



Summkonzert

Piezelektrische Schallgeber machen sich auch in Automotive-Anwendungen gut.

Bisher sind piezelektrische Schallgeber in Automotive-Anwendungen kaum zu finden, dabei kommen die Vorteile dieser Technik erst hier richtig zur Geltung. Der Artikel gibt dem Automotive-Manager einige Tipps, wie er diese Bauelemente in Kraftfahrzeugen einsetzen sollte.

Bild: Fotolia, cartocomix

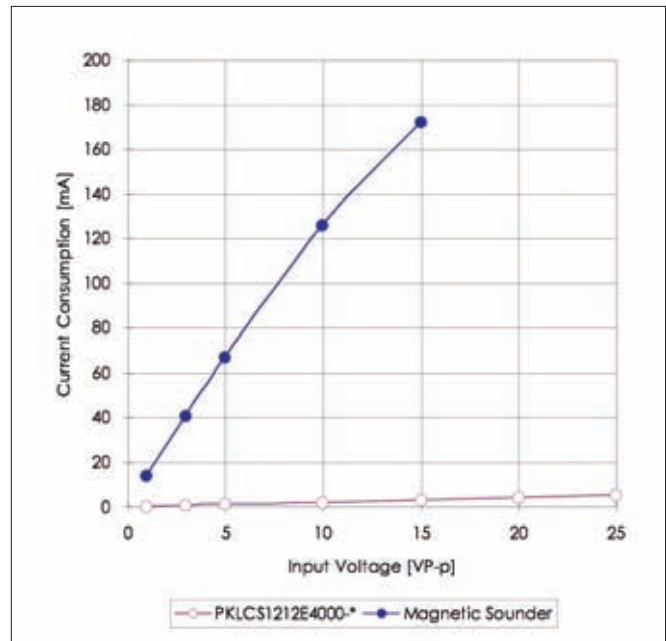
In Europa sind piezoelektrische Schallgeber weit verbreitet in Mikrowellenöfen, Rauchmeldern, Telefonen und anderen Konsumerelektronik-Anwendungen, wo sie mit Warn-, Klingel- oder Hinweistönen die Aufmerksamkeit des Benutzers auf das Gerät ziehen. Richtig ausspielen kann diese Technologie ihre Stärken wie große Zuverlässigkeit, hohe Temperaturbeständigkeit und das Fehlen jeglicher magnetischer Störungen allerdings erst in Automotive-Applikationen. In Japan ist dies bereits bekannt: piezoelektrische Schallgeber in der Armaturentafel warnen bei ungenügendem Reifendruck, Kraftstoffmangel oder nicht angelegten Sicherheitsgurten, erinnern ans Ausschalten der Scheinwerfer beim Verlassen des Fahrzeugs und dienen als akustische Warnung für die Einparkhilfe und den Blinkgeber. Sogar für außerhalb des Fahrzeugs hörbare Anwendungen wie Alarmanlagen und Rückfahrwarner sind piezoelektrische Bauteile geeignet.

Verbiegt sich in zwei Richtungen

Das Design-in piezoelektrischer Schallgeber gestaltet sich zudem wie nachfolgend erklärt völlig unkompliziert, wenn der Ansteuerung die nötige Beachtung zukommt.

Die einfache, ohne bewegliche Teile auskommende Konstruktion der piezoelektrischen Schallgeber sorgt für extrem hohe Zuverlässigkeit. Dabei erzeugt eine kleine, als piezoelektrische Membran bezeichnete Baugruppe den Ton. Zur Herstellung dieses Elements wird eine piezokeramische Scheibe mit Elektroden an Ober- und Unterseite auf eine Metallscheibe geklebt. Das Anlegen einer Wechselspannung an die Elektroden bewirkt eine mechanische Verformung des Keramikmaterials, das sich in radialer Richtung zyklisch ausdehnt und zusammenzieht. Da die Abmessungen der Metallplatte unverändert bleiben, verbiegt sich die Baugruppe in zwei Richtungen und ruft damit eine Vibration hervor, die Schallwellen in der Luft erzeugt. Da dieser Aufbau im Gegensatz zu dynamischen und magnetischen Schallgebern keinen Magneten enthält, erzeugen die Bausteine auch keine elektromagnetischen Störungen. Zu vermeiden ist dagegen das Anlegen von Gleichspannungen, da diese eine Wanderung von Silber aus den Elektroden in das Keramikmaterial hervorrufen und das Bauteil beschädigen.

Piezoelektrische Bauteile reagieren auf Spannungen und nehmen im Vergleich zu magnetischen Schallgebern nur sehr wenig Strom auf. Die Membran benötigt ein Gehäuse mit geeignetem Resonanzraum, damit eine optimale Schallabgabe gewährleistet ist. Dieser Resonanzraum ist mit einer besonderen Größe und Form herzustellen. Entsprechende Gehäuse gibt es in flacher und leichtgewichtiger Ausführung mit Anschlussstiften oder herausgeführten Anschlussdrähten und auch als oberflächenmontierbare



Keramische Schallgeber wie der PKLCS1212E4000 von Murata nehmen im Vergleich zu magnetischen Schallgebern sehr wenig Strom auf.

Versionen. Sämtliche Gehäuse sind mit einem für Automotive-Anwendungen geeigneten Temperaturbereich verfügbar. Für Sonderkonstruktionen gibt es piezoelektrische Membranen auch ohne Gehäuse. In diesem Fall ist jedoch im Interesse einer hinreichenden Resonanz sorgfältig darauf zu achten, dass die Befestigung und der Resonanzraum genügend präzise ausgeführt sind.

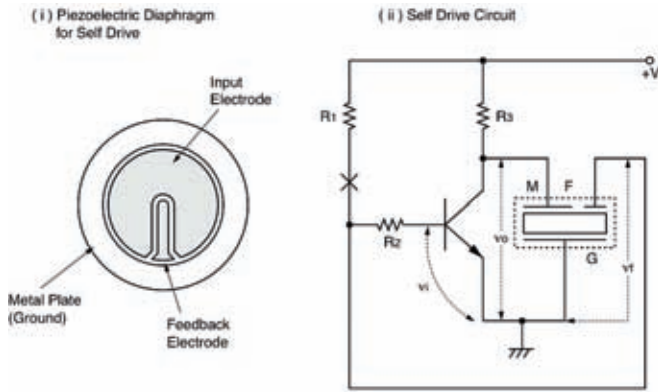
Piezoschallgeber gibt es für externe Ansteuerung oder mit eingebautem Treiber. Manche Summer enthalten neben der Membran sogar die gesamte Treiberschaltung, sodass die Ansteuerung hier einfach mit einer Gleichspannung erfolgen kann.

Externe Ansteuerung ist notwendig, wenn der piezoelektrische Schallgeber auch als Lautsprecher fungieren soll, etwa in elektrischen Geräten oder elektronischen Spielen. Hier wird der Schallgeber durch die Wechselspannung eines externen Oszillators angesteuert, der entweder selbst entwickelt oder mit einem geeigneten Treiber-IC implementiert werden kann. →

Auf einen Blick

Den richtigen Ton treffen

Piezoelektrische Schallgeber versprechen in Automotive-Applikationen einige Vorteile gegenüber dynamischen Lautsprechern und magnetischen Schallgebern. Zudem sind diese Bauteile einfach einzusetzen. Besonders zu beachten ist jedoch die Ansteuerschaltung, die entweder gleich mit eingebaut wird oder außerhalb des Schallgebers sitzt. Auch die gewünschte Frequenz und Lautstärke sind beim Entwurf der Schaltung zu berücksichtigen. (mou)



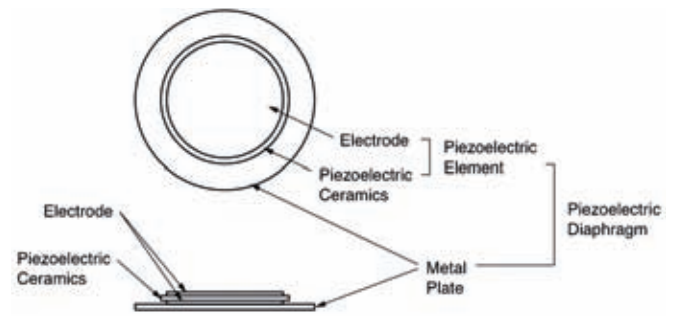
Beispiel eines Schallgebers mit eingebautem Treiber: M ist die Eingangselektrode, F die Feedback-Elektrode und bei G handelt es sich um die mit Masse verbundene Metallplatte.

Beim Einsatz eines Treiber-IC sind einige Schutzvorkehrungen zu treffen. Thermische Einflüsse und mechanische Spannungen können beispielsweise dazu führen, dass sich Ladung in der piezoelektrischen Membran ansammelt und hohe Spannungen hervorruft, die das Ansteuer-IC zerstören können. Vermeiden lässt sich dies mit zwei antiparallel geschalteten Z-Dioden parallel zum Schallgeber.

Dioden schützen vor hohen Spannungen

Dagegen kann der Einsatz externer Widerstände und Kondensatoren, besonders wenn die Tonfrequenz über einen veränderlichen Widerstand verstellt werden soll, zu verzerrten Tönen führen. Um dies zu verhindern, lässt sich ein weiterer veränderlicher Widerstand parallel zum Schallgeber schalten und so verstellen, dass die Verzerrung nicht mehr zu hören ist. Dieser Widerstand hat in der Regel einen Wert von ein bis zwei Kiloohm. Alternativ kann parallel zum Piezosummer eine Diode geschaltet werden.

Bauteile mit eingebauter Ansteuerschaltung sind anders aufgebaut: die Membran besitzt hier eine separate Feedback-Elektrode, die in die Regelschleife eines Hartley-Oszillators integrierbar ist. Ein oszillierendes Signal wird erzeugt, sobald die richtigen Bedingungen vorhanden sind. Ein Schallgeber dieser Art kann nur eine



Aufbau einer piezoelektrischen Membran: Beim Anlegen einer Wechselspannung an die Elektroden der piezokeramischen Scheibe verformt sich das Keramikmaterial.

Frequenz erzeugen. Derartige Selbstansteuerschaltungen sollten exakt nach den Angaben in der Applikationsschrift des Herstellers aufgebaut sein, denn Eigenschaften wie die Verstärkung des Transistors und die Schaltungskonstanten sind entscheidend für die stabile Oszillation des Systems.

Unterschiedliche Töne erzeugen

Vor dem Einbau eines Schallgebers in ein System gilt es, die gewünschte Frequenz und Lautstärke festzulegen. Der Schalldruck als Maß für die Lautstärke steht in direktem Verhältnis zur Eingangsspannung, während die Frequenz des Tons durch die Frequenz der angelegten Wechselspannung bestimmt ist.

Schallgeber lassen sich in zwei Kategorien einteilen: Einton-Summer und Lautsprecher. Erstere erzeugen einen Ton mit einer bestimmten Frequenz, während letztere einen flachen Frequenzgang aufweisen und damit zum Erzeugen unterschiedlicher Töne geeignet sind.

Wie erwähnt, bestimmt die Höhe der Eingangsspannung den erzeugten Schalldruck. Ein Schalldruck ab 20 Dezibel ist für das menschliche Ohr wahrnehmbar, 70 Dezibel sind angenehm zu hören, während 100 Dezibel bereits als unangenehm empfunden werden. Schon eine kurzzeitige Einwirkung von 120 Dezibel Schalldruck schädigt das Gehör und 180 Dezibel sind nicht mehr tolerierbar. Der jeweils richtige Schalldruck hängt von der Anwendung ab.

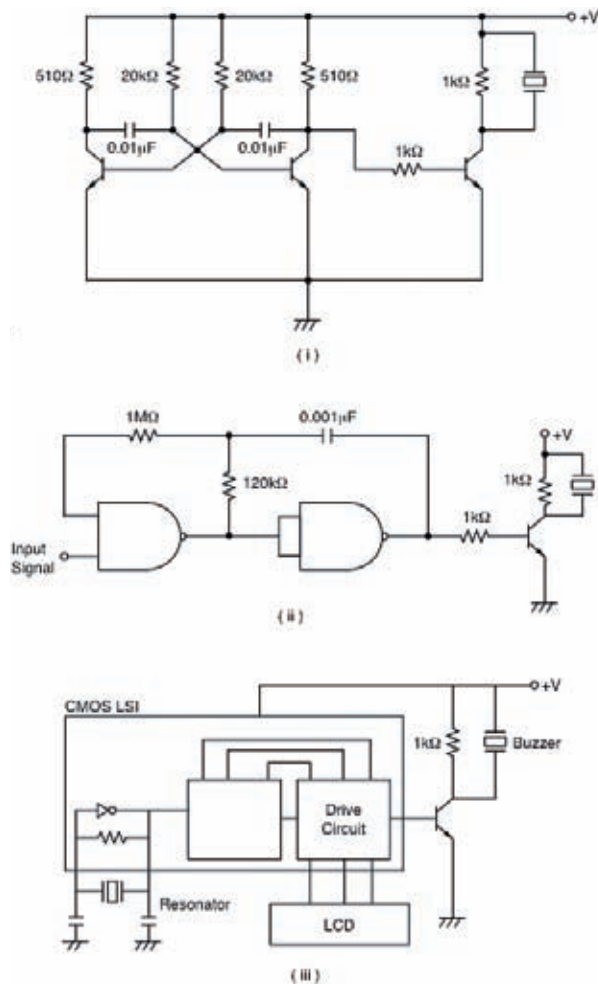
Ein Anheben der Ansteuerspannung führt zu mehr Schalldruck. Dabei lassen es die Eigenschaften der piezokeramischen Werkstoffe ohne Probleme zu, die im Datenblatt angegebene Treiber-Spannung um ein Vielfaches zu überschreiten. Der für Automotive-Anwendungen konzipierte, oberflächenmontierbare Schallgeber PKLCS1212E40A1-R1 von Murata mit externer Ansteuerung erzeugt bei drei Volt Spitze-Spitze in zehn Zentimeter Entfernung einen Schalldruck von 75 Dezibel, kann aber ohne weiteres mit bis zu 25 Volt angesteuert werden, ohne Schaden zu nehmen.

Schalldruck verdoppelt sich

Eingangsspannung und Schalldruck hängen wie folgt zusammen: $SPL2 = SPL1 + 20 \log(V2/V1)$. Darin steht SPL1 für Sound Pressure Level und damit für den Schalldruck bei der Eingangsspannung V1 gemäß Datenblatt. SPL2 ist der gewünschte Schalldruck und V2 ist die für diesen Schalldruck erforderliche Spannung. Anhand dieser Formel lässt sich zeigen, dass sich der Schalldruck durch Verdoppeln der Ansteuerspannung um sechs Dezibel erhöht. In unserem Beispiel wächst also der vom PKLCS1212E40A1-R1 erzeugte Schalldruck auf gut 93 Dezibel, wenn die Ansteuerung mit der maximalen Spannung von 25 Volt erfolgt.



Gehäusevarianten piezoelektrischer Schallgeber: piezoelektrische Membran ohne und mit eingebautem Treiber, Schallgeber mit Anschlussstiften und SMD-Schallgeber (von unten links im Uhrzeigersinn).



Externe Ansteuerschaltungen: Ansteuerung durch einen astabilen Multivibrator (i); mit zwei NAND-Gattern, die beim Anlegen eines Eingangssignals eine Oszillation hervorrufen (ii); durch ein CMOS-IC (iii).

Eine weitere Möglichkeit zum Erhöhen des Schalldrucks ist es, den Parallelwiderstand durch eine Boosterspule von etwa 20 bis 50 Millihenry zu ersetzen. Kommt ein Treiber-IC zur Anwendung, lässt sich die Eingangsspannung anheben, indem der Verbraucher in Brückenschaltung angeschlossen wird. Auch durch die Herstellung von Resonanzräumen mit Hilfe bestimmter Gehäusekonstruktionen lässt sich ein höherer Schalldruck erzielen.

Selbstverständlich ist der auf den Zuhörer wirkende Schalldruck auch von der Entfernung zum Schallerzeuger abhängig. Die Beziehung zwischen Entfernung und Schalldruck lässt sich mit der bereits für die Spannung verwendeten Formel ausdrücken, indem man V_2 und V_1 durch die im Datenblatt angegebene Distanz und V_2 durch die von der Applikation geforderte Entfernung ersetzt. Die 75 Dezibel des PKLCS1212E40A1-R1 in zehn Zentimeter Entfernung reduzieren sich somit in fünf Meter Entfernung auf 40 Dezibel, was kaum mehr hörbar ist. Würde dieser Schallgeber jedoch in einer Instrumententafel etwa 50 Zentimeter vom Anwender entfernt sitzen, wäre der Ton mit 61 Dezibel perfekt zu hören. (mou) ■

i INFODIREKT www.elektronikjournal.de
Link zu Murata

489ejl0608

v VORTEIL Zuverlässiger Betrieb ohne elektromagnetische Störungen mit einem Bruchteil des Stromverbrauchs magnetischer Schallgeber.