METRICA
METRology Institutional CAtalog

ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA
Repository Istituzionale

Metrologia dell'impedenza elettrica: il progetto Aim QuTE

Original
Metrologia dell'impedenza elettrica: il progetto Aim QuTE / Callegaro, L., D'Elia, V., Ortolano, M.. - In: TUTTO MISURE. - ISSN 2038-6974. - 4:(2016), pp. 311-311.

Availability:
This version is available at: 11696/56745 since: 2017-12-28T11:40:04Z

Publisher:

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

13 October 2026

Luca Callegaro [1], Vincenzo D'Elia [1], Massimo Ortolano [2]

Metrologia dell'impedenza elettrica

il progetto Aim QuTE

IL PROGETTO

La misura dell'impedenza elettrica è centrale in elettrotecnica, elettronica, sensoristica, e per la determinazione delle proprietà elettriche e magnetiche dei materiali. Il valore di un'impedenza è intrinsecamente un numero complesso dipendente dalla frequenza. I misuratori commerciali d'impedenza, spesso ponti automatici LCR (acronimo per induttanza, capacità, resistenza), possono misurare impedenze di modulo e fase qualsiasi, in un'ampia gamma di frequenze. La velocità di misura è elevata, ma l'accuratezza è limitata a livello di 10^{-4} o peggiore.
La taratura dei misuratori d'impedenza avviene mediante campioni materiali d'impedenza: resistori, condensatori e induttori. Questi rappresentano un singolo valore d'impedenza "puro", ovvero reale o immaginario, tipicamente decadico; la loro massa è dell'ordine di chilogrammi, e la taratura di un misuratore può richiederne anche una ventina. Assicurare la riferibilità della misura d'impedenza [1] è quindi un processo costoso, lento (le misure sono difficilmente automatizzabili) e intrinsecamente limitato: la determinazione dell'errore dello strumento avviene solo su pochi punti del piano complesso, disposti sull'asse reale o su quello immaginario. Ben poco è dato sapere sul comportamento dello strumento nella misura di un'impedenza di modulo e fase qualsiasi.
Il progetto di ricerca "*Automated impedance metrology extending the quantum toolbox for electricity*" (Aim QuTE) è un *Joint Research Project dell'European Metrology Research Programme* (EMRP), un programma di finanziamento europeo gestito *dall'European Association of National Metrology Institutes* (EURAMET). Il progetto, della durata di tre anni e recentemente conclusosi, ha coinvolto dodici *partner* europei, di cui dieci Istituti nazionali di metrologia, un Istituto designato, e un Centro di taratura. L'obiettivo di Aim QuTE è appunto l'implementazione di una riferibilità primaria per la misura dell'impedenza elettrica di qualsiasi valore nel piano complesso. L'articolazione di questa implementazione ha richiesto:
– la realizzazione di ponti di confronto d'impedenze *digitali*, ovvero basati su elettronica *mixed-signal* (convertitori analogico-digitali e digitale-analogici) per la sintesi e la misura dei segnali elettrici nel circuito del ponte. Particolare attenzione è stata posta nel mantenere una semplicità circuitale e nell'automazione del processo di misura. Tra i diversi approcci, di particolare rilievo quello basato su sorgenti Josephson, generatori di tensione quantizzata e intrinsecamente riferita alle costanti fondamentali di natura;
– la realizzazione di campioni d'impedenza "impuri" (ovvero, con angoli di fase diversi da 0° e 90°), di valore non decadico, di particolare stabilità (e quindi termostatati);
– un confronto internazionale tra i *partner* del progetto, effettuato impiegando i campioni impuri come campioni viaggiatori;
– una formazione "sul campo" degli operatori del partner *esz AG*, un importante Centro di taratura tedesco, per verificare la robustezza dei sistemi costruiti e la fattibilità di un trasferimento tecnologico verso i Laboratori di misura aziendali.

INRiM, tra i *partner* principali del progetto e responsabile del *work-package* "Ponti digitali", ha realizzato due ponti d'impedenza digitali (basati su principi di funzionamento differenti) e automatici [3-4], che consentono di misurare impedenze di valore arbitrario con incertezze dell'ordine di parti in 10^5 - 10^6 nel campo di frequenza acustico, un livello di accuratezza comparabile con quello delle attuali capacità di misura dichiarate per impedenze pure. Uno dei due ponti [4] è stato trasportato presso *esz AG* per la formazione e la verifica della funzionalità in ambiente industriale. La Fig. 1 mostra la particolare compattezza e semplicità costruttiva del ponte digitale.
Il progetto Aim QuTE è ora formalmente concluso, ma l'attività presso INRiM e gli altri *partner* prosegue, con l'obiettivo di ampliare il campo di misura e di migliorare l'accuratezza e semplicità d'uso degli strumenti sviluppati.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] Sito web del progetto Aim QuTE: **https://www.ptb.de/emrp/sib53-home.html**
[2] L. Callegaro, "Traceable measurements of electrical impedance", IEEE Instrum. & Meas. Magazine, vol. 18, n. 6, pp. 42-46, Dec. 2015.
[3] L. Callegaro, V. D'Elia, M. Ortolano, F. Pourdanesh, "A Three-Arm Current Comparator Bridge for Impedance Comparisons Over the Complex Plane", IEEE Trans. Instr.

[1] Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Torino
l.callegaro@inrim.it
[2] Politecnico di Torino, Dip. Elettronica e Telecomunicazioni

TUTTO_MISURE

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

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

AFFIDABILITÀ & TECNOLOGIA

ANNO XVIII
N. 04
2016

associazione italiana gmee gruppo misure elettriche ed elettroniche

EDITORIALE
Terremoti, traslochi, misure

IL TEMA
Misure ottiche di fluidi

GLI ALTRI TEMI
Etilometri e incertezza

Misure di portata ed energia del vapore

Misure della qualità di bottiglie in PET

ALTRI ARGOMENTI
La pagina di ACCREDIA

La 17025 – Personale – Parte II

Il valore della Misura

Metrologia...per tutti!

A&T TOGETHER TO SOLVE
Robot - Controlli e Misure - Produzione
FIERAINTERNAZIONALE
3•5 maggio 2017 - Torino - Oval Lingotto

WWW.TUTTOMISURE.IT

ISSN 2038-6974 - Poste Italiane s.p.a. - Sped. in Abb. Post. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1, comma 1, NO/Torino - nr 4 - Anno 18- Dicembre 2016
In caso di mancato recapito, inviare al CMP di Torino R. Romoli per restituzione al mittente, previo pagamento tariffa resi