

Tutto\_Misure, 4, 2015

[25.10.15]

Suppongo che tutti i lettori di T\_M, esperti di metrologia, concorderanno che la taratura è un'operazione necessaria per la misurazione: anche il miglior strumento di misura se non tarato non è in grado di produrre risultati di misura, ma solo indicazioni. Per esempio un voltmetro a lettura analogica può essere descritto come un trasduttore che assume in ingresso una tensione elettrica e fornisce in uscita la posizione angolare di un ago su una scala graduata. E' solamente grazie alla taratura dello strumento che la posizione angolare, cioè appunto l'indicazione, viene fatta corrispondente a una tensione, l'uscita attesa.

Nonostante questo ruolo fondamentale, cosa caratterizzi specificamente una taratura – cioè quali condizioni debbano essere soddisfatte perché una certa operazione possa essere considerata una taratura – è tuttora oggetto di discussione. E' in particolare interessante quello che è successo nel passaggio tra la seconda e la terza edizione del *Vocabolario Internazionale di Metrologia* (VIM), pubblicate rispettivamente nel 1993 e nel 2008: la definizione di 'taratura' ("calibration" in inglese) è stata modificata in modo piuttosto significativo, e questo cambiamento è stato forse quello che ha generato la maggior quantità di critiche verso il VIM3.

Naturalmente non sono delle definizioni che possono insegnare le buone pratiche nell'uso degli strumenti, ma la metrologia è un campo di conoscenza così trasversale che anche qualche idea chiara sui concetti coinvolti nelle questioni operative è generalmente utile. E' plausibilmente questa la ragione più concreta per cui otto importanti organizzazioni internazionali si sono accordate per lavorare insieme nel *Joint Committee for Guides in Metrology* (JCGM) alla realizzazione appunto del VIM.

Nel caso della taratura, poi, c'è ben altro in gioco che solo idee chiare: una definizione condivisa è necessaria perché la riferibilità metrologica dei risultati di misura è condizionata al fatto che lo strumento impiegato sia stato tarato mediante un campione a sua volta tarato, e così via a risalire lungo la catena di riferibilità fino al campione primario e quindi alla definizione dell'unità della grandezza in considerazione. Concretamente, nei manuali di qualità aziendali la (ri)taratura periodica degli strumenti di misura è tipicamente dichiarata come una condizione per mantenere la certificazione di processo, tema sulla cui importanza non è necessario spendere altre parole.

Studiamo dunque il problema.

## Il problema

Confrontiamo le definizioni di 'taratura' nel VIM2 e nel VIM3:

VIM2 (6.11): «insieme di operazioni che stabiliscono, in condizioni specificate, la relazione tra valori di grandezze indicate da uno strumento di misura o un sistema di misura, o tra valori rappresentati da una misura materiale o un materiale di riferimento, e i corrispondenti valori realizzati da campioni»	VIM3 (2.39): «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»
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(Una nota linguistica per gli interessati.

Il VIM2 non fu mai formalmente recepito in Italia, e quindi non ne esiste un testo ufficiale in italiano. Ho tradotto il testo sopra dalla definizione inglese: «set of operations that establish, under specified conditions, the relationship between values of quantities indicated by a measuring instrument or measuring system, or values represented by a material measure or a reference material, and the corresponding values realized by standards».

Viceversa, il VIM3 è stato formalmente adottato e tradotto in italiano; l'originale inglese della definizione sopra è: «operation that, under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation

for obtaining a measurement result from an indication».)

Una nota linguistica per tutti, ripresa testualmente dall'edizione italiana del VIM3: il termine «calibrazione» non dovrebbe essere usato per designare la taratura.

Il problema a proposito della nuova definizione è stato sovente posto a partire dal cambiamento più evidente: perché – ci si chiede – per la taratura si considerano ora necessarie due “fasi”, quando fino a meno di dieci anni fa la stessa taratura era considerata un'operazione “one shot”? E poi, la seconda fase è davvero ancora parte della taratura? non è già misurazione?

Una nota nel VIM3 stesso riconosce l'ammissibilità di questo problema (di questa... confusione?): «Spesso, solamente la prima fase citata nella presente definizione è interpretata come taratura.»

Dunque? Una sola o due fasi?

### Un tentativo di chiarimento

Per trovare la risposta al nostro problema suggerisco di partire dalla definizione di un concetto operativamente ancora più fondamentale, quello di risultato di misura, anch'esso modificato nel passaggio da VIM2 a VIM3:

VIM2 (3.1): «valore attribuito a un misurando, e ottenuto mediante una misurazione»	VIM3 (2.9): «insieme di valori attribuiti a un misurando congiuntamente a ogni altra informazione pertinente disponibile»
-------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A mio modesto parere, questo è il buon esempio di una situazione in cui il lettore avrebbe ragioni per spazientirsi, e reclamare una maggiore chiarezza da parte di chi scrive queste definizioni: perché il VIM3 parla di un insieme di valori? e cosa dovrebbe o potrebbe essere questa “altra informazione pertinente”?

Avendo il privilegio di essere parte, ormai da qualche anno, del gruppo di lavoro che sviluppa il VIM, penso di poter proporre un'interpretazione non completamente apocripa: secondo il VIM3 un risultato di misura non può essere, in generale, un valore di grandezza, perché deve tener conto dell'incertezza di misura, e – se si può dire così – “inglobarla”. Dunque un risultato di misura potrebbe essere un intervallo di valori (dunque un particolare insieme) oppure una distribuzione di probabilità di valori (dunque un particolare insieme con ulteriore informazione, appunto della forma di una pdf / pmf). E infatti il VIM3 ha introdotto un nuovo termine, “valore misurato”, per designare il singolo valore che potrebbe essere scelto come rappresentativo dell'intero risultato di misura: insomma: più o meno, ciò che il VIM2 chiamava “risultato di misura” il VIM3 lo chiama “valore misurato”.

Torniamo allora alla taratura, e – a questo punto l'enigma è praticamente svelato – alla questione dell'informazione sul contributo all'incertezza di misura portato dalla taratura (potremmo chiamarlo proprio “incertezza di taratura”): mentre il VIM2 non pareva porsi il problema, il VIM3 riconosce che una taratura che non fornisca informazione sull'incertezza di taratura è in pratica incompleta, e quindi tale incertezza va presa in considerazione.

(Una nota storica per gli interessati.

Il VIM1 (1984), che pure definiva ‘taratura’ praticamente come poi lo avrebbe fatto il VIM2, include la seguente nota: «Il risultato di una taratura permette la stima degli errori di indicazione dello strumento di misura (...)», pur poi dimenticandosene nella definizione. Una plausibile ricostruzione: il VIM2 ha risolto questa incongruenza eliminando la nota e tralasciando del tutto l'incertezza di taratura; il VIM3 ha provato a risolvere il problema in modo opposto, includendo il contenuto della nota nella definizione e ponendo finalmente il problema dell'incertezza di taratura.)

La stessa cosa si può ripetere in termini più formali, in riferimento alla relazione matematica che connette i valori  $x$  di grandezza realizzati dai campioni e i valori  $y$  delle indicazioni dello strumento da tarare, e poi i valori  $y$  e i valori  $z$  attribuiti al misurando. Se, come secondo il VIM2, la relazione tra  $x$  e  $y$  è una funzione scalare,  $y = f(x)$  (nell'esempio sopra, posizione angolare dell'ago =  $f$ (tensione elettrica del campione)), a meno del dettaglio della condizione di monotonicità la funzione  $f$  è invertibile senza problemi, e quindi la taratura può consistere nell'unica operazione di costruzione della funzione  $f$  stessa: il valore  $z$  del misurando sarà ottenuto semplicemente come  $f^{-1}(y)$ . Ma se invece, come secondo il VIM3, la relazione tra  $x$  e  $y$  è una funzione non-scalare, che tiene conto anche dell'incertezza di taratura, e quindi la sua rappresentazione grafica non è più una curva ma una “fascia”, allora l'inversione di tale funzione non è un'operazione solo

formale, e richiede l'intervento dell'esperto responsabile della taratura. Richiede cioè una seconda fase nel processo di taratura.

Il gruppo di lavoro del JCGM incaricato di sviluppare il VIM ha messo a disposizione sul web una versione "annotata" del VIM3, che contiene alcuni interessanti commenti. Uno di questi riguarda proprio la definizione di 'taratura': «The VIM3 definition of calibration extends the previous (VIM2) one-step definition. For practical reasons a second operational step is introduced in order to facilitate assigning a measured value and measurement uncertainty to an item being measured by the calibrated measuring instrument. In the past this second step was usually considered to occur after the calibration. Both steps together facilitate in a practical way the demonstration of metrological traceability of measurement results (measured values and associated measurement uncertainty) obtained when using the measuring instrument after it has been calibrated.»

E' convincente la spiegazione che ho proposto? Sarò grato ai lettori che vorranno inviarmi i loro commenti su questo delicato e importante tema, anche in vista della progettazione della prossima edizione del VIM.

JCGM 200:2012, Vocabolario Internazionale di Metrologia (VIM) - Concetti di base e generali e termini associati, 3a ed (versione 2008 con correzioni minori corrections), Joint Committee for Guides in Metrology, 2012; versione trilingue En, Fr, It: <http://www.ceiweb.it/it/lavori-normativi-it/vim.html>; versione bilingue En, Fr con annotazioni: <http://jcgmbipm.org/vim>