

Grundbauelemente der Elektrotechnik

Teil 4

2.1.3 Kunststoffolien-Kondensatoren

Diese Kondensatoren tragen den Kennbuchstaben „K“ und haben als Dielektrikum Kunststoffolien. Vorteile dieser Folien sind hohe thermische und chemische Beständigkeit sowie geringe dielektrische Verluste. Somit sind sie für hohe Frequenzen und wegen der geringen Schichtdicke der Folien für die Miniaturtechnik geeignet. Die Anschlüsse werden ähnlich wie bei den Papier- und MP-Kondensatoren hergestellt. Bei angelöteten oder aufgespritzten Anschlüssen werden die Stirnseiten der Wickel meist mit Kunstharz vergossen, während Wickel mit Druckkontakt-Anschlüssen in dichte Gehäuse eingebaut werden müssen. Als Beläge bei diesen Kondensatoren dienen entweder Aluminium-Folien oder Metallschichten, die auf die Kunststoffolien aufgedampft sind. Letztere tragen dann als Zusatzkennzeichen ein „M“.

Metallisierte Kunststoffolien-Kondensatoren sind, wie MP-Kondensatoren (siehe Teil 3), selbstheilend.

- KS-Kondensatoren sind Kunststoffolien-Kondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polystyrol (S), z. B. Styroflex.
- KT-Kondensatoren sind Kunststoffolien-Kondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polyterephthalat (T), z. B. Hostaphan. Dieser Kunststoff ist temperaturbeständig bis etwa 125° C.
- KC-Kondensatoren sind Kunststoffolien-Kondensatoren mit einem Dielektrikum aus Polycarbonat (C), z. B. Makrofol.

2.1.4 Keramik-Kondensatoren

Keramik-Kondensatoren haben als Dielektrikum eine keramische Masse. Auf die Oberfläche der dünnwandigen Keramikkörper wird beidseitig ein Belag aus einem Edelmetall aufgedampft. Durch diesen Aufbau besitzen sie eine sehr geringe Eigeninduktivität, jedoch auch relativ geringe Kapazitätswerte. Geeignet sind sie für den Einsatz im Bereich sehr hoher Frequenzen.

Es gibt Kondensatoren mit Betriebsspannungen bis ca. 1000 Volt (Röhrchen-, Scheiben-Kondensatoren) und Hochspannungskondensatoren bis etwa 12 000 Volt.

2.1.5 Glimmerkondensatoren

Diese sind geschichtete Kondensatoren mit Glimmer als Dielektrikum, auf das beidseitig Edelmetallbeläge eingebrannt sind. Glimmer hat einen kleinen Verlustfaktor, eine hohe Durchschlagsfestigkeit (bis etwa 60 KV/mm) und läßt sehr hohe Betriebstemperaturen zu. Die Hauptanwendungsgebiete sind Hochfrequenz- und Meßtechnik.

2.1.6 Elektrolytkondensatoren (Elko's)

Diese Kondensatoren nehmen in der Reihe der verschiedenen Kondensator-Arten eine Sonderstellung ein, da ihre Wirkungsweise zum Teil auf elektrochemischen Vorgängen beruht. Zum Verständnis seiner Eigenschaften ist es notwendig, auch seinen Aufbau etwas näher zu betrachten.

Grundsätzlich besteht jeder Kondensator aus zwei elektrisch leitenden Belägen und einem dazwischen liegenden Dielektrikum. Dieses ist auch bei z. B. Aluminium-Elektrolytkondensatoren (Al-Elko's) der Fall. Er unterscheidet sich jedoch von anderen Bauarten dadurch, daß die eine Elektrode (Katode) nicht als Metallbelag dargestellt ist, sondern durch eine leitende Flüssigkeit, dem Elektrolyten, gebildet wird. Als Gegenelektrode (Anode) dient ein Al-Körper (bei der heute allgemein gebräuchlichen Wickelform eine Al-Folie), auf dessen Oberfläche durch elektrolytische Vorgänge eine Aluminiumoxidschicht erzeugt wird

(Dielektrikum). Es gibt Elko's mit besonders aufgerauter Anode, um die Kapazität zu erhöhen.

Der Elektrolyt kann flüssig, halbnaß oder trocken (eingedickt durch Quellstoffe) sein. Am häufigsten werden trockene Elko's verwendet, da sie lageunabhängig betrieben werden können. Der Elektrolyt wird von einem Spezialpapier aufgesaugt, das zwischen der oxidierten Aluminiumfolie und einer blanken Alu-Folie eingewickelt ist.

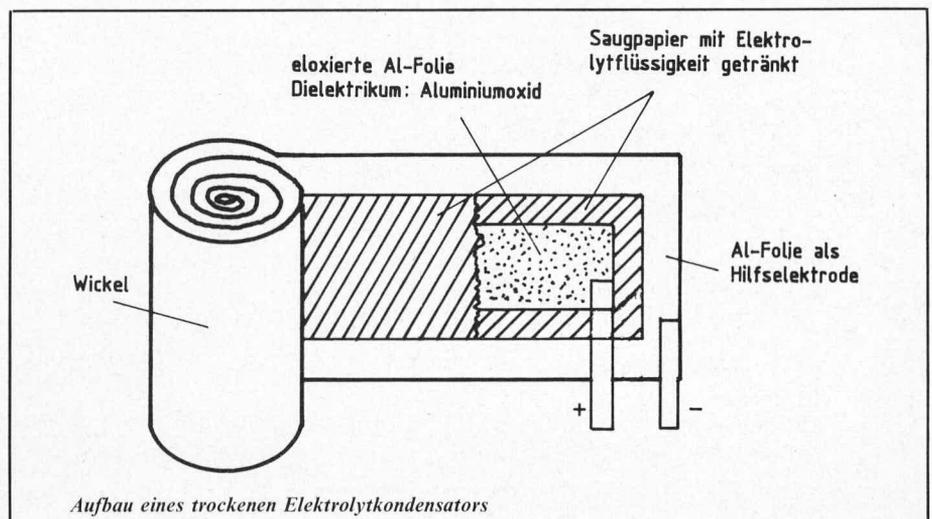
Diese Wickel haben wegen der sehr dünnen Oxidschicht eine viel höhere Kapazität als gleich große Papierkondensator-Wickel.

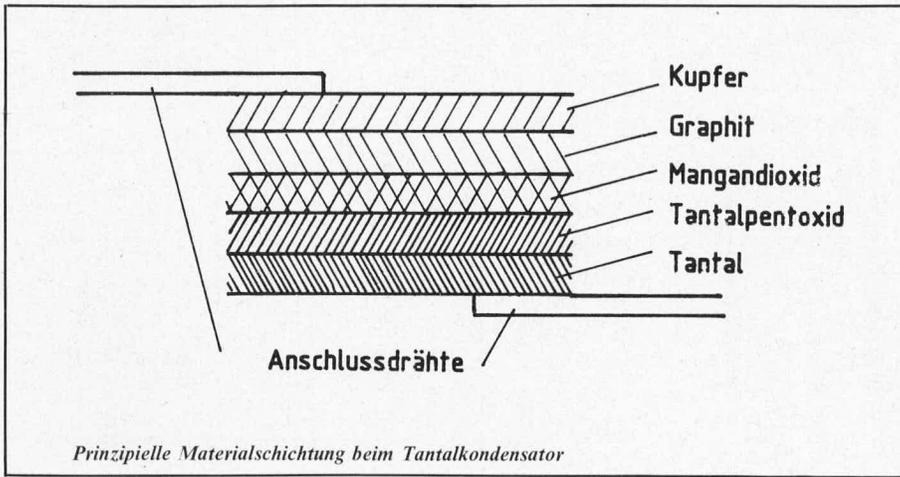
Bei falscher Polung wird die dünne Oxidschicht (durch Reduktion) zerstört und die Betriebsspannung kurzgeschlossen. Der Kurzschlußstrom erwärmt und zerstört den Kondensator.

Außer diesen gepolten Elko's gibt es auch ungepolte, die mit Wechselspannung betrieben werden können. Dazu sind zwei Elko's mit entgegengesetzter Polung in Reihe geschaltet.

Al-Elko's werden bis etwa 10 000 μ F und für Betriebsspannungen bis etwa 1000 Volt gebaut.

Da während des Betriebes dauernd ein Reststrom (Leckstrom) fließt, können Elko's sich erwärmen.





Tantal-Elektrolytkondensatoren sind eine Weiterentwicklung der Al-Elko's. Es sind ebenfalls gepolte Kondensatoren. Ihre Kapazität ist jedoch nahezu unabhängig von der Temperatur.

Tantal-Elko's besitzen eine Anode aus gesintertem Tantal, die als Dielektrikum mit einer durch Formierung erzeugtem Tantaloxidschicht überzogen ist. Den Elektrolyt bildet Mangandioxid. Als Gegenelektrode ist eine Schicht Graphit und Kupfer aufgetragen.

Tantal-Elko's zeichnen sich durch hohe Kapazität bei geringer Baugröße, geringe Frequenzabhängigkeit und kleine Verlustfaktoren aus.

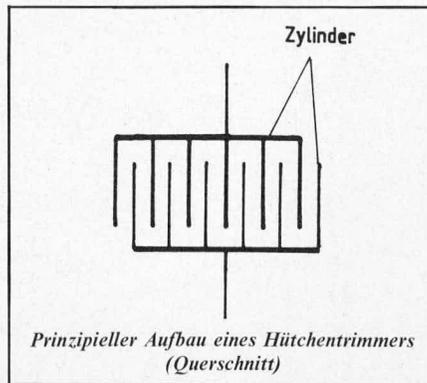
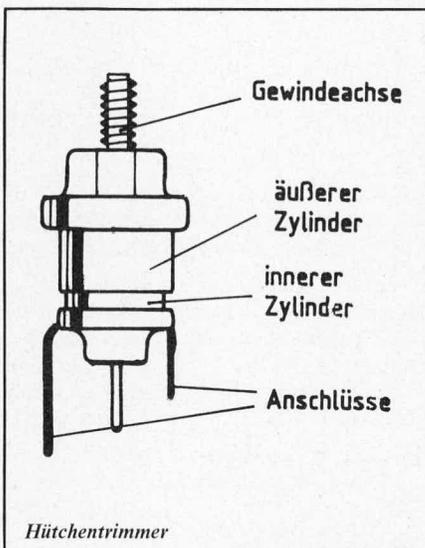
2.1.7 Veränderbare Kondensatoren

Bei dieser Kondensatorart unterscheidet man grundsätzlich Drehkondensatoren und Trimmerkondensatoren.

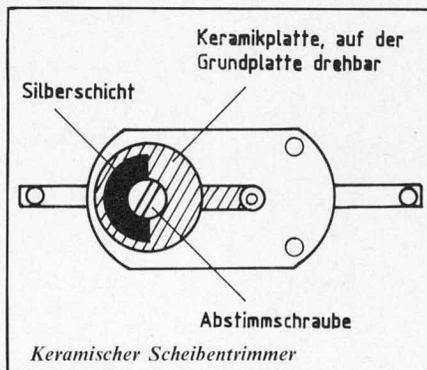
Ein Drehkondensator besteht im einfachsten Fall aus einem Stator- und einem Rotor-Plattenpaket aus Aluminium, welche durch Luft voneinander isoliert sind. Sind die Rotorplatten ganz zwischen die Statorplatten eingetaucht, so ist die Kapazität am größten.

Trimmerkondensatoren gleichen im Aufbau prinzipiell den Drehkondensatoren.

Beim Hütchentrimmer werden die tropfartigen Flächen mittels Gewindeachse mehr oder weniger ineinander versenkt.



Keramische Trimmer bestehen aus zwei Keramikscheiben mit aufgedampften halbkreisförmigen Silberbelägen, die gegeneinander verdreht werden können. Dadurch erfolgt die Kapazitätsänderung.



2.1.8 Kennzeichnung von Kondensatoren

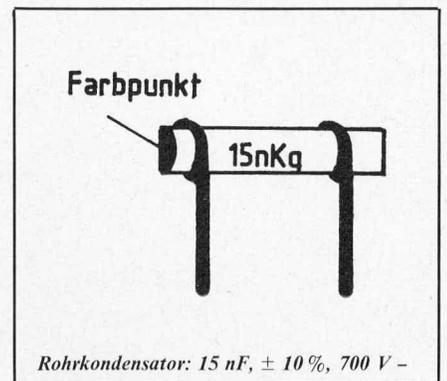
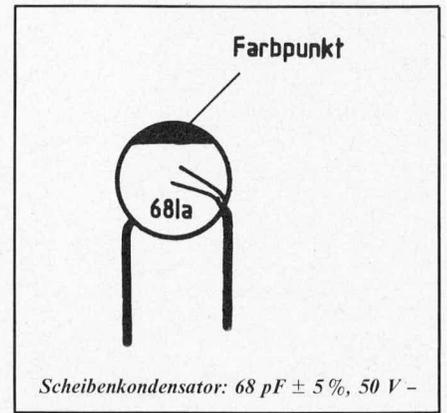
Ähnlich wie bei den Widerständen werden häufig auch die Kondensatoren in Codeform mit Zahlen und Buchstaben oder Farbringen beschriftet. Für die Kapazitätswerte kommen grundsätzlich folgende Größenordnungen in Betracht:

$$\begin{aligned} \mu\text{F (Mikro-Farad)} &= 10^{-6} \text{ Farad} \\ \text{nF (Nano-Farad)} &= 10^{-9} \text{ Farad} \\ \text{pF (Pico-Farad)} &= 10^{-12} \text{ Farad} \end{aligned}$$

Die Code-Beschriftung kommt besonders bei kleinen Kondensatoren in Betracht, wie es bei Keramikkondensatoren der Fall ist.

Der Kapazitätswert wird hierbei in pF angegeben. Bei größeren Werten wird die Einheit „nF“ benutzt (1 nF = 1000 pF). In diesem Fall wird hinter der Kapazitätsangabe ein kleines „n“ gesetzt. Das Zeichen „p“ (für pF) entfällt in jedem Fall.

Sowohl die Kapazitätstoleranz als auch die Nennspannung wird in Form von Code-Buchstaben aufgebracht.



Die Entschlüsselung vorstehender Kondensator-Beschriftung ist anhand folgender Tabellen möglich.

1. Codebuchstabe	Kapazitätstoleranz	
	< 10 pF in pF	> 10 pF in %
B	±0,1	—
C	±0,25	—
D	±0,5	±0,5
F	±1	±1
G	±2	±2
H	—	±2,5
J	—	±5
K	—	±10
M	—	±20
R	—	+30/-20
S	—	+50/-20
Z	—	+80/-20

2. Codebuchstabe	Nennspannung
—	16 V ~
—	32 V ~
—	40 V ~
a	50 V ~
—	63 V ~
b	125 V ~
c	160 V ~
d	250 V ~
e	350 V ~
—	400-500 V ~
g	700 V ~
h	1000 V ~
—	2000 V ~
—	4000 V ~

Der Farbpunkt kennzeichnet den Temperaturbeiwert bzw. den Temperaturverlauf.

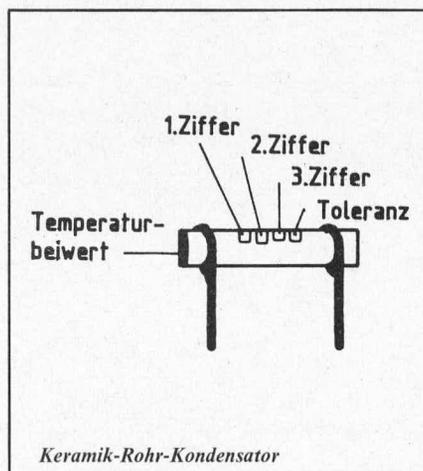
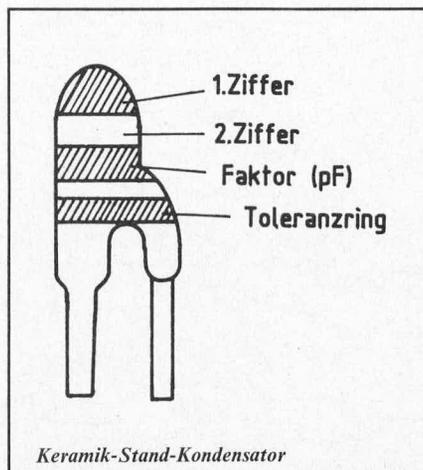
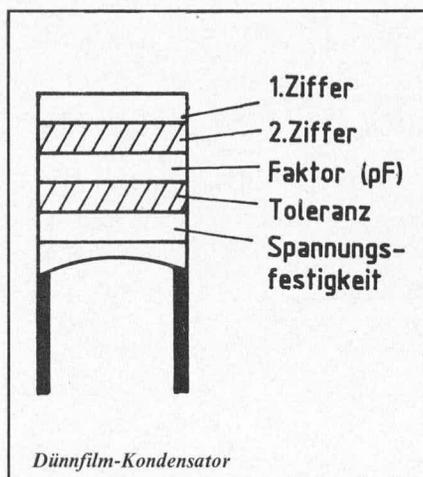
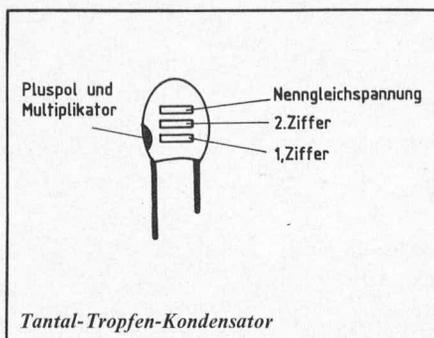
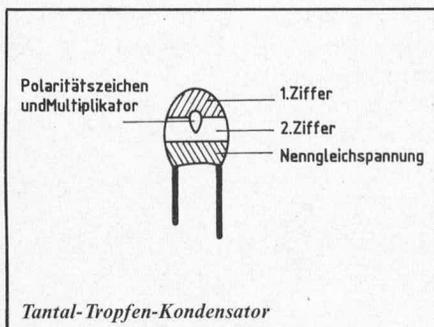
Ist noch weniger Platz vorhanden, so wird die verkürzte Beschriftung angewendet. Meist besteht diese aus zwei Zahlen für den Kapazitätswert und dem Codebuchstaben für die Kapazitätstoleranz. Läßt sich jedoch der Kapazitätswert nur mit drei Zeichen, wie z. B. „1,5“ oder „10n“ ausdrücken, dann muß auch die Kennzeichnung für die Toleranz entfallen.

Beispiele der verkürzten Beschriftung	
0,33 pF	p 33
5 pF ± 0,5 pF	5 pO
47 pF ± 2 %	47 p
220 pF ± 10 %	n 22
1 nF ± 20 %	1 nO
15 nF -20 + 50 %	15 n

Kennzeichnung durch Codebuchstaben nach DIN 40825

Kennzeichnung	Kapazitätswert
p 33	0,33 pF
3 p3	3,3 pF
33 p	33 pF
300 p	330 pF
n 33	330 pF
3 n3	3,3 nF
33 n	33 nF
330 n	330 nF
μ 33	0,33 μF
3 μ3	3,3 μF
33 μ	33 μF

Bei Dünnsfilm-, Keramik- und Tantal-Kondensatoren findet man häufig den Farbcode, der folgende Bedeutung hat:



Die Farben für die Ziffern sind folgendermaßen codiert:

Farbkodierung	
schwarz	≅ 0
braun	≅ 1
rot	≅ 2
orange	≅ 3
gelb	≅ 4
grün	≅ 5
blau	≅ 6
violett	≅ 7
grau	≅ 8
weiß	≅ 9

Der Faktor pF bzw. μF/wird wie folgt entschlüsselt:

Faktor pF	
schwarz	≅ 1
braun	≅ 10
rot	≅ 100
orange	≅ 1000
gelb	≅ 10 000
grün	≅ 100 000
grau	≅ 0,01
weiß	≅ 0,1

Faktor μF:	
schwarz	≅ 1
violett	≅ 10 ⁻³
grau	≅ 10 ⁻²
weiß	≅ 10 ⁻¹

Der Unterschied zwischen pF und μF ist anhand der Bauform der Kondensatoren eindeutig zu erkennen, da sich die Kapazität um den Faktor 1 000 000 unterscheidet.

Für die Farbringe zur Codierung der Nennspannung gilt folgendes:

Bei Tantal-Kondensatoren:	
schwarz	≅ 10 V
braun	≅ 1,6 V
rot	≅ 40 V
gelb	≅ 6,3 V
grün	≅ 16 V
grau	≅ 25 V
weiß	≅ 2,5 V

Bei Dünnsfilm-Kondensatoren:	
braun	≅ 100 V
rot	≅ 250 V
gelb	≅ 400 V
blau	≅ 630 V

Der Vollständigkeit halber wollen wir abschließend noch auf eine verhältnismäßig selten vorkommende Bezeichnungsform eingehen:

Bei dem aus drei Zahlen bestehenden Aufdruck geben die beiden linken Zahlen den Grundwert und die letzte, rechte Zahl die Anzahl der hinzuzufügenden Nullen an, wobei die Kapazität in „pF“ bezeichnet ist.

Nachfolgend zum besseren Verständnis haben wir ein kurzes Beispiel aufgezeigt.

Aufdruck: 223, Kapazitätswert: 22 nF = 22.000 pF.