidare nello sviluppo di sinergie e in positive ricadute per le Associazioni.

Il Comitato Direttivo dell'Associazione Italiana Proprietà Termofisiche: Alberto Muscio (Presidente), Elena Campagnoli (Segretario), Francesco Righini (Tesoriere), Giuseppe Ruscica, Paolo Coppa (Revisori dei Conti).

m	kg	s	A	T	mol	cal
e	A.	L.	A.	T.	I.	π

Associazione dei Laboratori Accreditati di Taratura Italiani

COSTITUZIONE DI ALATI, L'ASSOCIAZIONE DEI LABORATORI ACCREDITATI DI TARATURA ITALIANI

Durante il XXVI Convegno dei Laboratori Accreditati di Taratura, tenutosi a Torino il 6 Giugno scorso, è stata presentata l'**Associazione Laboratori Accreditati di Taratura Italiani – ALATI**, che colma un vuoto di rappresentanza dei Laboratori di Taratu-

ra all'interno dell'Ente unico di accreditamento ACCREDIA.

Il primo obiettivo dell'Associazione è quello di entrare a far parte dei soci di ACCREDIA, avendo quindi diritto di parola e di voto all'interno del Comitato di Indirizzo e Garanzia (CIG) dell'Ente Unico di Accreditamento, e di collaborare con le altre associazioni affinché il mondo dei laboratori abbia la giusta considerazione nel sistema qualità Italia, in ambito sia volontario sia cogente.

L'Associazione è indipendente, apolitica, non persegue fini sindacali; non ha personalità giuridica, non persegue fini di lucro né svolge attività commerciali o d'impresa. Possono iscriversi all'Associazione i Laboratori Accreditati di prova e/o di taratura in regola, o in fase di accreditamento, privati o a capitale privato con partecipazione pubblica.

Paolo Giardina è il primo presidente della neocostituita associazione; Carmelo Pollio è il vicepresidente.

Per informazioni:

assoalati@gmail.com

NEWS

KISTLER VA OLTRE I LIMITI: SENSORI AD ALTA TECNOLOGIA PER APPLICAZIONI HEAVY-DUTY

I sensori e i sistemi della Kistler sono in grado di offrire impressionanti prestazioni negli ambiti applicativi in cui le soluzioni proposte da altri fornitori mostrano chiari limiti. Con il suo motto "Kistler va oltre i limiti" la multinazionale svizzera enfatizza una propria caratteristica peculiare: quella di poter offrire nel suo catalogo sensori di pressione, forza, coppia e accelerazione.

Elevate sensibilità, estremi intervalli di misura, eccezionali temperature di funzionamento e particolare flessibilità a livello applicativo rappresentano gli esclusivi vantaggi offerti dai sen-

sori Kistler nelle applicazioni industriali e di laboratorio.

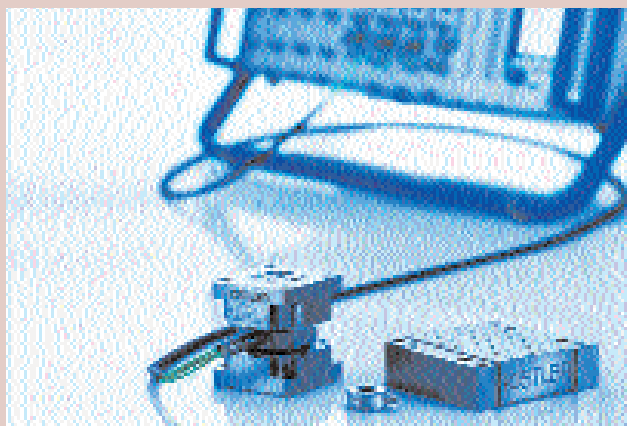
I sensori e gli elementi di misurazione Kistler spesso superano i sensori tradizionali, in vari ambiti: i sensori di pressione, ad esempio, possono operare in presenza di temperature di esercizio estreme, di eccezionali frequenze naturali e sensibilità particolarmente elevate; i sensori di forza coprono una gamma straordinariamente ampia di campi di misura, dai sensori di forza in miniatura con 0 ... 200 N fino ai sensori di calibrazione pressione e forza 0 ... 20 MN.

Dinamometri compatti di svariate dimensioni misurano le diverse componenti delle forze. I sensori di coppia modulari *KiTorq*, con unità separate di misura e di valu-

tazione della coppia, offrono la massima precisione di misura fino a 3.000 N-m. I sensori di accelerazione piezoelettrici o capacitivi della Kistler, estremamente leggeri ma robusti, operano in una gamma di alte frequenze, con elevata sensibilità e massima dinamica.

Per ulteriori informazioni:

www.kistler.com



V. Lacquaniti, N. De Leo, M. Fretto, A. Sosso

Campioni Josephson e Metrologia Elettrica

Stato dell'arte e nuove idee



JOSEPHSON STANDARDS FOR THE ELECTRICAL METROLOGY

We discuss the applications of Josephson junctions in Metrology. The literature regarding the most successful techniques is reviewed. The basic operating principles of today's DC standards and the proposal to extend the application of Josephson effect to non-stationary signals are reported and compared.

RIASSUNTO

Sono presentate le applicazioni delle giunzioni Josephson in Metrologia e analizzate in base ai dati riportati in letteratura le tecnologie più affermate. L'attenzione è rivolta soprattutto ai principi di funzionamento dei campioni in CC attualmente impiegati nella Metrologia primaria e ai metodi proposti per estendere l'impiego dell'effetto Josephson ai segnali non stazionari.

INTRODUZIONE

I campioni di tensione basati su giunzioni Josephson sono i circuiti superconduttori più complessi attualmente in uso, nonché il principale risultato della metrologia quantistica. Tuttavia alcuni aspetti devono essere migliorati per un impiego più esteso e un'eventuale integrazione in strumenti di misura. Un punto ancora critico è l'estensione dei riferimenti di tensione alla corrente alternata o alla generazione di tensioni programmabili e, dal momento che richiedono array, sono più complessi e con massimo livello di integrazione, bassa dissipazione di potenza e immunità al rumore delle tensioni prodotte. Queste caratteristiche devono essere soddisfatte attraverso la scelta più adatta di specifici parametri delle giunzioni. Esamineremo i diversi tipi di giunzioni, discutendo i vantaggi e gli svantaggi di ogni tipologia.

EFFETTO JOSEPHSON E GIUNZIONI JOSEPHSON

L'effetto Josephson è un effetto quantistico macroscopico di precisione

intrinseca fondamentale, che si verifica in presenza di un legame debole tra due superconduttori. Le proprietà essenziali di un materiale superconduttore sono (i) l'annullamento della resistenza in corrente elettrica continua e (ii) l'impossibilità per un campo magnetico di penetrare all'interno, fino a un valore critico che è caratteristico di ogni materiale. Nei materiali superconduttori al di sotto di una temperatura critica T_c e di un campo magnetico critico, tutti gli elettroni "condensano" alla stessa energia. In questo stato i portatori di carica, le coppie di Cooper, possono fluire senza dissipazione. Le coppie di Cooper hanno quindi il doppio della carica elettrica dell'elettrone [1].

L'effetto Josephson è stato prima teoricamente previsto, quindi osservato in giunzioni tunnel con due elettrodi superconduttori separati da una barriera isolante (dell'ordine del nm) [2]. La conduzione è non dissipativa fino a un valore critico di corrente I_c , la cui ampiezza è determinata dalla geometria della giunzione, dai materiali e dalla temperatura di esercizio. In queste condizioni la corrente I dipende solo dalla differenza di fase φ

delle due funzioni d'onda che descrivono gli elettrodi superconduttori:

$$I = I_c \sin \varphi \quad (1)$$

Quando la corrente di polarizzazione è maggiore di I_c , compare una tensione V associata a una corrente oscillante, la cui frequenza f è legata alla tensione dalla seconda equazione Josephson.

$$V = (h/2e) \times f \quad (2)$$

L'ultima relazione è alla base della metrologia della tensione moderna. La quantità $h/2e$ si chiama φ_0 , e rappresenta il quanto di flusso. L'equazione (2) è indipendente da qualsiasi caratteristica del dispositivo o qualsiasi condizione operativa, in particolare non ha alcuna deriva temporale. Negli esperimenti metrologici, la frequenza Josephson, che è nel range dei GHz, è modulata da un segnale a microonde e si osservano gradini a tensione $V = n (h/2e) \times f$, con n intero 1, 2, ... Siccome la frequenza può essere stabilizzata e misurata con elevata accuratezza, i gradini possono essere utilizzati come tensione di riferimento nelle misure primarie. Per una frequenza di 70 GHz, la tensione del gradino $n=1$ di tensione è circa 135 μ V. Esperimenti in cui la tensione fornita da due diversi dispositivi Josephson veniva rilevata con i più sensibili dispositivi attualmente disponibili non hanno mostrato differenze fino a livello di parti in 10^{-16} . L'incertezza della tensione generata da una giunzione Josephson è quindi limitata essenzial-

I.N.Ri.M. – Istituto Nazionale
di Ricerca Metrologica
v.lacquaniti@inrim.it

mente dall'incertezza con cui è noto il valore della frequenza di lavoro.

LE GIUNZIONI JOSEPHSON COME CAMPIONI DI TENSIONE

Una giunzione Josephson può essere realizzata in modi diversi. In particolare, per l'applicazione di campioni di tensione, dopo i primi tentativi con contatti a punta, non riproducibili e con tensioni generate di circa 1 mV, sono state sviluppate tecniche a film sottile, con processi analoghi a quelli della microelettronica.

Le giunzioni utilizzate in applicazioni in CC si basano su giunzioni SIS (Superconduttore-Isolante-Superconduttore) isteretiche con gradini di tensione su intervalli di valori di corrente che variano dalla polarizzazione positiva a quella negativa, incluso il caso di polarizzazione nulla. L'impiego di gradini a corrente nulla [3] ha permesso di superare molte difficoltà tecnologiche, e ha reso possibile la realizzazione di array con migliaia di giunzioni in serie per raggiungere livelli di uscita fino a 10 V, richiesti dalle applicazioni metrologiche. La disponibilità di campioni a 10 V con accuratezza quantistica ha portato a notevoli miglioramenti nel campo della metrologia della tensione continua, ed è ora possibile nei laboratori primari effettuare tarature di tensioni continua a livello dei 10 V con incertezze relative a livello di parti in 10^{-11} [4].

DAI CAMPIONI IN CC ALL'IMPIEGO IN CA E PER TENSIONI ARBITRARIAMENTE VARIABILI

Recentemente la ricerca si è spostata sull'estensione degli array Josephson alle misure in corrente alternata. A questo scopo è stato proposto l'uso di giunzioni Superconduttore-Normale-Superconduttore (SNS) con comportamento non-isteretico, che consentono di controllare la variazione della tensione di uscita per mezzo della cor-

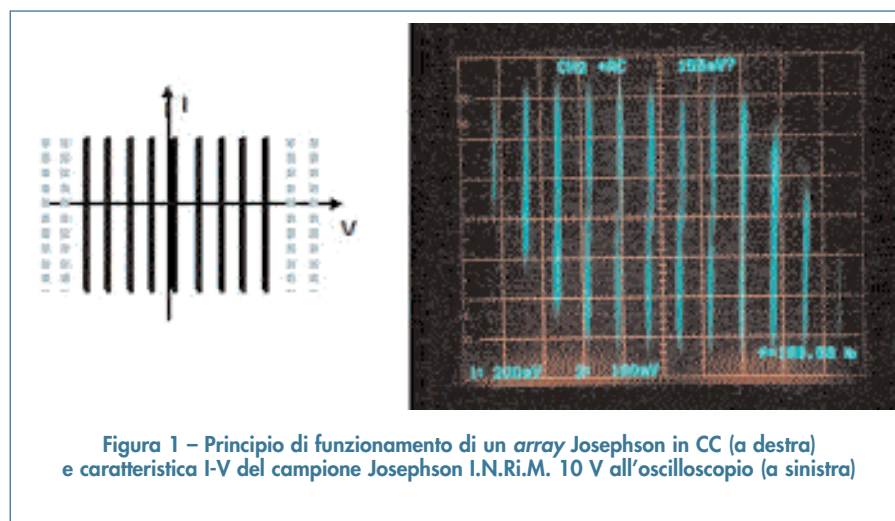


Figura 1 – Principio di funzionamento di un array Josephson in CC (a destra) e caratteristica I-V del campione Josephson I.N.Ri.M. 10 V all'oscilloscopio (a sinistra)

rente di polarizzazione. Questo non avviene nelle giunzioni isteretiche dei campioni CC, in cui i gradini si sovrappongono e condividono lo stesso intervallo di correnti.

Nei campioni cosiddetti programmabili le correnti di polarizzazione attivano diverse sezioni di un array. Le sezioni hanno un numero di giunzioni che cresce con una progressione a potenze di due, per cui la sezione i -esima serie è costituita da 2^i giunzioni. Combinando le sezioni, è quindi possibile generare additivamente tensioni binarie con lo stesso principio usato in elettronica digitale per i convertitori DAC [6].

Molti sforzi sono stati dedicati a realizzare array con accuratezza superiore a quella degli attuali campioni CA, per soddisfare le esigenze della

moderna metrologia primaria. Varie tecnologie si sono dimostrate efficaci nel fornire tensioni fino a 10 V con buone proprietà metrologiche. Gli array Josephson programmabili sono finora il tentativo più riuscito di estendere le applicazioni metrologiche dei campioni Josephson oltre la CC. Array programmabili che operano a 1 V sono stati effettivamente utilizzati per diverse applicazioni: come campioni viaggiatori per i confronti internazionali [7], per la generazione di tensioni variabili in una "bilancia del watt" [8], come impedenza quantistica e campioni di potenza [9]. Inoltre, solo i campioni programmabili sono in grado attualmente di fornire tensioni di uscita al di sopra di 1 V, e addirittura superiori a 10 V [10].

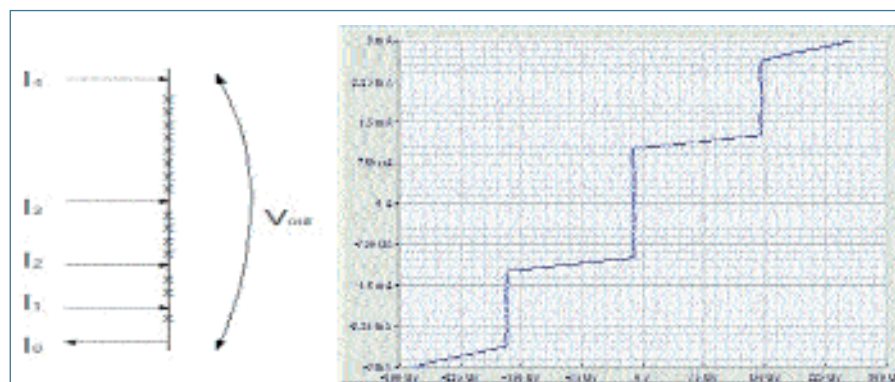


Figura 2 – Principio di funzionamento degli array Josephson programmabili (a destra) e caratteristica I-V di un campione programmabile "SNIS" [7] realizzato all'I.N.Ri.M. (a sinistra)

Questa tecnica presenta tuttavia alcune limitazioni, la più grave delle quali è legata ai tempi di commutazione. Durante i transitori, la tensione dell'array non è nota e l'incertezza aumenta con la durata (frazione di periodo) dei transitori. Dal momento che i vincoli tecnologici impediscono di ridurre i transitori oltre un certo tempo limite, gli array programmabili hanno incertezze adeguate alla metrologia primaria solo per segnali con frequenze fino a poche centinaia di Hz [11]. Una delle prime applicazioni di un array programmabile come campione CA è stata in un confronto con la tensione CC di un convertitore termico che ha dimostrato accuratezze fino a 100 Hz meglio di una parte su 10^7 . Per superare i limiti dei campioni programmabili, sono stati proposti array che operano con un'onda quadra impulsata. Usando brevi impulsi invece di un segnale sinusoidale a rf si può modulare in modo efficace il periodo, in un ampio intervallo di frequenze [12], [13]. L'accuratezza intrinseca deriva dal controllo dei quanti di flusso trasferiti dagli impulsi attraverso le giunzioni. La tensione di uscita è esattamente calcolabile in termini di costanti fondamentali se il numero dei quanti di flusso per unità di tempo, cioè la frequenza di ripetizione degli impulsi, è noto.

Gli apparecchi per la generazione degli impulsi sono sofisticati e costosi, e la progettazione di linee di trasmissione a rf è complessa, a causa della ricchezza armonica del segnale. Le tecniche sviluppate per i segnali in microonda quasi monocromatici non sono direttamente applicabili a impulsi a banda larga. Inoltre, è estremamente difficile generare un segnale bipolare, per cui sono necessarie tecniche molto elaborate di polarizzazione, con una sinusoidale e un segnale a impulsi sincronizzati. Nonostante le difficoltà di fabbricazione, l'adozione di metodologie a parametri concentrati sembra al momento la soluzione più praticabile. La lunghezza dell'array deve dunque essere inferiore alla lunghezza d'onda λ del segnale. Il va-

lore massimo accettabile per le dimensioni dell'array è di solito fissato a $\lambda/8$. Nonostante tutte queste difficoltà, array con ben 10.000 giunzioni sono stati realizzati con successo, e sono stati sintetizzati segnali fino a 275 mV rms con precisione quantistica ed estrema purezza spettrale [14].

Questa panoramica non sarebbe completa senza un accenno alla tecnica *Rapid Single Flux Quantum* [15]. Nei campioni RSFQ, i segnali di tensione sono generati con accuratezza fondamentale dal controllo del flusso quantizzato di una giunzione Josephson. La generazione dei quanti di flusso è "innescata" da una sequenza d'impulsi sincronizzata, in analogia con il metodo sfruttato nei campioni in CC. Non occorre l'apparato a microonde complesso e costoso dei campioni ordinari: il segnale di comando viene generato dallo stesso dispositivo superconduttore. Un DAC RSFQ a 10 bit in grado di generare fino a 20 mV è stato recentemente descritto in letteratura.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] J. Bardeen, L.N. Cooper, J.R. Schrieffer, Theory of Superconductivity, *Phys. Rev.*, 108(5): 1175-1204, 1957S. Tsai, A.K. Jain, J.E. Lukens, High-precision test of the universality of the Josephson voltage-frequency relation, *Phys. Rev. Lett.*, 51(4):316-319, 1983.
[2] B.D. Josephson, Possible new effects in superconductive tunnelling, *Physics Letters*, 1(7): 251-253, 1962.
[3] M. T. Levins, R.Y. Chiao, M.J. Feldman, B.A. Tucker, An inverse ac Josephson effect voltage standard, *APL*, 31, 11, 776 (1977).
[4] R. Behr and A.S. Katkov 2005 *Metrologia* 42 01005 doi:10.1088/0026-1394/42/1A/01005
[5] C.A Hamilton, C.J. Burroughs, and R.L. Kautz. Josephson d/a converter with fundamental accuracy. *IEEE Trans. Instr. Meas.*, 44(2):223-225, 1995.
[6] V. Lacquaniti, N. De Leo, M. Fret-

to, A. Sosso, F. Muller, J. Kohlmann, 1 V Programmable Voltage Standards based on SNIS Josephson Junctions Series Arrays, *Superc. Sci. Tech.*, 24: 045004-045007, 2011.

[7] R. Behr, J. Kohlmann, J.T.B.M. Janssen, P. Kleinschmidt, J.M. Williams, S. Djordjevic, J.P. Lo-Hive, F. Piquemal, P.O. Hetland, D. Reymann, et al. Analysis of different measurement setups for a programmable Josephson voltage standard. *IEEE Trans. Instr. Meas.*, 52(2):524-528, 2003.

[8] G. Geneves, P. Gournay, A. Gosset, M. Lecollinet, F. Villar, P. Pinot, P. Juncar, A. Clairon, A. Landragin, D. Holleville, et al. The BNM watt balance project. *IEEE Trans. Instr. Meas.*, 2005.

[9] C.J. Burroughs, S.P. Benz, P.D. Dresselhaus, B.C. Waltrip, T.L. Nelson, Y. Chong, J.M. Williams, D. Henderson, P. Patel, L. Palafox, et al. Development of a 60 Hz Power Standard Using SNS Programmable Josephson Voltage Standards. *IEEE Trans. Instr. Meas.*, 56(2):289, 2007.
[10] H. Yamamori, T. Yamada, H. Sasaki, and A. Shoji. A 10 V programmable Josephson voltage standard circuit with a maximum output voltage of 20 V. *Superconductor Science and Technology*, 21(10): 105007, 2008.

[11] J. Kohlmann, R. Behr, and T. Funck. Josephson voltage standards. *Measurement Science and Technology*, 14(8):1216-1228, 2003.

[12] J-H. Kim A. Sosso, A.F. Clark Dynamics of overdamped Josephson junctions driven by a square-wave pulse, *JAP*, 83,6, 3225-3232 (1998).

[13] J-H. Kim A. Sosso. Phase lock of non-hysteretic Josephson junctions with pulse bias: analytical properties, *Phil. Mag. Part B*, 1463-6417, 80, 5, 973 - 977 (2000).

[14] S.P. Benz. Synthesizing accurate voltages with superconducting quantum-based standards, *IEEE Instrum. Mag.*, vol.13, no.3, pp.8-13, June 2010.

[15] V.K. Semenov. Digital to analog conversion based on processing of the SFQ pulses. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 3(1 Part 4):2637-2640, 1993.



Vincenzo Lacquaniti è nato nel 1952 si è laureato presso il Politecnico di Torino nel 1975. Ricercatore presso il Galileo Ferraris dal 1979 poi I.N.Ri.M., è esperto di dispositivi quantistici a film sottile per le misure di precisione. Ha lavorato alla messa in opera dei primi campioni quantistici italiani di tensione e di resistenza. Ha messo in opera un laboratorio dedicato alle tecnologie a film sottile per le misure. Autore di circa 100 lavori su rivista. È stato membro del consiglio di amministrazione dello IEN ed è attualmente responsabile della divisione elettromagnetismo dell' I.N.Ri.M.



Natascia De Leo è nata nel 1972 e si è laureata in Chimica Industriale all'Università degli Studi di Torino nel 1997. Dal 2005 lavora in I.N.Ri.M. come ricercatore presso il settore Nanotecnologie e Microsistemi. La sua attività di ricerca riguarda la realizzazione e la caratterizzazione di dispositivi quantistici a superconduttore basati su giunzioni Josephson impiegabili come sensori di precisione per la metrologia primaria e per le misure di precisione.



Matteo Fretto è nato a Chieri nel 1979, si è laureato in Ingegneria dei Materiali presso il Politecnico di Torino nel 2004. Dal 2005 è in I.N.Ri.M., dove ha conseguito il dottorato di ricerca in "Metrologia: scienza e tecnica delle misure" e dal 2010 lavora presso il settore Nanotecnologie e Microsistemi. La sua attività di ricerca riguarda la fabbricazione e la caratterizzazione di dispositivi quantistici per la metrologia e l'elettronica superconduttiva basati su giunzioni Josephson.



Andrea Sossò è nato a Biella nel 1964 e si è laureato in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Torino. Dal 1990 si occupa del mantenimento e dello sviluppo di campioni per la Metrologia Elettrica presso l'IEN/I.N.Ri.M. È responsabile del campione nazionale di tensione elettrica. I suoi interessi principali riguardano la metrologia quantistica con dispositivi a superconduttore e l'elettronica per le misure elettriche.

NEWS

SENSORI A INFRAROSSI CON DOPPIO PUNTATORE LASER



La nuova serie OPRIS di sensori a infrarossi è ideale per la misura istantanea della temperatura nelle applicazioni in cui sono richieste elevate prestazioni e dove la dimensione dello *spot* risulta di notevole importanza. I sensori sono dotati di

puntatore a doppio raggio laser che, al contrario della maggior parte dei pirometri con laser singolo, segue il percorso ottico dell'infrarosso indicando la dimensione precisa dello *spot* e la grandezza del campo di misura a ogni distanza. Il più piccolo *spot* raggiungibile viene indicato sul *target* da un unico punto che si forma quando i due raggi laser collimano.

Grazie alla dimensione minima dello *spot* di misura la serie laser è utilizzata principalmente in processi industriali, applicazioni R&D e laboratori.

La versione *CSlaser* è molto compatta in quanto l'elettronica è integrata nella testa del sensore; la *CTlaser* invece è costituita da testa ed elettronica separata offrendo un'ampia gamma di scelta tra diverse interfacce (USB, RS-232, RS-485, Profibus, Ethernet, uscite relé) e *display* LCD retro-illuminato. Sensori di notevole versatilità in quanto, con

una semplice sequenza di tasti, è possibile regolare l'emissività del materiale e il tempo di risposta. Inoltre il segnale è disponibile in forma analogica configurabile: 0-4/20 mA, 0/5-10 V oppure equivalente a una termocoppia K o J.

La robustezza ne consente l'utilizzo a temperature ambiente fino a 85 °C senza raffreddamento della testa di misura. A seconda del modello e dello spettro d'interesse i campi di misura variano da -50 a 2.200 °C con risoluzioni fino a 0,025 °C. In particolare le serie 1M, 2M, 3M lavorano a lunghezze d'onda specifiche per superfici metalliche (1µm /1,6 µm /2,3 µm) riducendo l'errore di misura quando l'emissività del materiale cambia o non è nota. Disponibili come elementi opzionali il software *CompactConnect*, per configurare il sensore e acquisire le misure, vari accessori quali lenti CF (*Close Focus*), staffe di fissaggio a diversi gradi di libertà, custodie e dispositivi di purga dell'aria a flusso laminare.

Per ulteriori informazioni:
www.luchsinger.it

2012-2013 eventi in breve

2012

5 - 7 OTTOBRE	Barcelona, Spain	IJCCI 2012 – International Joint Conference on Computational Intelligence	www.ijcci.org
7 - 10 OTTOBRE	San Diego, USA	International Semiconductor Laser Conference	www.islc-ieee.org
16 - 18 OTTOBRE	Bologna, Italy	2 nd International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway and Ship Propulsion	www.esars.org
16 - 19 OTTOBRE	Torino, Italy	13 th Int'l Computer Graphics Conference (VIEW)	www.viewconference.it
21 - 25 OTTOBRE	Crete, Greece	4 th International Symposium on Transparent Conductive Materials (TCM2012)	www.iesi.forth.gr
21 - 26 OTTOBRE	San Diego, USA	ASPE 27 th Annual Meeting	http://aspe.net/technical-meetings/2012-annual-meeting
22 - 23 OTTOBRE	Singapore	3 rd Annual International Conference on Advanced Topics in Artificial Intelligence	www.aiconf.org
22 - 23 OTTOBRE	Singapore	3 rd Annual International Conference on Network Technologies and Communications (NTC 2012)	www.networkcomm.org
26 - 28 OTTOBRE	Chongqing, China	2 nd International Conference on Information Science and Manufacturing Engineering (ICISME 2012)	http://isme2012.cqnu.edu.cn
26 - 28 OTTOBRE	Wuhan, China	Engineering (ICISME 2012)	www.engii.org/cef2012/CEEE2012.aspx
28 - 31 OTTOBRE	Taipei, Taiwan	CEEE2012 – International Conference on Electronics and Electrical Engineering IEEE Sensors 2012	www.ieee-sensors.org
2 - 6 NOVEMBRE	Kaohsiung, Taiwan	2 nd International Conference on Engineering and Technology Innovation 2012 (ICETI2012)	www.2012iisconferences.org/iceti
5 - 8 NOVEMBRE	Tainan City, China	3 rd IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SmartGridComm 2012)	www.ieee-smartgridcomm.org
14 - 15 NOVEMBRE	Macau, Macau	3 rd International Conference on Applied Mechanics and Mechanical Engineering (ICAMME 2012)	www.icamme-conf.org
14 - 16 NOVEMBRE	Seoul, South Korea	IEEE VNC – Vehicular Networking Conference 2012	www.ieee-vnc.org
19 - 20 NOVEMBRE	Singapore	3 rd Annual International Conference on computer science education: innovation and technology (CSEIT 2012)	www.cseducation.org
22 - 24 NOVEMBRE	Belgrade, Serbia	2012 Telecommunications Forum TELFOR2012	www.telfor.rs/?lang=en
28 - 30 NOVEMBRE	Paris, France	2012 1 st IEEE International Conference on Cloud Networking (IEEE Cloudnet 2012)	www.ieee-cloudnet.org
5 - 6 DICEMBRE	NPL, London, UK	3 rd EUSPEN Topical Meeting – Structured and Freeform Surfaces	www.sfs2012.euspen.eu
7 - 9 DICEMBRE	Shenyang, China	The International Conference on Control Engineering and Communication Technology – ICCECT 2012	www.iccect.org
13 - 16 DICEMBRE	Singapore	IEEE Photonics Global Conference	www.photonicsglobal.org
14 - 16 DICEMBRE	Wuhan China	4 th International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering (CISE 2012)	www.ciseng.org/2012

2013

5 - 7 FEBBRAIO	Brescia, Italy	AISEM 2013 – International Conference of the Italian Association of Sensors and Microsystems	www.aisem2013.eu
11 - 14 FEBBRAIO	Barcelona, Spain	6 th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies – BIOSTEC 2013	www.biostec.org
15 - 17 FEBBRAIO	Barcelona, Spain	2 nd International Conference on Pattern Recognition Applications and methods – ICPRAM 2013	www.icpram.org
15 - 17 FEBBRAIO	Barcelona, Spain	5 th International Conference on Agents and Artificial Intelligence ICAART 2013	www.icaart.org
19 - 21 FEBBRAIO	Barcelona, Spain	PECCS 2013 – International Conference on Pervasive and Embedded Computing and Communication Systems	www.peccs.org
17 - 21 MARZO	Anheim, USA	OFC-NFOEC	www.ofcnfoecconference.org
20 - 22 MARZO	Bilbao, Spain	International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'13)	www.icrepq.com
17 - 18 APRILE	Torino, Italy	Affidabilità & Tecnologie – 7 th edition	www.affidabilita.eu
11 - 13 GIUGNO	Alghero (SS), Italy	4 th International Conference on Clean Electrical Energy (ICCEP 2013)	www.iccep.net
19 - 22 SETTEMBRE	Vilamoura, Portugal	12 th European AAATE Conference, Association for the advancement of Assistive Technology in Europe	www.aaate.org

NUOVI STRUMENTI PER L'ISPEZIONE DI PALE DI TURBINA

Il processo Renishaw per l'ispezione di pale di turbina utilizza il modulo APEXBlade per REVO e il software di metrologia MODUS.

Tutti gli aspetti del processo sono stati progettati per la massima efficienza e rappresentano una soluzione rivoluzionaria per la misura di pale di turbina.



Pianificazione usando APEXBlade

APEXBlade genera percorsi a 5 assi senza collisioni per REVO per raccogliere dati come nuvola di punti sull'intera superficie.

Acquisizione usando MODUS e REVO

REVO scansiona la superficie per ottenere una nuvola di punti a elevata densità sulla superficie.

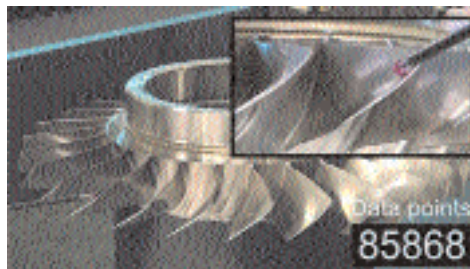


Sezionamento, valutazione e rapporto con MODUS

Creazione di sezioni nominali in CAD in qualsiasi punto della pala, tante sezioni quante servono.

MODUS point cloud sectioner (MPCS)

Con le strategie di misura tradizionali le sezioni trasversali di una pala devono essere misurate individualmente e confrontate con una sezione nominale. Per ogni sezione dev'essere generato un pro-



gramma DMIS. Se serve valutare la conformità di altre sezioni la pala dev'essere rimisurata. MPCS offre un nuovo approccio flessibile. L'acquisizione di dati REVO rende possibile l'acquisizio-

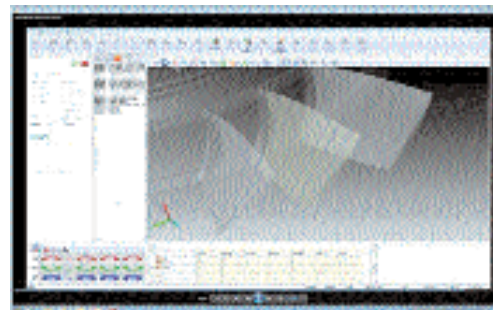
ne dei dati dell'intera pala utilizzando la scansione.

Queste misure generano una nuvola di punti relativi al centro sfera dello stilo sull'intera superficie della pala. MPCS permette quindi d'intersecare la nuvola di punti con un piano trasversale.

MPCS può essere usato quante volte si vuole sullo stesso set di dati, sia al momento della misura, sia in un possibile futuro in cui servano misure ulteriori. Non è necessario rimisurare la pala.

Confrontandolo la sezione nominale da CAD con quella reale da MPCS è possibile un rapporto di profilo e di superficie.

MODUS fornisce strumenti di analisi di profilo con rapporti configurabili. MODUS fornisce anche dati sui parametri aerodinamici della pala Aerofoil evaluation con una funzionalità completamente configurabile.



Per ulteriori informazioni: www.renishaw.it

MISURA DEI TELAI DELLE BICICLETTE AL TOUR DE FRANCE

L'Unione Ciclistica Internazionale (UCI, Union Cycliste Internationale) impiega il ROMER Bike Measurement System per la verifica di telai di biciclette al Tour de France. Sia i telai delle biciclette per gare su strada sia quelli delle biciclette per gare a cronometro sono stati verificati durante il processo di approvazione, per verificare la conformità alla normativa UCI. I test sono stati condotti immediatamente dopo le tappe otto e nove del Tour a Porrentruy in Svizzera e a Besançon, nell'est della Francia. Questa è la prima volta che tale tecnologia viene applicata a una gara ciclistica di questa importanza.

Julien Carron, Coordinatore Tecnico dell'UCI, ha affermato: "L'impiego del ROMER Bike Measurement System al



Tour de France è un passo fondamentale nell'applicazione coerente delle regole, per l'equità assoluta nelle gare e la

trasparenza nel nostro sport. Ci ha permesso di verificare rapidamente sul posto i telai dei concorrenti in modo preciso e con il minimo disturbo per i team".

Si tratta di un sistema di scansione 3D portatile, sviluppato in Svizzera da Hexagon Metrology in stretta collaborazione con la UCI e il Laboratorio di Tecnologia dei Polimeri e dei Compositi (LTC) presso l'Istituto Federale Svizzero della Tecnologia (EPFL). Il sistema si basa sul braccio di misura portatile Hexagon Metrology, il ROMER Absolute Arm con scanner laser integrato.

Per ulteriori informazioni: www.hexagonmetrology.com

COMMENTI ALLE NORME: LA 17025

A cura di Nicola Dell'Arena (ndellarena@hotmail.it)

Non conformità, azioni correttive, azioni preventive, reclami e miglioramento - Parte quarta

Non conformità e azioni correttive

A great success has been attributed to this interesting series of comments by Nicola Dell'Arena to the Standard UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

RIASSUNTO

Prosegue con successo l'ampia e interessante serie di commenti di Nicola Dell'Arena alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. I temi trattati sono: La struttura della documentazione (n. 4/2000); Controllo dei documenti e delle registrazioni (n. 1/2001 e n. 2/2001); Rapporto tra cliente e laboratorio (n. 3/2001 e n. 4/2001); Approvvigionamento e subappalto (n. 3/2002 e n. 1/2003); Metodi di prova e taratura (n. 4/2003, n. 2/2004 e n. 3/2004); Il Controllo dei dati (n. 1/2005); Gestione delle Apparecchiature (n. 3/2005, n. 4/2005, n. 3/2006, n. 3/2006, n. 4/2006, n. 1/2007 e n. 3/2007); Luogo di lavoro e condizioni ambientali (n. 3/2007, n. 2/2008 e n. 3/2008); il Campionamento (n. 4/2008 e n. 1/2009); Manipolazione degli oggetti (n. 4/2009 e n. 2/2010), Assicurazione della qualità parte 1.a (n.4/2010); Assicurazione della qualità parte 2.a (n. 1/2011); Assicurazione della qualità parte 3.a (n. 2/2011). Non conformità, azioni correttive, ecc. parte 1.a (n.4 /2011), parte 2.a (n. 1/2012), parte 3.a (n. 2/2012).

POSIZIONE DI ACCREDIA SUL PUNTO 4.9.2



Per i laboratori di prova, ACCREDIA, oltre alla frase "si applica i requisiti di norma" aggiunge il seguente requisito: "qualora si verificano non conformità che potrebbero mettere in dubbio la validità dei risultati di prove accreditate (ad es. utilizzo di apparecchiature per le quali è scaduto il periodo di taratura/manutenzione previsto o per le quali le operazioni di taratura/manutenzione abbiano dato esito negativo, utilizzo di materiali di riferimento scaduti, ecc.) il laboratorio dovrà sospendere l'emissione di rapporti di prova recanti il marchio ACCREDIA o altro riferimento all'accreditamento relativo a tali prove fino all'avvenuta verifica positiva delle azioni correttive intraprese".

Il requisito precisa e corregge la norma

(giustamente): cioè si applica a non conformità che mettono in dubbio i risultati di prove già effettuate, e non a non conformità dubbie. Inoltre esso elenca casi specifici che possono verificarsi, poiché solo essi possono mettere in dubbio risultati precedenti. I casi elencati sono: (i) utilizzo di apparecchiature fuori dal periodo di taratura; (ii) utilizzo di apparecchiature fuori dal periodo di manutenzione; (iii) utilizzo di apparecchiature fuori dai limiti di taratura; (iv) utilizzo di apparecchiature la cui manutenzione abbia dato esito negativo; (v) utilizzo di materiali di riferimento scaduti. Questi casi sono al limite per un laboratorio accreditato che rispetti il proprio sistema qualità: infatti i sistemi gestionali (vedere altri requisiti della norma) fanno utilizzare metodi per evitare che questi casi possano verificarsi (tenuta sotto controllo dell'incertezza di taratura, targhette di taratura, targhette di non utilizzo fuori dal periodo di taratura/manutenzione, targhette per ricordare la data di scadenza dei materiali di riferimento o della manutenzione). ACCREDIA aggiunge un requisito, non

facile da capire sintatticamente, ma il cui contenuto è logico: "a seguito di non conformità riscontrate il laboratorio deve verificare le conseguenze sui risultati già forniti e ove ne risultino deve avvertire il cliente emettendo anche, se pertinente, rapporti di prova sostitutivi". Naturalmente, trovandosi sul punto 4.9.2, questo requisito è applicabile a situazioni che mettono in dubbio risultati già ottenuti.

Cosa deve fare il laboratorio? Per primo, stare attento affinché questi casi gravi non accadano poiché c'è la sospensione dei rapporti di prova e del marchio. In secondo luogo, valutare le conseguenze sulle prove già effettuate (quindi valutare tra 6 e 12 mesi di prove effettuate: il tempo dipende dalla frequenza di taratura/manutenzione). In terzo luogo, se i risultati sono negativi, avvertire il cliente ed emettere un rapporto di prova sostitutivo con tutte le complicazioni che nascono (difficoltà di ripetere la prova alle stesse condizioni).

Per i laboratori di taratura ACCREDIA non chiede alcunché, riportando la laconica frase "si applica quanto previsto dalla norma". Facendo un parallelo sui requisiti aggiuntivi, per non conformità gravi, si vede che per le prove è richiesto al punto 4.9.2 mentre per le tarature al punto 4.11.1.

REQUISITI PER I LABORATORI DI TARATURA

ACCREDIA riporta i seguenti due requisiti aggiuntivi:

1) "I rilievi individuati dagli ispettori ACCREDIA nel corso delle valutazioni su campo e gli esiti negativi dei confronti di misura devono essere trattati dal Laboratorio/Centro secondo le proprie procedure a ciò predisposte e devono dare origine a correzioni e/o azioni correttive. Ogni rilievo deve

essere trattato singolarmente e non in maniera cumulativa a meno che vengano accorpate in un unico modulo rilevanti tra essi collegati o che si riferiscono allo stesso punto della norma". 2) "Le azioni di recupero successive a valutazioni documentali non necessitano di trattamento secondo procedure di Non Conformità ed Azioni Correttive, se hanno come conseguenza la sola modifica della documentazione". Il punto 4.9 della norma riguarda non conformità riscontrate durante le attività di taratura, quindi non conformità riscontrate internamente. I due requisiti riguardano non conformità riscontrate dall'organismo e quindi esterne al laboratorio. Essi riguardano i rapporti tra laboratorio e organismo e non sono pertinenti con questo punto della norma, ma devono essere inseriti in un altro documento dell'organismo. Tutte le norme parlano di azioni correttive e preventive mentre il secondo requisito parla di azioni di recupero, termine che non esiste nel glossario dei sistemi qualità.

POLITICA, PROCEDURA

Da adesso inizia la trattazione del capitolo 4.11 sulle azioni correttive. Al punto 4.11.1 la norma prescrive che "il laboratorio deve stabilire una politica e una procedura e deve designare autorità appropriate per attuare azioni correttive quando sono state identificate attività non conformi o scostamenti dalle politiche e dalle procedure nel sistema di gestione o nelle attività tecniche".

La norma parla di procedura (per la prima volta al singolare e in modo esatto): quindi per poterla rispettare basta una sola procedura gestionale la quale deve contenere tutto quello che chiede la norma. Per la politica basta riportare nel Manuale della Qualità che cosa si desidera fare. Una piccola riflessione sulla procedura gestionale è necessaria. Per rispettare la norma il laboratorio deve avere due procedure gestionali: quella sulle non conformità e quella sulle azioni correttive. Nella redazione di tali procedure bisogna stare attenti

affinché queste non siano in contrasto l'una con l'altra.

Una piccola stonatura si ha con l'espressione "identificate attività non conformi o scostamenti dalle...", poiché la definizione di non conformità è proprio la mancanza del rispetto delle procedure (frase sovrabbondante). La norma prescrive di applicare questo paragrafo sia al sistema di gestione sia ad attività tecniche e quindi incarna la nuova versione sulle non conformità. Essa dice chiaramente che le azioni correttive si applicano a non conformità identificate (cioè accadute).

AUTORITÀ

Il requisito chiede che il laboratorio designi autorità appropriate per attuare le azioni correttive. È strano che l'autorità (secondo me era meglio "responsabilità") debba essere designata solo per attuare le azioni correttive e non per le altre fasi di tutto il processo. Sulle non conformità tecniche ho già parlato delle responsabilità: per quelle gestionali la scelta delle azioni può essere fatta dal responsabile della qualità o dal direttore generale, mentre l'attuazione dipende dal tipo di non conformità e dal tipo di azione da effettuare.

Facciamo alcuni esempi: se la non conformità si verifica negli acquisti, spetta a loro attuare le azioni; se la non conformità riguarda una procedura tecnica, l'azione deve essere fatta dal Capo Laboratorio; se la non conformità riguarda una procedura gestionale, l'azione correttiva deve essere attuata dal responsabile della qualità. Dire "designare autorità per attuare" non è proprio felice. Tuttavia, nonostante ciò, non rappresenta un problema. Basta dire con chiarezza nel Manuale della Qualità e nella procedura gestionale le diverse responsabilità per attuare le azioni correttive.

IDENTIFICAZIONE DELLA NON CONFORMITÀ

Sullo stesso punto la norma riporta la seguente nota: "un problema concer-

nente il sistema di gestione o le attività tecniche del laboratorio può essere identificato attraverso varie attività, come il controllo delle attività non conformi, gli audit esterni o interni, i riesami da parte della direzione, le informazioni di ritorno dai clienti e le osservazioni del personale". Gli esempi riportati non sono esaustivi poiché ci sono altri casi in cui si possono verificare non conformità. La nota non aggiunge niente sui requisiti, è ripetitiva rispetto alla nota del punto 4.9.1 e con meno esempi, le non conformità tecniche difficilmente si trovano durante il riesame della direzione. A mio parere sarebbe stato meglio se non ci fosse stata.

POSIZIONE DI ACCREDIA SUL 4.11.1

Per i laboratori di prova ACCREDIA prevede la solita "si applica il requisito di norma" con l'aggiunta del seguente "si rammenta che anche le azioni correttive pianificate e comunicate a seguito delle verifiche di seconda e terza parte (es. ACCREDIA) devono essere gestite nell'ambito del sistema di gestione del laboratorio". Non era necessario riportare tale requisito in quanto l'argomento riguarda i rapporti con l'esterno e non precisa niente di quanto la norma richiede.

Per i laboratori di taratura prevede un requisito corposo e importante, che praticamente contiene due requisiti: "nell'applicazione dei requisiti della norma, il Laboratorio/Centro deve distinguere, in base al problema verificatosi, se la causa è di natura tecnica oppure gestionale e designare le autorità appropriate per attuare le necessarie azioni correttive. Nel caso si verifichino problemi di natura tecnica riguardanti le tarature accreditate che impediscano la normale attività, il Laboratorio/Centro è tenuto a informare ACCREDIA dell'accaduto e, nei casi gravi, a chiedere la sospensione fino all'avvenuta risoluzione dei problemi". Il primo è giusto e ne ho già parlato riguardo alle responsabilità. Il secondo è importantissimo ma non c'entra proprio nulla con questo punto della norma: esso doveva essere riportato nel punto 4.9.1.

Mario F. Tschinke

Le meridiane

attraverso i secoli

MERIDIAN LINES THROUGH THE CENTURIES

A brief catalog of the lines drawn by eminent astronomers, most of them on the floors of large Italian churches during the Renaissance, to study the solar system and to reform the calendar.

RIASSUNTO

Si descrivono alcune linee meridiane, quasi tutte tracciate sul pavimento di grandi chiese italiane a partire dalla fine del '400, con i nomi degli astronomi responsabili e delle Autorità committenti.

Quella di uno gnomone di grandi dimensioni avrà quindi sempre contorni molto sfumati, *fuzzy* diremmo oggi. Per le meridiane la situazione peggiora nei mesi invernali, quando la distanza gnomone-ombra è più che doppia rispetto all'estate e la luce è più debole. Il potere risolutivo è pertanto molto modesto e l'approssimazione al minuto primo non si raggiun-

LE MERIDIANE

Si è già detto in un precedente articolo (T_M n. 4/11, pag. 317) dell'orologio di Augusto nel Campo Marzio di Roma, che forse non era un orologio ma solo una linea meridiana. Augusto morì nel 14 A.D. e pochi anni dopo l'orologio, coperto di fango e di detriti, fu abbandonato, l'obelisco crollò alcuni secoli dopo e finì anch'esso sottoterra. Oggi però è di nuovo in piedi e visibilissimo da tutta l'Italia, perché i telegiornali lo inquadrano ogni volta che parlano di quello che succede alla Camera dei Deputati. La sua resurrezione si deve al fatto che gli Storici, fra gli altri Plinio II il giovane, avevano descritto l'*horologium* e così, quando nel '500 un barbiere, scavando un pozzo nero per la sua casa, trovò pezzi di un obelisco, si capì che doveva essere quello, se ne prese nota e lo si lasciò lì per altri 200 anni circa. Benedetto XIV Lambertini nel 1748 lo tirò fuori e Pio VI Braschi nel 1792 lo fece restaurare e collocare nella vicina Piazza Monte Citorio, dove ancora sta. Una bella lapide sopra il portone del n. 3 di Piazza del Parlamento ricorda questi fatti.

Dal 1998 l'obelisco ha riacquisito anche la dignità di gnomone, grazie al tracciamento sul pavimento della piazza (su progetto dell'arch. Franco Zagari) di una linea meridiana molto sobria, che finisce, un po' fuori asse, sulla

soglia del palazzo. È una linea anomala, perché il pavimento della piazza non è piano (poco male) e perché la piazza è troppo piccola: mancano quindi i mesi invernali, Scorpione, Sagittario, Capricorno e Acquario. In questi mesi l'ombra dello gnomone si arrampica sulla facciata fino a raggiungere il primo piano. Su una serie di tasselli metallici ai due lati della linea sono indicati, con l'approssimazione di 1', ora solare UCT, i passaggi dell'ombra in quel punto dell'anno. Purtroppo l'ombra di qualsiasi oggetto è ben leggibile solo entro una distanza modesta, un paio di metri, perché il sole non è puntiforme ma ha un diametro apparente di 0,5 gradi. Con facile calcolo si ottiene che alla distanza di 25 m l'ombra di un punto si distribuisce entro una circonferenza di 22 cm di diametro.



Figura 1 – L'ombra estiva dello gnomone di Piazza Montecitorio alle 13:15 (ora legale) del 27/06/2011. Fotografia dell'autore

Università di Palermo
mtschinke@alice.it



Figura 2 – L'ombra invernale il 4/1/2012 alle 12:21.
Fotografia dell'autore

ge facilmente. (Figg. 1, 2).

Anche l'obelisco di Piazza S. Pietro è, dal 1817 (a cura del mons. Filippo Luigi Gilii; direttore dell'Osservatorio era papa Pio VII Chiaramonti), un gnomone quasi occulto. La linea meridiana, un semplice listello di pietra chiara inserito nel selciato di sampietrini, interrotta da tondi di marmo bianco nei punti cruciali dell'anno, interessa necessariamente solo la semipiazza destra, guardando la facciata della Basilica, e taglia una delle due fontane. Lo gnomone è una croce, non proprio la forma più adatta, ma alla culminazione i due bracci si trovano nello stesso piano del sole e non disturbano. Lo spazio è abbondante e la linea termina a N sul tondo finale con la scritta **solstizio in Capricorno 22 Dicembre**.

Anche questo obelisco ha una storia non trascurabile: eretto anch'esso da un

Faraone a Eliopoli (oggi un sobborgo del Cairo) quasi duemila anni prima di Cristo, era alto in origine più del doppio degli attuali 23 m; la metà superiore venne prima sistemata dai romani nel *Forum Iulii* di Alessandria d'Egitto, poi portata a Roma sotto Caligola nel 37 A.D. e collocata sulla spina di quello che fu poi chiamato il Circo di Nerone. Rimase in questo sito anche dopo che il circo cadde in disuso e il caso volle che lì vicino sorgesse circa tre secoli dopo l'antica basilica costantiniana di San Pietro. È l'unico dei 13 obelischi antichi di Roma che non sia mai caduto, risparmiato dai goti di Totila.

Nel 1586 Sisto V Peretti lo fece trasportare davanti alla basilica, mentre era iniziata la costruzione di quella attuale. Spostamento mitico, organizzato dal ticinese Domenico Fontana, architetto ufficiale del papa, con grande spiegamento di mezzi e durato più di un anno. Si dice che il direttore dei lavori, durante la fase finale, tenesse a portata di mano un cavallo sellato per il caso che qualcosa fosse andata storta. L'eroe dell'operazione fu il marinaio genovese Bresca, che accortosi che le funi rischiavano di cedere, violò la consegna del silenzio assoluto con il grido divenuto famoso: *"acqua alle funi!"*. Non sappiamo come poi l'acqua sia arrivata a bagnare le funi, che certamente erano molte e lunghe.

Abbiamo riportato due esempi di "meridiane per caso", in quanto realizzate utilizzando gnomoni eretti con altri intendimenti. Va detto che fino al '700 le

strade e le piazze delle città italiane non erano quasi mai pavimentate e quindi erano poco adatte a tracciare linee astronomiche: si spiega così come mai l'obelisco di San Pietro sia diventato uno gnomone solo 230 anni dopo la sua collocazione nella piazza. Anche quello di Montecitorio ha aspettato 200 anni. Oggi abbondano le superfici lisce e ragionevolmente piane e cresce la voglia di meridiane all'aperto. Un esempio recente è l'"ornamento matematico" (ottima definizione estendibile a tutte le meridiane "da piazza") del Museo delle Scienze di Firenze, una meridiana tecnologica e molto elaborata, realizzata di sana pianta con dovizia di mezzi. Vedi al sito:

www.museogalileo.it/visita/dovesiamo/ipalazzocastellani/meridiana.html

La storia delle meridiane scientifiche inizia probabilmente a Samarcanda (lat. 39° 39', oggi in Uzbekistan) dove nel 1428 Ulugh Beg (è stato re, successore di Tamerlano) ha costruito un **sestante** con le osservazioni del quale nel 1437 pubblicò un importante Catalogo di Stelle. La linea era disposta su un arco di cerchio con raggio 36 m, in parte in trincea e in parte sopra terra. Non restano tracce dello gnomone. Copernico era ancora in fasce e il Sole orbitava ancora attorno alla Terra.

In Italia comparvero pochi anni dopo **linee meridiane**, tracciate tipicamente sul pavimento di grandi chiese che facevano da camera oscura (NdR: *La Camera Obscura ha origini antichissime, ne parla Aristotele ed è stata usata da astronomi e da pittori vedutisti a cominciare da Leonardo*) (1). In questo caso lo gnomone/obiettivo è un **foro stenopeico** praticato nel tetto, con diametro pari a circa un millesimo dell'altezza. Con questo rapporto l'immagine del Sole (capovolta e inevitabilmente deformata in un'ellisse, con assi lunghi anche alcune decine di centimetri), è ancora ben visibile nella penombra e sufficientemente nitida per essere usata come indice dello strumento di misura così realizzato. Questi strumenti funzionano quindi come telescopi meridiani. Nei secoli seguenti sono serviti fra l'altro a riformare il calendario (Papa Gregorio XIII Buoncompagni, nel



1582), attraverso la misura accurata della durata dell'anno solare, e a studiare l'orbita della terra.

Si elencano, senza pretese di completezza, alcune delle linee meridiane più note, tracciate in ambienti chiusi o coperti, con la data e con il nome dell'astronomo responsabile.

LE MERIDIANE IN CHIESA

Santa Maria del Fiore a Firenze

1475, Paolo Dal Pozzo Toscanelli, fiorentino. Con foro gnomonico sulla lanterna della Cupola a un'altezza di 90 m, può funzionare solo dalla fine di maggio alla fine di luglio per mancanza di spazio sul pavimento del Duomo. Nel '700 se ne è servito il grande astronomo Leonardo Ximenes. È rimasta a lungo inattiva per lavori alla cupola. Data la grande altezza del foro, chiamato "la bronzina", piccoli movimenti della cupola dovuti al vento o a dilatazioni termiche, potevano influire sulle letture. In tempi

più recenti è servita più che altro per monitorare la stabilità della struttura.

La Torre dei Venti a Roma nei Giardini del Vaticano

1578, Ignazio Danti. Qui lavorò la Commissione, voluta da Gregorio XIII e composta, oltre che dal Danti, matematico perugino, da Cristoforo Clavio, matematico e gesuita bavarese e dal medico calabrese Luigi Lilio, che preparò il nuovo calendario, quello cosiddetto gregoriano, poi promulgato nel 1582 e ancora in uso.

San Petronio a Bologna

1655, Gian Domenico Cassini, ligure. È una meridiana importante per le dimensioni, l'autorevolezza del suo autore e per le scoperte che permise di fare sul sistema solare.

S. Maria degli Angeli a Roma

1702, Francesco Bianchini, veronese. Voluta da Clemente XI, Albani, è notevole per la ricchezza e la qualità delle tar-

sie di marmi policromi (i quadretti dei segni zodiacali sono ispirati da un famoso atlante stellare tedesco del 1603 – Fig. 3) per la grandiosità dell'edificio e per le numerose funzioni accessorie, fra cui i transiti di molte stelle sul meridiano. Il foro stenopeico è alto 20,344 m, quindi (alla latitudine di Roma, 41° 54') la linea comincia (solstizio estivo) a 6,869 m e finisce (solstizio invernale) a 44,717 m dal piede della verticale del foro.

Una tabella esposta vicino all'estremità Sud fornisce oggi gli istanti del transito dell'immagine sulla linea, in tempo medio dell'Europa Centrale, per il mese in corso. Fino al 1846 la meridiana servì ai romani per regolare gli orologi, poi il compito fu affidato a un cannone da Castel Sant'Angelo, i cui serventi facevano fuoco quando vedevano cadere una palla di vimini issata ogni giorno lungo un'antenna di legno sul timpano della Chiesa di S. Ignazio. A sua volta questo evento era controllato dagli astronomi del vicino Collegio Romano. Dal 1904 lo

NEWS

ESTENSIMETRI ELETTRICI PER L'ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE

KYOWA è un costruttore primario di trasduttori per grandezze fisiche e strumentazione di misura, acquisizione e analisi per la sperimentazione e il collaudo negli ambiti: meccanico, strutturale, automotive, aerospaziale, dell'ingegneria civile, ecc. In particolare, con oltre 60 anni di esperienza nelle soluzioni per estensimetria, offre una ampia gamma di prodotti in grado di soddisfare le molteplici applicazioni di misura per sollecitazioni e deformazioni dei materiali.

La famiglia di estensimetri KYOWA comprende *strain-gage* di elevata qualità e precisione per impieghi su alluminio, plastiche, calcestruzzo, acciaio, varie leghe metalliche, materiali compositi. Versioni: saldabili, con sensore di



temperatura incorporato, resistenti all'acqua, con temperature operative comprese tra -270 °C e +950 °C. Inoltre, la gamma KYOWA comprende estensimetri adatti alla realizzazione di trasduttori di misura, quali celle di carico, torsimetri, sensori di pressione, accelerometri e sensori di spostamento.

Gli estensimetri KYOWA sono distribuiti in Italia dalla Instrumentation Devices (Como) e ciò consente alla società lombarda, unitamente all'ampia gamma di strumenti specifici già disponibili nel suo catalogo e all'elevata esperienza del suo personale tecnico commerciale, di rappresentare un riferimento primario sul mercato italiano nell'ambito delle applicazioni estensimetriche.

Per ulteriori informazioni:
www.instrumentation.it

sparo, gentilmente offerto dall'Esercito Italiano, avviene dal Gianicolo, sotto il piazzale con il monumento a Garibaldi.

St. Sulpice a Parigi

1727, Henry Sully, astronomo inglese operante in Francia. Voluta da Jean-Baptiste Languet de Gergy, parroco della chiesa, regnante Luigi XV "il Beneamato", ha problemi di spazio per via della posizione geografica (la latitudine di Parigi è $48^{\circ} 50'$) risolti con un bell'obelisco, non egizio, di marmo bianco, alto 11 m, sul quale si arrampica l'estremità invernale della linea, materializzata da un regolo di ottone.

Una lapide ne illustra le funzioni e dice che serve fra l'altro *Ad Certam Paschalis Aequinoctii Explorationem* (com'è bello il latino!). Questa meridiana ha stimolato la fantasia di Dan Brown che, nel suo clamoroso "Codice Da Vinci", ci ha imbastito sopra un'origine pagana e l'ha usata come punto di riferimento per la caccia al Santo Graal, provocando un grande afflusso di turisti. La chiesa ha reagito con un cartello, che cerca di mettere a posto la verità storica.

Sala meridiana della Specola (oggi Museo della Specola) Padova

1776, Giuseppe Toaldo e Vincenzo Chiminello. Piccola, è notevole per avere l'analemma, aggiunto nel 1858.



Figura 3 – Roma, S. Maria degli Angeli, il quadretto con il segno zodiacale della Vergine. Fotografia dell'autore

Duomo di Milano

1786, Giovanni Angelo De Cesaris, lombardo, e Guido Francesco Regio, ligure, abati astronomi di Brera. Voluta dal Regio Imperiale Governo Austro-Ungarico è parallela alla facciata, appena varcato l'ingresso al Duomo. Anche in questo caso la linea risale per circa tre metri sulla parete di sinistra (a Nord) per mancanza di spazio. Alla latitudine di Roma sarebbero bastati circa 51,7 m di pavimento, contro i 61,5 occorrenti, ma non disponibili, a Milano (latitudine $45^{\circ} 28'$), dato che il foro stenopeico si trova a 23,82 m di altezza.

In una tabella in cornice sotto vetro sono consultabili le effemeridi per tutto il semestre in corso.

Cattedrale di Palermo

1794, Giuseppe Piazza, valtellinese, astronomo ufficiale di Ferdinando IV

Borbone, allora regnante. Come quella di Milano aveva una funzione promozionale per l'adozione delle "ore francesi", che però in Sicilia furono imposte per legge solo nel 1798. Dal 1868 fino alla seconda guerra mondiale sul tetto della Porta Nuova, visibile lungo il Casaro fin dal mare, a più di un chilometro di distanza, al mezzogiorno medio calava silenziosamente la "tela", un grande quadrato grigio, comandato dall'adiacente Osservatorio Astronomico del Palazzo Reale.

Monastero di San Nicolò l'Arena, Catania

1841, Wolfgang Sartorius von Waltershausen, da Gottinga, e Christian Heinrich Friedrich Peters, da Flenzburg. Voluta dai benedettini, più che altro come "status symbol". In mancanza di astronomi locali fu realizzata dai suddetti scienziati che erano venuti in Sicilia per fare rilievi sull'Etna. È molto ricca di dati pertinenti ed è corredata da una tavola con i campioni di bronzo delle numerose unità di lunghezza ancora in uso all'epoca.

Chiesa Madre, Acireale

1843, a cura degli stessi Sartorius e Peters.

LE MERIDIANE IN LOGGIATI

Portico di Palazzo della Ragione, Bergamo

1798, Giovanni Albrici. Con analemma aggiunto nel 1857, ha avuto una storia travagliata perché calpestabile dai passanti e perché le sono stati attribuiti significati politici.

Loggia del Palazzo della Borsa vecchia, Trieste

1820 Sebastianutti.



Mario F. Tschinke, classe 1929, ingegnere, è stato Professore Ordinario di Misure Meccaniche nella Facoltà di Ingegneria di Palermo. Collocato a riposo, si occupa di storia della scienza e della tecnica, bricolage metalmeccanico e giardinaggio.

RIVOLUZIONE NEI LASER TRACKER!



CAM2 (Gruppo FARO Technologies) ha lanciato sul mercato Vantage, un vero laser tracker che unisce nuove funzioni a un design estremamente compatto. Funzionalità come SmartFind, MultiView e WLAN integrata permettono

no di accelerare le operazioni di misurazione raggiungendo livelli di velocità ed efficienza senza precedenti. Grazie a dimensioni e peso notevolmente ridotti, il dispositivo risulta altamente portatile. "Il Vantage è una rivoluzione" – dichiara Ken Steffey, Director of Product Management per il CAM2 Laser Tracker – "Questo dispositivo, con la sua combinazione di nuove funzionalità, precisione e portabilità, costituisce qualcosa che non si era mai visto in precedenza nel settore. Il Vantage rappresenta il nuovo standard di riferimento per tutti i laser tracker".

Malgrado la sostanziale riduzione di dimensioni (-25%) e peso (-28%) del Vantage rispetto al suo predecessore, CAM2 è riuscita a integrare nuovi sistemi ottici in linea che di fatto aumentano il raggio di misura del 45%, portandolo a un massimo di 80 metri (diametro pari a 160 m). Grazie alla WLAN integrata, si elimina la necessità di collegamento via cavo al laptop. Ne risulta un tracker portatile, in grado di effettuare più misurazioni con meno spostamenti del dispositivo e in tempi più veloci di quanto non sia mai stato possibile in precedenza. Due delle nuove funzionalità esclusive del Vantage (SmartFind e MultiView) aumentano la produttività riducendo i tempi di misurazione. Il sistema SmartFind risponde a semplici gesti dell'operatore, consentendo al Vantage di trovare velocemente il target desiderato ogni qual volta il raggio laser venga perso o interrotto. Il sistema MultiView (brevetto in corso) utilizza due telecamere integrate che permettono all'utente di puntare automaticamente target specifici, difficili da raggiungere.

Grazie all'impermeabilità e alla resistenza alla polvere (classe IP52), gli operatori possono contare sul Vantage anche in caso di precipitazioni e umidità che comprometterebbero il funzionamento di altri strumenti. "Siamo orgogliosi di poter introdurre sul mercato una soluzione così completa" – spiega Jay Freeland, CEO di CAM2 – "Si tratta davvero di una soluzione senza compromessi per i nostri clienti".

Per maggiori informazioni:

www.faro.com/lasertracker/it/home

QUALITÀ DELL'ENERGIA: ANALIZZIAMOLA!

La qualità dell'energia è un argomento di primaria importanza per la ricerca del miglior risparmio energetico e quindi dell'efficienza energetica in generale. Asita, all'interno della sua ricca gamma di strumentazione, propone gli analizzatori della qualità di rete portatili mod. AR6 e PW3198 le cui caratteristiche sono davvero speciali.

Ottimi per analizzare anche la qualità dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici ed eolici: grazie ai canali d'ingresso per tensione e corrente si possono misurare tensioni e correnti trifase a valle di un inverter e contemporaneamente monitorare la linea monofase o analizzare il conduttore di neutro.

AR6 consente di visualizzare e registrare simultaneamente tutte le misurazioni di cui è capace, in particolare: andamento nel tempo di tutti parametri di rete (V, I, P, Q, S, PF, FQ) compresi i valori energetici, la distorsione armonica totale THD% e la relativa scomposizione in componenti armoniche di tensione e corrente fino al 50° ordine, i fattori di Flicker, di asimmetria del sistema trifase e del Fattore di Cresta e Fattore K, nonché i difetti di Qualità presenti sulle linee elettriche, quali le sovratensioni transitorie gli abbassamenti e gli innalzamenti di tensione e i buchi di rete, che sempre più spesso causano malfunzionamenti o addirittura danneggiamenti alle apparecchiature elettriche, presenti in industrie, uffici e altre realtà produttive. AR6 è compatto, portatile e di facile utilizzo, le potenzialità di un ottimo registratore dei parametri e della qualità di



rete; in pratica un solo strumento che racchiude in sé un eccellente analizzatore delle armoniche, nonché un "multimetro/oscilloscopio/spettrometro/vettorimetro".

In particolare misura e registra: tensione corrente e potenza Attiva-Reattiva-Apparente; fattore di potenza e COSØ; energia Attiva e Reattiva; potenza impegnata; variazione del carico; analisi armonica di V, I, W, THD%; innalzamenti/abbassamenti di tensione; sovratensioni transitorie.

Il top di gamma PW3198 è un analizzatore in classe di precisione A, secondo la normativa IEC-EN 6100-4-30, in grado di effettuare le prove previste dalla normativa CEI EN 50160. In aggiunta a tutte le caratteristiche di AR6 ha un menu intuitivo e di facile utilizzo in quanto è composto da una serie di prove preimpostate tra le quali bisogna semplicemente scegliere quella da eseguire.

Peculiarità di questo dispositivo è quella di saper riconoscere una gran quantità di fenomeni (fino a 55000 eventi) quali: sovratensioni transitorie (fino a 6000 V e della durata di 0.5 µsec), abbassamenti, innalzamenti e interruzioni di tensione, corrente di avviamento, fluttuazioni di frequenza, alte componenti armoniche (fino a 80 kHz) e sbilanciamento tra le fasi.

Il canale CH4 in AC/DC può essere utilizzato sia per le misure di tensione, corrente e armoniche sul conduttore di neutro, sia per misure di tensione, corrente, potenza ed energia su linee in DC quali, ad esempio, gli impianti fotovoltaici.

Entrambi gli strumenti sono dedicati non

solo a tutti gli installatori attenti e scrupolosi ma anche, date le loro importanti potenzialità d'utilizzo, alle aziende produttrici di apparecchiature elettriche e di macchinari industriali che hanno esigenza di attestare la responsabilità della qualità di rete nel malfunzionamento della propria apparecchiatura, ai manutentori industriali (che possono così individuare con correttezza le ragioni del malfunzionamento degli impianti dei loro clienti e predisporre le contromisure necessarie) e agli studi tecnici (in quanto hanno la possibilità di leggere subito i dati dell'analisi, senza necessariamente doverli scaricare e successivamente analizzare su PC, come invece spesso accade).



Per ulteriori informazioni: www.asita.com

TUTTO MISURE

Anno XIV - n. 3 - Settembre 2012

ISSN: 2038-6974

Sped. in A.P. - 45% - art. 2 comma 20/b
legge 662/96 - Filiale di Torino

Direttore responsabile: Franco Docchio

Vice Direttore: Alfredo Cigada

Comitato di Redazione: Salvatore Baglio,
Antonio Boscolo, Marcanonio Catelani,
Marco Cati, Pasquale Daponte, Gianbartolo Picotto,
Luciano Malgaroli, Gianfranco Molinar,
Massimo Mortarino

Redazioni per:

Storia: Emilio Borchì, Riccardo Nicoletti,
Mario F. Tschinke

Le pagine delle Associazioni Universitarie di Misuristi:

Stefano Agosteo, Bruno Andrò, Filippo Attivissimo,

Alfredo Cigada, Domenico Grimaldi,

Claudio Narduzzi, Marco Parvis, Anna Spalla

Lo spazio delle altre Associazioni: Franco Docchio,

Alfredo Cigada

Le pagine degli IMP: Maria Pimpinella

Lo spazio delle CMM: Alberto Zaffagnini

Comitato Scientifico: ACISM-ANIMA (Roberto

Cattaneo); AEI-GMTS (Claudio Narduzzi);

AIPnD (Giuseppe Nardoni);

AIS-ISA (Piergiuseppe Zani); ALPI (Lorenzo Thione);

ANIE (Marco Vecchi); ANIPLA (Marco Banti,

Alessandro Ferrero); AUTEC (Anna Spalla),

CNR (Ruggero Jappelli); GISI (Abramo Monari); GMEE

(Giovanni Betta); GMMT (Paolo Cappa, Michele Gasparetto);

GRUPPO MISURISTI NUCLEARI (Stefano Agosteo)

INMRI - ENEA (Pierino De Felice, Maria Pimpinella); INRIM

(Alberto Carpinieri, Paolo Vigo, Franco Pavese);

ISPR (Maria Belli); OMECO (Clemente Marelli);

SINAL (Paolo Bianco); SINCERT-ACCREDIA (Alberto Musa);

SIT (Paolo Soardo); UNIONCAMERE (Enrico De Micheli)

Videoimpaginazione: la fotocomposizione - Torino

Stampa: La Grafica Nuova - Torino

Autorizzazione del Tribunale di Casale Monferrato n. 204
del 3/5/1999.

I testi firmati impegnano gli autori.

A&T - sas

Direzione, Redazione,

Pubblicità e Pianificazione

Via Palmieri, 63 - 10138 Torino

Tel. 011 0266700 - Fax 011 5363244

E-mail: info@affidabilita.eu

Web: www.affidabilita.eu

Direzione Editoriale: Luciano Malgaroli

Massimo Mortarino

È vietata e perseguibile per legge la riproduzione totale o
parziale di testi, articoli, pubblicità e immagini pubblicate
su questa rivista sia in forma scritta sia su supporti
magnetici, digitali, ecc.

ABBONAMENTO ANNUALE: 40 EURO

(4 numeri cartacei + 4 numeri telematici)

ABBONAMENTO BIENNALE: 70 EURO

(8 numeri cartacei + 8 numeri telematici)

Abbonamenti on-line su: www.tuttomisure.it

L'IMPORTO DELL'ABBONAMENTO ALLA PRESENTE PUB-
BLICAZIONE È INTERAMENTE DEDUCIBILE. Per la deduci-
bilità del costo ai fini fiscali fa fede la ricevuta del versamento
effettuato (a norma DPR 22/12/86 n. 917 Art. 50 e Art. 75). Il
presente abbonamento rappresenta uno strumento ricono-
sciuto di aggiornamento per il miglioramento documentato
della formazione alla Qualità aziendale.

NEL PROSSIMO NUMERO

- Il tema: TRV Metrologia legale
a garanzia dell'affidabilità
- Tributo a Sergio Sartori
- Le giunzioni Josephson

E molto altro ancora

ABBIAMO

LETTO PER VOI

La Redazione di Tutto_Misure
(franco.docchio@ing.unibs.it)



VERSO UNA RAPPRESENTAZIONE PROBABILISTICA DEL MONDO

di **Domenico Costantini**

574 pagine

ISBN 978-8889999691: € 36,55 (amazon.it), 2011

I misuristi sanno che, se eseguite con accuratezza, ripetute misurazioni del valore di una grandezza non conducono mai allo stesso valore bensì a una distribuzione di frequenze su valori differenti. La pluralità dei risultati che si ottengono da ripetute misurazioni è un dato di fatto: il risultato di una misurazione non è già un valore ben determinato bensì un intervallo in cui verosimilmente il valore è situato. L'usuale giustificazione di questo dato di fatto, che si muove sulle orme di Laplace e Gauss, è la nostra incapacità di compiere osservazioni e calcoli perfetti. Fin dall'inizio dell'Ottocento, facendo riferimento alla probabilità, si è cercato di cavarsi dai pasticci posti da queste variazioni. Ma il necessario riferimento alla probabilità ha posto nuovi problemi che, dalla prima metà del Novecento, sono diventati pressanti: si trattava, e per certi aspetti ancora si tratta di chiarire il significato della nozione di probabilità. Il volume tratta diffusamente i problemi posti dall'affermarsi sempre più deciso di teorie probabilistiche nella scienza contemporanea. Se si accetta, e sarebbe difficile non farlo, che una rappresentazione probabilistica della realtà è migliore di una sua rappresentazione deterministica, questa accettazione ha grande impatto sugli studi e le ricerche connesse alle misurazioni. Una prima conseguenza di ciò è che la misurazione di una grandezza caratterizzante una teoria probabilistica non deve mirare all'individuazione di un ben definito valore numerico, bensì alla determinazione di una distribuzione di probabilità su tutti i valori possibili di quella grandezza. Questo impone di mutare radicalmente l'interpretazione dell'intervallo di cui si è detto. Non rappresenta più, come pensavano Laplace e Gauss, la nostra ignoranza, bensì una grandezza probabilistica. Ne consegue che la misurazione di una grandezza di una teoria probabilistica non deve mirare all'individuazione di un ben definito valore numerico, bensì alla determinazione di una distribuzione di probabilità su tutti i valori possibili della grandezza.

L'autore è il maggior esperto italiano di problemi legati all'interpretazione della probabilità di cui si occupa da almeno quarant'anni. È autore di molti libri e articoli dedicati alla problematica della probabilità, tra questi il pionieristico "Fondamenti del calcolo delle probabilità" (1970) che, dopo la lunga stasi seguita ai fondamentali lavori degli anni venti e trenta del secolo scorso, ha ridato fiato alle ricerche italiane sui fondamenti della probabilità e della statistica.

LE AZIENDE INSERZIONISTE DI QUESTO NUMERO

Affidabilità & Tecnologie	p. 176	Instrumentation Devices	p. 202-237
Asita	p. 239	Kistler Italia	p. 175-226
Aviatronik	4a di cop	Labcert	p. 161-187
Bocchi	p. 172	LMS Italiana	p. 164-220
CAM 2	p. 180-208-239	LTTS	p. 168
Cermet	p. 206	Luchsinger	p. 184-230
Cibe	p. 186	Mager	p. 192
Delta Ohm	p. 178	Mitutoyo Italiana	3a di cop
DGTS	p. 210	PCB Piezotronics	p. 194-224
HBM	p. 181-182-196-212	Physik Instrumente	p. 200
Hexagon Metrology	p. 162-198-230	Renishaw	p. 166
IC&M	p. 188	Rupac	2a di cop