

AUDIOKONDENSATOREN

Kondensatoren gibt es in vielen Ausführungen und Qualitäten. Bis vor einigen Jahren gab es kaum Untersuchungen über die Verwendbarkeit der unterschiedlichen Kondensator-Typen in Audioschaltungen. Im Moment herrscht vor allem in High-End-Kreisen eine wahre Kondensator-Manie: Heute scheinen Polypropylenkondensatoren der Marke X ausgezeichnet zu klingen. Morgen wird ein Typ Y gefunden, der eine feinere Durchzeichnung des Klangbildes ergibt. Was ist eigentlich wahr an diesen Geschichten?

Wir sind der Sache nun im Elektor-Labor einmal auf den Grund gegangen. Die Ergebnisse unserer Messungen wurden in erster Linie in die Wahl der Kondensator-Typen für den PREAMP einbezogen. Wir möchten im folgenden nicht zu ausführlich werden, aber sie sollen doch wenigstens wissen, welche Kondensator-Typen für hochwertige Audioschaltungen geeignet sind und welche nicht.

Zur Zeit gibt es sehr viele Kondensator-Typen auf dem Markt. Sie unterscheiden sich meistens durch das verwendete Dielektrikum: Teflon, Polystyrol (KS oder MKS), Polypropylen (KP oder MKP), Polycarbonat (KC oder MKC), Polyethylen (KT oder MKT), Glimmer, Glas. Diese Reihenfolge entspricht auch der Qualität der Kondensatoren. Kondensatoren mit Teflon- und Polystyrol-(STYRO-FLEX®) Dielektrikum sind im Prinzip die besten, sind aber auch am teuersten. Außer diesen "normalen" Kondensatoren gibt es für größere Kapazitäten Elektrolyt-Kondensatoren. Man kann sie folgendermaßen einteilen:

ungepolte (bipolare) und gepolte Aluminium-Elkos mit flüssigem oder festem Elektrolyten (bipolare nur mit flüssigem Elektrolyten und rauher Anode), ungepolte und gepolte Tantal-Elkos mit flüssigem Elektrolyten.

Auch hier wieder in der Reihenfolge der Qualität. Allerdings ist die Qualität der bipolaren Elkos stark herstellerabhängig.

Ein Kapitel für sich

Zunächst haben wir an verschiedenen Kondensator-Typen Leistungs-messungen im Elektor-Labor durchgeführt. Dabei lag der Kondensator im Signalweg, und er war immer mit demselben Lastwiderstand abgeschlossen (bei gleichen Kondensatorwerten).

Die Ergebnisse waren erstaunlich: Mit unseren Meßgeräten (Meßgrenze etwa 0,005%) konnten wir keine Verzerrungen bis 50 kHz feststellen. Nur bei Tantal-Elkos lagen die Verzerrungen bei einigen Prozent. Die sind also nicht als Koppelkondensatoren geeignet! Auch vor keramischen Kondensatoren möchten wir warnen, die sollten nur in HF-Schaltungen eingesetzt werden (siehe auch "Merkwürdige Kondensatoren", Elektor, September 1986). Und der Rest? Welche Unterschiede können außerdem meßtechnisch festgestellt werden? Die Herren Jung und Curl haben sich ein dynamisches Meßverfahren ausgedacht, bei dem verschiedene Faktoren in einem Rutsch gemessen werden können, unter anderem der Verlustfaktor und die dielektrische Absorption, zwei wichtige Parameter. Man nimmt bei diesem Verfahren zwei CR-Netzwerke (siehe Bild 1), die von einer niederohmigen Spannungsquelle mit einer Rechteckspannung gefüttert werden. Die Ausgangssignale der CR-Netzwerke legt man an ein empfindliches Oszilloskop mit

Differenzverstärker-Eingang.

Dort werden die Signale subtrahiert, so daß das Meßergebnis ein Maß für den Unterschied der Parameter der beiden Netzwerke ist. Wird also ein CR-Netzwerk mit einem Referenzkondensator aufgebaut (Teflon- oder Polystyrol-dielektrikum), dann kann man in das andere CR-Netzwerk einen Testkondensator einsetzen, der mit dem Referenzkondensator verglichen wird. Das Differenzsignal ist gleichzeitig ein Maß für den Unterschied beider Netzwerke.

Der 100-Ohm-Widerstand gleicht den eventuell vorhandenen äquivalenten Reihenwiderstand des Testkondensators aus. Dabei geht man davon aus, daß der äquivalente Serienwiderstand des Referenzkondensators kleiner ist als der Widerstand des Testkondensators.

Das Prüf-Rechtecksignal muß eine sehr niedrige Frequenz haben, damit die Unterschiede gut sichtbar werden. 50 Hz sind ein guter Anhaltspunkt. Mit dieser Testschaltung ist es möglich, die Unterschiede deutlich aufzuzeigen, die wir auch quantifizieren können. Dabei müssen Sie daran denken, daß sich die prozentuale Abweichung auf den Mittelwert der Prüf-Rechteckspannung bezieht. Die Unterschiede bestehen hauptsächlich in einer "Verbiegung" des rechten Teils des Rechtecks und einer abwei-

chenden Sprungantwort. Als Referenzkondensator haben wir MKP- und Styroflex-Typen ausprobiert. Dabei gab es kaum Unterschiede. So wurde beschlossen, einen sehr guten MKP-Typ zu verwenden, weil der auch in größeren Werten erhältlich ist.

Hier also die wichtigsten Testergebnisse:

- Alle KP- und MKP-Typen zeigten eine maximale Abweichung von 0,01%. Dieses Ergebnis erzielten auch die Styroflex-Typen und die sogenannten Wondercaps, spezielle Audio-Kondensatoren, die zu märchenhaften Preisen angeboten werden.

- Die auch von uns häufig verwendeten MKT-Kondensatoren landeten auf dem zweiten Platz mit einer mittleren Abweichung von 0,03%. Das gleiche gilt auch für KC- und MC-Typen.

- Auf dem letzten Platz tummeln sich Elkos und Tantal-Elkos mit Abweichungen von 1%. Das hängt stark vom Hersteller ab. Aber kein "Hersteller" kommt unter die 1%-Grenze, auch die bipolaren Elkos nicht.

Das waren die Ergebnisse. Nun könnten Sie auf die Idee kommen, Elkos und gute "normale" Kondensatoren parallelzuschalten. Das bringt nichts! Die Parallelschaltung verhält sich (impulsmäßig) wegen der Ladungserhöhung im Dielektrikum nicht besser als der Elko. Dieses Verfahren verbessert lediglich das HF-Verhalten eines Elkos.

Sie werden wohl nun verstehen, daß wir für den PREAMP nur Koppelkondensatoren aus der P-, C- und T-Familie verwendet haben. Sie finden an den Koppelstellen zwei Kondensatoren parallelgeschaltet: einen 10-µF-MKT-Typ und einen 4,7-µF-MKP-Typ. Auch das HF-Verhalten dieser Schaltung ist ganz ausgezeichnet.

Schließlich ein vielleicht ganz überflüssiger Hinweis: Natürlich können Sie die Kondensatoren (auch in Parallelschaltungen) für Ihren PREAMP verwenden, die Sie für die besten und am besten klingend halten.

