



UdK Berlin
Sengpiel
03.2001
MiGru

Kondensatormikrofone mit Hochfrequenzschaltung

Sennheiser RF Condenser Microphones MKH

Nach Unterlagen von Manfred Hibbing / Sennheiser: Bei Kondensatormikrofonen gibt es eine weniger beachtete (akustisch bedingte) Verzerrungsursache, die darauf beruht, dass die in dem nur wenige Hundertstel Millimeter breiten Spalt zwischen Membran und Gegenelektrode eingeschlossene Luft Gegenkräfte auf die Membran ausübt, wenn sie sich bewegt. Die Gegenkräfte sind einerseits durch die physikalischen Eigenschaften der Luft, wie Kompressibilität, Dichte und Viskosität bedingt, andererseits durch die Abmessungen des Luftspalts abhängig. Der Luftspalt stellt daher eine akustische Impedanz dar, die von der momentanen Membranlage abhängt. Die akustische Impedanz wird größer, wenn sich die Membran auf die Gegenelektrode zu bewegt, und kleiner bei umgekehrter Bewegungsrichtung. Dadurch ergibt sich gewissermaßen ein parasitärer akustischer Gleichrichter-effekt, der die Linearität der Signalumwandlung beeinträchtigt.

Bei den MKH-Kondensator-Mikrofonen gibt es einen symmetrisch aufgebauten Wandler. Dabei ist die Membran in der Mitte zwischen zwei gleichartigen Gegenelektroden angeordnet (Abb. 1). Auf diese Weise wird bei Membranbewegungen die Zunahme der Luftspaltimpedanz auf der einen Membranseite durch eine gleichgroße Abnahme der Luftspaltimpedanz auf der anderen Seite kompensiert. Dieser Aufbau bewirkt, dass auf die Membran eine gleichbleibende Luftspaltimpedanz einwirkt und folglich die akustisch bedingten Wandlerverzerrungen abnehmen. Zusätzlich werden noch durch einen elektrisch symmetrischen Aufbau des Gegentaktwandlers die elektrisch bedingten Nichtlinearitäten verringert. Der symmetrische Aufbau bietet darüber hinaus ideale Voraussetzungen für ein Gradientenmikrofon mit räumlich perfekt symmetrischer Achtercharakteristik.

Das Rauschen der Kondensatormikrofone stammt teilweise aus elektrischen Rauschquellen in der Mikrofon-schaltung und zum Teil aus akustischen Rauschquellen im Wandler selbst. Für das Wandlerrauschen sind die akustischen Wirkwiderstände verantwortlich, welche die Reibungsverluste aufgrund der Viskosität der Luft repräsentieren. Wesentlich ist der Wirkanteil der Luftspaltimpedanz, der deshalb möglichst klein sein sollte. Bei den MKH-Mikrofonen wurden die akustischen Wirkwiderstände minimiert und der Wandlerfrequenzgang elektronisch (!) auf den angestrebten geradlinigen Verlauf entzerrt.

Um das Rauschen der Schaltung zu minimieren, arbeiten die MKH-Mikrofone nach dem Hochfrequenzverfahren. Abb. 2 zeigt die Prinzipschaltung. Die beiden gleichartigen Wicklungen W_1 und W_2 einer HF-Spule bilden zusammen mit den Wandlerkapazitäten C_1 und C_2 eine Brückenschaltung, die auf die Frequenz des über die Wicklung W_0 angekoppelten HF-Oszillators abgestimmt ist. Solange sich die Membran in der Ruhelage befindet, ist die Brücke abgeglichen und am Brückenausgang AB entsteht keine HF-Spannung. Erst wenn die Membran durch den Schall ausgelenkt wird, entsteht eine zur Membranauslenkung proportionale Spannung, die über den Synchrongleichrichter, bestehend aus den gleichartigen Wicklungen W_3 , W_4 und den Dioden D_1 , D_2 , auf den Ladekondensator C gelangt. Eine Transistorschaltung (FET) folgt auf diesen Ausgang. Durch die phasempfindliche Gleichrichtung lässt sich die Richtung der Membranauslenkung erkennen. Die Spannung zwischen A und B weist nämlich entgegengesetzte Phasenlagen auf, wenn sich die Membran in entgegen gesetzte Richtungen bewegt; daher wird der Kondensator C in beiden Fällen mit unterschiedlicher Polung geladen und es ergibt sich eine zur Membranbewegung in Betrag und Phase analoge Ausgangsspannung.

Die Schaltung ist in der dargestellten Form allerdings noch nicht gebrauchstüchtig; so muss der Gleichstromweg zwischen A und B noch über eine HF-Drossel geschlossen werden.

Durch die Brückenschaltung wird das Amplituden- und Phasenrauschen des Oszillators weitgehend unterdrückt. Da die Impedanzen der Wandlerkapazitäten im HF-Bereich um einige Zehnerpotenzen geringer als im Audio-bereich sind, entfallen beim HF-Kondensatormikrofon außerdem die Probleme, die beim NF-Kondensatormikrofon durch Luft und Atemfeuchtigkeit entstehen können. HF-Kondensatormikrofone sind daher besonders rauscharm und klimafest. Bei diesen Studio-Kondensatormikrofonen wurden die Eigenverzerrungen durch einen symmetrischen Wandleraufbau (Gegentaktprinzip) sowie das Eigenrauschen durch Minimierung der akustischen Wirkwiderstände des Wandlers und der Anwendung des Hochfrequenzverfahrens (Brückenschaltung) verringert.

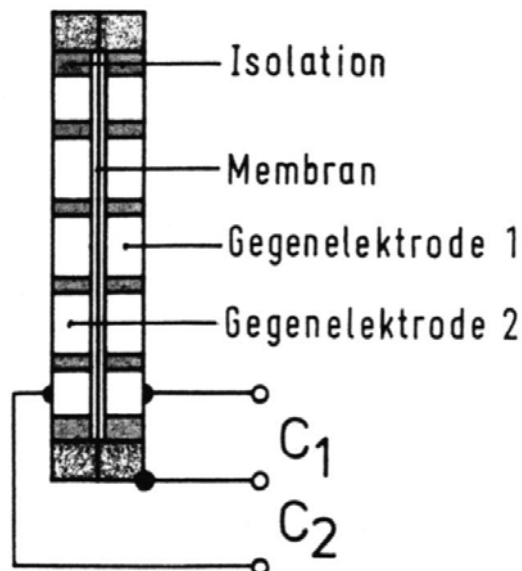


Abb. 1: Gegentaktwandler

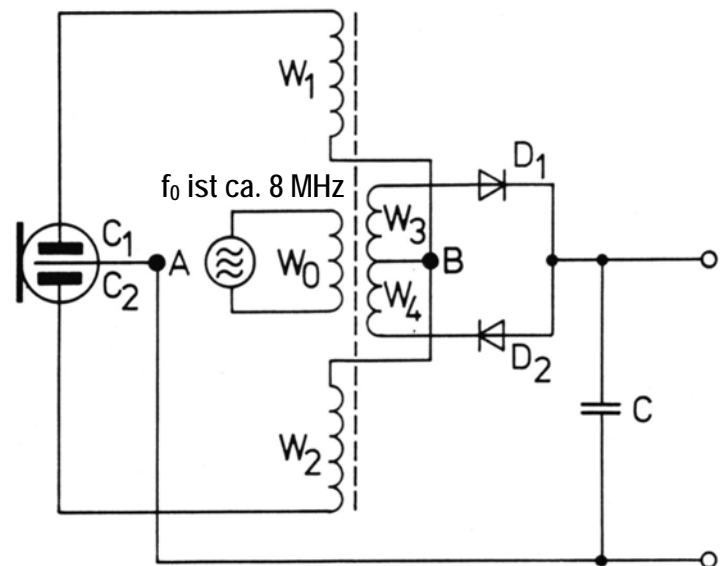


Abb. 2: Hochfrequenz-Brückenschaltung