

# elektronik industrie

Was Entwickler  
wissen müssen!

www.elektronik-industrie.de

3 - 2008

## MESSTECHNIK

Oszilloskope verändern ihr Aussehen ▶ 42

## STROMVERSORUNG

Überlegung zur Spezifikation einer DC-Stromversorgung (Teil 1) ▶ 46

Anwendungsoptimierte Batterien ▶ 60

Spannungseinbrüche auf der Batterieleitung beherrschen ▶ 62

Power over Ethernet:  
Was Entwickler  
wissen müssen ▶ 68

## CAE/CAD

Die Test-Factory –  
Open Verification  
Methology (OVM) ▶ 74

Post-Layout Design Check  
– einfach und schnell ▶ 78

## EMBEDDED SYSTEME

Prozessorarchitekturen –  
Optimieren paralleler  
Applikationen ▶ 86

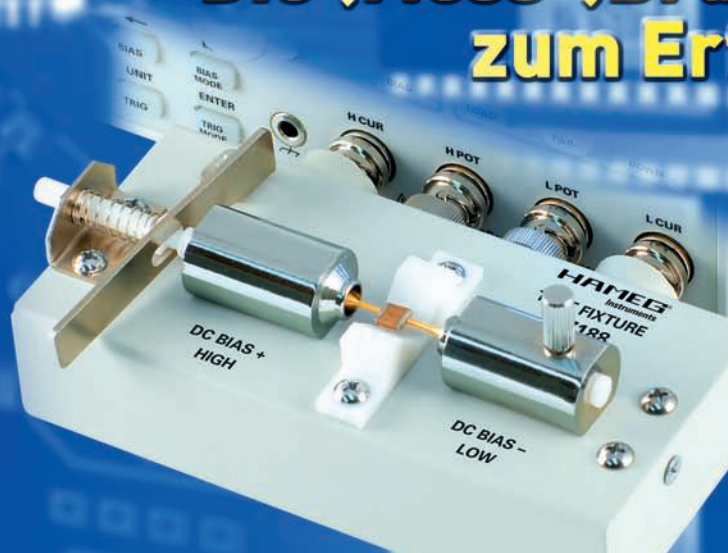
Separation Kernel  
– Sicheres Echtzeit-  
betriebssystem mit  
High-Assurance-Design ▶ 88

# HAMEG®

## Instruments



## Die (Mess-)Brücke zum Erfolg



IN DIESER  
AUSGABE



Hoffen, Schätzen oder Messen? – LCR-Messbrücke!

# Die Brücke zum Erfolg


An die Schaltungsentwicklung innovativer Produkte werden zunehmend schärfere Anforderungen gestellt. Dieser Artikel stellt mit dem HM8118 eine Auto-Balancing Messbrücke vor, die mit ihrer (0,05% Grund-) Genauigkeit und Vielseitigkeit eine neue Referenz für Entwicklung, Produktion, Service und Ausbildung markiert.

Der Schaltungsentwickler im Automotive-, Kommunikations-, IT- und Consumer-Umfeld wird heute täglich mit neuen – häufig auf den ersten Blick widersprüchlichen Begehrlichkeiten wie Minimierung der Leistungsaufnahme, Miniaturisierung, Reduktion der Entwicklungszeit und -Komplexität oder Robustheit des Designs (6 Sigma) konfrontiert, die oft nur mit speziellen Bauelementen realisiert werden können. Genügte in der Vergangenheit oft ein einfaches (ggf. auch nur Hand-)LCR-Meter zur Bauelementeverifikation, stoßen selbst die heute verfügbaren LCR-Messbrücken bei der Komponentencharakterisierung oft an ihre Grenzen. Mit dem HM8118 stehen neben einer variablen Messfrequenz (20 Hz bis 200 kHz) eine variable Messspannung (0,10... 1,50 Veff) und eine Bias-Funktion für Spannung (0 ... 5,00 V bzw. 0 ... 40 V extern) und Strom (0 ... 200 mA) zur Verfügung. Durch die verwendete Multislope-Wandler-Technologie und die aufwändige Messsignalerzeugung sind stabile Messungen an Kondensatoren bis herunter auf ein fF (angezeigt 0,01 fF), bei Induktivitäten bis herunter auf 0,1 nH (angezeigt 0,01 nH) möglich. Alle Einstellungen und Messungen können neben dem Frontpanel auch über den PC mit der eingebauten galvanisch getrennten Dual-Schnittstelle (USB und RS232) oder mit der Option HO880 über die IEEE-488-Schnittstelle erfolgen.

### Weniger ist oftmals Mehr

Die Hochintegration vormals in Einzelblöcken realisierter Gesamtschaltungen – Beispiel

**AUTOR**



Dipl.-Ing. Sascha Kunisch ist Entwicklungsleiter für Systemgeräte und Spektrumanalysatoren bei der HAMEG Instruments GmbH

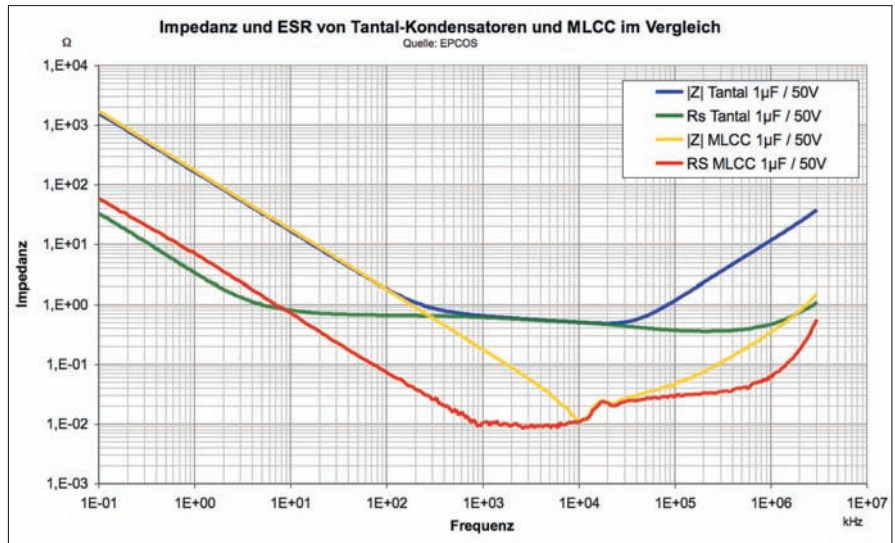


Bild 1: Die Performance eines Empfänger kann von den Parametern und dem Verhalten eines einzigen Kondensators abhängen.

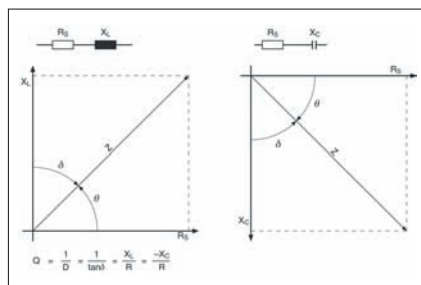


Bild 2: Auch die nicht idealen Eigenschaften realer Bauelemente können mit der LCR-Messbrücke auf Knopfdruck gemessen werden.

GPS-Empfänger, Bluetooth TRX, Dash-Bord im PKW oder die Implementierung eines ganzen Web-Servers in einem Chip – bringt einerseits eine signifikante Einsparung an PCB-Fläche, fordert aber andererseits nach speziellen Eigenschaften der wenigen, noch verbleibenden externen Bauelemente. Im scheinbar trivialen Falle eines Low-Noise LDO-(Low-Dropout)-Reglers wird die Performance eines ganzen Empfängerzuges (LNA, Mischer, VCO..) von den Parametern und dem Verhalten eines einzigen Low-ESR (Equivalent Series Resistance) Kondensators bestimmt (Bild 1).

### Die Brücke – der Weg zum Lösung

Standen in der Vergangenheit bei den einfacheren LCR-Metern nur die idealen Größen wie Kapazität oder Induktivität im Fokus, lassen sich mit der LCR-Messbrücke HM8118 insbesondere auch die nicht idealen Eigenschaften realer Bauelemente (Bild 2) wie den  $R_s$  im Serienschaltbild oder den  $R_p$  im Parallelschaltbild eines Kondensators oder einer Spule und die sich daraus ableitenden Kenngrößen wie Güte  $Q$ , Verlustfaktor  $D$ , Phasenwinkel  $\theta$ , sowie die komplexen Größen Impedanz  $Z$  und Admittanz  $Y$  auf Knopfdruck messen. Dabei wurde größter Wert auf eine einfache und praxiserichte Lösung gelegt. Alle die Messung beeinflussenden und begleitenden Parameter wie Messfrequenz, AC-Messspannung, Bias ( $U$  bzw.  $I$ ), Quellimpedanz (Range), Messgeschwindigkeit (Speed), Status des Leerlauf-, Kurzschluss- und Lastabgleichs werden gleichzeitig mit dem Messergebnis auf dem kontrastreichen vollgrafischen LCD zur Anzeige gebracht. Im Lieferumfang befindet sich eine auf das Gerät abgestimmte SMD-Test-Fixture (Bild 3) sowie ein Kelvin-



Messkabel mit zwei Krokoklemmen zur problemlosen 4-Draht-Messung an diskreten Komponenten. Optional wird mit dem HZ181 auch eine Test-Fixture für THT (bebraute) Bauelemente, sowie mit dem HZ186 für Transformatoren und Übertrager angeboten. Optional ist mit dem HO118 auch ein Binning Interface verfügbar, mit dessen Hilfe über 8 Open-Collector Ausgänge zu klassifizierende Bauelemente in einer Kundenanwendung in bis zu 8 Toleranzfelder eingeteilt werden können.

### Transformatoren? Kein Problem!

Neben der Charakterisierung passiver Bauelemente wie L, C, R können mit dem HM8118 auch die spezifischen Eigenschaften von Transformatoren und Übertragern – und das nicht nur auf den Festfrequenzen 50/60 Hz bzw. 100/120 Hz, sondern im kompletten Messfenster 20 Hz bis 200 kHz – bestimmt werden. Hierzu gehören das Wicklungsverhältnis  $n$  (0,96 ... 500), die Gegeninduktivität  $M$  (Mutual Inductance, 1  $\mu\text{H}$  bis 100 H), die Streuinduktivität (Leakage Inductance) nach dem Kurzschlussprinzip, sowie die Koppelkapazität zwischen den einzelnen Wicklungen. Einsatzgebiete sind somit die Bestimmung der realen Kenngrößen von z. B. Netztransformatoren bei denen die Streuinduktivität unter anderem ein Maß für die Kurzschlussfestigkeit darstellt oder auch die Evaluierung von Schaltnetzteil-Übertragern auf ihrer tatsächlichen Nennfrequenz.

### Freud und Leid am Point of Load

Der Trend zur Dezentralisierung der Stromversorgung der einzelnen Funktionseinheiten eines Gerätes wird maßgeblich von der Vielzahl der ‚vor Ort‘ benötigten Betriebsspannungen und -ströme getrieben. Nicht selten werfelt ein halbes Dutzend unterschiedlicher DC/DC-Wandler – von unseren Vätern gerne auch Zerhacker genannt – mit all ihren Störpotentialen in einem einzigen Gerät. Während z. B. das Backlight eines LC-Displays hohe Spannungen mit kleinen Strömen benötigt, fordert ein  $\mu\text{C}$ , FPGA oder ASIC prinzipbedingt (fortlaufende Technologie-Shrinks) oft mehrere kleinere Spannungen mit zum Teil grotesk hohen Strömen. Durch dieses ‚Point of Load‘ Konzept ist es zwar leichter, der heute viel gefragten Energieeffizienz nachzukommen, jedoch wer-

Bild 3: SMD-Testfixture für die LRC\_Messbrücke.

den sehr spezielle Anforderungen an L und C Komponenten zur Entkopplung und Glättung gestellt, deren Eigenschaften für die spezifische Anwendung verifiziert werden wollen. Hochstromverbraucher mit externer Speicherdrossel arbeiten wegen der Forderung nach Raum- und Energieeffizienz schon lange nicht mehr im Bereich einiger 10 kHz, so dass zur Charakterisierung dieser Elemente auf ihrer realen Betriebsfrequenz eine LCR-Brücke benötigt wird, die auch oberhalb der bisher magischen Grenze von 100 kHz misst. Was hilft es dem Entwickler, wenn die verfügbare Messtechnik nur die Charakterisierung bis 20 kHz zulässt, die reale Applikation aber auf der zehnfachen Frequenz arbeitet. So zeigt die Güte einer Speicherdrossel – das Herzstück eines Step-Up- oder Step-Down-Convertes – naturgemäß eine starke Abhängigkeit von der verwendeten Betriebsfrequenz.

### Auf die Spannung kommt es an

Zu einer voll ausgestatteten LCR-Messbrücke gehört selbstverständlich auch das Vorhandensein einer Bias-Funktion. Assoziiert man mit dieser zunächst einmal die Vermessung einer Varicap-Diode, ist doch auch für die spezifikationskonforme Messung von Elektrolyt-Kondensatoren eine DC-Formierspannung erforderlich. Beim HM8118 ist diese im Bereich 0 ... 5 V mit einer Auflösung von 10 mV frei wählbar. Sind größere Spannungshübe wie z. B. bei der Charakterisierung von Tuner Varicaps erforderlich, kann über einen externen Eingang eine Spannung im Bereich 0 ... 40 V eingespeist werden.

Die wenigsten aller LCR-Brücken verfügen über eine Strom-Bias-Funktion. Das HM8118 wartet mit einer Stromquelle 0 ... 200 mA mit einer Auflösung von 1 mA auf. Dies wissen HF-Entwickler sehr zu schätzen, nimmt doch die Induktivität durch Sättigungseffekte rapide ab, sobald eine RF-Choke in der Anwendung als RF-Block z. B. im Lastkreis eines MMIC (Monolithic Microwave IC) von zu großem DC-Strom durchflossen wird. Auch eine variable AC-Messspannung ge-

hört nicht zum Standard einer jeden LCR-Messbrücke. Beim HM8118 kann die Quellenspannung im Bereich 0,05 ... 1,5 Veff in 10-mV-Stufen variiert werden, um somit den im Datenblatt des Bauelementes spezifizierten Wert zu wählen oder auch gezielt unterhalb der Flussspannung einer Halbleiterstrecke zu verbleiben. Über eine Monitorfunktion kann schließlich die tatsächlich am Prüfling anliegende Spannung (des Spannungsteilers Quelle – DUT) gemessen werden. Diese variiert mit der Impedanz des Prüflings und ist naturgemäß eine Funktion der Messfrequenz. Analoges gilt für die Monitorfunktion des AC-Messstromes.

### Fazit

Die Anforderungen an passive Bauelemente sind durch die Hochintegration in den letzten Jahren weiter gestiegen: die wenigen noch verbleibenden externen Komponenten tragen in der Regel eine Schlüsselfunktion, die eine sorgfältige Auswahl erforderlich macht. Mit dem HM8118 kommt eine leistungsfähige Auto-Balancing Messbrücke auf den Markt, die für die Qualifizierung und ggf. Requalifizierung von 2nd Source Komponenten im Life-Cycle neue Maßstäbe setzt. Diese ist mit der zum Lieferumfang gehörenden SMD Testfixture (Bild 3) sowie dem 4-Draht Kelvin-Messkabel bei einem Preis von unter 1 400 € ein reichhaltig ausgestattetes, vielseitiges und dennoch leicht zu bedienendes Messgerät, das die Erwartungen von Entwicklung, Produktion, Service und Ausbildung in vielen Punkten übertreffen wird. (jj)

