



Verzerrte Videosignale wiederherstellen

Entzerrer-Chip zum Aufbereiten defekter Bilder
bei verstärkerlosen Übertragungsstrecken bis 1600 m

A/D-Wandler auf dem Prüfstand

Die schnellsten 12-Bit-ADC
im Vergleich – nicht nur
Umsetzungszeiten sind
entscheidend

Seite 42

Fehlersuche auf dem I²C-Bus

Erstes Digital-Oszilloskop
zum Debugging auf dem
I²C-Bus in Embedded-
Systemen

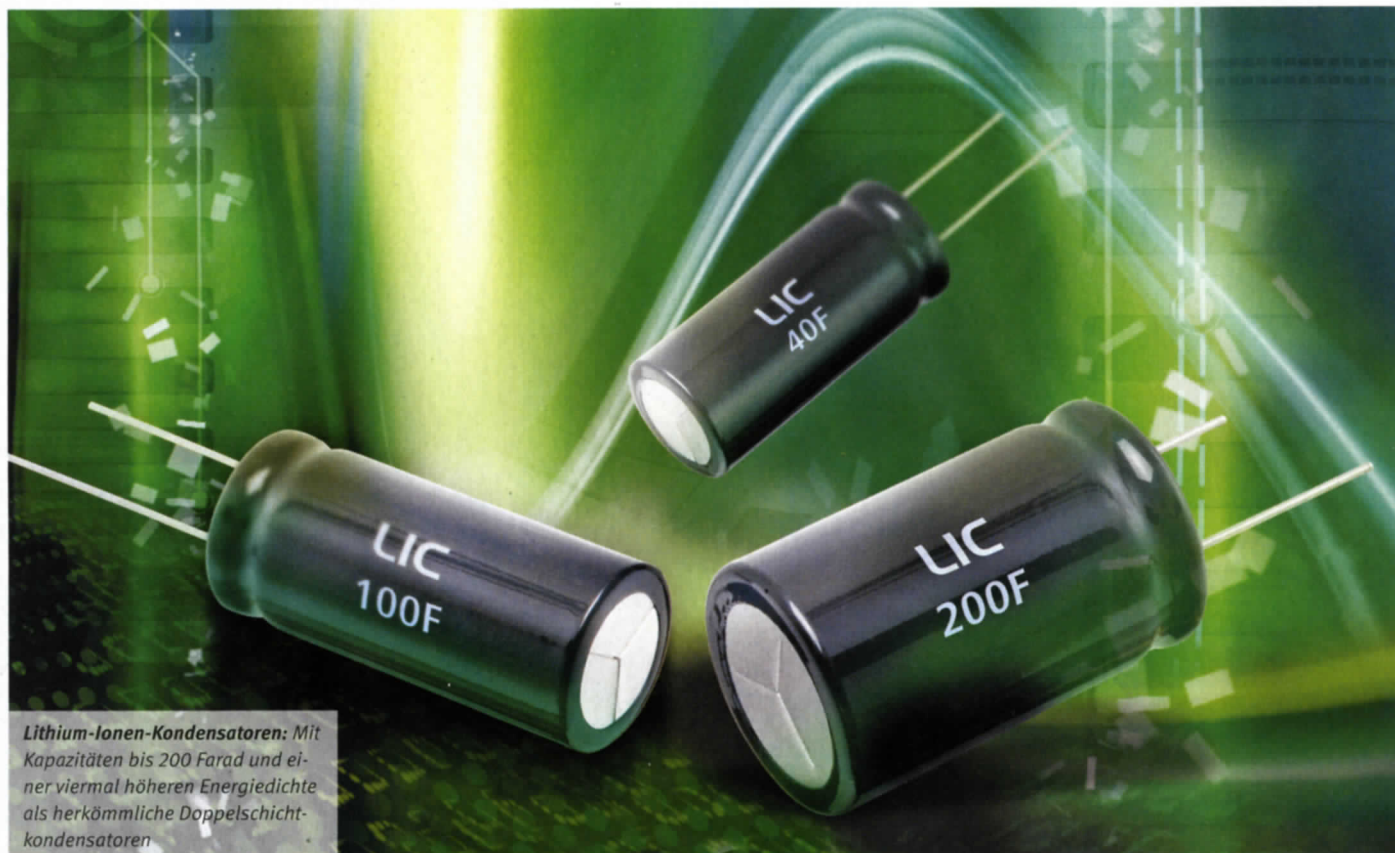
Seite 94

Elektronik für das nächste Jahrzehnt

Neue Beitragsreihe über
PCB-Design, Leiterplatten-
technik und Baugruppen-
fertigung

Seite 128





Lithium-Ionen-Kondensatoren: Mit Kapazitäten bis 200 Farad und einer viermal höheren Energiedichte als herkömmliche Doppelschichtkondensatoren

Energiespeicher zwischen Lithium-Ionen-Akkus und Supercaps

Taiyo Yuden Energy Device hat Lithium-Ionen-Kondensatoren mit Kapazitäten bis 200 Farad vorgestellt, die physikalisch zwischen Lithium-Akkus und den EDLCs angesiedelt werden können.

REINHARD MEYER *

Die Erfindung des Lithium-Ionen-Kondensators (LIC) fällt in eine Zeit, in der das Speichern von Energie unter dem Eindruck der zu Ende gehenden fossilen Energiereserven und von irreversiblen Klimaveränderungen groß geschrieben wird. Ein Lithium-Ionen-Kondensator ist zwar keine alternative Energiequelle, trägt aber mit seinen Eigenschaften dazu bei, mit der gespeicherten Energie äußerst sparsam umzu-

gehen. Ein entscheidender Vorteil ist seine Umweltfreundlichkeit, da er gänzlich ohne Schwermetalle auskommt, RoHS konform ist, und nicht der europäischen Batterieverordnung unterliegt.

So funktionieren Lithium-Ionen-Kondensatoren

Die zylinderförmigen Kondensatoren sehen äußerlich zwar wie Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren aus, sie haben jedoch einen völlig neuartigen inneren Aufbau. Derzeit sind drei Kapazitätsgrößen verfügbar: 40, 100 und 200 Farad. 1 F entspricht dabei 1 As/V. Der Aufbau von Lithium-Ionen-Kondensatoren ist dem herkömmlicher EDLCs

ähnlich. Der Unterschied besteht aber darin, dass beim Lithium-Ionen-Kondensator an der Anode eine Lithiumschicht aufgetragen wird, wobei Lithium Ionen in die Anode wandern. Dieser Dotierungsvorgang (pre-doping) bewirkt eine Aufladung von 3 V gegenüber der Kathode (Bild 1).

Dies ist der entscheidende Vorteil von Lithium-Ionen-Kondensatoren gegenüber herkömmlicher EDLCs. Wird der Lithium-Ionen-Kondensator nach dem Erreichen von 3 V mit einem konstanten Ladestrom auf max. 3,8 V geladen, werden so lange weitere Li-Ionen an der Anode angelagert, bis eine Spannung von 3,8 V zwischen Anode und Kathode erreicht ist.



* Reinhard Meyer
... ist Geschäftsführer der RM Components GmbH in Schwabach.

Im nächsten Abschnitt wird deutlich, welche Vorteile diese Erfindung gegenüber bisherigen EDLCs und welche Stellung der Lithium-Ionen-Kondensator zwischen Li-Akkus und EDLCs einnimmt.

Eigenschaften und Besonderheiten eines LIC

Aus dem Aufbau und der Funktionsweise eines Lithium-Ionen-Kondensators lassen sich im Prinzip alle seine Vorteile gegenüber EDLCs ableiten. Li-Ionen führen aufgrund ihrer geringen Größe zu einer hohen Ladungskonzentration in der Anode. Deshalb sind Ladungsdichte, Kapazität und auch Energiedichte eines Lithium-Ionen-Kondensators höher als bei einem EDLC. Quantitativ ist die Kapazität etwa doppelt so hoch und die Energiedichte etwa viermal so hoch wie bei einem gleich großen EDLC. Der Energieinhalt und damit auch die Energiedichte sind natürlich auch von der Kondensatorspannung abhängig. Aufgrund der Lithium-Pre-doping-Technologie hat der Lithium-Ionen-Kondensator mit 3,5 V eine um etwa 50% höhere Spannung als ein Doppellagenkondensator mit 2,5 V.

LICs dürfen nur bis etwa 2,2 Volt entladen werden

Damit speichert ein Lithium-Ionen-Kondensator gemäß der Gleichung $E=1/2 C U^2$ eine etwa viermal so hohe Energie. Beachten sollte man, dass ein Lithium-Ionen-Kondensator nicht bis zu einer Spannung von 0 V entladen werden darf, sondern aufgrund der Vordotierung nur bis etwa 2,2 V. Für die Energiedichte gibt der Hersteller Werte von 10 bis 30 Wh/kg für Lithium-Ionen-Kondensatoren an, während diese Werte für EDLCs zwischen 2 und 5 Wh/kg liegen. Ein Li-Ionen-Akku kann im Vergleich dazu mit Energiedichten von maximal 200 Wh/kg aufwarten. Aus dieser Zahl geht hervor, dass der Lithium-Ionen-Kondensator in seiner gegenwärtigen Entwicklungsphase noch nicht in der Lage ist, Li-Ionen-Akkus zu ersetzen.

Lade- und Entladezyklen beeinflussen die Lebensdauer

Weitere interessante Features für ein Energiespeicherbauelement sind seine Lebensdauer, das schnelle Lade- und Entladeverhalten, die Zahl der maximal möglichen Lade- und Entladezyklen, der Temperaturbereich sowie die Selbstentladung. Da die Lebensdauer davon abhängt, wie oft man den Kondensator benutzt, gibt der Hersteller die Zahl der maximalen Lade- und Entladezyklen an. Hier werden mehr als 100.000 Zyklen spezifiziert. Der Temperaturbereich eines LICs

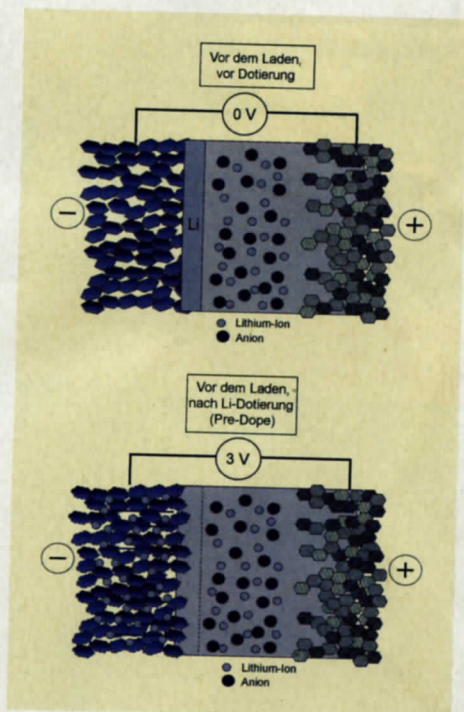


Bild 1: Auflösung der eingelagerten Lithiumschicht und das Entstehen der 3-V-Ladung

geht von -25 bis 60 °C, bei einem Einsatz unter $3,5$ V sogar bis 85 °C. Die geringe Selbstentladung unterscheidet den Lithium-Ionen-Kondensator deutlich vom EDLC. Während ein LIC in 2500 h weniger als 5% an Ladung verliert, ist ein EDLC schon nach 2000 h praktisch auf 70% seiner Ladung abgefallen (Bild 2). Eine wichtige Eigenschaft eines Energiespeichers ist auch die Fähigkeit zur

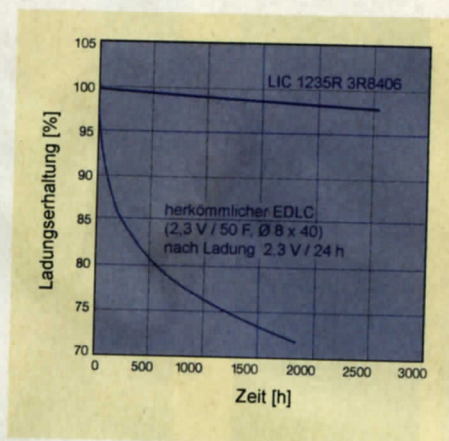


Bild 2: Vergleich der Selbstentladung des LIC1235R (40 F) nach 24-stündiger Ladedauer und einem konventionellen EDLC

Schnellladung und -entladung. Hier gibt der Hersteller eine Faustregel an, wonach ein Lithium-Ionen-Kondensator innerhalb seiner Spezifikationsgrenzen in einer Minute auf 95% seiner Kapazität aufgeladen werden kann. Bild 3 zeigt die Schnellladung des Typs LIC2540R (200 F) mit Ladestromstärken von 2 bis 10 A in 60 bis 300 s.

Die neue Generation soll bis zu 1000 Farad erreichen

Die in der ersten Generation vorliegenden LICs sind aufgrund ihrer elektrischen Eigenschaften sowie der Umweltfreundlichkeit sehr interessante Bauteile für den Ersatz von elektrochemischen Doppellagenkondensatoren. Ein Ersatz des Li-Ionen-Akkus ist auf-

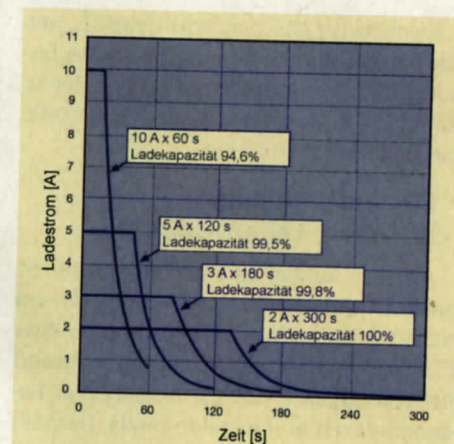


Bild 3: Schnellladecharakteristik des LIC2540R bei vier unterschiedlichen Stromstärken

grund der bislang erreichten Kapazität und Energiedichte allerdings noch nicht möglich. Taiyo Yuden Energy Device arbeitet jedoch an einer neuen Generation die 1000 Farad erreichen soll. Autorisierter Distributor von Taiyo Yuden Energy Device in Süddeutschland ist RM Components aus Schwabach bei Nürnberg. Über diesen Distributor können auch Muster der Lithium-Ionen-Kondensatoren bezogen werden. //TK

RM Components +49(0)9122 87680

InfoClick

■ Zum Datenblatt der Li-Ion-Kondensatoren

www.elektronikpraxis.de

InfoClick 2346056