

Doppelschicht-Kondensatoren im zylindrischen Metallgehäuse mit sehr hohen Kapazitäten im Farad-Bereich

Spezielle Eigenschaften

- Speicherkondensatoren mit sehr hohen Kapazitäten von 110 F bis 6500 F bei einer Nennspannung von 2,5 V-
- Entladestrom bis 5000 A
- Wartungsfrei
- Im zylindrischen Metallgehäuse
- Kaskadierfähig
- Konform RoHS 2002/95/EC

Aufbau

Umhüllung:

Zylindrisches Aluminiumgehäuse

Anschlüsse:

Kontaktfahnen (Solder pin/4: 110 F - 200 F) bzw. Schweißanschlüsse (600 F - 6500 F)

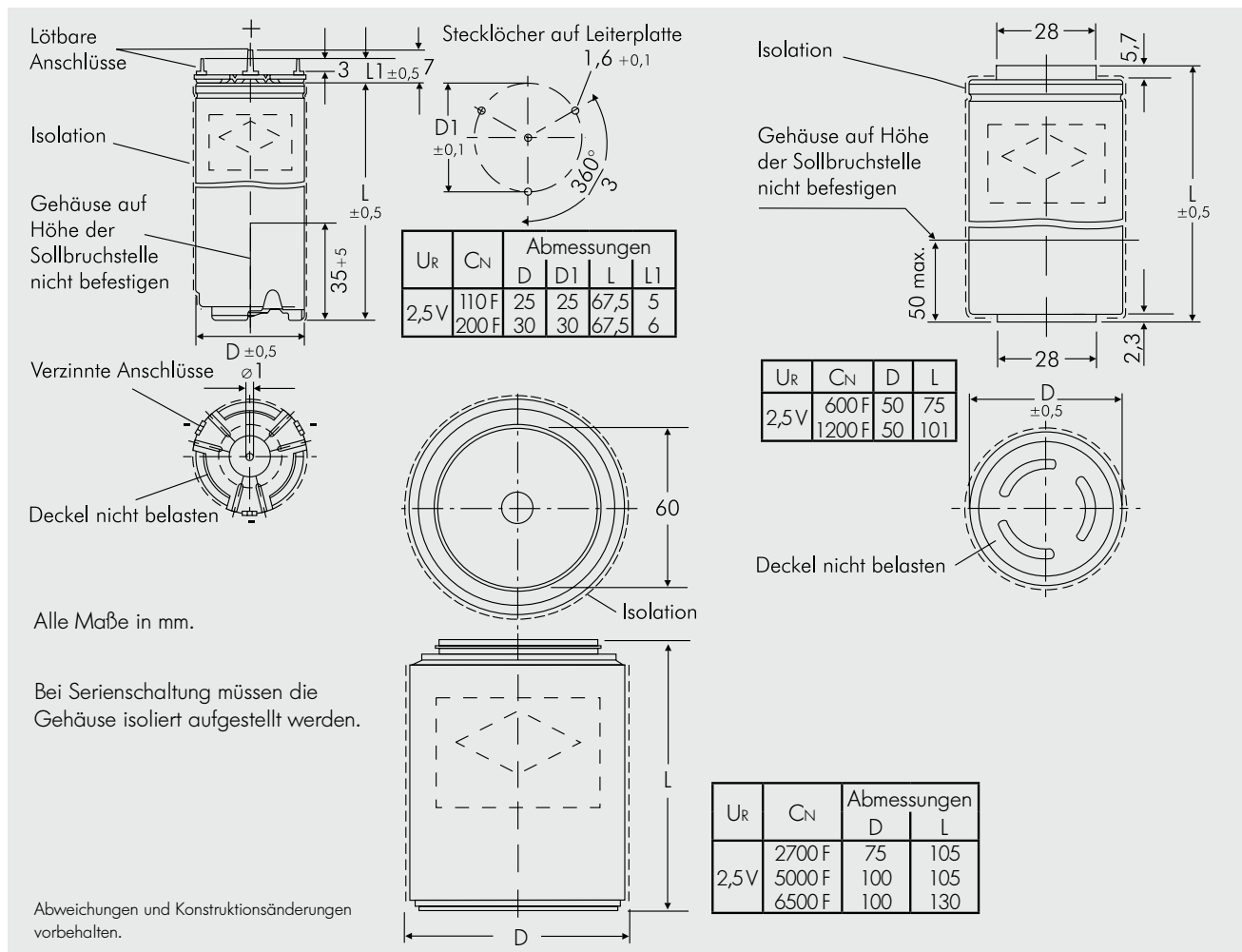
Kenzeichnung:

Farbe: Schwarz. Aufdruck: Gold

Wertespektrum

Ur	C _N	Abmessungen		Bestellnummer	Anwendungsbeispiele
		D	L		
2,5 V	110 F	25	67,5	SCSCA1B110ZA00MV00	- Automobilindustrie - Bahntechnik - Windkraftanlagen - Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) - Industrie
	200 F	30	67,5	SCSCA1B200ZB00MV00	
	600 F	50	75	SCSCA1B600ZD00MV00	
	1200 F	50	101	SCSCA1C120ZC00MV00	
	2700 F	75	105	SCSCA1C270ZE00MV00	
	5000 F	100	105	SCSCA1C500ZG00MV00	
	6500 F	100	130	SCSCA1C650ZH00MV00	

Das erweiterte Spektrum der SuperCap C Reihe bieten die Möglichkeit, durch Kaskadierung nahezu jeden gewünschten Kapazitäts- oder Spannungswert erreichen zu können. Die kostengünstige Fertigung in zylindrischer Bauweise erlaubt die problemlose Substitution von Fabrikaten anderer Hersteller.



Fortsetzung

Technische Angaben

Kapazität:	C _N	110 F	200 F	600 F	1200 F
Kapazitätstoleranz:	-	±20%		±20%	
Betriebsspannung:	U _R	2,5 V		2,5 V	
Betriebsstrom:	I _C	30 A	45 A	400 A	650 A
Pulsstrom:	I _P	bis 220 A	bis 400 A	bis 1400 A	bis 2400 A
Innenwiderstand:	R _{DC}	9 mΩ	6 mΩ	1,2 mΩ	0,5 mΩ
Max. Energie: ±20%	E _{max.}	0,344 kJ	0,625 kJ	1,875 kJ	3,750 kJ
Arbeitstemperatur:	T _{op}	-30° C ... +65° C		-30° C ... +65° C	
Lagertemperatur:	T _{st}	-40° C ... +70° C		-40° C ... +70° C	
Gewicht:	m	40 g	65 g	170 g	235 g
Volumen:	V	0,034 l	0,056 l	0,13 l	0,18 l

Weitere Angaben

Gehäuse:	-	Al _{99,5}	Al _{99,5}
Anschlüsse:	-	Solder pin/4 Kontaktfahnen	Schweißanschlüsse Ø 28

Vergleichsangaben

Lebensdauer:					
in Stunden ¹⁾	h	90 000		90 000	
in Zyklen ²⁾	Zyklen	500 000		500 000	
Energiedichte:					
gravimetrisch	E _d	2,4 Wh/kg	2,7 Wh/kg	3 Wh/kg	4,6 Wh/kg
volumetrisch	E _v	2,8 Wh/l	3,1 Wh/l	3,7 Wh/l	9,5 Wh/l

1) Anforderungen:
 $|\Delta C/C_N| \leq 30\%$, ESR \leq 2-facher spezifischer Grenzwert, I_{leak} \leq 2-facher Anfangswert.

2) Testbedingungen:
 $|\Delta C/C_N| \leq 30\%$, ESR \leq 2-facher spezifischer Grenzwert, I_{leak} \leq 2-facher Anfangswert
 (Zyklen: Ladung auf U_R, 30 s Ruhe, Entladung auf U_R/2, 30 s Ruhe).

Fortsetzung Seite 114

Fortsetzung

Technische Angaben

Kapazität:	C _N	2700 F	5000 F	6500 F
Kapazitätstoleranz:	–	±20%		
Betriebsspannung:	U _R	2,5 V		
Betriebsstrom:	I _C	900 A	1000 A	1000 A
Pulsstrom:	I _P	bis 4000 A	bis 5000 A	bis 5000 A
Innenwiderstand:	R _{BC}	0,3 mΩ	0,2 mΩ	0,18 mΩ
Max. Energie: ±20%	E _{max.}	7,5 kJ	15 kJ	18 kJ
Arbeitstemperatur:	T _{op}	–30° C ... +65° C		
Lagertemperatur:	T _{st}	–40° C ... +70° C		
Gewicht:	m	620 g	1000 g	1250 g
Volumen:	V	0,46 l	0,83 l	1,0 l

Weitere Angaben

Gehäuse:	–	Al _{99,5}
Schweißanschlüsse:	–	∅ 60

Vergleichsangaben

Lebensdauer:				
in Stunden ¹⁾	h	90 000		
in Zyklen ²⁾	Zyklen	500 000		
Energiedichte:				
gravimetrisch	E _d	3,6 Wh/kg	4,2 Wh/kg	4,3 Wh/kg
volumetrisch	E _v	4,8 Wh/l	5 Wh/l	5,2 Wh/l

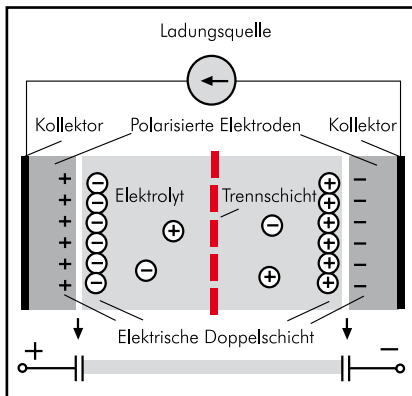
1) Anforderungen:
 $|\Delta C/C_N| \leq 30\%$, $ESR \leq 2$ -facher spezifischer Grenzwert, $I_{leak} \leq 2$ -facher Anfangswert.

2) Testbedingungen:
 $|\Delta C/C_N| \leq 30\%$, $ESR \leq 2$ -facher spezifischer Grenzwert, $I_{leak} \leq 2$ -facher Anfangswert
 (Zyklen: Ladung auf U_R, 30 s Ruhe, Entladung auf U_R/2, 30 s Ruhe).

Technische Daten und Anwendungsbeispiele von WIMA Doppelschicht-Kondensatoren

Konstruktionsprinzip

Der technische Aufbau eines Doppelschicht-Kondensators kann vereinfacht als Plattenkondensator verstanden werden, bei dem es hauptsächlich darauf ankommt, die Elektroden mit größter Oberfläche auszulegen. Dafür ist Aktivkohle bestens geeignet, da sie Kapazitäten bis zu 100 F/g bezogen auf die Aktivmasse einer Elektrode ermöglicht. Als Elektrolyt, das sich als leitende Flüssigkeit zwischen den Elektroden befindet, wird in wässrigem oder organischem Lösungsmittel gelöstes Leitsalz eingesetzt, das Spannungen von 2,5V anzulegen gestattet.



Schematisches Prinzip des WIMA Doppelschicht-Kondensators

Bei Anlegen einer Spannung werden dissoziierte Moleküle des Elektrolyts mit einem Abstand von ein paar Angström als Kationen bzw. Anionen an die kohlebeschichteten Elektrodenoberflächen angelagert und erzeugen die sogenannte Doppelschicht. Die enorme Oberfläche der Elektrode schlägt sich gemäß der Formel

$$C = \epsilon \cdot \frac{\text{Fläche}}{\text{Abstand}}$$

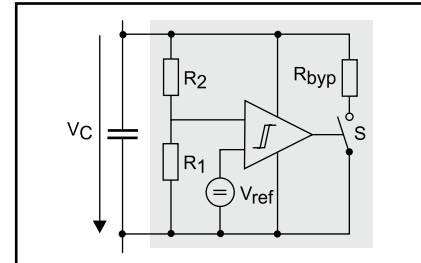
in einer sehr großen Kapazitätsausbeute nieder. Bildlich gesprochen, ließen sich mit der inneren Oberfläche eines Doppelschicht-Kondensators mehrere Fußballfelder auslegen.

Eine durchlässige Membran als Trennschicht, Separator genannt, verhindert einen Kurzschluss zwischen den beiden Elektroden und beeinflusst die Eigenschaften des Kondensators nachhaltig. Eine Ladung oder Entladung des Kondensators ist mit einer Umbildung der Schichten im elektrischen Feld und somit der Bewegung der Ladungsträger im Lösungsmittel, auch durch die

Trennschicht hindurch, verbunden, was der wesentlichste Grund für die derzeit mäßige Wechsellasttauglichkeit und den steil abfallenden Frequenzgang der Kapazität von Doppelschicht-Kondensatoren ist.

Kaskadierte SuperCap Module

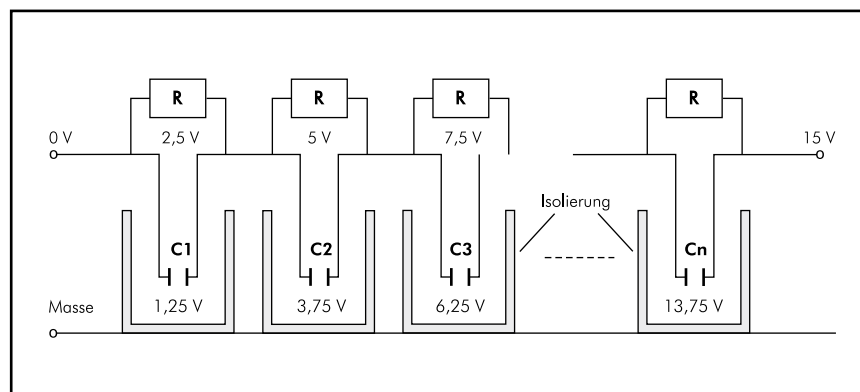
Mehrere SuperCap-Einheiten können durch Reihen- oder Parallelschaltung (Kaskadierung) zu riesigen Kapazitäten gewünschter Nennspannung aufgebaut werden. Bei der Kaskadierung darf die Spannung der einzelnen Zellen 2,5V jedoch nicht überschreiten (Zersetzung des Elektrolyts!). Serienschaltungen müssen daher generell symmetriert werden, da eine eventuell temperaturbedingt leicht unterschiedliche Alterung der Einzelzellen mit der Zeit unterschiedliche Kapazitäten und somit unterschiedliche Spannungsfälle an der Zelle zur Folge haben kann. Die Symmetrierung wird werksseitig in das Modul eingebaut. Sie kann dort, wo man zusätzliche Verluste als Kettenstrom durch die Widerstände von der Anwendungsseite her tolerieren kann, passiv und kostengünstig durch einfache Widerstände geschehen. Sie kann auch aktiv geschehen, indem man die einzelnen Zellen individuell mittels einer Referenzquelle auf Potenzial hält. Das heißt, bei beginnender Überladung der Einzelzellen, die mittels einer Komparatorschaltung erkannt wird, wird über einen Bypass-Widerstand eine individuelle Entladung eingeleitet. Ein aktiver Ausgleich erfolgt weitgehend verlustfrei, im Wesentlichen bleibt nur der für den Spannungsteiler benötigte Strom sowie der minimale Leckstrom der Zellen übrig.



Aktive Symmetrierung. Komparator vergleicht Spannungsfall am Kondensator mit Referenzquelle und öffnet Schalter zur Entladung über Bypass-Widerstand bis die Überspannung abgebaut ist.

Lebensdauer

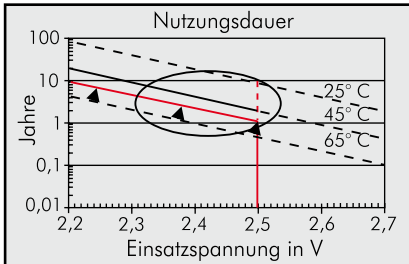
Die physikalisch unvermeidliche Alterung von Doppelschicht-Kondensatoren folgt der auch bei anderen Bauteilen beobachtbaren logarithmischen Abhängigkeit von der angelegten Spannung sowie von der vorherrschenden Temperatur (Arrhenius-Verhalten). Jedoch wurde durch laufende Studien erreicht, dass die WIMA-Produkte bezüglich ihrer Lebensdauer ein deutlich verbessertes Verhalten zeigen. Verantwortlich hierfür ist der laserverschweißte, hermetisch dichte Aufbau der Zelltypen im metallischen Gehäuse. Aus der Umgebung kann nichts eindringen, sie trocknen nicht aus und vertragen auch eine gewisse wärmebedingte Ausdehnungsbewegung. Erst durch diese Innovation kann von einer langjährigen wartungsfreien Anwendung gesprochen werden. Bei sachgerechter Anwendung erreichen WIMA SuperCaps eine Lebensdauer von mehr als 10 Jahren



Passive Symmetrierung. Ohne Widerstand: U umgekehrt proportional zu C - lokale Überspannung kann schnell entstehen. Mit Widerstand: U proportional zu R - Spannung ist fixiert

Technische Daten und Anwendungsbeispiele von WIMA Doppelschicht-Kondensatoren (Fortsetzung)

und verkraften problemlos über 500 000 Lade-/Entladezyklen, wobei der Wirkungsgrad deutlich über 90% liegt.



Lebenserwartung der WIMA SuperCaps

Vorteile im Vergleich zu anderen Energiespeicherlösungen

Im Vergleich zu anderen Energiespeicherlösungen zeichnen sich WIMA SuperCaps aus durch:

- Niedrigen Innenwiderstand (unter 1/10 des üblichen Batteriewertes)
- Freisetzung von hohen Strömen (10 bis 100 mal höher als bei Batterien)
- Wartungsfreien Betrieb
- Keine Gefahr der Zerstörung durch Tiefentladung
- Hohe Lebensdauer
- Einsatzmöglichkeit in isolierten Systemen oder unzugänglichen Gebieten
- Verhältnismäßig niedriges Gewicht

Der WIMA Doppelschicht-Kondensator ist im Wesentlichen da von Nutzen, wo hohe bis höchste Ströme - nicht in reinem Wechselbetrieb - fließen. Indem er den Vorteil des Kondensators als schnellen Stromlieferanten mit dem der Batterie als nennenswerten Energiespeicher vereinigt, stellt er ein Bindeglied zwischen Batterie und herkömmlichem Kondensator dar.

	Standard Kondensator	SuperCap	Batterie
Kapazität pro Fläche	< 1 $\mu\text{F}/\text{cm}^2$	1000 000 μF (1 F/ cm^2)	
Energiedichte	< 0,01 Wh/kg	< 10 Wh/kg	100 Wh/kg
Leistungsdichte	< 0,1 kW/kg	> 1 kW/kg	0,1 kW/kg

Konventioneller Kondensator, Doppelschicht-Kondensator und Batterie im Vergleich

Anwendungsbeispiele

Im Allgemeinen werden Doppelschicht-Kondensatoren zur Spannungsstützung, zur Schonung oder als Ersatz für herkömmliche Batterie- oder Akkulösungen eingesetzt. Die typische Anwendung ist die schnelle Bereitstellung von mehreren 100 A bis 1000 A im Gleichstrombetrieb.

Schlupfsteuerung in der Windkraft

In größeren Windkraftanlagen kommt eine Schlupfsteuerung (Pitch-Control) für jedes Rotorblatt zum Einsatz. Diese ändert den Anstellwinkel des Rotorblatts und beeinflusst so die Rotationsgeschwindigkeit. Die Pitch-Antriebe sind netzunabhängig ausgelegt und nutzen im Falle von nicht hydraulisch arbeitenden Systemen die in Batterien oder SuperCaps gespeicherte elektrische Energie. Die Anforderungen sind hoch: über Winter herrschen in der Gondel oft Temperaturen um -40°C und im Sommer werden bei Betrieb schnell über $+60^\circ\text{C}$ erreicht. Die für das Losbrechmoment z. B. von 3 kW-Motoren nötige Stromstärke von über 200 A macht Batterien unter den beschriebenen Umgebungsbedingungen große Probleme. Ihre kurze Lebensdauer und der hohe Wartungsaufwand ist unbefriedigend. Bei modernen Lösungen mit Doppelschicht-Kondensatoren hingegen, wird bei sorgfältiger Dimensionierung mindestens eine 10 jährige wartungsfreie Periode der elektrischen Speicher erreicht.

Start von Mikroturbine, Brennstoffzelle oder Dieselgenerator als Stromaggregat

Für mit Erdgas betriebene Mikroturbinen zur Erzeugung von elektrischer Energie auf Ölplattformen, teilweise auch für Gaspumpstationen, sensible Bereiche wie Krankenhäuser und große Fabriken, ist der Einsatz von SuperCap-Modulen anstatt der üblichen Starter-Batterie (nach Erfahrungswerten ist alle 2 - 3 Jahre ein Austausch nötig) das Mittel der Wahl. Typisch werden ca. 300 kJ elektrischer Energie bei 240 V Systemspannung für eine Startzeit der Turbine von 10 - 20 s Dauer benötigt.

Spezielle Notstromaggregate auf Basis einer Brennstoffzelle benötigen zur Anlaufüberbrückung ca. 100 kJ gespeicherte elektrische Energie, die z.B. nach einem Netzausfall notwendig ist, um die Brennstoffzelle hochzufahren. Die Überbrückungszeit beträgt etwa 20 s. Wegen der System-

spannung von 48 V werden 22 Zellen von 1200 F auf die Sollspannung im Modul verschaltet, um den Batterieblock zu ersetzen. Zum Start von Generatoren für die Energieversorgung autarker Telekommunikationsstationen, die dezentral, aber mit Treibstoff versorgt, in einem dichten Netz aufgestellt sind, bieten sich die neuen Doppelschicht-Kondensatoren an. Derzeit laufen Tests mit 14 V-Serienschaltungen (70 - 100 F), die wartungsfrei ihren Dienst versehen sollen. Nach dreimaligem Start in Folge, wobei abhängig von der Größe des Motors jeweils ca. 300 - 500 A fließen, ist ihre Energie verbraucht, der gestartete Generator aber versorgt sie umgehend erneut mit elektrischer Energie.

Start sehr großer Motoren für Bahn, Schiff oder LKW

Der Start von V16- oder V24-Zylindermotoren (6000 kW), beispielsweise für den Antrieb des Generators dieelektischer Bahnen oder der Start eines Schiffsdiesels erfordert deutlich höhere Ströme. 1300 A sind hier durchaus üblich, die von Kondensatoreinheiten mit 450 - 600 F bei 28 V bereitgestellt werden können. Oft wird die Kurbelwelle durch zwei Anlasser (z. B. je 7 kW mit Zwangsabschaltung nach 9 s für 2 min) von beiden Seiten gedreht, um eine Torsion der großen Masse zu verhindern. Mit einem von Batterien unerreichten niedrigen Gesamtinnenwiderstand von unter 3 m Ω punktet hier die Kondensatorlösung.

Rekuperation von Bremsenergie

Eine möglichst hohe Rückspeisung der Bremsenergie ist in Zeiten der Ressourcenknappheit der Brennstoffe eine herausfordernde Aufgabe. Während die Rückspeisung im elektrifizierten Bahnbetrieb oder in Hybridbussen schon lange praktiziert wird, ist für nicht netzgebundene Fahrzeuge die Energierückspeisung auf die Bordbatterie lediglich zu einem niedrigen Prozentsatz gelungen. Der ursächliche Grund ist die Ladestrombegrenzung von Batterien, wobei die rückzuspeisende Energie im Millisekunden-Bereich mit sehr hohen Strömen anfällt. Soll z. B. 1 to von 100 km/h auf 0 km/h entschleunigt werden, so werden 400 kJ frei, für 10 to jeweils 10 mal soviel. Bisher fehlte es an geeigneten hochstromtauglichen Speichern (Richtwerte: 500 A - 1000 A). Das ist die Domäne der neuen SuperCaps, da auch modernste Batteriesysteme hierzu in absehbarer Zeit nicht in der Lage sein werden.



Eine WIMA Bestellnummer bestehend aus 18 Zeichen stellt sich wie folgt zusammen:

- Feld 1 - 4: Typenbezeichnung
- Feld 5 - 6: Nennspannung
- Feld 7 - 10: Kapazität
- Feld 11 - 12: Bauform und Rastermaß
- Feld 13 - 14: Spezielle Eigenschaften (z. B. Snubber Versionen)
- Feld 15: Kapazitätstoleranz
- Feld 16: Verpackung
- Feld 17 - 18: Drahtlänge (ungegurtet)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
M	K	S	2	C	0	2	1	0	0	1	A	0	0	M	S	S	D
MKS 2				63 V-		0,01 µF			2,5x6,5x7,2		-	20%	lose	6 -2			

<p>Typenbezeichnung:</p> <p>SMD-PET = SMDT SMD-PPS = SMDI FKP 02 = FKP0 MKS 02 = MKS0 FKS 2 = FKS2 FKP 2 = FKP2 MKS 2 = MKS2 MKP 2 = MKP2 FKS 3 = FKS3 FKP 3 = FKP3 MKS 4 = MKS4 MKP 4 = MKP4 MKP 10 = MKP1 FKP 4 = FKP4 FKP 1 = FKP1 MKP-X2 = MKX2 MKP-X2 R = MKXR MKP-Y2 = MKY2 MP 3-X2 = MPX2 MP 3-X1 = MPX1 MP 3-Y2 = MPY2 MP 3R-Y2 = MPRY Snubber MKP = SNMP Snubber FKP = SNFP GTO MKP = GTOM DC-LINK MKP 4 = DCP4 DC-LINK MKP 5 = DCP5 DC-LINK MKP 6 = DCP6 DC-LINK HC = DCH_ SuperCap C = SCSC SuperCap MC = SCMC SuperCap R = SCSR SuperCap MR = SCMR</p>	<p>Nennspannung:</p> <p>2,5 V- = A1 4 V- = A2 14 V- = A3 28 V- = A4 40 V- = A5 5 V- = A6 50 V- = B0 63 V- = C0 100 V- = D0 160 V- = E0 250 V- = F0 400 V- = G0 450 V- = H0 600 V- = I0 630 V- = J0 700 V- = K0 800 V- = L0 850 V- = M0 900 V- = N0 1000 V- = O1 1100 V- = P0 1200 V- = Q0 1250 V- = R0 1500 V- = S0 1600 V- = T0 2000 V- = U0 2500 V- = V0 3000 V- = W0 4000 V- = X0 6000 V- = Y0 250 V~ = 0W 275 V~ = 1W 300 V~ = 2W 400 V~ = 3W 440 V~ = 4W 500 V~ = 5W</p>	<p>Kapazität:</p> <p>22 pF = 0022 47 pF = 0047 100 pF = 0100 150 pF = 0150 220 pF = 0220 330 pF = 0330 470 pF = 0470 680 pF = 0680 1000 pF = 1100 1500 pF = 1150 2200 pF = 1220 3300 pF = 1330 4700 pF = 1470 6800 pF = 1680 0,01 µF = 2100 0,022 µF = 2220 0,047 µF = 2470 0,1 µF = 3100 0,22 µF = 3220 0,47 µF = 3470 1 µF = 4100 2,2 µF = 4220 4,7 µF = 4470 10 µF = 5100 22 µF = 5220 47 µF = 5470 100 µF = 6100 220 µF = 6220 1 F = A010 2,5 F = A025 50 F = A500 100 F = B100 110 F = B110 600 F = B600 1200 F = C120 ...</p>	<p>Bauform:</p> <p>4,8x3,3x3 Size 1812 = X1 4,8x3,3x4 Size 1812 = X2 5,7x5,1x3,5 Size 2220 = Y1 5,7x5,1x4,5 Size 2220 = Y2 7,2x6,1x3 Size 2824 = T1 7,2x6,1x5 Size 2824 = T2 10,2x7,6x5 Size 4030 = K1 12,7x10,2x6 Size 5040 = V1 15,3x13,7x7 Size 6054 = Q1 2,5x7x4,6 RM 2,5 = 0B 3x7,5x4,6 RM 2,5 = 0C 2,5x6,5x7,2 RM 5 = 1A 3x7,5x7,2 RM 5 = 1B 2,5x7x10 RM 7,5 = 2A 3x8,5x10 RM 7,5 = 2B 3x9x13 RM 10 = 3A 4x9x13 RM 10 = 3C 5x11x18 RM 15 = 4B 6x12,5x18 RM 15 = 4C 5x14x26,5 RM 22,5 = 5A 6x15x26,5 RM 22,5 = 5B 9x19x31,5 RM 27,5 = 6A 11x21x31,5 RM 27,5 = 6B 9x19x41,5 RM 37,5 = 7A 11x22x41,5 RM 37,5 = 7B 94x49x182 DCH_ = H0 94x77x182 DCH_ = H1 ...</p>	<p>Toleranz:</p> <p>20% = M 10% = K 5% = J 2,5% = H 1% = E ...</p> <p>Verpackung:</p> <p>AMMO H16,5 340x340 = A AMMO H16,5 490x370 = B AMMO H18,5 340x340 = C AMMO H18,5 490x370 = D REEL H16,5 360 = F REEL H16,5 500 = H REEL H18,5 360 = I REEL H18,5 500 = J ROLL H16,5 = N ROLL H18,5 = O BLISTER W12 180 = P BLISTER W12 330 = Q BLISTER W16 330 = R BLISTER W24 330 = T Schüttware Mini = M Schüttware Standard = S Schüttware Maxi = G EPS Mini = X EPS Standard = Y ...</p>			
<p>Spezielle Eigenschaften:</p> <p>Standard = 00 Version A1 = 1A Version A1.1.1 = 1B Version A1.2 = 1C ...</p>				<p>Drahtlänge (ungegurtet)</p> <p>3,5 ±0,5 = C9 6 -2 = SD 16 ±1 = P1 ...</p>			

Die Daten auf dieser Seite sind nicht vollständig und dienen lediglich der Systemerläuterung. Bestellnummer-Angaben befinden sich auf den Seiten der jeweiligen Reihen.