METRICA
METRology Institutional CAtalog

ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA
Repository Istituzionale

Il progetto EMPIR SuperQuant – Microwave metrology for superconducting quantum circuits

Original
Il progetto EMPIR SuperQuant – Microwave metrology for superconducting quantum circuits / Oberto, L., Enrico, E., Fasolo, L., Greco, A., Bieler, M.. - (2021), pp. 323-324. (V Forum Nazionale delle Misure e XXXVIII Congresso Nazionale di Misure Elettriche ed Elettroniche Giardini Naxox 16-18 Settembre 2021).

Availability:
This version is available at: 11696/71276 since: 2021-10-11T19:02:07Z

Publisher:
GMEE

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)

08 November 2026

Università degli Studi di Messina

associazione italiana gmee gruppo misure elettriche ed elettroniche

MMT Gruppo Nazionale

Atti del
V FORUM NAZIONALE DELLE MISURE

XXXVIII Congresso Nazionale di Misure
Elettriche ed Elettroniche

XXIX Congresso Nazionale di Misure
Meccaniche e Termiche

Giardini Naxos (Messina), 16-18 settembre **2021**

Pubblicazione a cura delle Unità GMEE e GMMT
dell'Università degli Studi di Messina

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.

Non sono assolutamente consentite le fotocopie senza il permesso
scritto dell'Associazione GMEE e dell'Associazione GMMT.

IL PROGETTO EMPIR SUPERQUANT – MICROWAVE METROLOGY FOR SUPERCONDUCTING QUANTUM CIRCUITS

L. Oberto[(1)], E. Enrico[(1)], L. Fasolo[(1) (2)], A. Greco[(1) (2)], M. Bieler[(3)]
[(1)]Divisione Metrologia Quantistica e Nanotecnologie, Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM), Strada delle Cacce 91 - 10135 Torino
[(2)]Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24 - 10129 Torino
[(3)]Department 2.4 - Quantum Electronics, Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Bundesallee 100 - 38116 Braunschweig, Germany
l.oberto@inrim.it

1. INTRODUZIONE

La crescita delle tecnologie quantistiche e l'introduzione del *Quantum Computing* stanno aumentando in modo significativo l'uso di segnali a microonda e della relativa componentistica all'interno di sistemi criogenici. L'avanzamento di queste tecnologie richiede una miglior conoscenza e capacità di controllo *in-situ* dei segnali elettrici utilizzati per controllare circuiti quantistici rispetto allo stato dell'arte. Attualmente, le competenze metrologiche per realizzare misure affidabili in un sistema criogenico non sono sufficienti per soddisfare le esigenze della comunità scientifica in questo settore.
Ad esempio, l'uso di computer quantistici basati su *qubit* superconduttivi richiede la capacità di generare forme d'onda arbitrarie di elevatissima precisione ed accuratezza, di frequenza fino a 10 GHz. D'altro canto, la componentistica a microonde utilizzata per queste applicazioni deve rispettare criteri stringenti e sono richieste capacità di misura di elevata precisione ed accuratezza anche in questi ambienti estremi. La misura di grandezze critiche quali i parametri di Scattering o la potenza elettromagnetica pone diversi problemi quali l'impossibilità ad accedere ai dispositivi sotto misura e la temperatura drammaticamente diversa rispetto a quella dei campioni primari di riferimenti che sono realizzati a temperatura ambiente. Il progetto *SuperQuant* si propone di ridefinire l'attuale stato dell'arte per affrontare queste esigenze.

2. IL PROGETTO SUPERQUANT

SuperQuant - Microwave metrology for superconducting quantum circuits [Metrologia alle microonde per circuiti quantistici superconduttivi] è un progetto dello European Metrology Programme for Innovation and Research (EMPIR). EMPIR è il principale programma europeo per la ricerca metrologica; è coordinato dall'EURAMET (European Association of National Metrology Institutes) di cui è membro l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM).
EMPIR è un programma di sviluppo bilanciato ed integrato dei sistemi metrologici degli Stati partecipanti. *SuperQuant* è un progetto che risponde alla *call Fundamental*, dedicato a sviluppare le capacità di misura degli Istituti Metrologici partecipanti nel settore delle tecnologie quantistiche, con obiettivi di supporto alla competitività europea in questo campo.
Il progetto *SuperQuant* costituisce uno sforzo mirato a combinare le tecnologie disponibili in diverse aree di competenza (metrologia elettrica, a microonde, quantistica, optoelettronica) per soddisfare i bisogni della comunità scientifica ed assicurare che le competenze metrologiche necessarie siano disponibili e supportino sia la ricerca che l'industria europea nel mantenimento della competitività in questo campo emergente.

3. STRUTTURA DEL PROGETTO

Gli obiettivi principali del progetto sono i seguenti:

1. lo sviluppo di un Josephson Arbitrary Waveform Syntesizer (JAWS) [1] con una banda superiore ai 100 GHz;
2. lo sviluppo di un oscilloscopio criogenico basato su campionamento elettro-ottico con una banda di 1 THz per misure di forme d'onda *in-situ* all'interno di un criostato [2]. Ciò fornirà anche la prima dimostrazione diretta nel dominio del tempo dell'effetto della quantizzazione degli impulsi delle giunzioni Josephson;

3. lo sviluppo e la validazione di metodi di misura tradizionali a microonde, trasportati all'interno di refrigeratori a diluizione. Verranno sviluppati metodi di misura riferibili per parametri di Scattering fino a 20 GHz a temperature inferiori ai 100 mK [3].
4. lo sviluppo e la modellazione di sensori quantistici superconduttivi per misure riferibili di potenza a microonde a frequenze comprese tra 1 e 12 GHz in ambiente criogenico [4].

I partner del progetto, vedi anche Fig. 1, sono:

- PTB, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germania (coordinatore);
- INRiM, Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Italia;
- TÜBİTAK UME, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu Ulusal Metroloji Enstitüsü, Turchia;
- VTT, Technical Research Centre of Finland Ltd, Finlandia;
- ETH, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Svizzera;
- RHUL, Royal Holloway, University of London, Regno Unito;
- TAU, Tampere University, Finlandia;
- TUD, Delft University of Technology, Paesi Bassi;
- TOBB, University of Economy and Technology, Ankara, Turchia

Fig. 1 – Paesi partecipanti al progetto SuperQuant

Il progetto è cofinanziato dalla Comunità Europea con un contributo di circa 1.8 M€, ha una durata triennale a partire dal 1 settembre 2021.

4. IL CONTRIBUTO DELL'INRIM

L'INRiM è coinvolto principalmente negli obiettivi 3 e 4 con attività riguardanti la realizzazione di un sistema di misura di parametri di Scattering fino a 20 GHz all'interno di un criostato a diluizione a temperature inferiori ai 100 mK e la sua completa caratterizzazione e validazione anche mediante cicli di misura che coinvolgono gli altri partner del progetto nello scambio di campioni viaggiatori. Inoltre verrà studiato un metodo per misure riferibili di potenza alle microonde tramite sensori quantistici e per la valutazione dell'incertezza di misura.

5. RINGRAZIAMENTI

This project 20FUN07 SuperQuant has received funding from the EMPIR programme co-financed by the Participating States and from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[1] S. P. Benz, C. A. Hamilton, "A pulse-driven programmable Josephson voltage standard", Appl. Phys. Lett., **68**, 3171-3173 (1996)
[2] M. A. Rol, *et al*., "Time-domain characterization and correction of on-chip distortion of control pulses in a quantum processor," Appl. Phys. Lett. **116**, 054001 (2020)
[3] L. Ranzani, L. Spietz, Z. Popovic, and J. Aumentado, "Two-port microwave calibration at millikelvin temperatures," Rev. Sci. Instrum. **84**, 034704 (2013).
[4] T. Hönigl-Decrinis, R. Shaikhaidarov, S. E. de Graaf, V. N. Antonov, and O. V. Astafiev, "Two-Level System as a Quantum Sensor for Absolute Calibration of Power," Phys. Rev. Appl. **13**, 024066 (2020).