

AC-Quantenvoltmeter für die Industrie

Technologietransfer eines Josephson-Messsystems für Gleich- und Wechselspannungen

Besonders interessant für

- Metrologieinstitute
- Kalibrierlaboratorien
- Hersteller von Präzisionselektronik

Die PTB entwickelt im Rahmen eines Technologietransferprojektes ein neues AC-Quantenvoltmeter zur Etablierung von quantenbasierten Wechselspannungsnormalen für Kalibrierungen in der Industrie. Ein Prototyp wurde jetzt für Wechselspannungsfrequenzen bis 4 kHz erfolgreich getestet.

In einem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Technologietransferprojekt der PTB mit zwei Industriepartnern wird ein Josephson-Messsystem für Gleich- und Wechselspannungen – ein AC-Quantenvoltmeter – für den Einsatz in industriellen Kalibrierlaboratorien entwickelt. Mit diesem neuen System werden die wesentlichen Vorteile von Normalen, die auf elektrischen Quanteneffekten basieren, nun auch für industrielle Laboratorien verfügbar: Kleinste Messunsicherheiten ohne aufwendige Rekalibrierungen verbessern die Leistung bei erhöhter Wirtschaftlichkeit.

Das System basiert auf Josephson-Schaltungen, die in der PTB hergestellt werden, und ist für Spitzenspannungen bis ± 10 V und Frequenzen bis 10 kHz aus-

gelegt. Mit einem Prototyp konnten in der PTB bereits Wechselspannungen von 10 Hz bis 4 kHz gemessen werden, wobei Unsicherheiten von wenigen $\mu\text{V/V}$ innerhalb einer Minute Messzeit erreicht wurden. Damit ist das neue AC-Quantenvoltmeter etwa 20-mal genauer als übliche Kalibratoren und dabei 60-mal schneller als bislang übliche Messverfahren mit Thermokonvertern.

Das AC-Quantenvoltmeter kann darüber hinaus auch kommerzielle Gleichspannungsnormale (DC-Referenzen und -Voltmeter) kalibrieren und deckt damit ebenfalls den Bereich kommerziell erhältlicher Gleichspannungs-Quantenvoltmeter ab. Bei einem direkten 10-V-Vergleich zwischen einem DC-Quantenvoltmeter und dem neuen AC-Prototyp wurde in 15 Minuten Messzeit innerhalb der Unsicherheit von 0,1 nV/V keine signifikante Abweichung festgestellt.

Durch Vor-Ort-Tests im akkreditier-



Ein kommerzieller Präzisions-Kalibrator (Bildmitte) wird durch das AC-Quantenvoltmeter im Wechselspannungsmodus kalibriert.

ten Kalibrierlabor des Projektpartners esz AG wird das neue AC-Quantenvoltmeter jetzt für den praktischen Gebrauch optimiert. Unter Einbeziehung von Anwenderinformationen wird es zu einem komplett automatisierten, anwenderfreundlichen Messsystem weiterentwickelt. Wesentliche Zielspezifikation ist eine relative Unsicherheit von 2,5 $\mu\text{V/V}$ bei 1 kHz. Die Entwicklung verfolgt ein modulares Konzept, welches in Zukunft eine Erweiterung des Systems bis hin zu einem universellen „Quantenkalibrator“ für Spannungs-, Widerstands- und Stromstärkennormale ermöglichen soll.

Die Supracon AG (Gerätehersteller) als weiterer Projektpartner wird die anschließende Kommerzialisierung übernehmen. ■

Ansprechpartner

Ralf Behr
Fachbereich 2.6
Elektrische Quantenmetrologie
Telefon: (0531) 592-2630
E-Mail: ralf.behr@ptb.de

Wissenschaftliche Veröffentlichung

J. Lee, R. Behr, L. Palafox, A. Katkov,
M. Schubert, M. Starkloff, A.C. Böck: An
AC quantum voltmeter based on a 10 V
programmable Josephson array. Eingereicht bei Metrologia (2013)