

SUPPORT NOTE

SN012 | Wie altert ein Superkondensator? Lebensdauermodell von elektrischen Doppelschichtkondensatoren



Dr. Rene Kalbitz

01. LEBENSDAUERMODELL

Superkondensatoren zeigen mit der Zeit einen allmählichen Leistungsverlust. Zwei mögliche Ansätze können angewendet werden, um den Leistungsverlust zu antizipieren:

1. Kompensation des Kapazitätsverlustes durch Überdimensionierung der Kapazität,
2. Anpassung der Auswahl spezifischer Betriebsparameter wie Spannung und Temperatur.

Die Kurvenschar in Abbildung 1 zeigt Schätzungen der verbleibenden relativen Kapazität gegenüber der Zeit für verschiedene Temperaturen.

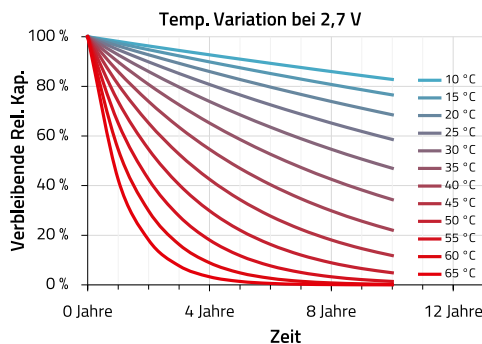


Abbildung 1: Kurvenschar berechnet für einen Temperaturbereich von 10 °C bis 65 °C bei einer konstanten Spannung von 2,7 V.

Abbildung 2 zeigt die relative prozentuale Kapazität nach 10 Jahren für einen bestimmten Temperatur- und Spannungssatz an.

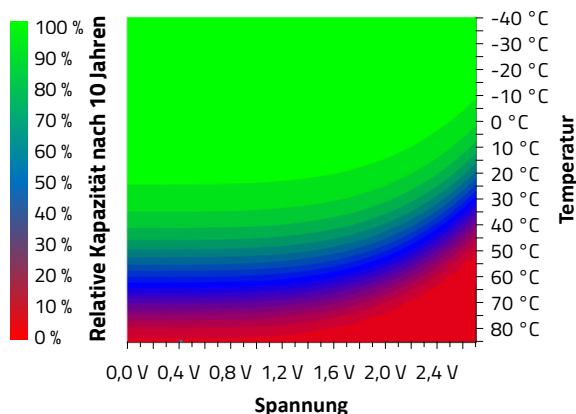


Abbildung 2: Relative Kapazität nach 10 Jahren für die Parametersätze Spannung (x-Achsen) und Temperatur (y-Achsen). Die Werte der relativen Kapazität sind in der Farbe kodiert.

Mit diesem Diagramm ist es relativ einfach, die Parameter zu bestimmen. Es lässt sich auch die Verringerung der Kapazität für benutzerdefinierte Betriebsprofile abschätzen. Der Benutzer kann einen „typischen Arbeitstag“ (24 h) definieren, wie in Tabelle 1 angegeben. Basierend auf diesem Betriebsprofil kann die verbleibende relative Kapazität berechnet werden, wie in Abbildung 3 angegeben. Dabei besteht die Wahl zwischen kontinuierlicher Strombelastung oder Spannungsbelastung.

	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
Belastung	Strom ^[1]	Spannung	Spannung	Spannung
Op. Zeit	3 h	4 h	12 h	5 h
Op. Temp.	65 °C	50 °C	40 °C	22 °C
Appl. Spannung	/	2.7 V	2.7 V	0 V

Tabelle 1: Beispiel eines Hochtemperatur-Betriebsprofils für 24 h.

^[1]Das Modell gilt für Bedingungen, wie sie für Cycle-Tests verwendet werden. Der Kondensator wird mit einem konstanten Strom von 0,1 A/F zwischen der Nennspannung V_r und $\frac{1}{2} V_r$ geladen/entladen. Dieser Strom von 0,1 A/F ist kleiner als der Nennstroms der EDLCs. Die Strombelastung und Joulesche Erwärmung kann daher als relativ gering angesehen werden.

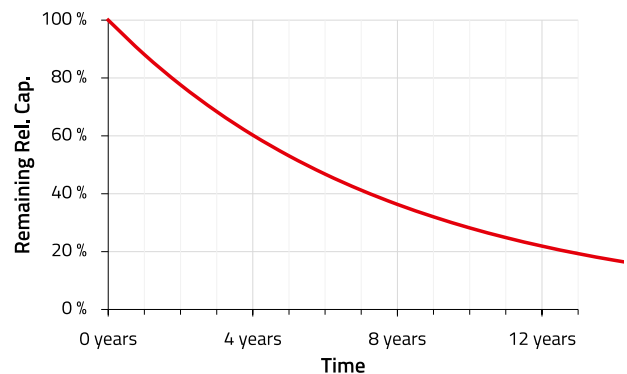


Abbildung 3: Relative Kapazitätsabnahme für Bsp. Tabelle 1

Die mathematische Theorie hinter den oben dargestellten Diagrammen basiert auf Modellen sowie spezifischen Langzeitmessungen.

Anstatt den Nutzer mit den mathematischen Berechnungen allein zu lassen, bietet Würth Elektronik an, die oben

SUPPORT NOTE

SN012 | Wie altert ein Superkondensator? Lebensdauermodell von elektrischen Doppelschichtkondensatoren

genannten Lebensdauerberechnungen als Service durchzuführen (siehe Kontaktadresse unten).

Zur Unterstützung bei den Lebensdauerberechnungen im Rahmen des Supports sind Angaben über die Belastungsart erforderlich, so wie in Tabelle 1 gezeigt.

Für Lebensdauerberechnungen oder weitere Informationen zu Superkondensatoren steht das Support-Team von Würth Elektronik zur Verfügung unter:

- [Emailsupport Kondensatoren](#)
- [Kontaktformular Würth Elektronik](#)

Weitere Informationen zum Einsatz von Superkondensatoren unter:

- [1] Superkondensatoren – Ein Leitfaden für den Design-In Prozess, www.we-online.de/ANP077
- [2] Balancing von Superkondensatoren
www.we-online.de/ANP090
- [3] Wie verwendet man Superkondensatoren?
www.we-online.de/SN009

SUPPORT NOTE

SN012 | Wie altert ein Superkondensator? Lebensdauermodell von elektrischen Doppelschichtkondensatoren

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/app-notes



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



SUPPORT NOTE

SN012 | Wie altert ein Superkondensator? Lebensdauermodell von elektrischen Doppelschichtkondensatoren

REVISIONSHISTORIE

Dokument Version	Veröffentlichungsdatum	Änderungen
SN012a	2022/08/02	Ursprüngliche Version der Application Note
SN012b	2025/06/03	Änderung von Abbildung 1: Änderung von Legende/Titel Änderung von Abbildung 3: Änderung von Legende/Titel

Hinweis: Die aktuelle Version des Dokuments und das Veröffentlichungsdatum sind in der Fußzeile jeder Seite dieses Dokuments angegeben.