Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

ANP071 // Frank Puhane

1 Grundlegende Informationen zu Aluminium-Polymer-Kondensatoren

Aluminium-Polymer-Kondensator (auch Polymer-Elektrolytkondensator oder kurz auch Polymer-Elko genannt) ist eine Unterform der Elektrolytkondensatoren. Die Besonderheit bei diesen Typen ist, dass an Stelle eines flüssigen Elektrolyts ein leitfähiges Polymer eingesetzt wird. Dafür ist ein spezieller Bearbeitungsschritt notwendig, welcher während der Produktion durchgeführt wird. Bei dieser chemischen Reaktion, der sogenannten Polymerisation, wird durch Erhitzung das noch flüssige Monomer, dass Anstelle von Elektrolyt in dem Separator-Papier imprägniert wurde, zu einem festen Polymer vernetzt. Dieser Prozess wird typischerweise bei ca. 100 °C durchgeführt. Einmal durchgeführt, bleibt das Polymer für immer ein Feststoff. Die verschiedenen Möglichkeiten, welche heutzutage bei Elektrolytkondensatoren im Bereich der Elektrode und der Eigenschaft des Elektrolyts zum Einsatz kommen ist in Tabelle 1 dargestellt.

Aluminum		Tantalum		Nioboium	
Non-solid / wet	Solid / dry	Non-solid / wet	Solid / dry	Non-solid / wet	Solid / dry

Tabelle 1: Aufbaumöglichkeiten von Elektrolytkondensatoren

Des Weiteren besteht die Möglichkeit des hybriden Aufbaus von Elektrolytkondensatoren. Dies ist eine Kombination aus feuchtem Elektrolyt und festem Polymer. Aluminium-Polymer- und Aluminium-Elektrolytkondensatoren besitzen ein sehr gutes Verhalten gegenüber der Einwirkung von Spannung und Temperatur. Aluminium-Polymer-Kondensatoren besitzen des Weiteren auch eine sehr positive Eigenschaft in Bezug auf das Thema Alterung. Vor allem im Vergleich zu Keramikkondensatoren und hier speziell bei dem Thema DC-Bias, bieten die Aluminium-Polymer-Kondensatoren einen deutlichen Vorteil. Auch preislich sind diese Kondensatoren, sobald die Kapazität größer werden muss, äußerst interessant. Durch das spezielle Konstruktionsverfahren kann außerdem erreicht werden, dass die parasitären Effekte (hier speziell der ESL) erheblich verringert werden. Dies bedeutet für die Anwendung, dass ein hoher Rippelstrom, geringe parasitäre Induktivitäten, hohe Zuverlässigkeit und sehr gute Temperatureigenschaften möglich sind. Das Ersatzschaltbild eines Kondensators ist in Abbildung 1 dargestellt. Hier sei noch erwähnt, dass Aluminium-Polymer- einen erhöhten Leckstrom im Vergleich zu normalen Aluminium-Elektrolytkondensatoren haben und daher für kleine Handheld-Batterie Anwendungen eher ungeeignet sind. Die hohe Zuverlässigkeit lässt sich durch die um eine vielfach höhere Lebensdauer der Aluminium-Polymer-Kondensatoren belegen.

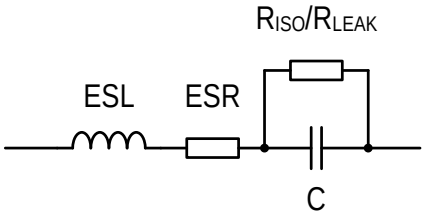


Abbildung 1: Ersatzschaltbild eines reellen Kondensators

Allerdings sollte beim Thema Vibration die spezifischen Gegebenheiten der Applikation bedacht werden, da hier Aluminium-Polymer-Kondensatoren unter Umständen nicht die optimale Wahl sind. Dies liegt an der Eigenschaft des festen Polymers, da dieses Vibrationen nicht so gut abfedern kann wie ein flüssiger Elektrolyt. Ebenso muss berücksichtigt werden, dass es in Bezug auf das Volumen bei einer definierten Kapazität und Spannung der normale Aluminium-Elektrolytkondensator weiterhin Vorteile hat. Bei der Würth Elektronik reichen derzeit die Kapazitätswerte von Aluminium-Polymer-Kondensatoren von 10 µF bis 2 mF und das bei einem Spannungsbereich von 6,3 V bis 100 V in den verschiedensten Bauformen. Durch die sehr guten elektrischen Eigenschaften sind die Möglichkeiten des Einsatzes von Aluminium-Polymer-Kondensatoren sehr vielfältig und reichen von klassischen Back-Up Lösungen von Spannungen, Pufferung der Versorgungsspannung (von ICs), über Bypass oder Auskopplung von Signalen, Filteranwendungen bis hin zur Spannungsglättung von Schaltreglerapplikationen. In dieser Application Note wird auf die Anwendung der Aluminium-Polymer-Kondensatoren im Bereich der Filterung und Spannungsglättung eingegangen.

2 Der Abwärtswandler - Genereller Aufbau

Um die positiven Effekte des Aluminium-Polymer-Kondensators zu zeigen, dient als Basis ein Abwärtswandler. Die Eingangsspannung liegt bei 12 V und die Ausgangsspannung wurde auf 5 V eingestellt. Als Last wurde eine reine ohmsche Last von 5 Ω gewählt. Diese bewirkt, dass ein Strom von 1 A durch den Widerstand fließt. Dieser Aufbau dient als Grundlage, um die Performance von Aluminium-Polymer-Kondensatoren deutlich zu machen. Der Aufbau wird sowohl für die beschriebene EMV Messung als auch für die Messungen des Ripple der Ausgangsspannung, bei immer konstanter Last, verwendet. Aus Sicht der EMV ist ein Abwärtswandler deutlich kritischer am Eingang. Das liegt an der diskontinuierlichen Stromaufnahme, bedingt durch die schnellen Schaltvorgänge der Halbleiter. Am Ausgang ist durch die Topologie bedingt schon ein „LC-Filter“ vorhanden, welches den diskontinuierlichen Strom auf der High-Side integriert (Abbildung 2).

Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

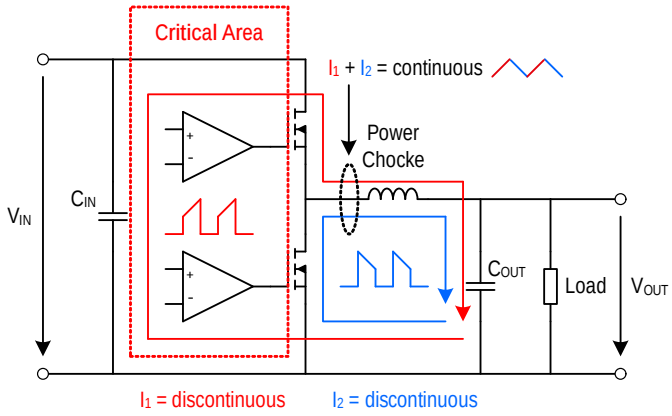


Abbildung 2: Prinzipschaltbild eines Abwärtswandler

Beim Aufbau sowie Auslegung des Abwärtswandlers wurde sich an den Vorgaben des Datenblattes orientiert und mit den Standardwerten für die Spule und Kondensatoren aufgebaut. Der Induktivitätswert der Spule als auch die Kapazität der Ein- und Ausgangskondensatoren wurden durch das Datenblatt und Anhand der Simulationssoftware des Herstellers verifiziert. Dies war vor allem bei der Verwendung von nur einem Aluminium-Elektrolytkondensator wichtig. Durch den sehr hohen ESR-Wert wurde die Stabilität des Reglers beeinträchtigt. Um diesem Effekt entgegen zu wirken, wurde hierzu ein zusätzlicher Kondensator an die Feedback-Loop angebracht. Durch diese zusätzliche Kapazität wird die Stabilität auch bei hohen ESR-Werten gewährleistet. In Abbildung 3 wird der Schaltplan des Aufbaus dargestellt und in Abbildung 4 das zugehörige Layout. Das Layout besteht aus zwei Lagen mit jeweils vollen Kupferflächen auf der Top- und Bottom-Seite mit jeweiligem Massebezug. An dem Layout selbst könnten noch verschiedene Punkte verbessert werden. Vor allem die Anbindung der Komponenten an die Massefläche bedarf noch der Optimierung um eine bessere Filterwirkung zu erreichen. Bei der Messung am Ausgangskondensator ist deutlich zu erkennen, dass sich durch die hohe parasitäre Induktivität Spannungsspitzen auf dem Ausgangssignal bilden.

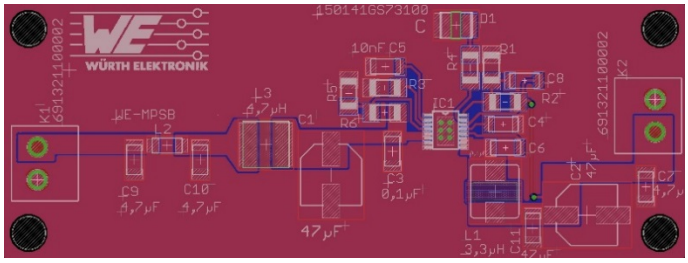


Abbildung 4: Layout des Abwärtswandler

3 Die EMV-Messung

Gemessen wurde nach der Norm CISPR 32 (diese ersetzt die CISPR 22 und 15) in einer Schirmkabine mit dazugehöriger Anbindung an die Massefläche der Kabine, siehe Abbildung 5. Als Messempfänger stand ein R&S ESRP 3 EMI Test Receiver und als Netznachbildung eine ENV216 Zweileiter-V-Netznachbildung zur Verfügung.

Bei der Messung wurde im ersten Schritt auf weitere Eingangsfilter auf dem Layout verzichtet, lediglich in der letzten Messung wurde ein T-Filter mit nachgeschalteter Spule aufgebaut. Dieser wurde nach den Vorgaben im Datenblatt aufgebaut. Bei der ersten Messung wurde für den Eingangskondensator C1 ein Aluminium-Elektrolytkondensator WCAP-ASLL 865 060 343 004 verwendet (Link zu REDEXPERT). Die elektrischen Eigenschaften des Kondensators sind wie folgt: Nennkapazität 47 µF, Nennspannung 16 V mit einem ESR 411 mΩ und einem ESL 19 nH. Das zugehörige Messergebnis ist in Abbildung 6 dargestellt.

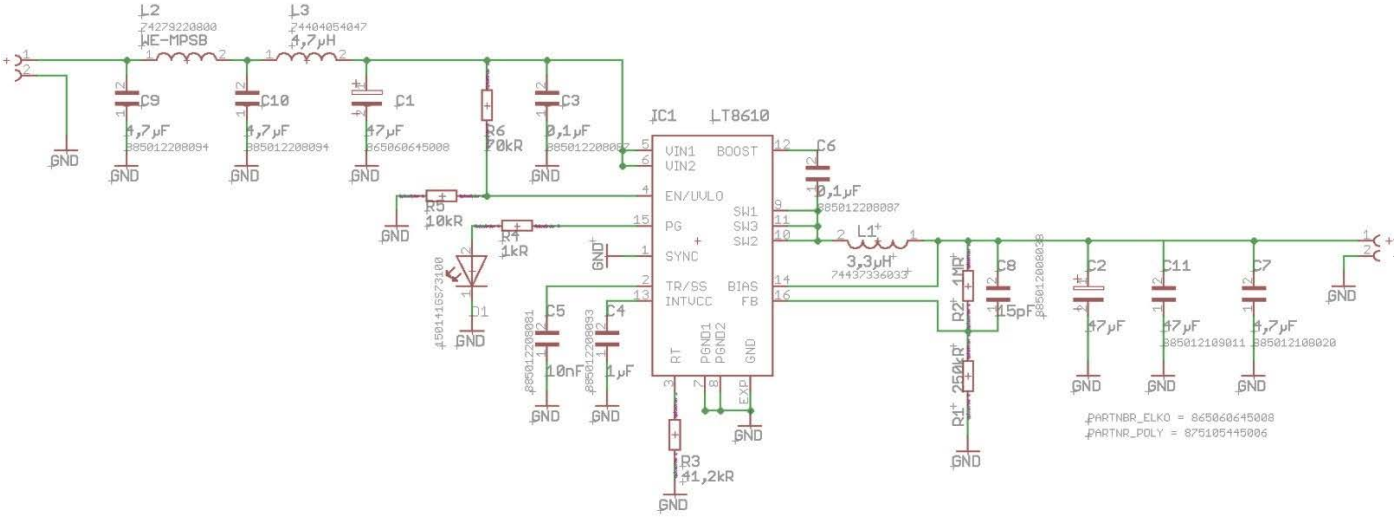


Abbildung 3: Schaltplan des aufgebauten Abwärtswandler

Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

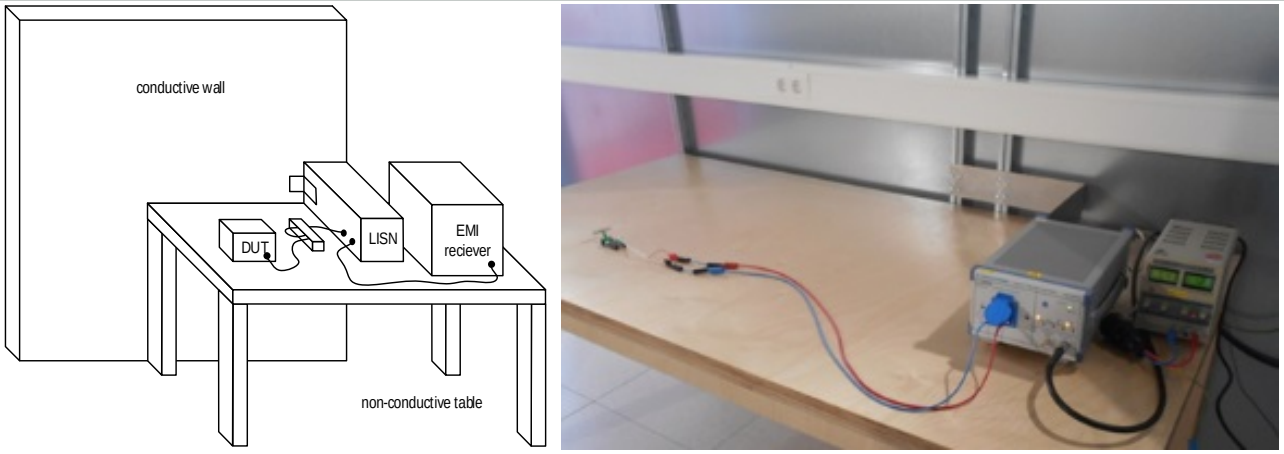


Abbildung 5: Aufbau der EMV-Messung nach CISPR 32

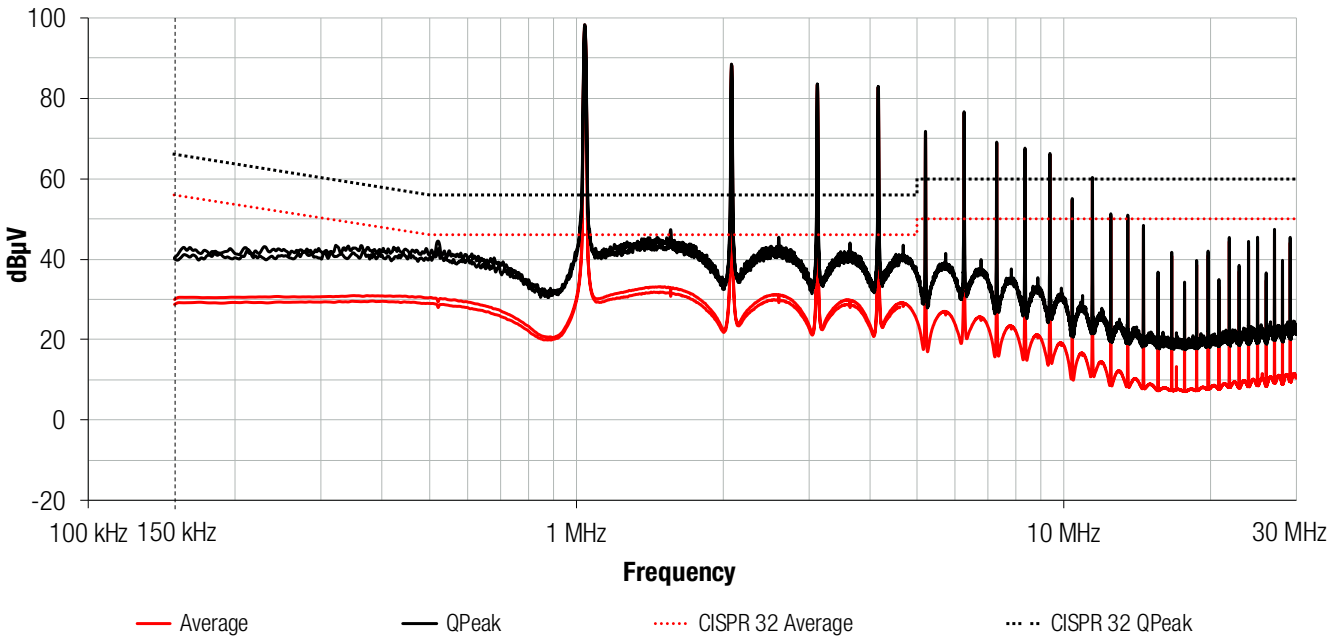


Abbildung 6: Erste EMV-Messung mit einem Aluminium-Elektrolytkondensator als C_1

Es ist zu sehen, dass die Grenzwerte der CISPR 32 Klasse B deutlich überschritten werden. Es sind Störpegel von bis zu 100 dBµV zu erkennen. Wie lässt sich eine so deutliche Grenzwertüberschreitung erklären? Der Kondensator als reelles Bauelement besitzt parasitäre Effekte, vor allem der ESR erzeugt zusammen mit den parasitären Effekten des Layouts (den Zuleitungen) einen hochfrequenten Spannungsfall, der messtechnisch Erfasst werden kann. Dies ist Schematisch in Abbildung 7 dargestellt. Der erste Lösungsansatz, um die Grenzwerte einzuhalten, kann ein Aluminium-Polymer-Kondensator sein. Die elektrischen Eigenschaften des Aluminium-Polymer-Kondensators in Bezug auf Kapazität und Nennspannung sind die gleichen, wie die des Aluminium-Elektrolytkondensator.

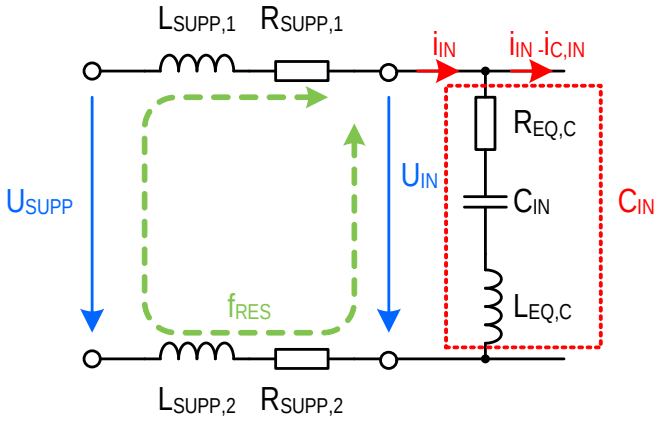


Abbildung 7: Schematische Darstellung der Ursache der Störungen

Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

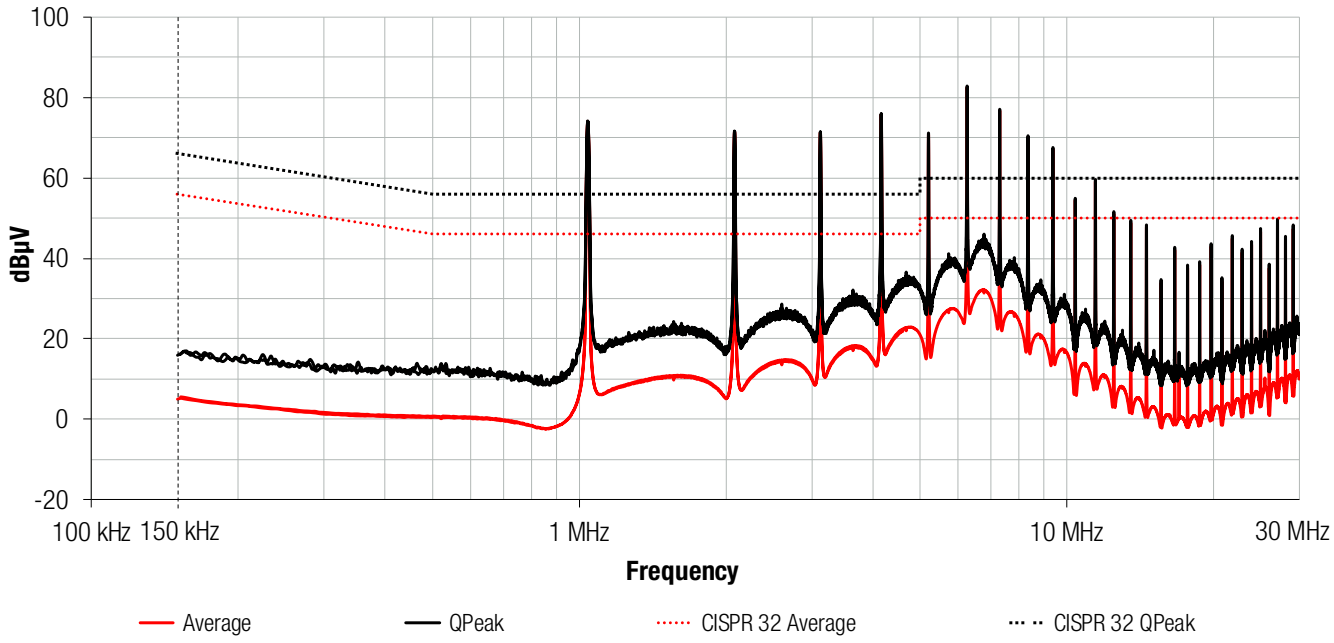


Abbildung 8: EMV-Messung mit einem Aluminium-Polymer-Kondensator als Eingangskondensator als C_1

Auch die Bauform ist bei dem Kapazitätswert von 47 µF gleich groß, so dass der Kondensator auf das ursprüngliche Lötpad passt. Als Aluminium-Polymer-Kondensator wurde der WCAP-PSLP 875 105 344 006 (Link zu REDEXPERT) mit 47 µF Nennkapazität, einer Nennspannung von 16 V und mit einem ESR von 20,7 mΩ und einem ESL von 3,9 nH verwendet. Durch den sehr niedrigen ESR und ESL stellt sich folgende Messung des Störspektrums ein, die in Abbildung 8 zu sehen ist.

Es ist deutlich zu sehen, dass lediglich durch den Wechsel eines Bauteils die EMV-Performance deutlich verbessert wurde. Die Grundfrequenz und die ersten Harmonischen dieser Frequenz erzeugen einen nicht mehr so hohen Spannungsabfall und dadurch entstehen auch weniger Störungen. Trotzdem konnte der Grenzwert nicht eingehalten werden und es mussten daher noch weiterer Filter platziert werden. Für den Aufbau des Eingangsfilters wurde sich an den Empfehlungen im Datenblatt orientiert. Daher besitzt der Filter folgende Einfügedämpfung (im 50 Ω System), wie in Abbildung 9 zu sehen ist. Der Eingangsfilter wurde anschließend auf dem PCB aufgebaut und eine weitere Messung durchgeführt. Das Ergebnis ist in Abbildung 10 dargestellt. Hier wird das Zusammenspiel zwischen Aluminium-Polymer-Kondensator und Eingangsfilter ersichtlich. Die Kombination aus Eingangsfilter und niedrigem ESR und niedrigem ESL des Aluminium-Polymer-Kondensators schafft es die Pegel breitbandig unter das Limit der Klasse B zu drücken. Werte von unter 40 dBµV (Average & Quasi Peak) sind problemlos möglich (im Vergleich zur ersten Messung mit knapp 100 dBµV) und die Messung wird bestanden.

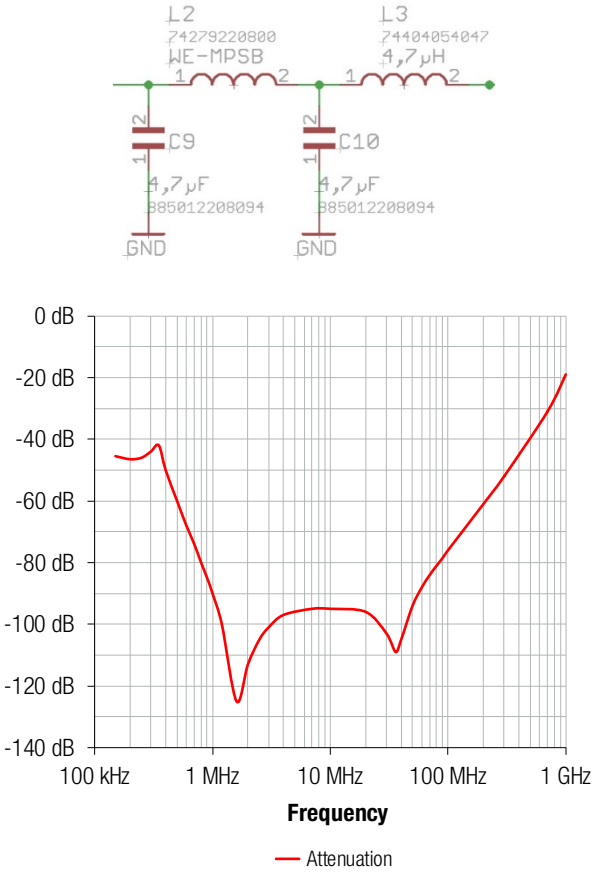


Abbildung 9: Aufgebauter Eingangsfilter mit simulierter Filterperformance

Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

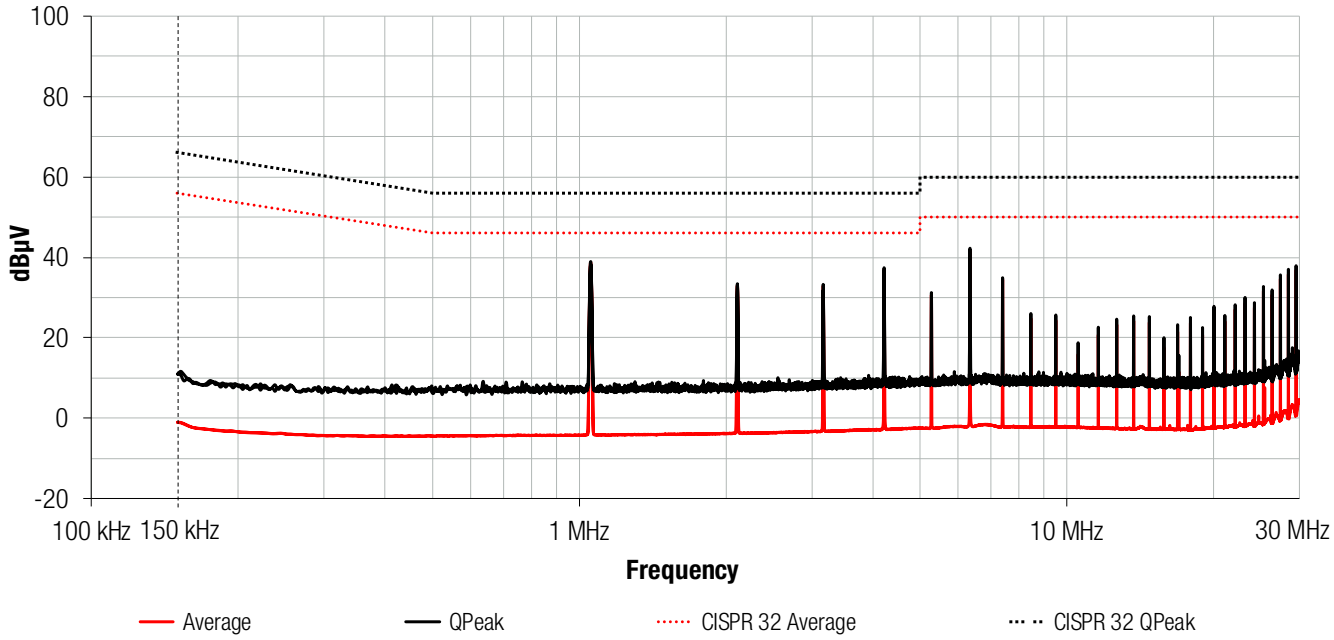


Abbildung 10: EMV-Messung mit Eingangsfilter und Aluminium-Polymer-Kondensator als C_1

4 Vergleich der Restwelligkeit der Ausgangsspannung

Als Ausgangskondensator eines Abwärtswandlers wird eine gewisse Kapazität benötigt, um den Regelkreis stabil und damit auch die Ausgangsspannung stabil zu halten. Wird der Kapazitätswert durch die eingestellte Ausgangsspannung verringert, kann der Spannungsregler im schlimmsten Fall dessen Spezifikation nicht mehr einhalten (z.B. bei Lastwechseln). Dies muss vor allem beim Einsatz von Klasse 2 MLCC's (wie z.B. X7R und X5R) berücksichtigt werden. Im Folgenden soll die Auswirkung der Restwelligkeit der Ausgangsspannung betrachtet werden. Die erste Messung in Abbildung 11 zeigt das Ergebnis des Ausgangsripple des Schaltreglers, wenn nur ein Aluminium-Elektrolytkondensator verwendet wird. Hier wurde ebenso der WCAP-ASLL 865 060 343 004 verwendet (REDEXPERT). Die elektrischen Eigenschaften des Kondensators sind wie folgt: Nennkapazität 47 µF, Nennspannung 16 V mit einem ESR von 411 mΩ und einem ESL 19 nH. Durch den hohen ESR-Wert stellt sich ein Spitze-Spitze-Wert von knapp 400 mV ein. Dies bedeutet bei einer Ausgangsspannung von 5 V immerhin einen Spannungsripple von 8 %. Selbst bei zwei Aluminium-Elektrolytkondensatoren desselben Typs parallel, ist der resultierende ESR mit 205,5 mΩ immer noch deutlich zu hoch. Ein weiterer Aspekt der nicht vernachlässigt werden darf, ist der Ripple-Strom durch den Kondensator. Dieser führt zur Erwärmung des Bauteils und zwangsläufig über die Dauer zum Ausfall des Kondensators. Daher muss die Ripple-Strom-

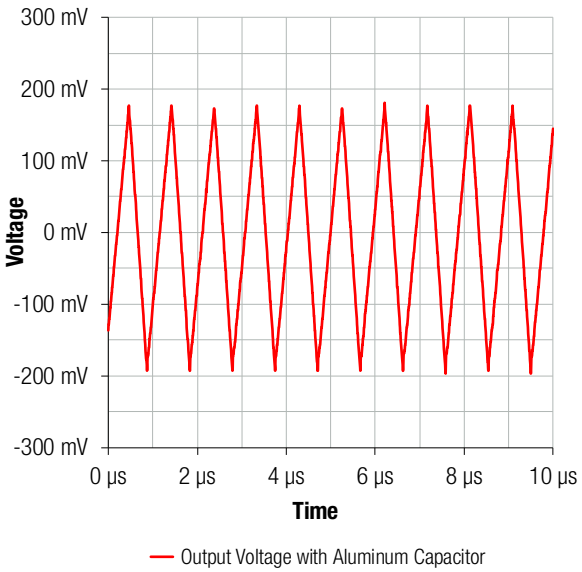


Abbildung 11: Restwelligkeit am Ausgang des Abwärtswandler wenn nur ein Aluminium-Elektrolytkondensatoren verwendet wird

Tragfähigkeit bei Aluminium-Elektrolytkondensator immer überprüft werden.

Bei Aluminium-Polymer-Kondensatoren ist bedingt durch den geringen ESR die Erwärmung des Bauteils bei gleichem Ripple deutlich geringer und es sind im Vergleich dazu auch deutlich größere Ripple-Ströme möglich, ohne das Bauteil thermisch zu überlasten. Im Vergleich zu dem

Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

verwendeten Aluminium-Elektrolytkondensator sieht der ESR des Aluminium-Polymer-Kondensator wie in Abbildung 12 dargestellt aus.

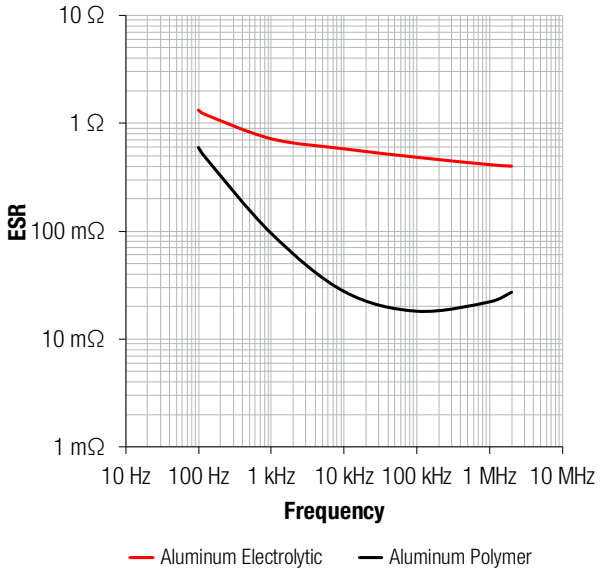


Abbildung 12: Vergleich des ESR des verwendeten Aluminium-Elektrolyt- und Aluminium-Polymer-Kondensator

Die Messung der Restwelligkeit der Ausgangsspannung mit dem Aluminium-Polymer-Kondensator als Ausgangskondensator wird in Abbildung 13 dargestellt. Als Aluminium-Polymer-Kondensator wurde der WCAP-PSLP 875 105 344 006 (Link zu REDEXPERT) mit Nennkapazität 47 µF, Nennspannung von 16 V und einem ESR 20,7 mΩ und einem ESL 3,9 nH verwendet.

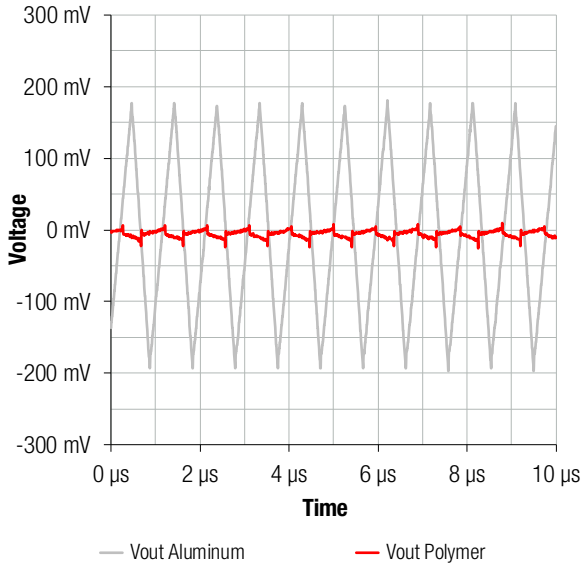


Abbildung 13: Messung der Restwelligkeit bei Verwendung des Aluminium-Polymer-Kondensator am Ausgang

Der Spitze-Spitze-Wert der Messung liegt nun lediglich bei 35 mV und damit in einem sehr guten Bereich. Die Spannungsspitzen die in Abbildung 14 zu sehen sind, werden beim Umschalten durch parasitäre Induktivitäten verursacht. Da man in einer reellen Applikation auch kein Aluminium-Polymer-Kondensator alleine verwenden würde, empfiehlt es sich hier noch ein MLCC parallel zu platzieren. Damit lassen sich die parasitären Effekte sehr gut minimieren und ein sehr sauberes Ausgangsignal stellt sich ein, wie in Abbildung 15 zu sehen ist.

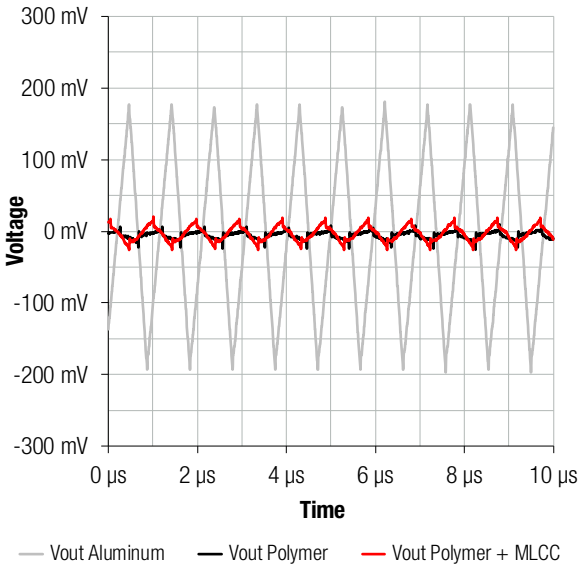


Abbildung 14: Messung der Restwelligkeit unter Verwendung von einem Aluminium-Polymer-Kondensator und einem MLCC

Als MLCC wurde eine X7R-Keramik mit einer Nennkapazität von 4,7 µF und einer Nennspannung von 16 V verwendet (REDEXPERT). Würde nun auch noch das Layout optimiert werden, ist ein Spitze-Spitze-Wert von 20 mV zu erwarten, siehe ebenfalls Abbildung 14.

5 Lebensdauerbetrachtung

Die Lebensdauer von Elektrolytkondensatoren ist vor allem in Industrieapplikation und anderen Applikationen mit hohen Anforderungen an die Lebensdauer von großer Bedeutung. Der Kondensator wird hier nicht, wie in der Consumer-Elektronik, als eine Art Sollbruchstelle eingesetzt, sondern als langlebiges und zuverlässiges Bauteil dimensioniert. Die Lebensdauer eines Kondensators ist von vielen Faktoren abhängig. Einer davon ist die Temperatur bzw. thermische Belastung, da diese Maßgeblich dafür verantwortlich ist, dass innere Strukturen über die Dauer altern und die elektrischen Eigenschaften sich verschlechtern. Dadurch entsteht ein erhöhter Leckstrom, der ESR wird größer und dies führt wiederum zu einer weiteren Erhöhung der Temperatur. Der Grund für die Temperaturerhöhung ist die Verlustleistung, die durch den ESR erzeugt wird. Werden diese Grenzen nicht ausgereizt, kann durch eine niedrigere Temperaturbelastung im Bauteilinneren eine hohe Lebenserwartung erzielt werden. Ein Vergleich

Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

der Lebensdauer von Aluminium-Elektrolyt- und Aluminium-Polymer-Kondensatoren anhand der Temperaturbelastung wird hier nun aufgeführt. Als Basis dieser Betrachtung dienen zwei Formeln. Bei klassischen Aluminium-Elektrolytkondensatoren mit flüssigem Elektrolyt verdoppelt sich die zu erwartende Lebensdauer, wenn die Temperatur am Bauteil um 10°C verringert wird (2). Bei Aluminium-Polymer-Kondensatoren verzehnfacht sich die Lebensdauer, wenn die Temperatur am Bauteil um 20°C verringert wird (1).

Formel für Aluminium-Polymer-Kondensatoren:

$$L_x = L_{nom} * 10^{\frac{T_0 - T_a}{20}} \quad (1)$$

Formel für Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren:

$$L_x = L_{nom} * 2^{\frac{T_0 - T_a}{10}} \quad (2)$$

Um dies noch besser darzustellen wurde die folgende Tabelle 2 erstellt. Hier wird jeweils anhand der maximalen spezifizierten Bauteiltemperatur Aluminium-Elektrolyt- und Aluminium-Polymer-Kondensatoren verglichen.

Temp. (°C)	Aluminum-Polymer-Capacitor (h)		Aluminum-Electrolytic-Capacitor (h)		
125	2.000		2.000		
105	20.000	2.000	8.000	2.000	1.000
85	200.000	20.000	32.000	8.000	4.000
65	2.000.000	200.000	128.000	32.000	16.000

Tabelle 2: Lebensdauerübersicht mit verschiedenen Umgebungstemperaturen

Die Tabelle ist in drei Spalten unterteilt. Die Applikationstemperatur wird in den Formeln (1) und (2) als Umgebungstemperatur T_a definiert. Die hervorgehobene Stundenangabe (fett) in den Spalten Aluminium-Polymer- und Aluminium-Elektrolytkondensator ist die nominale Lebensdauerangabe des Bauteils L_{NOM}. Diese bezieht sich auf die maximal spezifizierte Bauteiltemperatur und wird als T_0 definiert. Die nicht hervorgehobenen Stundenangaben ist die jeweils berechnetet Lebensdauer L_X anhand der Formeln (1) und (2). In der ersten Aluminium-Polymer-Kondensator-Spalte ist bei 65 °C Umgebungstemperatur die berechnete Lebensdauerangabe 2.000.000 h zu sehen. Dies sind umgerechnet 228 Jahre. Solch eine Lebensdauer zu garantieren ist nicht möglich. Die typische maximale erwartete Lebensdauer variiert von Hersteller zu Hersteller und liegt im Bereich zwischen 13 und 15 Jahren.

Anhand der Tabelle ist weiterhin deutlich zu sehen, ab welcher Umgebungstemperatur Aluminium-Polymer-Kondensatoren bei dem Thema Lebensdauer im Vorteil sind. Ist die spezifizierte Bauteiltemperatur für Aluminium-Elektrolyt- und Aluminium-Polymer-Kondensatoren gleich (z.B. 2000 h bei 105 °C), ist schon bei nur 85 °C Umgebungstemperatur zu erkennen, dass der Aluminium-Polymer-Kondensator eine deutlich höhere Lebensdauer besitzt. Lediglich bei Aluminium-Elektrolytkondensatoren mit einer hohen spezifizierten Lebensdauer bei der maximal spezifizierten Bauteiltemperatur tritt der Schnittpunkt, bei dem der Aluminium-Polymer-Kondensator eine höhere Lebensdauer, hat später ein. Diesen Schnittpunkt wird es früher oder später aber immer geben (siehe Abbildung 15). Die Stundenangabe im folgenden Diagramm bezieht sich immer auf die nominale Lebensdauerangabe des Bauteils. Abgesehen von diesem Vorteil müssen natürlich noch weitere Parameter der Kondensatoren verglichen werden. Es kann durchaus sein, dass die zu erwartende Lebensdauer in einem speziellen Anwendungsfall gleich ist, aber der bessere ESR und ESL entscheidend für die Applikation ist.

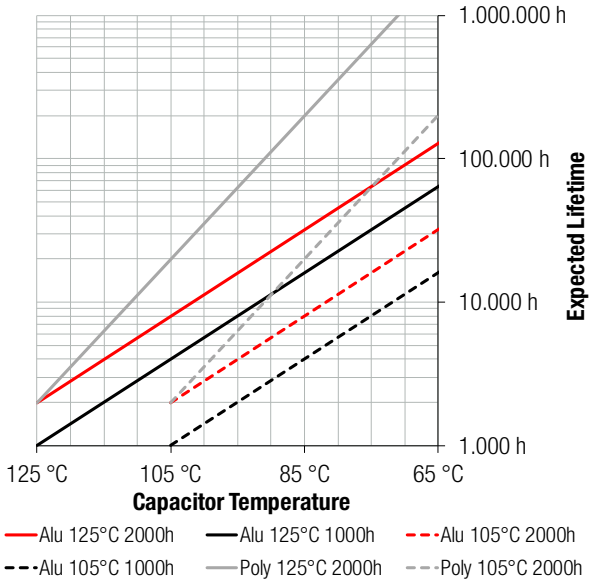


Abbildung 15: Übersicht über die zu erwartende Lebensdauer von Aluminium-Elektrolyt- und Aluminium-Polymer-Kondensator

6 Zusammenfassung

Aluminium-Polymer-Kondensatoren besitzen auf Grund ihrer Konstruktion entscheidende Vorteile für viele Anwendungen in der Elektronik. Geringe ESR- und ESL-Werte sowie eine sehr hohe zu erwartende Lebensdauer machen diese Bauteiltechnologie immer interessanter für die verschiedensten Applikationen. Daher sollte die Einsatzmöglichkeit in Anbetracht der in dieser Application Notes genannten Informationen geprüft werden. Dadurch kann das Verhalten des Designs verbessert und im Endeffekt die Performance der Applikation gesteigert werden.

Application Note

Aluminium-Elektrolyt- vs. Aluminium-Polymer-Kondensatoren und wie dessen Vorteile richtig genutzt werden

WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusicherung der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.
Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von www.we-online.com heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen.
Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden hierdurch weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.
Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfällen ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt.
Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

NÜTZLICHE LINKS

Application Notes
www.we-online.de/appnotes

REDEXPERT Design Plattform
www.we-online.de/redexpert

Toolbox
www.we-online.de/toolbox

Produkt Katalog
www.we-online.de/produkte

KONTAKTINFORMATION

appnotes@we-online.de
Tel. +49 7942 945 - 0

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 1 · 74638 Waldenburg · Germany
www.we-online.de