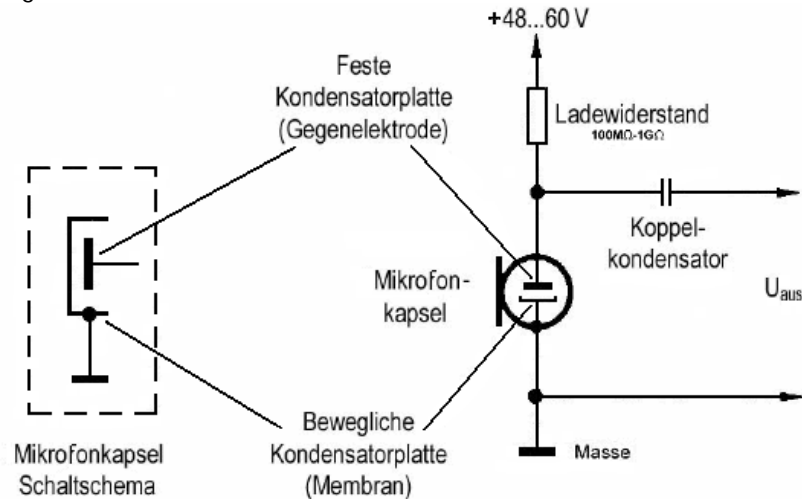




Kondensatormikrofon und das Spannungsteilerprinzip

Unter Verwendung von Text aus dem Tontechnikerbuch: Andreas Friesecke, "Die Audio-Enzyklopädie".

UdK Berlin
Sengpiel
09.2008
Tutorium



Schematischer Aufbau eines Kondensatormikrofons nach dem Spannungsteilerprinzip

Die Ausgangsspannung eines Kondensatormikrofons ist wesentlich vom Kapseldurchmesser abhängig. Ein doppelter Membrandurchmesser ergibt die vierfache Ausgangsspannung. Allerdings bedeutet ein größerer Kapseldurchmesser auch eine stärkere Verfälschung der Richtcharakteristik zu hohen Frequenzen hin. Den geeigneten Kompromiss zu finden ist die Aufgabe des Herstellers.

Beim Impedanzwandler wird meistens das Spannungsteilerprinzip genutzt. Die Kondensatormikrofonkapsel wird als Spannungsteiler mit einem hochohmigen Widerstand geschaltet, der zugleich als Ladewiderstand wirkt. Die Ladespannung - meistens um 60 Volt - wird von einem eingebautem DC/DC-Wandler (Spannungsvervielfacher) erzeugt. Dieser erzeugt bei Bedarf auch noch minus 60 Volt, sofern es sich um ein Kondensatormikrofon mit veränderlicher Richtcharakteristik handelt (Doppelmembrankapsel oder zwei Einmembrankapseln Rücken-an-Rücken montiert).

Bei Kondensatormikrofonen ist die Kapselkapazität etwa 50 pF. Mit dem Ladewiderstand von etwa 1 GΩ ergibt sich daraus ein frequenzabhängiger Spannungsteiler mit einer unteren Grenzfrequenz von

$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ pF} \cdot 1 \text{ G}\Omega} = 3,18 \text{ Hz}$$

Das bedeutet, dass die Kapselladung Q für Frequenzen oberhalb 3 Hz konstant bleibt, da sich der Kondensator bei einer Kapazitätsveränderung nicht schnell genug umladen kann.

Die eintreffende Schallwelle ruft eine Kapazitätsänderung am Kondensator der Kapsel hervor. Die Welle bewegt die Membran vor und zurück und im gleichen Maße wird die Kapselkapazität größer und kleiner. Für die Kapazität gelten folgende zwei Formeln:

$$C = \frac{Q}{U} \quad \text{und} \quad C = \frac{A \cdot \varepsilon}{d}$$

Hierbei ist:

C = Kapazität in Farad, F

Q = Ladung in Coulomb, $C = A \cdot s$

U = Spannung in Volt, V

A = Fläche der Membran in Quadratmeter, m²

ε = Dielektrizitätskonstante (Permittivität) oder elektrische Feldkonstante in Luft: $8,854 \cdot 10^{-12} \frac{C}{V \cdot m}$ $\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_\mu$

d = Abstand von Membran zur Gegenelektrode in Meter, m

Setzt man eine Formel in die andere ein, so erhält man:

$$\frac{Q}{U} = \frac{A \cdot \varepsilon}{d}$$

oder nach der Spannung aufgelöst:

$$U = \frac{Q \cdot d}{A \cdot \varepsilon}$$

Uns interessiert beim Mikrofon nur die Änderung der Audio-Wechselspannung U an seinem Ausgang. Da Q , A und ε konstant sind, ergibt sich aus obiger Formel die bekannte einfache Proportionalitätsgleichung:

$$U \approx d$$

Diskussionsfrage: Gegenelektrode oder Membran am Impedanzwandler Eingang?

<http://www.sengpielaudio.com/GegenelektrodeOderMembranAmEingang.pdf>