

Funktionsprinzip piezoelektronischer Summer

Ein unerwartetes Geräusch oder ein intermittierender Ton wirkt in einer einzigartigen und unzweideutigen Weise auf das menschliche Ohr. Es signalisiert anderweitig nicht wahrnehmbare Phänomene und wird somit häufig zur Warnung eingesetzt.

Allgemeine Informationen

Die harmonischen Anteile des Schalls verleihen dem Ton sein unverwechselbares Timbre. Die Stärke der ankommenden Schallwelle, ihr Abstand vom Ohr, die Absorption und Reflexion durch die Umgebung bestimmen die Intensität des wahrnehmbaren Tones. Bei einem piezokeramischen Alarmgeber wird die Frequenz durch die Charakteristik des Vibrationselementes bestimmt. Es sind dies sein Durchmesser, die Dicke und die Resonanzfrequenz. Die Geometrie des Vibrationselementes und seine Befestigungspunkte im Gehäuse bestimmen die harmonischen Anteile. Die Lautstärke ist abhängig von der Intensität der Abstrahlung und der Verstärkung, die durch die Grösse und Form des Resonanzkörpers hervorgerufen wird.

Masseinheiten des Schalls

Schall wird in Dezibel (dB) gemessen. Der Schallpegel (LS), ausgedrückt in dB, errechnet sich durch die Formel $LS=20 \log_{10} P1/P2$. Dabei ist P1 der abgestrahlte Schallpegel, ausgedrückt in μBar . P2 ist der vom menschlichen Ohr bei einer Frequenz von 1000 Hz wahrnehmbare, minimale Schallpegel. Dieser Wert beträgt 0.002 μBar . Das menschliche Ohr kann nicht alle Frequenzen auf dieselbe Weise erkennen. Das dadurch bei der instrumentellen Messung des Schalls verursachte Problem wird durch den Einsatz von Filtern gelöst. Heutzutage wird der Frequenzgang durch die Filterkurve „A“ festgelegt. Messergebnisse werden demzufolge in db(A) ausgedrückt.

Die Intensität des Schalls nimmt mit der Entfernung um 6.02 dB(A) ab, d.h. sie halbiert sich mit der Verdoppelung der Entfernung. Deshalb ist es wichtig den Schalldruck bei einer bestimmten Entfernung zu messen und die Distanzangabe in die Daten einzubeziehen. Der Schalldruck bei einer bestimmten Distanz wird wie folgt berechnet:

$$B = A + 20 \times \log(La/Lb)$$

A: Schalldruck bei Distanz La

B: Schalldruck bei neuer Distanz Lb

Beispiel Verdoppelung der Distanz

$$B=A+ 20 \log(La/Lb) = A+ 20 \log(1/2) = -6.02 \text{ dB}$$

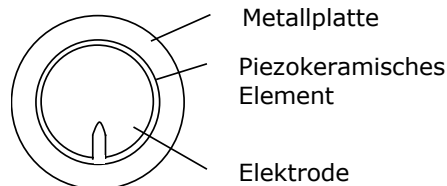
Änderung der Distanz	2 x	3 x	4 x	5 x	6 x	7 x	8 x	9 x	10 x
Schalldruckabnahme (dB)	-6.02	-9.54	-12.04	-13.98	-15.56	-16.90	-18.06	-19.08	-20.00



Piezokeramische Elemente

Ein piezokeramisches Element ist ein Schallwandler, der sich beim Auftreffen oder der Erzeugung von Schallenergie durchbiegt. Die gebräuchlichste Ausführung besteht aus einer piezokeramischen Scheibe, die fest mit einer Metallscheibe verbunden ist.

Das piezokeramische Element biegt sich um oder entlang seiner Schwingungslinie in Abhängigkeit seiner Abmessungen und der Methode, mit der es in seiner Position gehalten wird. Die Biegefrequenz variiert als Funktion des Durchmessers und der Dicke der keramischen Scheibe. Ein solches Element kann als Schallgeber oder Schallsensor eingesetzt werden. Obwohl es sich bei diesen Elementen im typischen Fall um Resonanzelemente handelt, kann es auch auf anderen Frequenzen Schallenergie erzeugen.



Wie wird ein piezokeramisches Element betrieben

Wenn an ein piezokeramisches Element ein Wechselstrom angelegt wird, so wird es genau mit dessen Frequenz anfangen zu schwingen; die maximale Schwingamplitude wird dabei bei der Resonanzfrequenz des Elementes erreicht. Es gibt zwei grundsätzliche Methoden, piezokeramische Elemente zu betreiben. Bei der Eigenerreger-Methode wird das Rückkoppelungssignal, das typischerweise grösser ist als das Treibersignal, dazu verwendet, die Stabilität der Frequenz zu steuern. Diese Methode wird gewöhnlicherweise dazu verwendet, um besonders hohe Lautstärken zu generieren. Die Schallfrequenz wird dabei durch die Resonanzfrequenz bestimmt. Bei der Methode mit externem Treiber wird das piezoelektrische Element gezwungen, auf einer anderen als der Resonanzfrequenz, zu schwingen. Bei dieser Methode ist die Schallintensität gewöhnlich geringer als bei der Eigenerreger-Methode. Es ist dabei einfacher, den Ton zur Erzielung gewisser Breitbandigkeit zu modulieren. Die Schallintensität wird weitgehend durch die Art der Montage des piezokeramischen Elements im Resonanzkörper und durch die Abmessung des Resonanzhohlraumes beeinflusst.

Mechanische Befestigung und Resonanzhohlraum

Die Hauptmethode für die Montage sind die Halterung am Knotenkreis und die Einspannung am Rand. Erstere Methode ist sinnvoll, da im Befestigungsbereich keine Oszillation stattfindet. Die Befestigung am Rand erlaubt ein grösseres Frequenzspektrum, ergibt jedoch niedrigere Resonanzfrequenzen. In beiden Fällen ist die erreichbare Lautstärke ohne ausreichenden Resonanzhohlraum stark eingeschränkt. Aus diesem Grund muss das piezokeramische Element in ein speziell konstruiertes Gehäuse montiert werden. Es gibt dabei sehr präzise Methoden, Gehäuse mit Resonanzfrequenzen zu entwickeln, die jener des piezokeramischen Elementes entsprechen. Hierzu wird zuerst eine Schwingfrequenz gewählt, die der Resonanzfrequenz eines piezokeramischen Elementes möglichst liegt. Für dieses Element muss dann der optimale Kontaktpunkt im Gehäuse gefunden werden. Die Helmholtz-Formel liefert die Masse des Resonanzhohlraums und aller verwendeten Parameter.

$$f_{cav} = \frac{C}{2\pi} \sqrt{\frac{4a^2}{d^2 \times h (l + 1.3 \times a)}}$$

f_{cav} = Resonanzfrequenz der Druckkammer
 C = Schallgeschwindigkeit (cm/sec)
 a = Radius der Schallaustrittsöffnung (cm)

d = Durchmesser der Halterung (cm)
 h = Tiefe der Druckkammer (cm)
 l = Wandstärke der Druckkammer



Stromversorgung und Nennleistung

Der grosse Vorteil aller piezokeramischen Summer liegt in der geringen Stromaufnahme. Die Schaltkreise können ferner relativ einfach ausgelegt werden. Selbst wenn der Frequenzverlauf nicht immer ganz linear ist, finden diese Summer einen grossen Einsatzbereich. Die erforderlichen Ströme bewegen sich von einigen mA bis zu ca. 50mA für besonders hohe Lautstärken.

Definitionen

Beschreibung

Summer	Die komplette Einheit, in welcher intern Schall erzeugt wird.
Schallwandler	Das Element, welches in ein Resonanzgehäuse passender Grösse montiert ist. Es erfordert einen Treiberschaltkreis.
Element	Das vibrierende Bauteil. Es kann in ein beliebiges Gehäuse montiert werden und wird mit oder ohne Anschlussdrähte geliefert. Es erfordert einen Treiberschaltkreis.
Schalltyp	Es gibt eine Vielzahl elektronisch generierbaren Schalltypen. In Summer werden üblicherweise folgende verwendet: Dauerton: Ton mit konstanten Frequenzen. Intermittierend: Ein modulierter, abgehackter Ton Bitonal: Ein Ton, der durch eine Rechteckwelle zu einem „Ding-Dong“ moduliert wird.

Beispiele

