



Störschutzbauelemente

# Warum X- und Y-Folienkondensatoren ausfallen und wie es sich verhindern lässt

29.10.2013 | Autor / Redakteur: Dieter Burger \* / [Dipl.-Ing. \(FH\) Thomas Kuther](#)

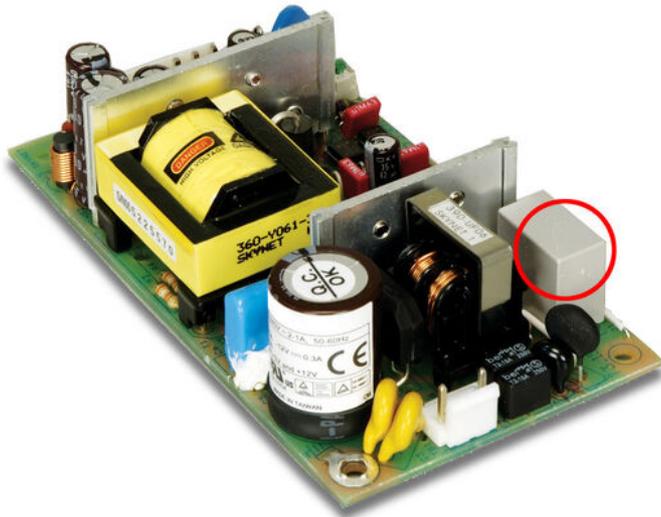
Als Störschutzbauelemente in Netzeingangsfiltern von direkt am Stromnetz betriebenen Geräten werden häufig metallisierte Folienkondensatoren eingesetzt. Jedoch fallen solche X- und Y-Kondensatoren immer wieder vorzeitig aus. Hier erfahren Sie, warum das so ist und wie sich solche Ausfälle mit geeigneten Qualitätssicherungsmaßnahmen verhindern lassen.

Metallisierte Folienkondensatoren zeichnen sich durch zahlreiche technische Vorzüge aus. Dazu zählen z.B. ein niedriger Verlustfaktor sowie eine geringe Abhängigkeit der Kapazität und des Verlustfaktors von der Temperatur und der Frequenz. Sie sind für Wechselspannung und Gleichspannung geeignet und sie verfügen über eine hohe Stromtragfähigkeit. Darüber hinaus besitzen sie eine hohe Spannungsfestigkeit und Impulsbelastbarkeit und sind in hohen Kapazitätswerten verfügbar.

Aufgrund Ihrer Selbstheilungseigenschaft sind X- und Y-Folienkondensatoren hervorragend geeignet, direkt im Versorgungsnetz an der mit Transienten überlagerten Netzspannung betrieben zu werden. Jedoch kommt es immer wieder zu Reklamationen von X-Folienkondensatoren, die zum Teil nach nur wenigen Jahren vorzeitig im Betrieb ausfallen. Dieser Artikel beschreibt die Hauptursache und stellt eine geeignete Maßnahme zur Qualitätssicherung vor.

## Aufbau von metallisierten Folienkondensatoren

Gewickelte, metallisierte Folienkondensatoren bestehen üblicherweise aus zwei Kunststofffolien als Dielektrikum sowie aus der auf den Kunststofffolien aufgetragenen Metallisierung als Elektroden. In der Fertigung werden die beiden metallisierten Folien, die zu einem Kondensator gehören, leicht gegeneinander versetzt gewickelt. Durch die



*Ein Open-Frame-Netzteil: der rot gekennzeichnete X2-Kondensator blockt und bedämpft hochfrequente Störsignale und vermindert so die elektromagnetischen Störungen, die durch den Betrieb der Stromversorgung hervorgerufen werden. Darüber hinaus schützt er die Stromversorgung vor netzseitigen Überspannungen (Transienten) und unterdrückt leitungsgebundene Rückwirkungen der Stromversorgung auf das Versorgungsnetz. Somit ist der X2-Kondensator extrem wichtig für einen konstant störungsfreien Betrieb des elektronischen Geräts. Zudem verhindert er unzulässige Verunreinigungen des Versorgungsnetzes durch den Betrieb dieses Geräts.*

*(Bild: HJC)*

versetzte Anordnung der Elektroden ragt jeweils eine Kante der Metallisierung aus einer der beiden Seitenflächen (Stirnflächen) des Wickels heraus.

Die hervorstehenden Elektroden werden mit einem nach Max Schoop genannten Verfahren mit Zinn, Zink oder Aluminium metallisiert (schoopiert = Wickelstirnkontaktierung mit aufgesprühten Metallpartikeln), also elektrisch kontaktiert. Dabei wird das verflüssigte Kontaktmetall mit Hilfe von Pressluft als fein verteilter Nebel unmittelbar auf die jeweilige Stirnfläche des Kondensators aufgesprüht. An die Kontaktschicht der Wickel-Stirnflächen werden die Anschlüsse angelötet oder angeschweißt. Danach wird diese Kondensatorzelle in ein Gehäuse eingesetzt und dort zum verbesserten Schutz vor Umweltweinflüssen mit einer Vergussmasse umhüllt.

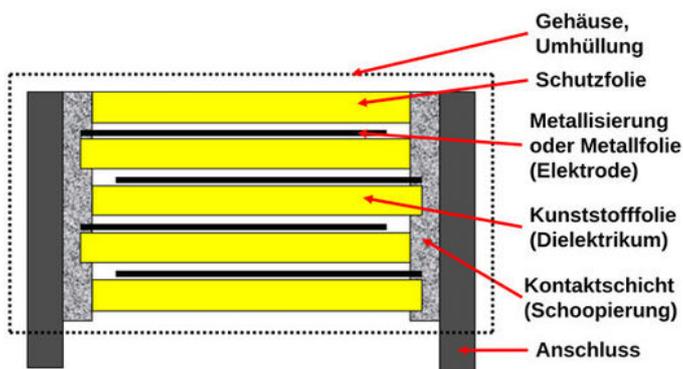
## Miniaturisierung vs. Robustheit

Der Trend der Bauelemente-Industrie zur Miniaturisierung und zur Realisierung von Einsparpotentialen birgt bei X- und Y-Folienkondensatoren die Gefahr, dass deren Robustheit gegen die Umgebungsbedingungen leidet und als Folge ihre Lebensdauererwartung abnimmt. Die zunehmende Anzahl von Reklamationen in den letzten Jahren lässt den Rückschluss zu, dass die X- und Y-Folienkondensatoren der neueren Generation nicht mehr grundsätzlich der Qualität der früher hergestellten Kondensatoren entsprechen. Sowohl die älteren als auch die aktuellen Generationen von sicherheitszertifizierten X- und Y-Funkentstörkondensatoren müssen jedoch die Norm IEC 60384-14 erfüllen. Dies legt die Vermutung nahe, dass diese Norm in entscheidenden Punkten nicht auf dem neuesten Stand ist, um eine konstante Mindestqualität der aktuell produzierten Kondensatoren im Markt zu sichern.

# Welche Faktoren die Lebensdauer von metallisierten Folienkondensatoren beeinflussen

Das Lebensdauerende (End-of-Life) eines metallisierten Folienkondensators beschreibt den Zeitpunkt, ab dem der Kondensator nicht mehr seine spezifizierten Werte erfüllt. Als Kriterien für ein End-of-Life dienen entweder eine zu große Abnahme der Kapazität oder des Isolationswiderstands, oder eine zu starke Zunahme des Verlustfaktors des Kondensators.

Die Lebensdauer eines metallisierten Folienkondensators wird im Wesentlichen durch die Einflussfaktoren Temperatur (Umgebungstemperatur und Eigenerwärmung), Spannung und Feuchtigkeit bestimmt. Bei einer entsprechenden Überbeanspruchung kann jeder dieser Faktoren zu einer vorzeitigen Alterung oder zu einem Ausfall des Kondensators führen. Um festzustellen, welcher dieser Faktoren in der Praxis den größten Einfluss auf eine vorzeitige Alterung oder einen Ausfall besitzt, sind weniger Laborversuche mit simulierten Bedingungen hilfreich. Vielmehr ist eine Ursachenanalyse von vorzeitig im Feld ausgefallenen Kondensatoren zielführend, da diese Kondensatoren den tatsächlich in der Praxis herrschenden Bedingungen ausgesetzt waren.



**Bild 1: Prinzipdarstellung des Aufbaus eines metallisierten Folienkondensators**

(Bild: Elcap/CC)

## Fehleranalyse bei vorzeitig ausgefallenen Kondensatoren

X- und Y-Folienkondensatoren werden zum Großteil in Netzfilter-Applikationen zur EMV-Entstörung von elektronischen Geräten eingesetzt. In diesen netzparallelen „across-the-line“ Schaltungen ist eine vorzeitige Alterung oder ein Ausfall eines Kondensators meistens nicht kritisch für die Funktion

des Endprodukts. So funktioniert in den meisten Fällen eine Stromversorgung nach dem Ausfall eines X-Kondensators im Netzfilter der Stromversorgung weiter. Oder eine Lampe leuchtet nach einem Ausfall eines X-Kondensators im Netzfilter eines elektronischen Vorschaltgeräts oder eines LED-Treibers weiterhin.

**Jetzt Newsletter abonnieren**

Verpassen Sie nicht unsere besten Inhalte

Mit Klick auf „Newsletter abonnieren“ erkläre ich mich mit der Verarbeitung und Nutzung meiner Daten **gemäß Einwilligungserklärung (bitte aufklappen für Details)** einverstanden und akzeptiere die Nutzungsbedingungen. Weitere Informationen finde ich in unserer Datenschutzerklärung.

∨ Aufklappen für Details zu Ihrer Einwilligung

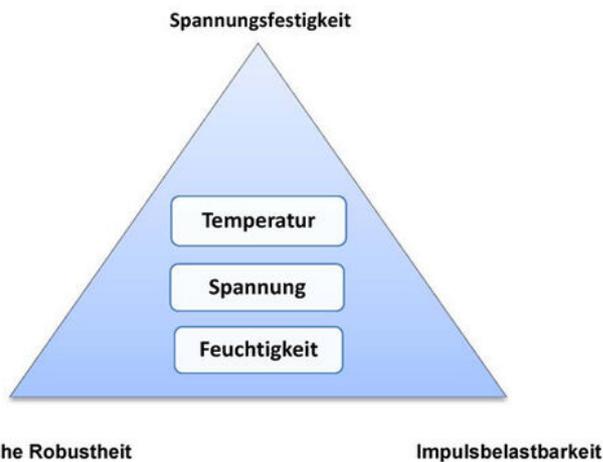
## Meist fällt ein Ausfall nicht auf

Durch eine Degradation oder einen sicheren Ausfall der X- und Y-Funkentstörkondensatoren in Netzfiltern besteht lediglich die Gefahr, dass die für dieses elektronische Gerät geltende EMV-Grenzwertkurve nicht mehr eingehalten wird. Dies könnte zu einer Reklamation des Kunden führen.

In der Praxis erweist es sich jedoch als äußerst unpraktisch und daher als höchst unwahrscheinlich, dass die Einhaltung der EMV-Grenzwertkurve eines elektronischen Geräts vor Ort beim Endkunden überprüft wird. Erst wenn das elektronische Gerät im Betrieb als Störverursacher identifiziert wird, wird in den meisten Fällen dem genauen Grund für die Verursachung der Störung nachgegangen. Daher ist davon auszugehen, dass in den allermeisten Fällen eine Alterung oder ein Ausfall eines Funkentstörkondensators in einem Netzfilter nicht wahrgenommen wird, und daher dann das Endprodukt ohne die ursprünglichen Eigenschaften des X- oder des Y-Kondensators weiter betrieben wird.

In Applikationen, in denen der Kondensator in Serie zur Netzspannung geschaltet ist und somit funktionskritisch ist, macht sich eine unzulässige Degradation von X- und Y-Kondensatoren dagegen sofort bemerkbar. Dies ist z.B. in kapazitiven Stromversorgungen und Spannungsteilern oder bei Koppelkondensatoren in PLC- (Powerline Communication-) Modulen der Fall. Kommt es in diesen Applikationen zu einem Ausfall des Kondensators, führt dies unmittelbar zu einem Funktionsausfall des Geräts. In jüngster Zeit häufen sich Meldungen über entsprechende Ausfälle von industriellen Produkten und von Haushaltselektroniken. In allen Fällen führte ein massiver Kapazitätsverlust der eingesetzten X2-Kondensatoren zu dem Ausfall.

## Feuchtigkeit – Ausfallursache Nr.1 von X- und Y-Kondensatoren



**Bild 2: Wesentliche Einflussfaktoren auf die Lebensdauer eines metallisierten Folienkondensators.**

(Bild: HJC)

**Bild 3: Folienmetallisierung, bei der ein starker Belagabbau aufgrund von Feuchtigkeitskorrosion aufgetreten ist.**

(Bild: HJC)

Diese Vorfälle haben das Problembewusstsein erhöht und die Ursachenanalysen intensiviert. Dies führte zu der Erkenntnis, dass der massive Kapazitätsverlust durch die Präsenz einer ungewünschten Feuchtigkeit im Kondensatorinneren bewirkt wurde. Bei metallisierten Folienkondensatoren führt Feuchtigkeit im Kondensatorinneren in Kombination mit der Netzspannung zu einem beschleunigten Abbau des Metallierungsbelags der Folie. Dieser Verlust von leitender Elektrodenfläche korreliert mit einem entsprechenden Kapazitätsverlust und Anstieg des Verlustfaktors des Kondensators.

## Vergleichstest der Feuchtigkeitsbeständigkeit – ohne und mit der Netzspannung

Ob die Kombination aus Feuchtigkeit und Spannung tatsächlich Einfluss auf die Eigenschaften von X- oder Y-Folienkondensatoren besitzt, ist in einem Vergleichstest leicht zu verifizieren. Dazu kann eine Kondensator-Baureihe über einen Zeitraum von einigen hundert Stunden mit einer definierten Temperatur und Feuchtigkeit getestet werden. In einem zweiten Test wird an dieselbe Baureihe zusätzlich die Netzspannung angelegt. Dabei wird deutlich zu erkennen sein, dass die Kombination aus Feuchtigkeit und Spannung bei metallisierten Folienkondensatoren einen beschleunigten Kapazitätsverlust und einen schnelleren Anstieg des Verlustfaktors bewirkt, sollte deren Aufbau nicht entsprechend feuchtigkeitsrobust sein.

## Die bestehende IEC-Norm sieht keinen Test mit der Kombination aus Feuchtigkeit und Spannung vor

An X- und Y-Kondensatoren in Netzeingangsfiltren liegt permanent Netzspannung an. Aufgrund mangelnder Sorgfalt kann bereits während des Produktionsprozesses unerwünschte Feuchtigkeit in den Kondensatorwickel eingeschlossen werden. Zudem

kann Feuchtigkeit während des Betriebs aufgrund einer ungenügenden Dichtigkeit seiner Verkapselung (Kunststoffbecher und Vergussmasse) in den Kondensator gelangen. Die Betrachtung der Auswirkung einer Kombination von Feuchtigkeit und Spannung ist daher für metallisierte Folienkondensatoren relevant. Die jetzige IEC-Norm sieht jedoch keinen Test bei dieser Kombination vor.

## Jede Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied

Welcher der entscheidenden Einflussfaktoren, Temperatur, Spannung und Feuchtigkeit, führt nun in der Praxis maßgeblich zu einem vorzeitigen Lebensdauerende von X- und Y-Folienkondensatoren?

Um dazu eine sinnvolle Aussage treffen zu können, ist eine umfangreiche Analyse von tatsächlich im Feld ausgefallenen X2-Kondensatoren sinnvoll. Ein betroffenes Unternehmen hat dazu detaillierte Untersuchungen durchgeführt. Dieses Unternehmen hat mehrere Mio. Produkte mit X2-Kondensatoren in einer funktionskritischen Serie-Anwendung im Einsatz und die Ausfallraten sind zum Teil massiv. Bei hoher Luftfeuchtigkeit (>90% z.B. in Brasilien) waren schon nach sechs Monaten Ausfälle zu beobachten.

Dieses Unternehmen hat über einen Zeitraum von fünf Jahren sehr umfangreiche Ursachenanalysen von ausgefallenen Kondensatoren sowie zusätzlich Stichprobenkontrollen von X-Kondensatoren in bereits installierten Produkten durchgeführt. Die Ausfälle zeigten sich immer als starker Kapazitätsverlust des in Serie zur Netzspannung anliegenden und durch einen Varistor vor Spannungsspitzen geschützten X2-Kondensators.

## Kein Ausfall wegen unzureichender Spannungsfestigkeit oder Impulsbelastbarkeit

Die Ursachenanalyse führte zu dem eindeutigen Ergebnis, dass in der Praxis das Einwirken von Feuchtigkeit den größten Einfluss auf eine vorzeitige Alterung und auf Ausfälle von X2-Kondensatoren besitzt. In dieser empirischen Untersuchung über mehrere Jahre hinweg konnte kein einziger Ausfall auf eine zu geringe Spannungsfestigkeit oder eine unzureichende Impulsbelastbarkeit der Kondensatoren zurückgeführt werden. Zudem wird die Impulsbelastung von X2-Kondensatoren in der Applikation häufig durch Überspannungsableiter reduziert. Dieses Ergebnis deckt sich

mit der von HJC durchgeführten Ursachenanalyse von vorzeitig im Feld ausgefallenen X2-Kondensatoren.

Dies führt zu der Erkenntnis, dass in der Praxis die Präsenz von unerwünschter Feuchtigkeit im Kondensatorinneren den größten Einfluss auf ein vorzeitiges Lebensdauerende oder auf Ausfälle von X- und Y-Folienkondensatoren besitzt.

## Luftfeuchtigkeit als System-Destabilisator

Unerwünschte Luftfeuchtigkeit im Kondensatorinneren kann zu einer Destabilisierung des gesamten Kondensator-Systems führen. Mögliche Folgen sind:

### **Verlust von Kapazität durch:**

- Feuchtigkeitskorrosion (Belagabbau) der Folienmetallisierung.
- Vermehrte Korona/Teilentladungen, was ebenfalls zu einem Belagabbau der Folienmetallisierung führt: Feuchtigkeit setzt die Korona-Einsatzspannung herab und verbreitet solche an der Metallisierungskante stattfindenden Teilentladungen auf Gebiete mit niedrigem elektrischen Feld.
- Feuchtigkeit führt zu vermehrten Selbstheilvorgängen um den dielektrischen Durchschlag herum (Kapazitätsverluste aufgrund von Selbstheilungsvorgängen sind relativ gering).

### **Anstieg des Verlustfaktors $\tan \delta$ durch:**

- Verstärkte klimatische Alterung des Dielektrikums.
- Feuchtigkeitskorrosion der Folienmetallisierung sowie früher und intensiver stattfindende Korona/Teilentladungen.
- Feuchtigkeitskorrosion in den Schoppierungskontakten.
- Komplettabriss der Schoppierungskontakte (Feuchtigkeit kann diesen Vorgang beschleunigen).

## Geeignete Qualitätssicherungsmaßnahmen

Aufgrund dieser Erkenntnisse ist ein beschleunigter Lebensdauertest wichtig, der die Faktoren Temperatur, Feuchtigkeit und Spannung berücksichtigt. In diesem Test muss der Kondensator seine sorgfältige Herstellung ohne Einschluss von unerwünschter Feuchtigkeit, sowie seinen gegen die Umgebungseinflüsse robusten Aufbau nachweisen können.

Daher haben von Ausfällen betroffene Kunden in ihren Bauteile-Freigabeprozess einen beschleunigten Lebensdauertest eingeführt, der mit THB-Test (Temperature, Humidity, Bias) oder als 85/85-Test mit Spannung bezeichnet wird:

**85 °C, 85% RH, 240 V<sub>AC</sub>, 1000 Stunden**

## Fail-safe-Verhalten von X- und Y-Funkenstörkondensatoren

Neben einer der geplanten Einsatzzeit entsprechenden Lebensdauererwartung ist ein Fail-Safe Verhalten entscheidend für die Qualität und die Sicherheit der Kondensatoren. In der für X- und Y-Funkenstörkondensatoren geltenden Norm IEC 60384-14 werden X-Kondensatoren unter dem Punkt 1.5.3 wie folgt beschrieben:

*Capacitor or RC unit of Class X: Capacitor or RC-unit of a type suitable for use in situations where failure of the capacitor or RC-unit would not lead to danger of electrical shock but could result in a risc of fire.*

Für die an einer mit Transienten überlagerten Netzspannung eingesetzten X- und Y-Folienkondensatoren beinhaltet ein Fail-safe Verhalten folgende Eigenschaften:

- Kein Feuer
- Keine Explosion
- Kein Gas- oder Rauchentwicklung
- Keine internen Kurzschlüsse

Ein THB-Test (85/85-Test mit Spannung) mit den entsprechenden Kriterien ermöglicht die Überprüfung der Robustheit der Kondensatoren gegen eine klimatische Alterung und gegen Korona-Teilentladungen sowie der Fail-safe Eigenschaften. Nähere Informationen dazu finden Sie [hier](#).

## Aktuelle IEC-Norm 60384-14 für Funkentstörkondensatoren

Unter dem Punkt 4.14 „Dauerprüfung“ sieht die Norm 60384-14 einen Test über 1000 Stunden mit erhöhter Spannung (1,25 UR für X-Kondensatoren und 1,7 UR für Y-Kondensatoren) und der oberen Kategorietemperatur des Kondensators vor. Jedoch berücksichtigt dieser Test nicht, dass die Lebensdauererwartung von metallisierten Folienkondensatoren nicht nur von Temperatur und Spannung abhängt, sondern auch von Feuchtigkeit.

Zur Überprüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit der Kondensatoren sieht die IEC-Norm einen als Lagerungstest anzusehenden Test vor:

X- und Y-Funkentstörkondensatoren, IEC 60384-14 4.12 (Damp heat):

**40 °C, 90 bis 95% Feuchtigkeit, mindestens 21 Tage, ohne Spannung!**

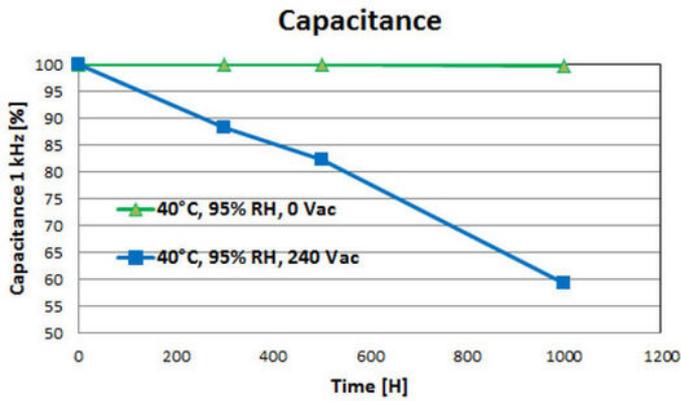
Da dieser Test ohne die in der Applikation permanent an einen X- oder Y-Kondensator anliegende Netzspannung durchgeführt wird, stellt er keinen Betriebstest dar. Dieser Test ist letztendlich nur dazu geeignet, zu überprüfen, ob und wie lange die Kondensatoren in feuchter Umgebung gelagert werden können.

### Test gemäß IEC-Norm ist leicht zu bestehen

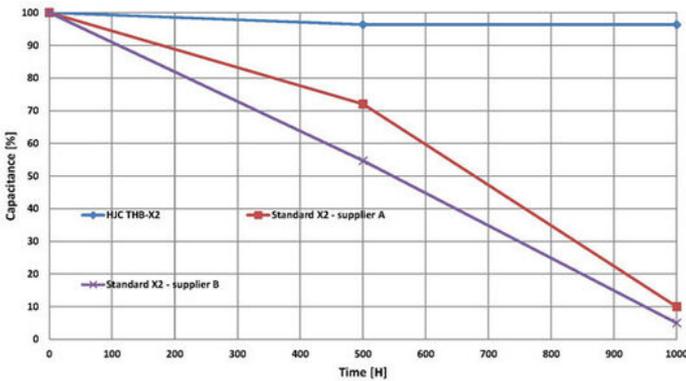
Diesen Test der Feuchtigkeitsbeständigkeit gemäß der aktuellen IEC-Norm können selbst X- und Y-Funkentstörkondensatoren mit sehr dünn metallisierten Folien bestehen. Dies unterstützt den Trend zur Miniaturisierung und Kosteneinsparung. Jedoch geht eine dünne Metallisierungsschicht zu Lasten der klimatischen Robustheit eines Folienkondensators, da einem aufgrund einer Feuchtigkeitskorrosion einsetzenden Metallisierungsabbaus entsprechend weniger Material entgegengesetzt werden kann.

In der grünen Kurve in Bild 4 zeigt die Testauswertung X2-Kondensatoren, die gemäß der aktuellen Ausgabe der IEC 60384-14 zertifiziert sind und den Test 4.12 dieser Norm (Feuchte Wärme, konstant, 40 °C und 95% Feuchtigkeit) mit sehr gutem Ergebnis bestehen. Wenn jedoch an diese Kondensatoren zusätzlich noch die in der Applikation permanent anliegende Netzspannung angelegt wird (blaue Kurve), dann können sie ihre spezifizierte Kapazität bereits nach ca. 250 Stunden verlassen.

### Lebensdauererwartung von mindestens 20 Jahren



**Bild 4: Mittelwerte des Kapazitätsverlusts über die Zeit.**  
 Grün: Standard X2-Kondensatoren von HJC gemäß aktueller IEC 60384-14, getestet mit den Bedingungen des Punkts 4.12 der IEC-Norm (40°C / 95% RH).  
 Blau: Standard X2-Kondensatoren von HJC gemäß aktueller IEC 60384-14, getestet mit den Bedingungen des Punkts 4.12 plus zusätzlich Spannung (40 °C/95% RH und 240 V~).  
 (Bild: HJC)



**Bild 5: Der THB-X2-Kondensatortyp MKP-684K0305AB1221U (blaue Kurve) von HJC (X2, 0,68 µF/305 V~ in THB-Ausführung, feuchtigkeitsrobuste Version) sowie die entsprechenden handelsüblichen X2-Kondensatoren. Kapazitäts-Veränderung in einem Test mit den kontinuierlichen Bedingungen 85 °C Temperatur, 85% RH Feuchtigkeit und 240 V~.**  
 (Bild: HJC)

Diese Testauswertung belegt, dass es möglich ist, robuste Funkentstörkondensatoren herzustellen, die in einem beschleunigten Lebensdauertest mit Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Spannung ihre spezifizierten Kapazitätswerte nicht verlassen. Smart-Meter-Hersteller haben gemäß dem Hallberg-Peck-Modell eine Lebensdauererwartung von mindestens 20 Jahren für X2-Kondensatoren in ihrer Applikation berechnet (sowohl in Serie- als auch in „across-the line“ Anwendung), die diesen beschleunigten Lebensdauertest mit 85°C, 85% RH und 240 V<sub>AC</sub> für 1000 Stunden bestehen. HJC bietet feuchtigkeitsrobuste X2- und Y2-Folienkondensatoren (THB-Serien) an, die diesen Test mit gutem Ergebnis abschließen.

Sollten die Kondensatoren in einer Umgebung mit einem hohen Aufkommen von transienten Störimpulsen eingesetzt werden, kann die Lebensdauererwartung der Kondensatoren zusätzlich durch die

Verwendung von entsprechenden Überspannungsableitern abgesichert werden. Alternativ oder ergänzend kann die Verwendung von X1- und Y1- Kondensatoren vorgesehen werden.

## Fazit

Wenn ein elektronisches Gerät gemäß seiner Spezifikation funktioniert, stellt die EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) des Geräts das einzige verbleibende Risiko für eine Qualitätsreklamation dar. Sollte eine berechtigte Reklamation der EMV innerhalb der

gesetzlichen Gewährleistungsfrist oder der Garantiezeit erfolgen, begründet dies den Anspruch des Kunden auf eine Reparatur des Geräts. Sollte die Reklamation nach dieser Zeit erfolgen, besteht für den Hersteller des Geräts die Gefahr einer Rufschädigung.

Wir erleben eine rasante Zunahme von elektronischen Geräten am Netz, z.B. aufgrund des Glühbirnen-Verbots, Erneuerbaren Energien, Energieeffizienz-Gesetzen, Smart Grid, Smart Meter und Smart Home, oder der Elektromobilität. Nur wenn sich diese Produkte nicht gegenseitig stören, ist ein reibungsloses Nebeneinander am Netz möglich. Daher ist davon auszugehen, dass zukünftig der Einhaltung der EMV eines elektronischen Geräts während seiner gesamten Betriebsdauer mehr Aufmerksamkeit beigemessen werden wird.

Für eine dauerhaft zuverlässige Entstörung eines Endprodukts ist die stabile Einhaltung der spezifizierten Kapazitätswerte der X- und Y-Folienkondensatoren in Netzfiltern von großer Bedeutung. Jedoch belegen Analysen von Feldausfällen und Klimatests deren Anfälligkeit für eine klimatische Alterung. Als praxisfremd zeigen sich der Feuchtigkeitsbeständigkeitstest und der Dauerprüfungstest der IEC-Norm 60384-14, da sie ohne die gleichzeitige Kombination aus Temperatur, Feuchtigkeit und Spannung durchgeführt werden.

Herstellern von elektronischen Geräten, die das Risiko ausschließen wollen, dass ihr Endprodukt im Betrieb die geltende EMV-Grenzwertkurve nicht mehr einhält, ist zu empfehlen, nicht erst auf eine entsprechende Aktualisierung der IEC-Norm zu warten. Vielmehr sollte als Qualitätssicherungs-Maßnahme in den Freigabeprozess von X- und Y-Folienkondensatoren ein beschleunigter Lebensdauertest aufgenommen werden, der die relevanten Einflussfaktoren auf eine Alterung von metallisierten Folienkondensatoren berücksichtigt. Ein geeigneter Test stellt dazu der THB-Test oder 85/85-Test mit Spannung dar.

Das elektronische Gerät wird somit ohne einen unakzeptablen Kapazitätsverlust der eingesetzten X- und Y-Folienkondensatoren konstant und sicher gemäß seiner für den Neuzustand spezifizierten Störaussendung und Störfestigkeit entstört.

\* Dieter Burger ist Gründer und geschäftsführender Gesellschafter der dbTec electronics GmbH und Leiter des europäischen Vertriebsbüros des taiwanesischen Folienkondensator-Herstellers HJC.

## KOMMENTARE

## KARRIERECHANCEN



DPD Deutschland GmbH

**Disponent Paketdienstleistungen / Logistik (m/w/d)**

in Münster (+1 weiterer Standort) | Betr. Altersvorsorge



motan holding gmbh

**Mitarbeiter Technische Dokumentation (m/w/d)**

in Isny



Schaeffler Engineering GmbH

**Funktions- und Softwareentwickler (m/w/d)**

in Werdohl (+1 weiterer Standort)



Schaeffler Engineering GmbH

**Functional Safty Manager (m/w/d)**

in Werdohl (+1 weiterer Standort)



Schaeffler Technologies AG & Co. KG

**Personalsachbearbeiter (m/w/d)**

in Steinhagen



Schaeffler Engineering GmbH

**Automotive Security Engineer (m/w/d)**

in Werdohl (+1 weiterer Standort)