

1 Elektrostatischer Lautsprecher

Ein elektrostatischer Lautsprecher besteht aus zwei elektrisch geladenen Platten von denen eine beweglich gelagert ist und als Membran fungiert. Legt man eine Signalspannung an die beiden Plattenanschlüsse ergibt sich eine Kraftwirkung auf die Membran. Diese folgt aus dem Coulomb'schen Gesetz. Für die Kraftwirkung zwischen zwei geladenen Platten im Abstand d voneinander gilt:

$$F = \frac{\epsilon AU^2}{2d^2}$$

wobei:

A: Fläche der elektrisch wirksamen Lautsprechermembran (Plattenfläche)

U: Elektrische Spannung zwischen den Platten

ϵ : Dielektrizitätskonstante

d: Abstand zwischen den Platten

- 1) Geben Sie einen Ausdruck für die Richtcharakteristik dieses Lautsprechers bei tiefen Frequenzen an.
- 2) Unter der Annahme eines linearen Betragsfrequenzgangs der Membranschnellen $v(t)$ des Lautsprechers: Welchen Frequenzgang weist der Membranhub $x(t)$ auf?
- 3) Welche zwei prinzipbedingten Nachteile bezüglich der Wiedergabequalität elektrostatischer Lautsprecher kann man aus dieser Formel ablesen?
- 4) Wie könnte man diesen Nachteilen konstruktiv begegnen?

2 Partialschwingungen

- 1) Bei welcher Bauform der Lautsprechermembran treten bevorzugt Partialschwingungen auf? Durch welche konstruktiven Maßnahmen lassen sich diese verhindern bzw. reduzieren?
- 2) Warum treten beim elektrostatischen Lautsprecher keine Partialschwingungen auf? Warum sinkt der Wirkungsgrad von elektrostatischen Lautsprecher bei tiefen Frequenzen ab?

3 Lautsprecher Abstrahlung

Gegeben sei ein elektrodynamischer Lautsprecher mit folgender Gehäusekonstruktion:

Dabei ist der Membrandurchmesser $x = 20$ cm, das Volumen $V = 30$ L, der Öffnungsdurchmesser $d = 5$ cm und die Länge $l = 10$ cm.

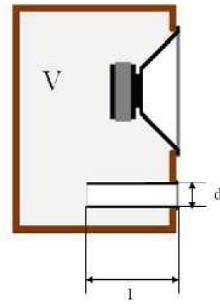


Abbildung 1: Elektrodynamischer Lautsprecher - Aufbau

- 1) Unter der Annahme, dass sich die Membran wie ein starrer Kolben bewegt, skizzieren Sie die Richtcharakteristik des Lautsprechers in einem Polardiagramm für eine Frequenz von $f_1 = 344$ Hz und $f_2 = 3440$ Hz.
- 2) Beschreiben Sie die frequenzabhängige Wirkung der Öffnung der ansonsten geschlossenen Box mit der kreisförmigen Öffnung vom Durchmesser d und der Halslänge l . Bei welcher Frequenz wird durch die Öffnung die meiste Schalleistung nach aussen abgegeben?
- 3) Skizzieren Sie den frequenzabhängigen Übertragungsfaktor des Lautsprechers, bestehend aus dem elektrodynamischen Treiber und der in 2) diskutierten Öffnung der Box.