WHITEPAPER

RIELLO UPS: KONDENSATORAUSFALL IN USV

1. Einleitung

Kondensatoren spielen eine entscheidende Rolle in einer USV-Anlage, indem sie Wechselströme glätten, filtern und Energie speichern.

Eine typische USV-Anlage enthält unterschiedliche Kondensatortypen sowohl im Hauptleistungsteil als auch auf den Steuerplatinen. In dieser Informationsschrift konzentrieren wir uns auf erstere - die Kondensatoren im Hauptleistungsteil. Die Größe dieser Bauteile reicht von einer Miniaturgetränkedose bis hin zu einer Dose mit Stapelchips.

Kondensatoren haben Gehäuse aus Aluminium- oder verchromten Zylindern und enthalten ein Paar leitfähige Platten oder Folien, typischerweise Elektroden aus Metall. Ein drittes Element, bekannt als Dielektrikum, trennt und isoliert diese Elemente.
Die Ladungsmenge, die ein Kondensator speichern kann, wird in Farad gemessen - benannt nach dem Physiker Michael Faraday - und wird durch die Dicke der dielektrischen Schicht und die Oberfläche der Elektroden bestimmt.

Die wichtigsten Kondensatoren im Leistungsteil der USV können wie folgt kategorisiert werden

- **AC-Eingangskondensatoren**, die Bestandteil der USV-Eingangsfilter- und/oder -Leistungsfaktorkorrekturstufe sind.Sie sind der ankommenden Netzspannungsversorgung ausgesetzt und haben die entscheidende Aufgabe, Eingangstransienten zu glätten und am Ausgang reflektierte Störungen und harmonische Verzerrungen zu reduzieren.
- **AC-Ausgangskondensatoren**, die Bestandteil der USV-Ausgangsfilter sind. Ihre Aufgabe ist es, den Anschluss an den kritischen Lastausgang herzustellen, die Steuerung der Wellenform der USV-Ausgangsspannung zu unterstützen und Blindleistung bereitzustellen.
- **Gleichspannungskondensatoren**, die ein Bestandteil des Gleichrichtersystems und der Energiespeicherung sind. Sie sollen dazu beitragen, Spannungsschwankungen zu glätten (Filterung der Versorgungsspannung), und eine kurzzeitige Energiespeicherung für Netz-/Batteriebetrieb Übergänge bereitzustellen, um eine unterbrechungsfreie Versorgung der kritischen Last zu gewährleisten.

Alle Kondensatoren im Leistungsteil der USV sind möglichen hochfrequenten Schaltvorgängen und der USV-Last sowie den Belastungen durch die physikalische und elektrische Betriebsumgebung ausgesetzt.

2. Wie hoch ist die Gebrauchsdauer von Kondensatoren?

Zusammen mit den Batterien sind Kondensatoren die USV-Komponenten, die am anfälligsten für Störungen sind. Kondensatoren altern mit der Zeit und verlieren die Fähigkeit, ihre Funktion auszuüben. Der Elektrolyt, das Papier und die Aluminiumfolie im Inneren des Kondensators altern physikalisch und chemisch. Verschiedene Faktoren, wie übermäßige Hitze oder hohe Ströme, können diese Verschlechterung noch beschleunigen.
Je nach Auslegung des Herstellers könnte ein Kondensator unter günstigen Betriebsbedingungen eine Gebrauchsdauer von bis zu 10 Jahren aufweisen.
Anerkannte bewährte Praxis ist jedoch ein empfohlener Austausch von Kondensatoren nach 4 bis 8 Jahren, je nach bisheriger Beanspruchung, um das Risiko eines schwerwiegenden Ausfalls zu minimieren.
Bei bestimmten Aufgaben oder an bestimmten Standorten müssen einige Kondensatoren möglicherweise bereits vorher ausgetauscht werden, um einen Ausfall zu verhindern.

3. Welche Faktoren beeinträchtigen die Gebrauchsdauer eines Kondensators?

Die Gebrauchsdauer eines Kondensators wird durch schädliche Umweltextreme (d.h. hohe oder niedrige Temperaturen) und seine Auslastung verkürzt.

- Zu hoher Strom: Kondensatoren regelmäßig Strömen auszusetzen, die die Auslegung des Herstellers überschreiten, führt schnell zu Schäden. Kurzzeitige Ripple Ströme sind in der Regel harmlos, solange der Kondensator dadurch nicht überhitzt.
- Überbeanspruchung: Je höher ein Kondensator beansprucht wird, desto schneller wird sein Austausch erforderlich sein. Je öfter er ungewöhnliche Brummspannungen oder Transienten filtern muss, desto schneller altert er.
- Übermäßige Temperatur: Hierdurch beginnt das Elektrolyt im Inneren des Kondensators zu verdunsten, sodass sich ein unsicherer Druck aufbaut. Hitze kann auch aus dem Inneren der USV kommen und zwar möglicherweise als Ergebnis eines verstopften Luftfilters, der den Luftstrom behindert, oder durch grundsätzlich hohe Umgebungstemperaturen am Aufstellungsort der USV-Anlage.

Wer ist Michael Faraday?

Der Mann, der der Ladungsmenge, die ein Kondensator speichern kann, seinen Namen gegeben hat (Farad), ist einer der einflussreichsten Wissenschaftler der Geschichte.

Michael Faraday wurde im September 1791 in London geboren. Auch wenn er nur eine geringe formale Bildung genoss, lebt sein Werk dank seines Beitrags zum Studium des Elektromagnetismus und der Elektrochemie bis heute weiter.
1831 entdeckte er die elektromagnetische Induktion - das Prinzip hinter elektronischen Transformatoren und Generatoren. Er prägte auch mehrere geläufige Ausdrücke wie „Elektrode“, „Kathode“ und „Ion“.

Albert Einstein soll ein Bild von Faraday an einer Wand in seinem Studierzimmer aufgehängt haben. Mehrere Institutionen, darunter die Royal Society und die Institution of Engineering and Technology (IET), haben in seinem Namen Auszeichnungen geschaffen.

4. Kann man erkennen, ob ein Kondensator demnächst ausfällt?

Es gibt mehrere Anzeichen, die ein Kundendiensttechniker erkennen könnte, wenn er eine routinemäßige vorbeugende USV-Wartung durchführt. Dazu gehören:

- Ölleckage: Hierdurch steigen die Temperatur und der Scheinwiderstand im Kondensator.
- Verformung: Sie wird in der Regel durch überhöhte Temperaturen oder Flüssigkeitsleckagen im Kondensatorgehäuse verursacht.
- Verschmorte Drähte, die mit dem Kondensator verbunden sind: Dies wird häufig durch Überstrom verursacht und kann mittels Thermographie erkannt werden.
- Hervorstehendes Sollbruchventil: Dies ist ein deutliches Anzeichen von Belastung, die wahrscheinlich zu einem Ausfall führt, wenn das Ventil öffnet. Mutmaßliche Ursache ist ein Kurzschluss im Kondensator, der Gas erzeugt und zum Druckaufbau führt.
- Temperaturanstieg: Ein Thermometer oder idealerweise eine Wärmebildkamera kann selbst kleine Veränderungen der Betriebstemperatur eines Kondensators feststellen. Wenn die Innentemperatur zu steigen beginnt, ist dies ein Indiz dafür, dass der Kondensator zu versagen beginnt.
- Kapazität: Mit zunehmendem Alter des Kondensators wird er langsam aus der Toleranz fallen, wenn die innere Struktur zerfällt, ähnlich wie bei einer Batterie. Diese Toleranzänderungen können mit einem Kapazitätsmessgerät gemessen werden, das normalerweise Teil qualitativ hochwertiger

5. Was passiert, wenn ein Kondensator ausfällt?

Es gibt zwei wesentliche Arten von Kondensatorausfällen. Zum einen können sie in einen „nichtleitenden“ Zustand fallen, in dem sie grundsätzlich nicht mehr funktionieren. Diese Art des Ausfalls erfolgt oft unentdeckt, da es wenig sichtbare Anzeichen dafür gibt, dass etwas nicht in Ordnung ist.
Zum anderen ist ein Kurzschluss möglich, bei dem das Dielektrikum schadhaft ist. Mitunter tritt sogar ein lautes Knallgeräusch auf. Der Elektrolyt ist leitfähig, so dass durch feine Risse im Dielektrikum unbeabsichtigte Kurzschlüsse entstehen können, die sich negativ auf die Ausgangsspannung auswirken und er ist

korrosiv, so dass er möglicherweise sämtliche umliegenden Komponenten beschädigen kann. Aus diesem Grund besitzen viele Elektrolytkondensatoren an einem Ende eine Sollbruchstelle. Diese ist so ausgelegt, dass der korrosive Elektrolyt auf kontrolliertere Weise austreten kann, im Gegensatz zum Platzen des Gehäuses, bei dem das Material sich schnell über eine größere Fläche verteilen würde.

Weiterhin gibt es noch einen dritten Zustand, bei dem der Kondensator allmählich ausfällt und außer Toleranz gerät. Es gibt Kondensatoren, die im Inneren aus mehreren Kondensatoren aufgebaut sind.

Folglich gibt es bei diesen Kondensatoren, die in zwei innere Bereiche aufgeteilt sind, unterschiedliche Szenarien. Bei einem Ausfall könnte eine Hälfte des Kondensators nichtleitend werden, wodurch die Gesamtkapazität verloren gehen würde. Oder eine Hälfte des Kondensators könnte kurzgeschlossen werden, wodurch die Gesamtkapazität halbiert werden würde.

Die meisten modernen Leistungskondensatoren sind mit Druckentlastungsventilen oder Druckentlastungskappen ausgerüstet, die es dem Kondensator ermöglichen, den Innendruck zu reduzieren, sofern eine Störung auftritt.

Dies führt jedoch zu einem Temperaturanstieg, der wiederum einen Anstieg des Innendrucks verursacht. In bestimmten Fällen führt eine plötzliche Druckänderung dazu, dass der Kondensator den Druck explosionsartig ablässt, wodurch der Elektrolyt sich über die umliegenden Bereiche verteilt.

Wenn Kondensatoren austrocknen, und dieses wegen mangelnder Wartung nicht erkannt wird, können sie anfangen zu brennen.
Wenn ein einzelner Kondensator einer Gruppe von Kondensatoren ausfällt, müssen die übrigen Kondensatoren die Arbeitslast übernehmen, was wiederum ihre Lebensdauer verkürzt. Selbst wenn es keine offensichtlichen Anzeichen dafür gibt, kann der Ausfall eines Kondensators ein Indiz dafür sein, dass die anderen Kondensatoren auch nicht richtig funktionieren.

6. Wie beeinträchtigtein Kondensator-ausfall eine USV-Anlage?

Dies hängt davon ab, wo der Kondensator sich befindet, wie der allgemeine Zustand der Kondensatoren ist und ob sie in Reihe oder parallelgeschaltet sind.
Nehmen wir eine Situation, in der die Kondensatoren deutlich unter ihren empfohlenen Spannungswerten und/oder Kapazitätsanforderungen arbeiten. Ein einzelner Ausfall wird wahrscheinlich keinen allzu großen Einfluss auf die USV-Anlage haben, da die verbleibenden Kondensatoren den Verlust auffangen können.

Letztendlich wird ein Kondensatorausfall jedoch negative Auswirkungen auf die Leistung der USV-Anlage haben. Ihre Filterfähigkeit wird leiden, es wird mehr Probleme mit Oberwellen und Elektrorauschen geben, die Energiespeichermenge wird sich verringern und Batterieströnge können beschädigt werden.

Schlimmstenfalls führt ein schwerwiegender Kondensatorausfall dazu, dass die USV in den Bypass-Modus schaltet, wodurch die kritische Last ungeschützt bleibt.

Verschlechterung und Ausfall von Wechselstromkondensatoren können zu Folgendem führen:

•Zunehmende Wechselrichtersignalverzerrung

•Instabilität des gesamten Systems (bei Parallel-USV-Anlagen)

•Explosionsartiger Ausfall mit Rauch- und Geräuschentwicklung, die auch andere Teile der USV-Anlage beschädigen könnten.

•Ungeplanter Anlagenshutdown

•Steigende Wartungs- und Reparaturkosten verglichen mit dem präventiven Austausch von Kondensatoren

•Ungewollte Schäden durch explodierende oder im schlimmsten Fall brennende Kondensatoren

Verschlechterung und Ausfall von Gleichstromkondensatoren können zu Folgendem führen:

- Ausfall im Wechselrichter-/Gleichrichterabschnitt
- Schäden an anderen Komponenten innerhalb der USV-Anlage
- Ungeplanter Anlagenshutdown
- Steigende Wartungs- und Reparaturkosten verglichen mit dem präventiven Austausch von Kondensatoren
- Ungewollte Schäden durch explodierende oder im schlimmsten Fall brennende Kondensatoren

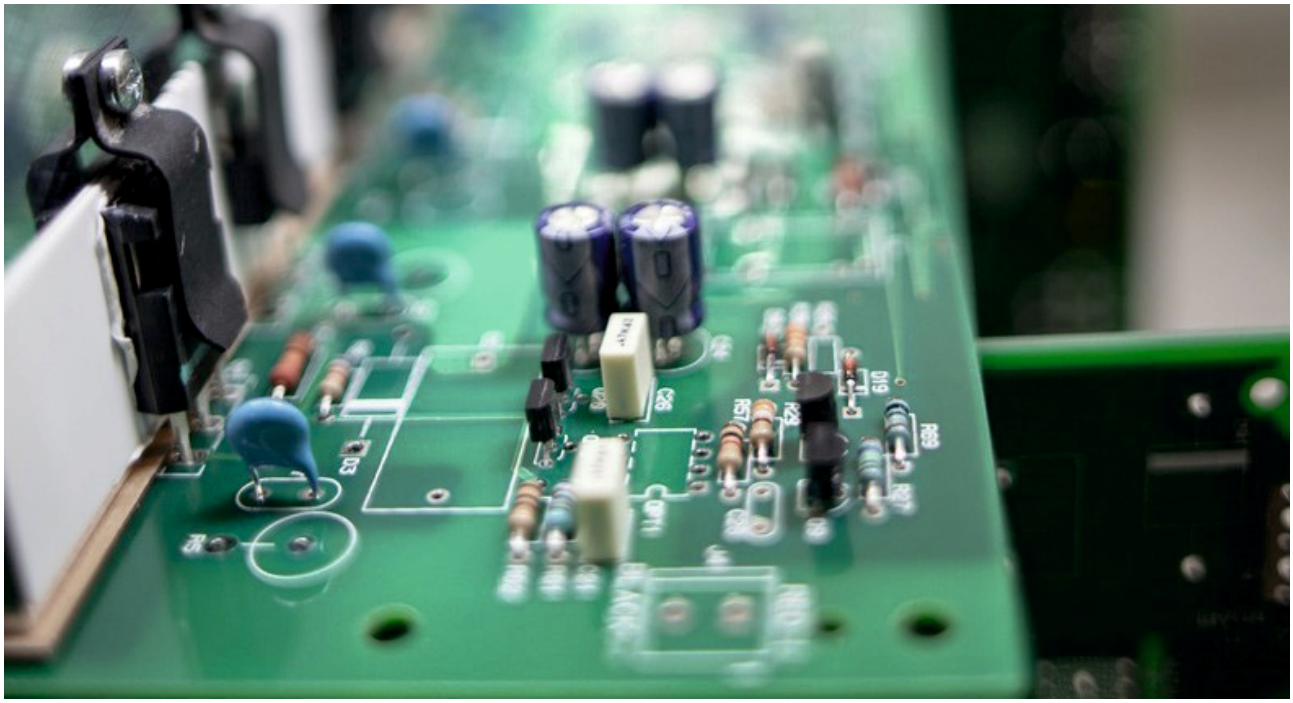
7. Minimierung des Risikos eines Kondensatorausfalls

Es gibt kein Standardalter, in dem ein Kondensator ausfällt. Um die kontinuierliche Leistung und Zuverlässigkeit Ihres USV-Systems zu gewährleisten, ist es ratsam, Kondensatoren als Verschleißteile zu behandeln und ihren Austausch präventiv vor dem Ende der zu erwartenden Gebrauchsdauer vornehmen zu lassen.

Der empfohlene Zeitrahmen hierfür liegt zwischen 4 und 8 Jahren, je nach Standort und Funktion bei Anlagen, die keiner regelmäßigen Wartung unterliegen oder bei einer Gebrauchsdauer, die vom Kondensatorhersteller angegeben ist, bei USV- Anlagen mit Wartungsplan.

Es sind Ihre Sicherheitsstandards, die zu einem langen und sicheren Betrieb Ihrer USV-Anlage führen können, wenn sie die empfohlenen Umgebungstemperatur- und Luftfeuchtigkeits-werte einhalten sowie die Luftfilter sauber halten, damit die Luft frei strömen kann und die USV kühl bleibt.

Im Rahmen der regelmäßigen vorbeugenden Wartungen sollten Außendiensttechniker die Kondensatoren einer Sichtprüfung unterziehen und auch mit Wärmebildgeräten scannen, um mögliche Probleme zu entdecken. Eine Analyse der Messwerte wird ebenfalls dazu beitragen, die Kondensatoren zu identifizieren, deren Ausfall am wahrscheinlichsten ist.



RIELLO ELETTRONICA

Riello UPS GmbH Deutsche Niederlassung der Riello Power Solutions (RPS SPA)
Wilhelm-Bergner-Str. 9b - 21509 Glinde
Tel.: +49 (0) 40/527211-220 Fax.: -200
www.riello-ups.de
vertrieb@riello-ups.de