



Whitepaper

Transport




Fabrikautomatisierung



Alternativen zu MLCCs: Prüfung Ihrer Wahlmöglichkeiten

Autor: Felix Corbett, Director Supplier Marketing, TTI Europe



Mehrschicht-Keramikkondensatoren (MLCCs) sind überall in den heutigen Elektronikentwicklungen verbreitet. Sie machen schätzungsweise 30% der Komponentenzahl in vielen Produkten aus, mit einem Marktwert von mehr als 8 Milliarden Dollar.¹

In jüngster Zeit gab es Lieferengpässe bei den MLCCs, wobei die Lieferzeiten nahezu problematische Ausmaße annahmen, und diese Kapazitätsbeschränkungen dürften bis 2020 und darüber bestehen bleiben. In diesem Whitepaper werden wir die Gründe für diese Engpässe untersuchen und die Alternativen zu MLCCs, die den Ingenieuren zur Verfügung stehen, überprüfen.

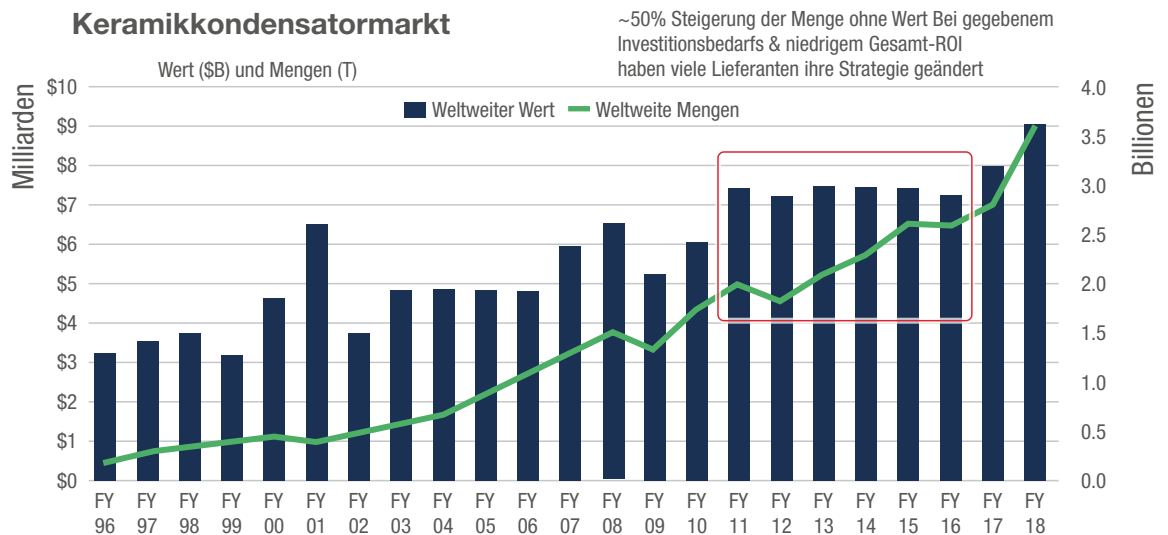
Weshalb es zu Engpässen bei MLCCs gekommen ist

In den letzten Jahren ist die Nachfrage nach MLCCs stark gestiegen, bei gleichzeitigem Wachstum in verschiedenen Marktsegmenten. Neue Technologien wie das Internet der Dinge (IoT) und Elektrofahrzeuge treiben die Anzahl der benötigten Teile noch weiter in die Höhe. So enthält beispielsweise ein High-End-Telefon wie das iPhone X rund 1.100 MLCCs, im Vergleich zu 400 in einem Smartphone im unteren Marktbereich.²

Die Nachfrage nach MLCCs ist im Jahresvergleich um etwa 30 % gestiegen, schneller als von Lieferanten oder Analysten prognostiziert. Gleichzeitig hinkt die MLCC-Produktion hinterher und wächst um lediglich ungefähr 10 bis 25 %, da die Zulieferer aufgrund der erwarteten niedrigen Kapitalrendite (ROI, Return on Investment) nur ungern in neue Kapazitäten investieren.

Einige große Lieferanten haben sich dazu entschieden, einige weniger profitable MLCCs nicht mehr herzustellen, sondern ihre Produktionskapazität auf andere Kondensatoren zu verlagern, die bessere Erträge versprechen. Insbesondere haben sich die Lieferanten von Teilen losgesagt, die Edelmetalle wie Ruthenium und Palladium benötigen.

Abbildung 1. Weltweiter Markt für Keramikkondensatoren (Quelle TTI)



Dies hat dazu geführt, dass bei der Lieferung von MLCCs erhebliche Engpässe auftreten, die für Ingenieure in vielen Branchen Probleme zur Folge hatten, da die Komponenten auf strenge Zuteilungs-(Allokations-)Pläne festgelegt werden. In einigen Fällen beschränken sich die Distributoren darauf, die Mengen einzukaufen, die sie 2016/17 erworben hatten, und die Preise steigen.

Finden einer Lösung

Was sollten Hersteller angesichts dieser Herausforderungen tun?

Zunächst sollten Sie jegliche zukünftige Änderung Ihrer Anforderungen im Voraus planen und mit Ihrem Distributor sprechen, um ihn umfassend zu informieren. Distributoren wie TTI sind einem langfristigen Ansatz verpflichtet und haben so viele Komponenten wie möglich gekauft, um ihren Kunden zu helfen.

Die Zusammenarbeit mit einem Distributor kann die Auswirkungen von MLCC-Engpässen mildern und die Kaufkraft des Distributors nutzen – TTI ist der größte Kunde für viele Hersteller, was gewährleistet, dass wir so viele Komponenten wie möglich für unsere Endkunden sichern können.

Der zweite wichtige Schritt besteht darin, zu untersuchen, welche Alternativen für die MLCCs möglich sind, die von Versorgungsengpässen betroffen sind. In der Folge dieses Whitepapers werden wir uns ansehen, wie MLCCs ersetzt werden können, und die Faktoren betrachten, mit denen die besten Optionen gefunden werden können.

Minimierung der Auswirkungen von Alternativen

Wenn Sie sich Alternativen ansehen, beginnen Sie mit der Betrachtung der Optionen, welche die geringsten Auswirkungen haben. Es ist durchaus möglich, dass Sie eine Lösung finden, die überhaupt keine Neuentwicklung (Re-Design) erfordert.

Betrachten Sie zunächst alternative Lieferanten. Gibt es einen anderen Anbieter, der ein Teil mit den gleichen Leistungen und Eigenschaften liefern kann? Das Problem bei diesem Ansatz ist, dass alle das Gleiche tun, so dass die freie Kapazität eines Anbieters möglicherweise bereits von einem anderen Kunden genutzt wurde.

Könnten Sie sich gegebenenfalls für einen alternativen, verbesserten MLCC entscheiden? Dies kann einen kleinen Anstieg der Kosten bedeuten, wäre aber ein Drop-in-Ersatz ohne Auswirkungen auf Ihr Produkt. Zum Beispiel könnten Sie ein Bauteil mit höherer Spannung oder engeren Toleranzen verwenden.

Sie sollten zudem alle von Ihnen angegebenen Standardqualifikationen überprüfen. So ist beispielsweise AEC-Q200 der Automotive-Standard für die Belastungsbeständigkeit von passiven elektronischen Bauteilen. Wenn Sie dies vorgegeben haben, sind Sie auch sicher, dass Ihre Entwicklung ein AEC-Q200-konformes Teil benötigt? Alternativ dazu: Könnten Sie auch ein konformes Teil auswählen, um einen nicht konformen MLCC in Ihrem Design zu ersetzen?

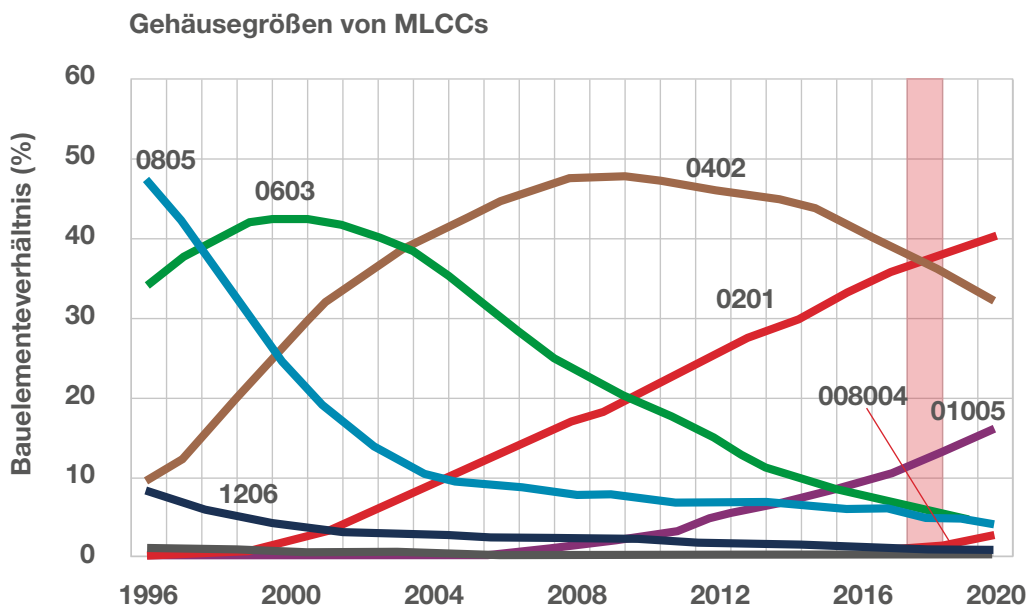
Ein weiteres Feature, das Sie sich ansehen könnten, ist der flexible Anschluss, welcher die Auswirkungen der Leiterplattenbelastung auf MLCCs verringert. Ist dieser für Ihr Design notwendig, oder ist auch ein Kompromiss denkbar?

Pad-Größe und Layout

Nachdem Sie die oben genannten Optionen ausprobiert haben, müssen Sie möglicherweise noch nach anderen Alternativen suchen. Der nächste zu untersuchende Bereich ist die Pad-Größe in Ihrer vorhandenen Entwicklung.

In den letzten Jahren haben MLCC-Hersteller Ressourcen in die Herstellung kleinerer, kostengünstigerer Gehäusegrößen investiert, um ihre Kapitalrendite zu erhöhen. Abbildung 2 zeigt, wie unterschiedliche Größen von diesen Trends betroffen sind.

Abbildung 2: Trends in der Gehäusegröße von MLCCs (Quelle TTI)



Die erste Option besteht in der Überprüfung, ob Ihr Pad-Layout bereits 0402-Teile oder kleinere aufnehmen kann, ohne dass eine Re-Design erforderlich ist. Da 0402- MLCCs, die 0,04 x 0,03 Zoll (1,0 x 0,5 mm) messen, sehr gefragt sind, werden jährlich Hunderte Milliarden von ihnen produziert. Dadurch sind sie möglicherweise freier verfügbar als größere Kondensatoren, die sie ersetzen können - wie z. B. die Ausführungen 0603 oder 0805.

Selbst wenn ein Re-Design erforderlich ist, um kleinere Pads für kleinere Gehäusegrößen bereitzustellen, kann dies eine kostengünstige Option sein, die es Ihnen ermöglicht, die bessere Verfügbarkeit verschiedener Teile zu nutzen.

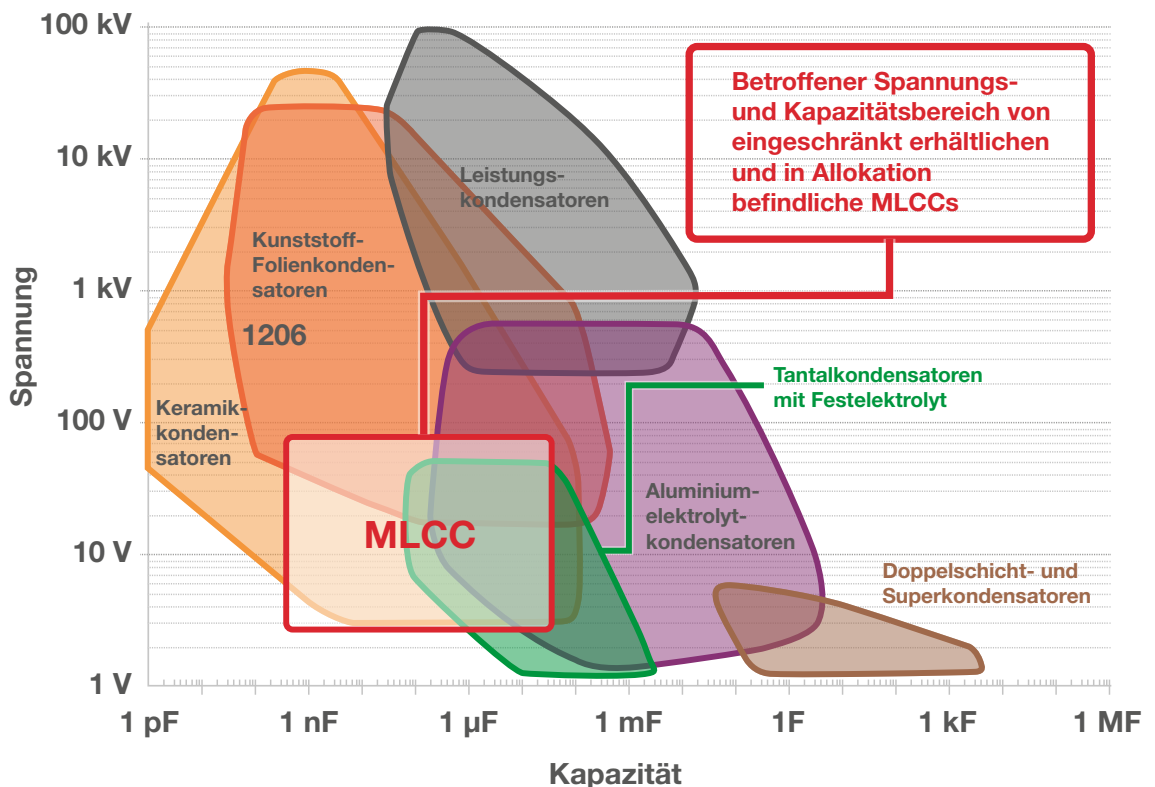
Wahlmöglichkeiten bei Kondensatorstechnologien

Die oben genannten Vorschläge können Ihr Problem lösen, aber natürlich werden auch andere Hersteller auf Engpässe in ähnlicher Weise reagieren – und es wird erwartet, dass die globalen MLCC-Engpässe kurz- bis mittelfristig Hunderte Millionen Teile jährlich betreffen werden. Dies kann bedeuten, dass Sie sich mit der Neugestaltung Ihres Produkts befassen und mindestens einige MLCCs durch alternative Technologien ersetzen müssen.

Es sei darauf hingewiesen, dass ein möglicher Ersatz sowohl 1:1 umgesetzt werden kann, als auch mit einer Reduzierung der Anzahl der Komponenten. So besteht zum Beispiel die Möglichkeit, mehrere MLCCs, welche ggf. parallel verschaltet sind, durch weniger Bauteile mit höherer Kapazität zu ersetzen. Natürlich wird es Kompromisse zwischen dem Konstruktionsaufwand und einer möglichen Reduzierung der Stücklistenkosten geben.

Abbildung 3 fasst einige gängige Kondensatortypen zusammen und zeigt, wo sie nützlich sein können, um von Engpässen betroffene MLCCs zu ersetzen. In den nächsten Abschnitten werden wir uns einige dieser Technologien und die Faktoren, die ihre Auswahl beeinflussen können, genauer ansehen.

Abbildung 3: Alternative Kondensatorstechnologien (Quelle TTI)



Polymerkondensatoren: Technische Überlegungen

Eine Technologie, die MLCCs in vielen Anwendungen ersetzen kann, sind Polymer-Elektrolytkondensatoren. Tatsächlich sollte Polymer wahrscheinlich Ihre erste Wahl als MLCC-Ersatztechnologie sein, obwohl es natürlich mehrere Kompromisse zu schließen gilt, die berücksichtigt werden müssen.

Eines der Hauptmerkmale von Polymerkondensatoren, ob Aluminium oder Tantal, ist ihr niedriger ESR (äquivalenter Reihenwiderstand), wenn auch nicht ganz so niedrig wie bei typischen MLCCs. In einigen Fällen, z. B. wenn Sie einen ESR unter 10 mΩ benötigen, sind Polymerkondensatoren vielleicht nicht die beste Wahl; doch für viele Anwendungen ist ihr ESR niedrig genug, um MLCC-Teile problemlos zu ersetzen.

Um die anderen Hauptmerkmale und Konstruktionsparameter von Polymerkondensatoren zu untersuchen, können wir uns ein konkretes Produktbeispiel ansehen: den Tantal-basierten Polymer-Elektrolytkondensator KO-CAP von KEMET.³ Natürlich gibt es zahlreiche andere Polymerkondensatoren von anderen Anbietern. Panasonic bietet beispielsweise vier Arten von Polymeren an, die sich alle als idealer Ersatz für MLCCs erweisen können: Hybrid, OSCON, SP-Cap und POSCAP.⁴

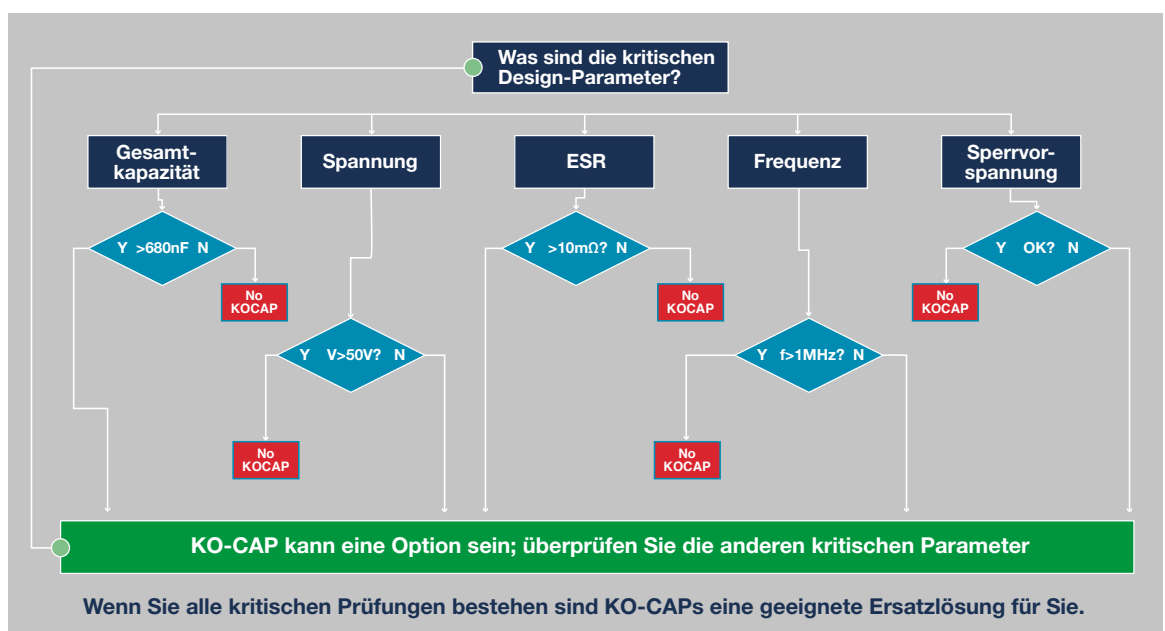
Betrachtet man KO-CAP-Teile, so fällt zunächst auf, dass sie eine höhere Kapazität aufweisen als MLCCs gleicher Größe. Das bedeutet, dass Sie für viele Anwendungen mehrere MLCCs durch einen KO-CAP ersetzen können. Andererseits beträgt der niedrigste verfügbare Kapazitätswert eines KO-CAP 680 nF, so dass sie ungeeignet sind, wenn Sie weniger Kapazität benötigen. Insgesamt sind Polymerkondensatoren aufgrund ihrer hohen Kapazität oft eine gute Wahl für Hochstromanwendungen mit 1 A oder mehr.

Die nächste zu berücksichtigende Eigenschaft ist die Spannung. Kondensatoren auf Tantalbasis, einschließlich KO-CAP, weisen eine dünne dielektrische Schicht auf, was bedeutet, dass sie in Bezug auf die Spannung begrenzt sind. KO-CAP-Teile sind für Anwendungen bis 50 V geeignet; für höhere Spannungen müssen jedoch andere Lösungen gefunden werden.

Polymerkondensatoren wie KO-CAP sind außerdem nicht in der Lage, eine Sperrspannung zu tolerieren. Das bedeutet, dass sie ungeeignet sind, wenn eine umgekehrte Vorspannung, beispielsweise Spannungsspitzen, auftreten kann.

Außerdem müssen Sie die in Ihrer Anwendung erforderliche Schaltfrequenz berücksichtigen. Die eigenresonante Frequenz der KO-CAPs setzt eine Grenze und bedeutet im Allgemeinen, dass sie für Anwendungsfälle bis zu einer Frequenz von etwa 1 MHz geeignet sind. Polymerkondensatoren haben auch einen breiteren Sweet Spot mit niedriger Impedanz als MLCCs, was zur Folge hat, dass sie eine niedrige Impedanz über einen breiteren Frequenzbereich aufweisen.

Abbildung 4: Als Ersatz für MLCCs geeignete KO-CAP-Kondensatoren (Quelle Kemet)



Kosten und Größe von Polymerkondensatoren

Angenommen, Sie finden ein geeignetes KO-CAP-Teil für Ihre Entwicklung, und die oben genannten technischen Einschränkungen schließen es nicht aus. Wie sieht es mit deren Größe und Kosten aus?

In einigen Fällen können KO-CAPs auf einer Stückliste teurer aussehen als MLCCs, aber vergessen Sie nicht, dass sie typischerweise eine höhere Kapazität aufweisen. Das bedeutet, dass Sie in der Praxis möglicherweise MLCCs durch weniger KO-CAPs oder andere Polymerkondensatoren zu niedrigeren Gesamtkosten ersetzen können. Dies setzt voraus, dass Sie weniger Teile in Ihrer Konstruktion verwenden können – wenn Sie indessen Like-for-Like-Drop-Ins benötigen, kann sich der Preisvorteil in Luft auflösen.

In Bezug auf die Kapazität pro Volumeneinheit oder bei gegebener Grundfläche überzeugen Polymere gegenüber MLCCs. Dies kann hilfreich sein oder auch nicht, wenn Sie ein Ersatzteil auf das gleiche Pad legen; wenn jedoch ein Re-Design erforderlich ist, können Sie möglicherweise etwas Platz auf der Platine sparen.

Polymere haben gegenüber MLCCs einen weiteren Vorteil, nämlich ihre längere Lebensdauer. Dies kann besonders nützlich für High-Rel-Anwendungen sein, wie z.B. im MIL-Aero-Bereich oder in der Medizintechnik.

Schließlich gibt es noch einen weiteren technologischen Vorteil bei Polymeren: Sie leiden nicht unter den mikrophonischen Piezoeffekten von MLCCs, bei denen mechanische Vibrationen in elektrisches Rauschen umgewandelt werden können, typischerweise bei höheren Frequenzen. Dadurch eignen sie sich besonders für Anwendungen, bei denen es auf geringe akustische Geräusche ankommt.

Andere Kondensator-Technologien

Kommen andere Kondensatortypen als Ersatz für MLCCs in Frage?

Wenn Sie sich Abbildung 3 noch einmal anschauen, können Sie feststellen, dass Aluminium-Elektrolytkondensatoren von Anbietern wie Nichicon eine höhere Kapazität aufweisen als andere Technologien. Sie eignen sich auch für den Einsatz bei hohen Spannungen, mit einer Kapazität, die mit höherer Spannung nicht absinkt, während die Kapazität einer MLCC um 80 % oder mehr abnehmen kann, wenn die Spannung von beispielsweise 0 auf 6 VDC ansteigt.⁵

Aluminium-Elektrolytkondensatoren ändern ihre Kapazität ebenfalls linear mit der Temperatur, während sich ein MLCC nichtlinear verhält. Ein weiteres Merkmal ist, wie sich die Kapazität im Laufe der Zeit ohne Last ändert: MLCCs weisen einen Rückgang von etwa 20 % pro Jahr auf, wobei die Aluminium-Elektrolyse keine Veränderungen aufweist, was sie für langlebige Anwendungen geeignet macht.

Neben der Aluminium-Elektrolyse ist eine weitere Technologie zu berücksichtigen, die Tantalkondensatoren. Diese weisen viele der gleichen Eigenschaften auf, wie z. B. ein kleines, lineares Temperaturverhalten⁶, eine stabile Kapazität über lange Zeiträume und nur geringe Kapazitätsänderungen durch steigende Spannung.

Ein Punkt, auf den man achten sollte, ist das Derating: MLCCs können bis zur vollen Nennspannung betrieben werden, werden aber oft um ca. 20 % reduziert, um die geringere Effektivkapazität aufgrund des VCC-Effekts zu berücksichtigen. Im Gegensatz dazu sollten herkömmliche Tantal-(MnO₂-)Kondensatoren in der Regel ein Derating von 50 % aufweisen.

Sowohl Aluminium-Elektrolyt- als auch Tantal-Kondensatoren sind in der Regel kostengünstig und eignen sich daher als MLCC-Ersatz in vielen Anwendungen. Laut Vishay finden ihre Tantal-Kondensatoren beispielsweise einen „Sweet Spot“, an dem sie die Anforderungen von Anwendungen wie Filterung und Spannungsstabilisierung erfüllen.

Fazit: Es gibt echte Alternativen.

Die Verknappung von MLCCs wird fortbestehen.

Insgesamt ist zu beobachten, dass die Kapazitäten in der MLCC-Produktion steigen, so dass sich die Situation in den nächsten Quartalen verbessern könnte, aber einige Prognostiker erwarten Einschränkungen bis 2020 oder darüber hinaus. Wie auch immer das Gesamtbild sein mag, es wird weiterhin Engpässe bei bestimmten Bauteilwerten und Gehäusegrößen geben, so dass die Hersteller auf Bestandsbeschränkungen achten müssen.

Um diese Probleme zu überwinden, sollten Entwickler ihre Alternativen zu MLCCs auf den Prüfstand stellen und die Leistungsmerkmale, Kosten, Größe und Zuverlässigkeit anderer Kondensatoren überprüfen. In einigen Fällen können andere Teile in bestehende Konstruktionen integriert werden, während in anderen Situationen ein Re-Design erforderlich sein kann.

Im Rahmen dieses Evaluierungsprozesses können Entwickler die möglichen Vorteile einer Umstellung auf andere Technologien betrachten. Insbesondere Polymerkondensatoren bieten mehrere Vorteile: So können beispielsweise Kosteneinsparungen erzielt werden, indem die Anzahl der benötigten Teile aufgrund der höheren Kapazität von Polymeren reduziert wird.

Wie auch immer Sie sich entscheiden, sprechen Sie bei jedem Schritt mit Ihrem Vertriebspartner, um ihn über Ihre Prognosen auf dem Laufenden zu halten und den technischen Support zu nutzen. Die enge Zusammenarbeit mit einem Distributor stellt sicher, dass Sie alle potenziellen Folgen von MLCC-Mangel mildern und die richtigen Geschäfts- und Designentscheidungen treffen können.

¹ <https://www.marketwatch.com/press-release/global-multilayer-ceramic-chip-capacitors-mlcc-market-2018-industry-key-companies-share-trend-segmentation-analysis-forecast-to-2025-2018-10-08>

² <https://www.ttiinc.com/content/dam/MarketEYE/assets/MLCC%20T1%20Supply%20Chain%20Presentation.pdf>

³ https://ec.kemet.com/mlcc_alternatives

⁴ <https://industrial.panasonic.com/ww/products/capacitors/polymer-capacitors>

⁵ <https://www.ttiinc.com/content/dam/ttiinc/manufacturers/nichicon/PDF/nichicon-mlcc-substitution-with-ai-capacitor-technology.pdf>

⁶ <https://www.ttiinc.com/content/dam/ttiinc/manufacturers/vishay/PDF/Vishay-substituting-with-polymer-tantalum-20180927.pdf>



Über TTI

TTI, Inc. ist der weltweit führende Spezialist für Passive und elektromechanische Bauelemente, Steckverbinder sowie Diskrete Halbleiter, Schaltnetzteile und Sensoren. Ausgewählte Lieferanten sowie unterschiedlichste Logistik-Lösungen unterstützen Kunden in den Marktsegmenten Industrie, Automobil- und Transportbranche, Luft-, Wehr, und Raumfahrttechnik sowie in der Haushalts- und Unterhaltungselektronik.

Die Produktpalette von TTI umfasst Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren, Steckverbinder, Diskrete Halbleiter, Opto Elektronische Bauelemente, Elektromagnetische Bauelemente sowie Bauteile für den Schaltkreisschutz. Das Angebot umfasst außerdem Kabel und Drähte – diese auch konfektioniert; Netzteile, Entwicklungskits, Sensoren und Elektromechanische Bauelemente.

Übersichten und Informationen zur Marktentwicklung und Technologie sowie Updates etc. stellt TTI über das MarketEye Research Center zur Verfügung. Kunden können hier Fachbeiträge, technische Seminare, RoHS, allgemeine Seminare, Industrieforschungsberichte und vieles mehr abrufen.

Die TTI Produktpalette, kundenorientierter Service sowie die angebotenen Logistiklösungen machen TTI zum bevorzugten Distributor (CMP Publications). Weltweit beschäftigt TTI über 6,700 Mitarbeiter an mehr als 133 Standorten in Europa, Amerika und Asien.

Europäischer Hauptsitz:

TTI, Inc.
Ganghoferstr. 34
82216 Maisach-Gernlinden
Deutschland
Tel.: +49 (0)8142 6680 – 0
Fax: +49 (0)8142 6680 – 490
Email: sales@de.ttiinc.com
www.ttieurope.com

Copyright © TTI, Inc. All Rights Reserved.