

# Diese mögens heiß

## Folien-Kondensatoren für hohe Temperaturen einsetzen

Hitze, Vibrationen und große Temperaturhübe sind die Regel, wenn es unter die Motorhaube geht. Um diesen Belastungen standhalten zu können, müssen elektronische Bauelemente immer höhere Anforderungen erfüllen. Wie das funktioniert, zeigt Epcos mit seinen Folien-Kondensatoren.

**Immer mehr Elektronik** im Automobil kommt in Under-the-Hood-Anwendungen (UTH) und in Engine-Mount-Baugruppen (EM) zum Einsatz. Die Bauelemente sind unter der Motorhaube durch Vibrationen oder Hitze großen Belastungen ausgesetzt. Aus diesem Grund werden die Anforderungen an die elektronischen Bauelemente immer strenger. Spezifische Standards für Automobilanwendungen wie CDF-AEC-Q200, JASO D 001-87 oder VW-801-01 definieren die Anforderungen, die elektronische Bauelemente erfüllen müssen, um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten – und zwar unter extremen und sich schnell ändernden Temperaturen sowie mit der nötigen Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Beanspruchungen. Heutzutage zählt die Funktionstüchtigkeit von Bauelementen in Kraftfahrzeugen bei einer konstanten Umgebungstemperatur von 125 Grad Celsius zu den erweiterten Anforderungen. Zusätzlich müssen diese Applikationen in der Regel zumindest temporär höhere Temperaturbeständigkeiten von bis zu 175 Grad Celsius aufweisen. Schließlich ist in bestimmten Baugruppen, wie in HID-Lampen für die Frontscheinwerfer, aber auch bei anderen Anwendungen, eine Dauerumgebungs-Temperaturfestigkeit von 150 Grad Celsius Standard.

### Thermischen Schocks standhalten

Elektronische Bauelemente unterliegen auf der einen Seite schnellen Temperaturveränderungen und müssen auf der anderen Seite harten thermischen Schocks trotzen. Um das Verhalten des Produkts unter diesen Bedingungen zu simulieren, führt der Hersteller thermische Schocktests durch. Das sind in der Regel über 500 bis 1000 Zyklen zwischen minus 40 und plus 150 Grad Celsius. Dabei spielen Unterschiede in der thermischen Ausdehnung oder Adhäsion zwischen Gehäuse und Vergussmasse in Hinsicht auf die Zuverlässigkeit und die elektrischen Eigenschaften des Bauelements eine entscheidende Rolle. Weil bei den meisten Applikationen im Automobil die maximalen Temperaturen im Bereich zwischen 125 und 175 Grad Celsius liegen, haben diese Tests eine hohe Praxisrelevanz. Die Mehrheit der Anwendungen arbeitet bei Temperaturen bis zu 150 Grad Celsius.

Ausschlaggebend für die Temperaturfestigkeit von Folien-Kondensatoren ist die dielektrische Folie. Darüber hinaus müssen bereits in der frühen Designphase Aspekte, wie Verfügbarkeit von Materialien und Preise Berücksichtigung finden. Gängige Folienmaterialien im Auto sind beispielsweise PET, PEN, PPS oder PP. Aufgrund rauer Betriebsbedingungen und der Notwendigkeit, Platzbedarf sowie Kosten zu reduzieren, setzt Epcos zur Entwicklung von Folien-Kondensatoren für die Kfz-Elektronik PET und PEN für hohe Umgebungstemperaturen ein. Zwar wäre PPS eigentlich für Applikationen, bei denen ein niedriger Verlustfaktor in Kombination mit hohen Betriebstemperaturen erforderlich ist, die bessere Lösung als PET oder PEN, ist aber recht kostenintensiv. Die Praxis zeigt, dass sich bei gemäßigten Dauertemperatur-Anforderungen auch PP verwenden lässt, was erhebliche Kostenvorteile bringt.



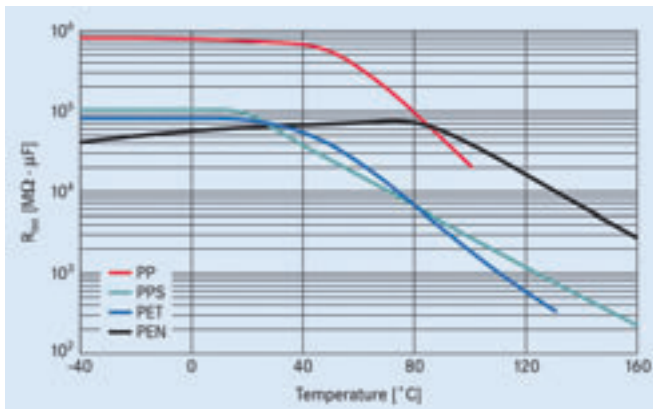


Abbildung 1: Isolationswiderstand von Dielektrika PP weist den höchsten Isolationswiderstand über einen weiten Temperaturbereich auf.

Derzeit entwickelt der Münchner Hersteller Kondensatoren, die direkt am Antriebsstrang neuerer Hybridautos zum Einsatz kommen. Hier kommt PP als dielektrisches Material zum Einsatz, weil zum einen die reale Betriebstemperatur unterhalb von 110 Grad Celsius liegt und PP-Kondensatoren zum anderen gute Eigenschaften bei hohen Frequenzen aufweisen. Das zeigt auch Abbildung 1. Neben den Betriebsbedingungen ist der Verarbeitungsprozess beim Systemlieferanten von Bedeutung: So müssen sich Kondensatoren, die für die Surface-Mount-Technology-Montage (SMT-Montage) geeignet sind, auch bei Reflow-Löttemperatur Tests unterziehen, die Spitzenwerte von bis zu 260 Grad Celsius erreichen können, wie Abbildung 2 aufzeigt.

### Die Lebensdauer durch spezielles Harz verlängern

Epcos hat ungehäuste Kondensatoren für Lichtsysteme und DC/DC-Wandler in Fahrzeugen entwickelt. Für Anwendungen, die näher am Motor montiert sind und damit höhere Vibrationsbeständigkeit aufweisen müssen, bietet das Unternehmen gehäuste Varianten an. Bei diesen Kondensatorbaureihen hat Epcos Epoxidharz zum Abdichten des Gehäuses und zum Schutz des Kondensatorelements verwendet.

Epoxid- und Polyurethan-Harze können elektrochemische Korrosionen der Metallisierung durch die Aushärter hervorrufen. Infolge dessen kann die Kapazität des Kondensators sinken – ein Vorgang, der vom Anteil des Aushärtebeschleunigers im Harz, der Dicke der Metallisierungsschicht auf dem Kunststoffilm sowie der Betriebsspannung und den Temperaturen abhängt. Darüber hinaus muss die Alterung des Epoxidharzes als Funktion von Zeit und Temperatur Berücksichtigung finden. Sie kann beispielsweise zu starken Veränderungen der Flexibilität und des thermischen Expansionskoeffizienten des Harzes führen, wenn die Umgebungstemperatur in der Nähe des Verglasungspunktes liegt. Folge: Spalten und Risse im Harz oder sogar sich ablösende Kontaktierungen. Aus diesem Grund entwickelte der Münchner Hersteller ein spezielles Epoxidharz, so dass sich diese negativen Auswirkungen auf die Lebensdauer und elektrische Funktionsfähigkeit der Kondensatoren deutlich mindern lassen.

Bei der Auswahl des Gehäusematerials spielen Steifigkeit, Brüchigkeit, thermische Ausdehnung und Flammenhemmung nach UL94-V0 eine Schlüsselrolle. Zusätzlich ist eine gute Adhäsion zwischen Gehäuse und dem zum Abdichten genutzten Harz erforderlich, um den Schutz des Kondensators sicherzustellen. Hersteller von Folien-Kondensatoren nutzen in der Regel PBT und PP als Gehäusematerialien. Zudem ist aber auch PPS als Material für die Kunststoffgehäuse geeignet. Manko des PP-Einsatzes: es ist zwar hochelastisch, aber auf Grund seiner niedrigen Betriebstemperatur von maximal 120 Grad Celsius, seiner niedrigen Verglasungstemperatur

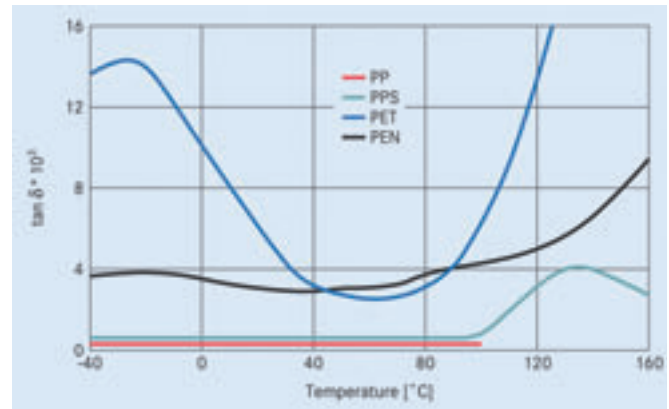


Abbildung 2: Verlustfaktor als Funktion der Temperatur. Auch beim Verlustfaktor weist PP gute Werte auf.

und seinem ungenügenden Anhaften am Harz für die meisten Automotive-Applikationen ungeeignet. Deshalb fokussierte Epcos seine Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten bei Kunststoffgehäusen auf die Materialien PBT und PPS, wobei sich vor allem PBT in den meisten Produkten als zuverlässiges Material erwies.

### Hohe Leistungsfähigkeit mit PEN und PET erreichen

Die im Rahmen der Testreihen mit unterschiedlichen Dielektrika, Harzen und Kunststoffgehäusen erzielten Ergebnisse dienten Epcos als Grundlage für die Entwicklung einer Kondensatorbaureihe, die speziell für Automobilanwendungen ausgerichtet ist. Als dielektrisches Basismaterial kommt in der B3252\*A-Baureihe PET für Kondensatoren für eine maximale Betriebstemperatur von 135 Grad Celsius zum Einsatz. Die Baureihe B3282\*A ist für Temperaturen bis 150 Grad Celsius spezifiziert und nutzt PEN als dielektrisches Material. Bei der Auswahl des Materials für die Kunststoffgehäuse sind zwei Optionen möglich: PBT für übliche Randbedingungen in Hinsicht auf thermische Schocks und Feuchtigkeit – nämlich minus 40 bis plus 135 Grad Celsius beziehungsweise 40 Grad Celsius bei 93 Prozent relative Feuchtigkeit – sowie PPS in Anwendungen, in denen diese Anforderungen höher sind. Der Prozess zum Test der Produktlebensdauer wurde definiert, um die Leistungsfähigkeit der Kondensatoren während des Betriebs bei maximal erlaubter Temperatur zu untersuchen. Die im Rahmen dieser Tests angelegte Kategorie-spannung ist dabei nach den IEC-Standards definiert. (eck) ■



Der Autor: Freddy Esteban arbeitet als Entwicklungsingenieur für Folienkondensatoren bei Epcos in Malaga, Spanien.

## Auf einen Blick

### Fit für Automotive

Um sich automotive-geeignet auf die Fahne schreiben zu können, müssen elektronische Bauelemente hohen Anforderungen, wie Schockresistenz, Hitze und großen Temperaturhuben gerecht werden. Dazu kommt es bei Folien-Kondensatoren auf das richtige Material an – wobei ein Kompromiss zwischen Preis- und Leistung gefunden werden muss.

**i** **infoDIREKT** [www.elektronikjournal.de](http://www.elektronikjournal.de) 102ej|0509  
Link zu Epcos

**✓** **VORTEIL** Die richtigen Folienkondensatoren überzeugen durch hochwertige Materialien mit hoher Schockresistenz und Temperaturfestigkeit: Dadurch erhöht sich die Lebensdauer des Bauelements, der Endapplikation und verringern sich Ausfall- und Wartungskosten.