

sung eignen sie sich jedoch nicht. Keramikkondensatoren besitzen einen sehr kleinen elektrischen Scheinwiderstand. In der Praxis ist dies zwar oft erwünscht, wirkt bei Messungen aber Probleme auf. Wie eingangs erwähnt, ist die Kapazität von Klasse-2-MLCCs nicht nur frequenz- und temperaturabhängig, sondern auch von der angelegten (Mess-)Spannung.

Sehen wir uns das Ganze am Beispiel eines MLCCs mit einem X5R-Dielektrikum und den beiden verschiedenen Messgeräten an. Der Kunde führt die Messung mit dem Handheld-*LCR-Meter* vom Typ *U1733C* von Agilent durch, das Prüflabor mit der *LCR-Messbrücke Hameg HM8118* von Rohde & Schwarz. Der Kunde hat – gemäß Datenblatt des Herstellers – eine Messfrequenz von 1 kHz gewählt. Das Prüflabor entscheidet sich für 120 Hz bei einer Prüfspannung von 1 V.

Betrachtet man die letzte Zeile in *Tabelle 1* näher, wird schnell klar, warum der Kunde derart geringe Kapazitätswerte misst: Das *Agilent U1733C* liefert – wie übrigens auch andere Handheld-Geräte – lediglich einen maximalen Messstrom im Bereich von einigen wenigen Milliampere. Durch den niedrigen Scheinwiderstand des MLCCs bei 1 kHz bricht die Messspannung deshalb auf einen Wert von nur noch 84 mV ein – deutlich zu wenig, um den geforderten 1000 mV ± 200 mV gerecht zu werden.

Bei dieser geringen Wechselspannung ist die elektrische Feldstärke schwach, die Dielektrizitätszahl deshalb gering. In der Folge misst das Gerät eine erheblich zu niedrige Kapazität (*Bild 2*). Der Verlustfaktor DF dagegen wird deutlich besser dargestellt, als er tatsächlich ist; dadurch könnten potenzielle Toleranzüberschreitungen unbemerkt bleiben.

■ Auswahl des richtigen Messverfahrens

Zu jedem MLCC existiert ein zugehöriges Datenblatt, in dem die anzuwendenden Messverfahren detailliert beschrieben sind. Es ist wichtig, sich bei der Prüfung solcher Bauteile daran zu halten sowie ein geeignetes Messgerät einzusetzen.

Auch bei handelsüblichen *LCR-Messbrücken* ist irgendwann der Punkt erreicht, ab dem das Gerät nicht mehr den notwendigen Strom liefern kann, um eine Messspannung von beispielsweise 1000 mV aufrechtzuerhalten. Je nach MLCC-Typ wird man bei heute gebräuchlichen Ge-

räten in aller Regel bei etwa 10 µF an die Grenze stoßen, bei der eine Messfrequenz von 1 kHz bereits eine zu geringe Messspannung liefert. Solche Komponenten sollten dann besser bei 120 Hz, dafür aber mit der vorgeschriebenen Spannung gemessen werden. Die Messabweichungen fallen damit erheblich geringer aus. Bei MLCCs mit Kapazitäten oberhalb von 10 µF berücksichtigt dies ohnehin die entsprechende Prüfvorschrift des Herstellers – oft in Kombination mit einer anzuwendenden Prüfspannung von nur 500 mV.

Besitzt das Messgerät eine Funktion, um die Messspannung konstant zu halten (z. B. ALC, CST o. ä. genannt), sollte diese aktiviert werden. Dadurch minimieren sich Spannungsschwankungen, die durch den Innenwiderstand und unterschiedliche Kapazitäten der Prüflinge bedingt sind. In jedem Fall ist zu Beginn jeder Messreihe sicherzustellen, dass der erforderliche Messspannungsbereich eingehalten wird um fehlerhafte Ergebnisse zu vermeiden.

Besitzt das *LCR-Prüfgerät* keine integrierte Spannungsanzeige, eignet sich als Kontrollanzeige ein parallelgeschaltetes Multimeter. Im Normalfall ist die Parallelkapazität des Multimeters und dessen Messleitung bei größeren Kapazitätswerten des MLCCs kein Problem. Sicherheitshalber sollte man immer prüfen, ob und wie sehr sich der Messwert auf der Anzeige des *LCR-Meters* beeinflussen lässt. Gegebenenfalls ist die Spannungseinstellung an der *LCR-Messbrücke* einmalig vorzunehmen, nachdem der Offset zwischen eingestellter und tatsächlich anliegender Spannung ermittelt wurde – anschließend das Multimeter samt Messleitungen für die eigentliche Serienmessung abtrennen.

■ Störende Fremdeinflüsse

Bei Keramikkondensatoren werden die elektrischen Spezifikationen fast immer für eine Umgebungstemperatur von +25 °C ausgewiesen. Nun wird, zumindest in den Wintermonaten, kaum jemand seinen Prüfplatz auf konstante +25 °C heizen. Betrachtet man die Temperaturcharakteristik von MLCCs näher, erkennt man, dass sowohl Kapazität als auch Verlustfaktor temperaturabhängig sind. Im alltagsüblichen Temperaturbereich am Arbeitsplatz ist allerdings nicht davon auszugehen, dass bei geringen Abweichungen zu den idealen + 25 °C größere Messfehler auftreten. Jedoch ist darauf zu achten, dass sich eben angelieferte oder aus dem Lager



QJ16 Potentiometer

Mit Federvorspannung als Alternative zu Taktschaltern und Impulsgebern

- linear
- Rotationswinkel +/-45°
- Verfügbar als SPDT Ausführung

CAR14 / CER14 / RSR14

Platzsparende Alternative zu CA14 / CE14 / RS14

- Potentiometer mit runden Konturen
- Erhältlich als Cermet oder Carbon
- Rotationssensor Version (RSR14) mit bis zu 1 Mio. Zyklen lieferbar



Wir liefern elektronische und elektromechanische Bauelemente führender Hersteller

Sofort ab Lager

WWW.GUDECO.DE

GUDECO Elektronik Handelsgesellschaft mbH
Daimlerstraße 10 | D-61267 Neu-Anspach | +49 6081 4040
Berlin +49 30 29369777 | Nürnberg +49 911 5399230 | AUT +43 1 2901800

✉ info@gudeco.de