

# Was tut sich bei den Passiven?

Alfred Vollmer

**Sie stehen stets im Schatten der Halbleiter, aber auch bei den passiven Bauelementen tut sich so einiges, denn ohne Innovationen auf dem passiven Sektor würden die Endprodukte erheblich größer, teurer und unzuverlässiger ausfallen. Einige neue Widerstände, Kondensatoren, Induktivitäten, Trafos/Übertrager und Sicherungen lernen Sie im folgenden Beitrag kennen.**

**B**asiselement Nr. 1 der Elektronik ist und bleibt der Ohm'sche Widerstand, denn das Ohm'sche Gesetz ist nun mal die wichtigste Formel unserer Branche. Trotz vielfacher Integration in ICs sind Einzel-Widerstände sowie Widerstands-Netzwerke nach wie vor gefragt – selbst wenn sie vielfach auf Grund ihrer „Größe“ abfällig als Hühnerfutter tituliert werden. Chipwiderstände sind mittlerweile so klein geworden, dass Kosten für das Handling den Herstellpreis oft um das 20fache übersteigen.



**Bild 1: Die Widerstände der OAR- und der LR-Serie dienen als Stromsensor.** Foto: TT Electronics

Nach Angaben von Vishay Intertechnology handelt es sich bei den Dickfilm-Chipwiderständen CRCW0201 um einen rechtwinkligen Dickschicht-Chipwiderstand, der „die branchenweit kleinste Flächenkontur aufweist“. Der in einem Gehäuse des Typs 0201 mit den Abmessungen 0,6 mm x 0,3 mm x 0,23 mm (Höhe) untergebrachte SMD-Widerstand ist mit 50 mW belastbar, auf eine maximale Betriebsspannung von 30 V bei einem Standard-TCR-Wert von  $\pm 200$  ppm/°C ausgelegt und im Widerstandsbereich von 10  $\Omega$  bis 1 M $\Omega$  gemäß der E24-Reihe mit einer Toleranz von  $\pm 5\%$  lieferbar.

Sehr oft sind aber auch besonders genaue externe Widerstände (aus der Sicht der Halbleiter betrachtet) gefragt. Die jüngste Ergänzung der Miniatur-Chipwiderstands-Familie von Rohm eignet sich beispielsweise für besonders genaue Anwendungen, bei denen stets

auf den Platzbedarf geachtet werden muss, denn die Toleranz dieser Bauelemente beträgt lediglich 0,5%.

Diese bis 1/16 W belastbaren Dickschicht-Chipwiderstände des Typs MCR0 sind mit Widerstandswerten von 100  $\Omega$  bis 910 k $\Omega$  in der E24-Reihe mit einem Temperatur-Koeffizienten von 100 ppm/°C in der Bauform 0402 erhältlich und bei Spannungen bis 50 V einsetzbar.

Vor allem zur Strommessung hat AMS Technologies die Flip-Chip-Widerstände der Baureihe CC1512 konzipiert, die

mit Widerstands-Werten von 0,010  $\Omega$  bis 10  $\Omega$  für Anwendungen wie Stromversorgungen, Motor-Regelungen und Batterie-Management lieferbar sind. Die induktionsfrei ausgeführten Widerstände weisen auf Standard-Leiterplatten wie beispielsweise FR-4 eine Belastbarkeit von 0,75 W auf.

Je nach Ausführung sind die Chip-Widerstände der LR-Serie von TT Electronics bereits ab 0,003  $\Omega$  bis 1  $\Omega$  für Leistungen von 0,5 W bis 3 W bei Toleranzen von

1%, 2% bzw. 5% erhältlich, wobei die Induktivität unter 0,2 nH liegt. Mit der Widerstands-Serie OAR bietet das Unternehmen außerdem fünf Varianten mit Leistungen von 1 bis 5 W sowohl in bedrahteter Ausführung (OAR1 bis -5, CLS-5) als auch in SMD-Ausführung (OARS-1) an. Je nach Typ sind Widerstandswerte zwischen 0,25 und 100 m $\Omega$  bei 10 nH Induktivität erhältlich. Bei Toleranzen von 1% bzw. 5% sind die Bauelemente der OAR-Serie für Temperaturen von bis zu 155 °C ausgelegt.

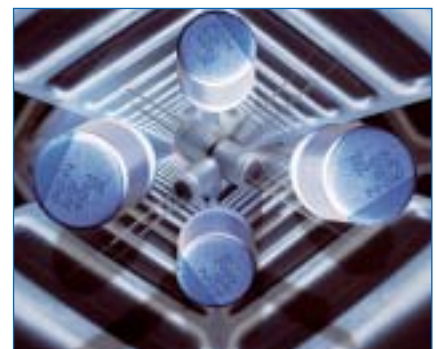
Vishay Intertechnology	<b>351</b>
Rohm	<b>352</b>
AMS Technologies	<b>353</b>
TT Electronics	<b>354</b>

## Kondensatoren

Nicht nur bei der mathematischen Anwendung des Ohm'schen Gesetzes wird bei Nutzung von Kondensatoren (und Induktivitäten) alles komplexer; auch der Platzbedarf auf der Leiterplatte ist meist um einiges höher als bei den realen Widerständen, obwohl vor allem im Bereich Tantal-Kondensatoren in den letzten Jahren beachtliche Reduktionen der Gehäuse-Abmessungen erzielt wurden, so dass mittlerweile beispielsweise ein Tantal-Kondensator von Epcos mit Polymer-Multianode, der die Eckdaten 680  $\mu$ F/4 V bei einem ESR von unter 15 m $\Omega$  aufweist, nur noch eine Bauhöhe von maximal 4,4 mm beansprucht und somit z. B. in einem Pentium-4-System noch unter dem Kühler Platz findet.

Den „weltweit geringsten ESR-Wert für kompakte 0805-Leiterplatten-Stellflächen“ bescheinigt der Distributor TTI Inc. den Tantalkondensatoren 29D von Vishay. Diese Bauteile sind mit Kapazitätswerten von 3,3  $\mu$ F bis 33  $\mu$ F für Gleichspannungen von 4 V bis 10 V bei 10% oder 20% Toleranz im Programm. Dabei gibt es die Bauteile in zwei SMD-Gehäuse-Ausführungen: Das R-Gehäuse misst 2 mm x 1,3 mm x 1,2 mm, während das P-Gehäuse die Abmessungen 2 mm x 1,35 mm x 1,35 mm aufweist.

Um die hohe Kapazität pro Volumen der Tantal-Kondensatoren noch zu



**Bild 2: Ganz ohne blei- und PVC-haltige Bestandteile werden die radiativen Kondensatoren der Baureihe NSPZR gefertigt.** Foto: NIC Eurotech

übertreffen, arbeiten wohl nicht nur die Forscher bei Epcos bereits intensiv an Niob-Kondensatoren, deren Dielektrizitäts-Konstante über 50% höher ist als bei den Tantal-Typen. Während die Dielektrizitäts-Konstante  $\epsilon_r$  beim Tantaloxid „nur“ einen Wert von 27 aufweist, beträgt dieser Wert beim Nioboxid satte 41.

Mit ihrem ausgezeichneten Verhältnis zwischen Kapazität und Bauvolumen werden die Niob-Kondensatoren einen wesentlichen Beitrag zur Miniaturisierung leisten. Da der Trend ohnehin zu geringeren Spannungen geht, stört hierbei die geringere Spannungsfestigkeit des Niobs nur bedingt.

Doch zurück zu den bereits heute lieferbaren Kondensatoren. Wima hat seine Kondensator-Serie mit Mischdielektrikum in Film/Folienausführung erweitert, so dass jetzt die Serien FKM 2, FKM 3, MKM 2 und MKM 4 zur Verfügung stehen.

Diese Bauelemente verhalten sich in punkto Kapazitätsänderung in Abhängigkeit von der Temperatur nahezu konstant, so dass sie dem Kapazitätsverlauf der früher erhältlichen Polycarbonat-Kondensatoren sehr nahe kommen und sich somit als Ersatz für Polycarbonat- sowie für herkömmliche PPS-Kondensatoren eignen.

Ganz ohne blei- und PVC-haltige Bestandteile fertigt NIC Eurotech die radialen Kondensatoren der Baureihe NSPZR, die in Kapazitätswerten von 180  $\mu\text{F}$  bis 820  $\mu\text{F}$  mit Nenn-Gleichspannungen von 4 V bis 16 V lieferbar sind. Die Bauteile befinden sich in nylon-laminierten Aluminium-Gehäusen mit Abmessungen zwischen 8 mm x 11,5 mm und 10 mm x 12,5 mm. Der Betriebs-Temperaturbereich liegt zwischen  $-55^\circ\text{C}$  und  $+105^\circ\text{C}$ .

Für Schweißgeräte und andere Anwendungen, die hohe Ströme benötigen, hat Cornell Dubilier die hochkapazitiven Kondensatoren der Baureihe 4CMC für den Einsatz auf gedruckten Schaltungen entwickelt. Bei einer Gleichspannung von 16 V sind Kapazitäten bis 420.000  $\mu\text{F}$ , bei 200 V bis 14.000  $\mu\text{F}$  und bei 500 V bis 2.300  $\mu\text{F}$  lieferbar, wobei die Lebensdauer bei

$+85^\circ\text{C}$  und maximaler Spannung zirka 2000 Stunden beträgt.

Nicht als Einzel-Kapazität, sondern als Chip-Netzwerk mit vier einzelnen Chip-Keramik-Kondensatoren fertigt Samsung Vielschichtkondensatoren-Netzwerke, um so den Flächenbedarf auf der Leiterplatte um über 50% zu verringern. Die Chips in der Bauform 0612 mit Abmessungen von 3,2 mm x 1,6 mm sind mit Kapazitätswerten bis 150 nF erhältlich.

### Induktivitäten

Es hat zwar verhältnismäßig lange gedauert, bis induktive Bauelemente in einem breiten Spektrum als SMDs zur Verfügung standen, aber mittlerweile ist das Angebot breit gefächert. So gibt es die Mitglieder der neusten Baureihen (2400 und 2600) oberflächenmontierbarer gewickelter Induktivitäten von C&D Technologies mit Induktivitätswerten zwischen 2,7  $\mu\text{H}$  und 680  $\mu\text{H}$  bei einer Strombelastbarkeit bis 4,6 A. Während die Induktivitäten der Reihe 2400 mit Werten zwischen 2,7 und 220  $\mu\text{H}$  eine maximale Breite von 5,8 mm bei einer Bauhöhe von 4,5 mm aufweisen, sind die Bausteine der Familie 2600 (3,3 bis 680  $\mu\text{H}$ ) maximal 12,6 mm breit bei 5,4 mm Höhe. Die Länge ist jeweils etwas geringer als die Breite.

Speziell für den Einsatz in DC/DC-Wandlern hat Pulse eine Serie von Induktivitäten vorgestellt, die nach Angaben des Herstellers „sowohl die niedrigsten DCR-Werte (Gleichstrom-Widerstand) als auch das größte heute auf dem Markt erhältliche Induktivitäts-Spektrum bietet“. Die oberflächenmontierbaren Bauteile sind mit Induktivitäten von 0,4 bis 6,2  $\mu\text{H}$  für Nennströme von 9 bis 73 A bei Gleichstrom-Widerständen zwischen 0,38 und 1,44 m $\Omega$  lieferbar. Damit lassen sich bei 7,36 mm Bauhöhe minimale Leistungsverluste zwischen 0,16 und 2,25 W erzielen, während die maximale Energie-Speicherung im Frequenzbereich von 100 kHz bis 2 MHz mit 2,4 MJ beziffert ist.

Nicht nur bei Geräten mit Netzanschluss spielen Drosseln eine wichtige Rolle. Dabei unterscheiden Hersteller wie Caltron drei Familien: Lineardrosseln eignen sich vor allem für den Einsatz als Sieb-, Glättungs- und Entstördrossel, während Speicherdrosseln als

Energie-Zwischenspeicher in getaketen Netzgeräten zum Einsatz kommen. Speicherdrosseln haben eine konstante Induktivität bei großer Wechselfeld-Aussteuerung und hoher Gleichstrom-Vormagnetisierung, während gleichzeitig die Verluste bei der Ummagnetisierung gering gehalten werden. Magnetisch kompensierte Drosseln dienen beispielsweise zur Entstörung von Geräten mit hohem asymmetrischem Störanteil. Mit dieser Drosselart und den entsprechenden Kondensatoren lassen sich sehr wirksame Breitbandfilter aufbauen. Nach Angaben von Caltrex handelt es sich übrigens bei der stromkompensierten Familie CCSP-6210 von Caltron „um die zur Zeit kleinste vergossene Drosselserie“, die VDE-geprüft nach EN 60938 für 250-V-Anwendungen zugelassen ist. Die Abmessungen dieser Drosseln betragen 10 mm x 8 mm x 10 mm.

C&D Technologies	<b>361</b>
Pulse	<b>362</b>
Caltrex (Caltron)	<b>363</b>



**Bild 3:** Diese Induktivitäten ermöglichen bei 7,36 mm Bauhöhe im Frequenzbereich von 100 kHz bis 2 MHz eine maximale Energie-Speicherung von 2,4 MJ.

Foto: Pulse

### Übertrager/Trafos

Um die Entstehung eines Streufelds zu vermeiden und so ein gegenüber der Umwelt magnetisch neutrales Bauteil zu realisieren, hat Coiltronics bei der DRQ-Familie einen Übertrager mit Trommelkern entwickelt, der zwei galvanisch getrennte Wicklungen im Übersetzungsverhältnis 1:1 miteinander koppelt. Bei Trommelspulen ist die Wicklung vollkommen vom Kernmaterial umschlossen, so dass der Übertrager gleichzeitig vor externen magnetischen Feldern geschützt ist. Schaltet man beide Wicklungen in Reihe, dann können diese SMD-Bauteile als Indukti-

EPCOS	<b>355</b>
TTI Inc.	<b>356</b>
Altron (Wima)	<b>357</b>
NIC Eurotech	<b>358</b>
CBF (Cornell)	<b>359</b>
Beck (Samsung)	<b>360</b>



**Bild 4:** Diese Universal-Steuertransformatoren der Baureihe UST sind mit ihren Schraub/Steckklemmen berührungssicher entsprechend der VGB 4 ausgeführt

Foto: MTM Power Messtechnik Mellenbach

vitäten mit Werten von bis zu 4 mH genutzt werden. Bei Parallelschaltung der Wicklungen verdoppelt sich die Stromtragfähigkeit bis auf 9 A. Die Gleichspannungsfestigkeit zwischen den Wicklungen beträgt ebenso wie die maximale Impuls-Gleichspannung 300 V pro Spule. Bei quadratischer Bauform mit einer Kantenlänge von 7,6 mm beträgt die Bauhöhe 3,6 mm (DRQ73) bzw. 4,5 mm (DRQ74).

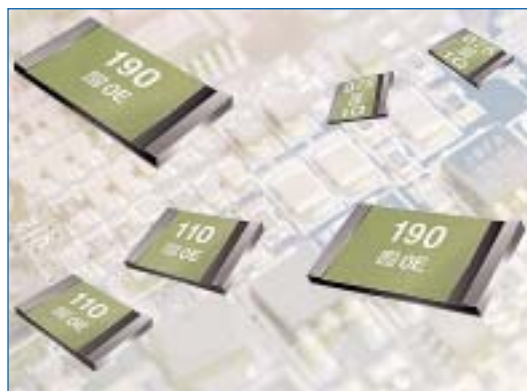
Bei Eingangsspannungen von 230 bis 540 V bieten die Universal-Steuertransformatoren der Baureihe UST vom MTM Power Messtechnik Mellenbach Ausgangsspannungen von 12 V, 24 V bzw. 2 x 115 V – und zwar für einen Leistungsbereich von 50 bis 1200 VA. Sie sind komplett im Vakuum imprägniert, entsprechen der Norm EN61 558-2-2 und für die Isolationsklasse T40/E ausgelegt, wobei die Schraub/Steckklemmen an den Anschlüssen berührungssicher entsprechend der VGB 4 ausgeführt sind.

Hy-Line (Coiltronics) **364**

MTM Power **365**

## Ferritkerne

Zur Dämpfung von leitungsgebundenen Störsignalen eignen sich die geteilten Ferritkerne im Kunststoffgehäuse, die Richco anbietet. Durch das Kunststoff-Gehäuse ist der Ferrit mechanisch geschützt und kann auch außerhalb der Geräte beispielsweise auf einem Netzkabel eingesetzt werden. Eine Snap-In-Technik ermöglicht das mehrfache Öffnen und Schließen der Ferrit-Halbschalen, was besonders in der Test-



**Bild 5:** Oberflächenmontierbare PTC-Sicherungen sind im Gegensatz zu Schmelzsicherungen selbstrückstellend

Foto: Schurter

phase sehr hilfreich ist und in der Serienfertigung die Montagezeiten verkürzt.

Richco **366**

## Sicherungen

Einen Überstromschutz mit flinker Charakteristik bieten die oberflächenmontierbaren, selbstrückstellenden PTC-Sicherungen der Baureihen PFMU (Größe 1210), PFMD (Größe 1812) und PFME (Grundfläche 5,3 mm x 11,5 mm) von Schurter im Nennstrom-Bereich von 50 mA bis 2,6 A. Die PFMU- und PFMD-Sicherungen sind für Anwendungen in Computer-Peripherie-Geräten, Modems, Kleincomputern, Telefon, Fax etc. geeignet, während die Produkte der Baureihe PFME, die einen Haltestrom von 1,9 A aufweisen, besonders für den Schutz von Batterien konzipiert sind. PFME-Sicherungen weisen nämlich einen geringeren Innenwiderstand und eine relativ geringe Auslöse-Temperatur von 85 °C bei einem Ausschaltstrom von bis zu 100 A auf.

Für Geräte, die mit Nenn-Wechselspannungen bis 240 V bei maximalen Wechselspannungsspitzen von 265 V arbeiten, bietet der Unternehmensbereich Raychem Circuit Protection der Tyco Electronics die selbstrückstellenden PolySwitch-Sicherungen der Serie LVR an, die mit Nennströmen von 50 bis 400 mA lieferbar sind. Diese thermisch aktivierten Schutzelemente können somit für den Überstrom- und Übertemperatur-Schutz auf der Primärseite von Netzteilen und Transformatoren zum Einsatz kommen.

Schurter **367**

Tyco/Raychem **368**