

 POLITECNICO DI MILANO

associazione italiana
gme
gruppo misure
elettriche ed elettroniche

 **AEIT** ASSOCIAZIONE ITALIANA di
Elettrotecnica, Elettronica, Automazione,
Informatica e Telecomunicazioni

ASTRI
Society AEIT Scienze e Tecnologie
per la Ricerca e l'Industria



Quanto è legale la metrologia legale in Italia?

Alessandro Ferrero, Veronica Scotti, Claudio Capozza

- I pilastri della metrologia Ferrero
 - Come si declinano nella metrologia legale?
- Implicazioni giuridiche della metrologia legale Scotti
 - Responsabilità civili e penali
- Gli organismi istituzionali Capozza

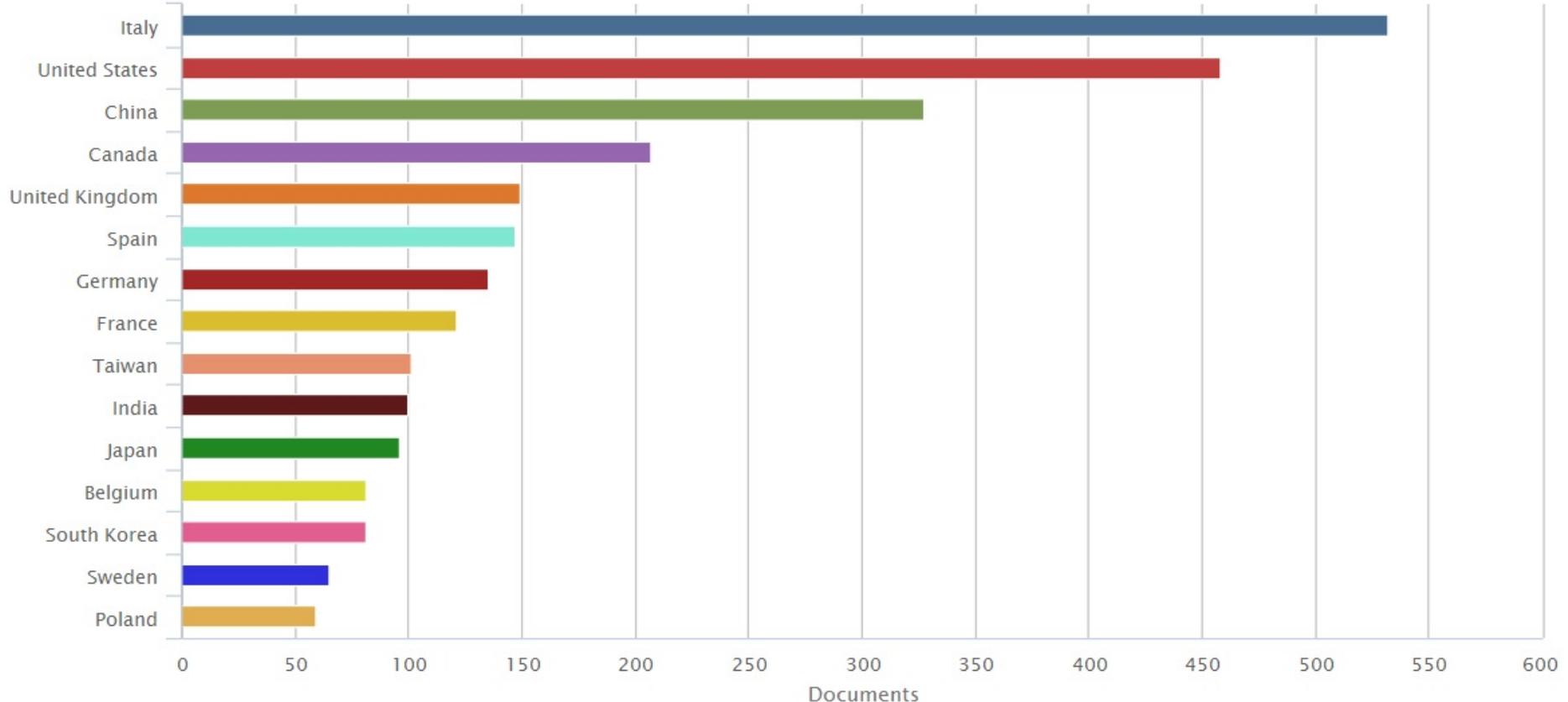
- La metrologia è la scienza delle misure e delle sue applicazioni
- Governa l'intero processo di misura
 - Definizione del modello di misura
 - Definizione del misurando
 - Definizione delle grandezze di influenza
 - Definizione delle interazioni
 - Definizione del metodo
 - Definizione dell'esperimento
 - Caratterizzazione del risultato della misura
- E' il linguaggio delle scienze sperimentali

- Ogni lingua ha un suo vocabolario
 - VIM: International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms.
 - Edito dal JCGM 2 come documento JCGM 200:2012
 - http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf (gratis nelle versioni ufficiali inglese e francese)
 - In Italia recepito e tradotto da UNI e CEI come UNI CEI 70099:2008 (a pagamento)
- Ogni lingua ha la sua grammatica e la sua sintassi
 - E' la buona pratica delle misure, definita dallo stato dell'arte
 - L'Italia è uno dei paesi leader nella definizione dello stato dell'arte

- Articoli pubblicati sulle IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement dal 2008 al 2014 (dati SCOPUS)

Documents by country/territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories



- Processo volto a ottenere sperimentalmente uno o più **valori** che possono essere ragionevolmente attribuiti a una **grandezza**

- Insieme di **valori** attribuiti a un **misurando** congiuntamente a ogni altra informazione pertinente disponibile
 - NOTA 1 Generalmente un *risultato di misura* contiene informazioni pertinenti circa l'insieme dei *valori di una grandezza*, per esempio che alcuni di questi possono essere maggiormente rappresentativi del *misurando* rispetto ad altri. Tale informazione può essere espressa nella forma di una funzione di densità di probabilità (in lingua inglese «probability density function», da cui l'acronimo PDF).
 - NOTA 2 Generalmente un *risultato di misura* è espresso come un unico **valore misurato** e un'**incertezza di misura**. Qualora l'*incertezza di misura* sia considerata *trascurabile per un determinato scopo*, il *risultato di misura* può essere espresso indicando il solo *valore misurato*.

- Le definizioni del VIM riflettono la convinzione scientifica che il valore vero del misurando è ignoto e inconoscibile.
- Il risultato di una misura può solamente fornire un insieme di valori all'interno dei quali è **ragionevole supporre** cada il valore del misurando con una data **probabilità**.

- Definire quanto *ragionevolmente rappresentativo del misurando* è l'insieme di valori restituito dal processo di misura.
- Come ci si arriva?

- Incertezza di misura
- Taratura
- Riferibilità

- Parametro non negativo che caratterizza la dispersione dei **valori** che sono attribuiti a un **misurando**, sulla base delle informazioni utilizzate (VIM 2.26)
- Esiste una Guida all'espressione dell'Incertezza di Misura
 - Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement
 - Edito dal JCGM 1 come documento JCGM 100:2008
 - http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_100_2008_E.pdf (gratis nelle versioni ufficiali inglese e francese)
 - In Italia recepito e tradotto da UNI e CEI come UNI CEI 13005:2000 (a pagamento)
 - Il JCGM 1 ha pubblicato 2 supplementi (JCGM 101:2008 e JCGM 102:2011)

- Attraverso la valutazione dell'incertezza si riesce a definire la probabilità che il misurando cada nell'insieme dei valori che il risultato della misura attribuisce al misurando
- Un risultato fornito come singolo valore misurato senza incertezza è privo di senso
- Come essere sicuri di rappresentare correttamente il misurando?

- Operazione eseguita in condizioni specificate, che in una prima fase stabilisce una relazione tra i **valori di una grandezza**, con le rispettive **incertezze di misura**, forniti da **campioni di misura**, e le corrispondenti **indicazioni**, comprensive delle *incertezze di misura* associate, e in una seconda fase usa queste informazioni per stabilire una relazione che consente di ottenere un **risultato di misura** a partire da un' *indicazione* (VIM 2.39)

- Nella prima fase confronto le indicazioni ottenute dalla misura con i valori forniti dai campioni
 - Ottengo il certificato di taratura
- Nella seconda fase impiego questi valori per correggere le indicazioni ottenute dalla misura
- **N.B. Il certificato di taratura, se lasciato in un cassetto, non serve a nulla**
- Come arrivo ai campioni?

Riferibilità

- Proprietà di un **risultato di misura** per cui esso è posto in relazione a un riferimento attraverso una *documentata catena ininterrotta* di **tarature**, ciascuna delle quali contribuisce all'**incertezza di misura** (VIM 2.41)
 - NOTA 2 La *riferibilità metrologica* implica l'esistenza di una **gerarchia di taratura**.

- La catena documentata e ininterrotta di tarature per garantire la riferibilità ai campioni richiede una ben definita organizzazione della metrologia
 - Nazionale ed internazionale
- Esiste ed è basata su:
 - Convenzione del metro – 1875
 - Mutual Recognition Arrangement (MRA) – 2003
- Entrambi i documenti sono accordi tra Stati

- L'intervallo di taratura ottimo è basato sull'esperienza acquisita in campo
- L'analisi dello storico delle tarature aiuta a definire l'intervallo ottimo di taratura
 - Può modificarsi al variare delle condizioni d'uso dello strumento
- Un intervallo definito a priori non ha molto senso
 - Come emergerebbe dalla più letterale ed errata interpretazione dell'art. 7.6 delle ISO 9001

- E governata dall'OIML – Organization International de Métrologie Légale
 - <http://www.oiml.org>
- Legal metrology is the practice and the process of applying regulatory structure and enforcement to metrology. It comprises all activities for which legal requirements are prescribed on measurement, units of measurement, measuring instruments or systems and methods of measurement, these activities being performed by or on behalf of governmental authorities, *in order to ensure an appropriate level of confidence in measurement results* in the national regulatory environment. *Legal metrology makes use of all developments in metrology to obtain appropriate references and traceability,* and may apply to any quantity addressed by metrology.

- Legal metrology applies not only to trading parties, but also to the *protection of individuals and society* as a whole (e.g. *law enforcement, health and safety measurements*). *Public authorities must pay special attention to measurement results* and will need to rely on these results, especially when there are conflicting interests in measurement results, thus necessitating the intervention of an impartial referee. (International Document OIML D1, 2012)

- La metrologia legale ha un suo vocabolario
 - International vocabulary of terms in legal metrology (VIML)
 - Edito dall'OIML come documento OIML V1, 2013
 - http://www.oiml.org/en/files/pdf_v/v001-ef13.pdf ((gratis nelle versioni ufficiali inglese e francese)
 - In Italia sta per essere tradotto in italiano da UNI CEI
- Integra e completa il VIM

- Come dichiarato dall'OIML, la metrologia legale deve preoccuparsi di assicurare un adeguato livello di fiducia nei risultati di misura, quando questi sono utilizzati in:
 - Transazioni economiche
 - Salute pubblica e privata
 - Sicurezza
 - Irrogazione di sanzioni e pene
- Di fatto, il ruolo della metrologia legale è quello di garantire la *lealtà* delle misure

- Definire i valori massimi ammissibili per gli errori
 - Impone, di fatto, le tolleranze di progetto del sistema di misura
 - Definisce l'incertezza obiettivo
- Definire il piano di verifiche periodiche
 - Le verifiche periodiche dovrebbero essere, in accordo con lo stato dell'arte e i dettami della metrologia, delle tarature (VIML 0.14)
 - La periodicità viene fissata, sulla base delle indicazioni di durabilità fornite dal costruttore
- Definire organismi e procedure di verifica
 - Includere procedure per rimuovere strumenti non conformi e individuare le potenziali frodi

- Gli errori massimi ammissibili sono generalmente definiti
 - Spesso non aggiornati allo stato dell'arte
- Le verifiche periodiche sono considerate per alcuni tipi di strumenti
 - Erogatori di carburante & C.
 - Bilance
 - Cronotachigrafi
 - Contatori di energia elettrica attiva (DM 60 del 24/03/2015)
 - Etilometri (ma sono tarature?)

- Circa 35 milioni di contatori installati, ma fino al 24 marzo 2015 la loro verifica periodica non era regolamentata
 - Non è tuttora prevista per i contatori già installati alla data del decreto recepimento della MID (02/02/2007)
- Il recente decreto è in accordo con lo stato dell'arte?

- 15 anni per i contatori BT di classe A, B o C
- 10 anni per quelli di MT e AT
- La seconda dopo 30 (20) anni (almeno) dalla messa in servizio
- Sembra poco in accordo perfino con i dati di MTBF di dispositivi elettronici analoghi
- Sulla base di quali analisi di durabilità è stata fissata?
 - *"The manufacturer shall provide evidence to support the durability claim"*
 - International recommendation OIML R46-1-2013 "Active electrical energy meters. Part 1: Metrological and technical requirements", art. 3.8.
- Analisi FMEA?

- DM 24/03/2015 n. 60, art. 8, comma 2:
"Il titolare del contatore richiede la verifica periodica entro la scadenza della precedente o entro dieci giorni dall'avvenuta riparazione dei contatori ..."
- Nessun termine viene dato sul tempo che può intercorrere tra richiesta e verifica
- L'intervallo tra verifiche può quindi crescere *ad libitum* ...

- Measurement Canada Bulletin E-26 (rev. 5), 2010
 - Art. 1.0, Purpose: The purpose of this bulletin is to communicate the reverification periods for electricity meters and metering installations, as established pursuant to the *Electricity and Gas Inspection Act*, and to provide associated policies.
- <https://www.ic.gc.ca/eic/site/mc-mc.nsf/eng/home>

Table 2

Electronic-type				
Column I	Column II		Column III	
Type	Initial Reverification Period		Subsequent Reverification Period	
5. Electrical Energy Functions – watt-hour, reactive-volt-ampere-hour, volt-ampere-hour, Q-hour, A ² hour, V ² hour including those with integrated pulse initiators and/or receivers, multi-tariff registers, remote-meter-reading or automatic-meter-reading (AMR) features.				
	Qualifying under clause 5.4	All Others	Qualifying under clause 5.4	All Others
a) single-phase types	10 years	6 years	8 years	4 years
b) polyphase types	10 years	6 years	8 years	4 years
6. Electrical Demand (Power) Functions – watt, reactive-volt-ampere or volt-ampere including those with integrated energy meters and associated functions				
a) single-phase types	10 years	6 years	8 years	4 years
b) polyphase types	10 years	6 years	8 years	4 years

- L'art. 4, comma 4, del DM 60 prevede l'obbligo del libretto metrologico.
- L'allegato II al DM indica le informazioni minime da includere.
- Non sussiste obbligo di riportare informazioni metrologiche sulla taratura
 - Tranne l'esito: verifica superata o non superata
- Nega la definizione di taratura data dal VIM e ripresa dal VIML.

- International recommendation OIML R46-3:2013
"Active electrical energy meters. Part 3: Test report format"
 - Art. 4: Tests for maximum permissible errors

- International recommendation OIML R46-3:2013 "Active electrical energy meters. Part 3: Test report format"

- Art. 4: Tests for 1

4.1 Initial intrinsic error for positive and negative flow (6.2.1)

Meter serial no.			At start	At end
Observer:		Temperature (°C):		
Date:		Time (hh:mm):		

- If a meter is specified with alternate connection modes, this test shall be made for all specified connection modes.

Connection mode:	
------------------	--

I_X : test point specified by the national authority between I_{tr} and I_{max} :	
Value of most inductive power factor in test:	
Value of most capacitive power factor in test:	

Positive energy flow					
Test Current (A)	Power Factor	Error (%) with test current from...		Mean error ¹ (%)	Base mpe (%)
		Low to high	High to low		
I_{min}	unity				
I_{tr}					
I_X					
I_{max}	(most inductive)				
I_{tr}					
I_X					
I_{max}	(most capacitive)				
I_{tr}					
I_X					
I_{max}					
Negative energy flow					
I_{tr}	unity				
I_{max}					
I_{tr}	(most inductive)				
I_{max}					
I_{tr}	(most capacitive)				
I_{max}					

Note 1: Mean error is the mean of the error with increasing and decreasing currents for each test point.

- Check that each $|\text{mean error}| \leq |\text{base mpe}|$

Passed Failed

- Art. 3, comma 4 del DM 60

Gli errori massimi tollerati in sede di controlli casuali sono superiori del 50% rispetto a quelli stabiliti per la verifica periodica di cui all'art. 4, commi 2 e 3.

- Perché?
- Sfugge la motivazione metrologica per cui gli errori possono essere maggiori del 50%, dal momento che le condizioni di prova appaiono essere le stesse per le verifiche periodiche e in controllo casuali

Qualche considerazione finale (tecnica)

- Lo stato dell'arte in metrologia permette di garantire la buona fede delle misure di metrologia legale
- L'organizzazione internazionale della metrologia legale è ben allineata sullo stato dell'arte
- L'Italia era un punto di riferimento anche per la metrologia legale
 - Si è persa gran parte della cultura metrologica
- Grazie anche alle Direttive UE, qualcosa inizia nuovamente a muoversi
- Il ritardo (culturale) accumulato è grande e la strada è lunga

- Si misura per conoscere e capire
- Misura è sinonimo di obiettività e trasparenza
- Nella metrologia legale la trasparenza non è un'opzione: è la base
- Rendere trasparenti le motivazioni tecniche sarebbe un importante primo passo.
- A quando?