

Звуковые пьезоэлектрические излучатели Murata для сигнализации

Владимир РЕНТЮК
rvk.modul@gmail.com

Сигнализация, встроенная в различное оборудование, должна обладать соответствующими области применения звуковым давлением, размером, мощностью и т. д. Для удовлетворения этим требованиям компания Murata разработала ряд пьезоэлектрических излучателей, о которых и пойдет речь в данной статье.

Что отличает Мастера от подмастерья? Внимание к мелочам. А Художника от ремесленника? Последний штрих. Все это относится и к опытным инженерам-разработчикам: для них не существует мелочей, и они не забывают о финальном «штрихе». Как бывает — можно разработать прекрасное основное решение, высокотехнологичную конструкцию, но не продумать завершение проекта, а именно, сигнализацию. В чем проблема? Простой и наглядный пример: для работы персонального компьютера (ПК) вы используете бесперебойный блок питания, известный всем как АБП или, более привычно, UPS. При переключении на свою внутреннюю батарею он должен подать звуковой сигнал, который привлечет ваше внимание и вызовет те или иные ответные действия, как минимум — сохранение файлов, как максимум — штатное отключение. Но вызовет только в том случае, если вы его (звуковой сигнал) услышите. Не всегда такой UPS может находиться на вашем рабочем столе, скорее всего, он будет в нише под столом. Кроме того, ваша погруженность в работу, да и сама окружающая звуковая обстановка будет маскировать издаваемое UPS звуковое предупреждение. Если разработчик использовал в конструкции UPS слабый звуковой сигнализатор, то из-за нештатного выключения резервного питания вы, как минимум, потеряете

плоды своего труда, а как максимум — вашему ПК будет нанесен ущерб. Это простой и наглядный пример из повседневной практики.

А если ваше оборудование предназначено для работы в цеху или в автомобиле? Здесь к вопросам сигнализации вообще требуется самое пристальное внимание. Таким образом, не подумав все нюансы и не выбрав звуковой излучатель с достаточным для конкретной обстановки конечного применения звуковым давлением, вы перечеркнете всю проделанную работу. Такой излучатель — копейная деталь, но она может значительно повлиять на конечную работу дорогостоящего оборудования. Еще одна проблема — носимые устройства, для которых звуковой излучатель должен быть предельно миниатюрным и работать от низкого напряжения возбуждения. Но «миниатюрный» в данном контексте не означает недостаточно мощный или ненадежный. Такой излучатель, особенно если он используется в изделиях медицинского назначения, становится едва ли не одним из самых главных компонентов.

Для решения описанных выше задач компания Murata Manufacturing, известный производитель компонентов сигнализации для электронного оборудования, предлагает достаточно широкую гамму пьезоэлектрических сигнализаторов (рис. 1) [1].

Для разработчиков доступны: полноценные звуковые излучатели, которые могут воспроизводить различные аудиосигналы, включая мелодии; звуковые сигнализаторы, подающие звуковой сигнал от встроенного генератора сразу и без внешних компонентов, как только на них будет подано напряжение постоянного тока; пьезоэлектрические мембраны, которые могут устанавливаться в нужное пользователю акустическое оформление и использоваться по его усмотрению (пьезоэлектрические излучатели, ПЭИ). Возникает один законный вопрос — почему пьезоэлектрические? Ответ прост и очевиден. Благодаря простой конструкции, без

магнита и катушки, ПЭИ значительно легче сопоставимых с ними по уровню звукового давления электромагнитных компонентов. Это позволяет им более стойко выдерживать удары и вибрации, характерные для применения звуковых сигнализаторов. Кроме того, у ПЭИ меньше негативное влияние электромагнитного поля на окружающие цепи, а потребляемая ими мощность составляет одну десятую, а то и меньше, от потребляемой мощности их электромагнитных аналогов.

Недавно компанией Murata с целью расширения охвата рынков электронного оборудования был разработан и освоен в серийном производстве новый звуковой ПЭИ, удачно дополняющий линейку продуктов компании, — PKMCS1818E20A0-R1 [2]. Он предназначен для самого широкого круга применений, но в первую очередь — для систем безопасности, промышленного, автомобильного оборудования. Кроме того, в этой линейке продуктов компании имеется и еще один уникальный по своим характеристикам излучатель для медицинского применения — PKMCS0909E4000-R1 [1].



Рис. 1. Пьезоэлектрические звуковые излучатели компании Murata

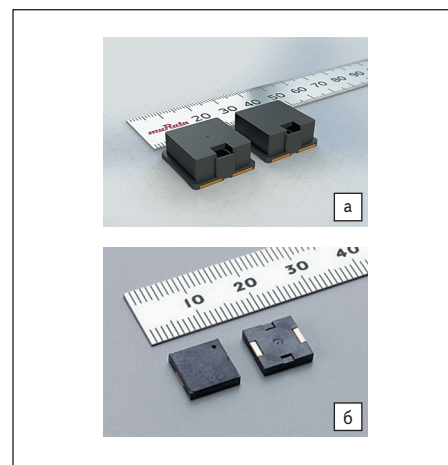


Рис. 2. Звуковые ПЭИ компании Murata: а) PKMCS1818E20A0-R1; б) PKMCS0909E4000-R1

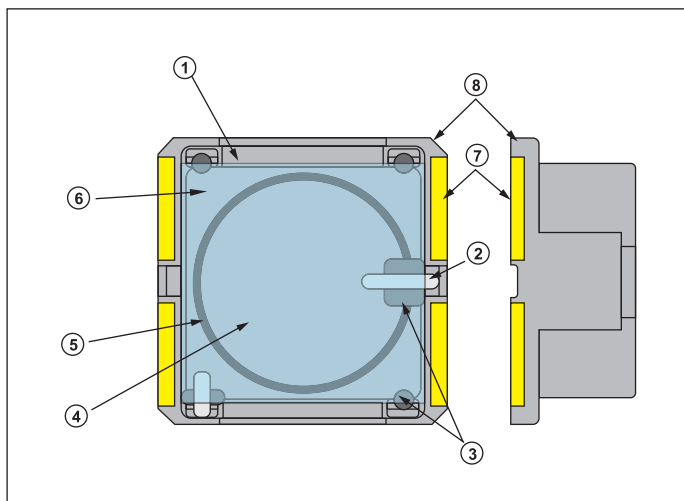


Рис. 3. Конструкция ПЭИ PKMCS1818E20A0-R1:

1 — изоляционный клей; 2 — токопроводящий клей; 3 — изоляционный клей; 4 — электрод; 5 — керамический элемент; 6 — металлическая пластина; 7 — терминал; 8 — корпус

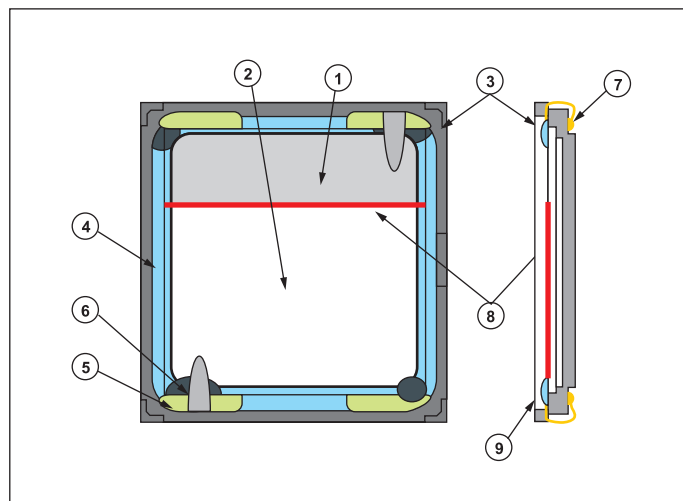


Рис. 4. Конструкция ПЭИ PKMCS0909E4000-R1:

1 — металлическая пластина; 2 — внутренний электрод; 3 — корпус; 4 — уплотнитель; 5 — изоляционный клей; 6 — токопроводящий клей; 7 — внешний терминал; 8 — керамический элемент; 9 — крышка корпуса

Внешний вид этих звуковых ПЭИ показан на рис. 2, а их конструкция — на рис. 3, 4 [1].

Основная область применения PKMCS1818E20A0-R1 — сигнализация в автомобильных применениях. Широкомасштабное производство этого ПЭИ было начато в конце 2016 г. Основная причина в необходимости разработки и вывода на рынок данного устройства заключается в том, что автомобильная промышленность продолжает разрабатывать и внедрять системы содействия водителю (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS), перспективные для использования в автомобилях следующего поколения. Задача ADAS — распознавать некоторые объекты, осуществлять их базовую классификацию, извещать водителя об опасных ситуациях и, в некоторых случаях, замедлять или останавливать движение автомобиля. Уже сейчас уровень развития технологий отлично справляется с обнаружением мертвых зон, содействием при смене полосы движения и предупреждениями об опасности столкновений. ADAS может отличить полицейский автомобиль от такси, машину скорой помощи от автофургона, припаркованный автомобиль — от того, который через мгновение собирается выехать на полосу движения. На этом ее возможности не ограничиваются: система может идентифицировать все, начиная от движущихся по тротуару велосипедистов и заканчивая невнимательными пешеходами. И здесь на первое место выходит именно звуковая сигнализация, так как водитель следит за дорогой и не может постоянно отвлекаться на визуальные сигналы, появляющиеся на приборной панели (яркие, привлекающие внимание вспышки, используемые для сигнализации, например, в некотором промышленном оборудовании, здесь просто неприемлемы).

Важнейшей характеристикой для предупреждений и уведомлений во время вождения автомобиля в рамках человеко-машинного интерфейса является уровень громкости звукового сигнализатора.

Таблица. Технические характеристики звукового излучателя PKMCS1818E20A0-R1

Параметр	Значение
Габариты, мм	18×18×8
Вес, г	0,96
Частота, кГц	2
Звуковое давление, дБ	100 (типичное)/90 (min) (12 В, 2 кГц, меандр, 10 см)
Максимальное напряжение возбуждения	18 В (однополярное)
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+105
Диапазон температур хранения, °С	-40...+105
Конструктивное исполнение	SMD
Драйвер	Внешний

Предыдущее поколение динамических звуковых излучателей имело шттыревые выводы, что приводило к проблемам, связанным с монтажными дефектами и изменениями качества звука. Это спровоцировало спрос на детали, пригодные для монтажа на поверхность методом оплавления, обладающие высокой степенью надежности, что, собственно, и требуется для автопрома.

Для решения данной проблемы компания Murata применила уникальные материалы и высокотехнологические производственные процессы. Это позволило наладить производство звукового ПЭИ для поверхностного монтажа специально для автомобильного рынка. Новый прибор обеспечивает в четыре раза большее звуковое давление (на 10–12 дБ) по сравнению с предыдущей серией PKLCS1212E [1]. В настоящее время основной целью является широкое внедрение нового звукового ПЭИ PKMCS1818E20A0-R1 в качестве сигнализатора в спидометрах, в системах рулевого управления с усилителем, системах предупреждения о столкновении, системах помощи при парковке и ряде других применений.

Технические характеристики PKMCS1818E20A0-R1 приведены в таблице, а график зависимости его звукового давления в диапазоне частот показан на рис. 5.

Второй из рассматриваемых в данной статье ПЭИ компании Murata (по мнению компании, и с этим нельзя не согласиться, хотя и выпу-

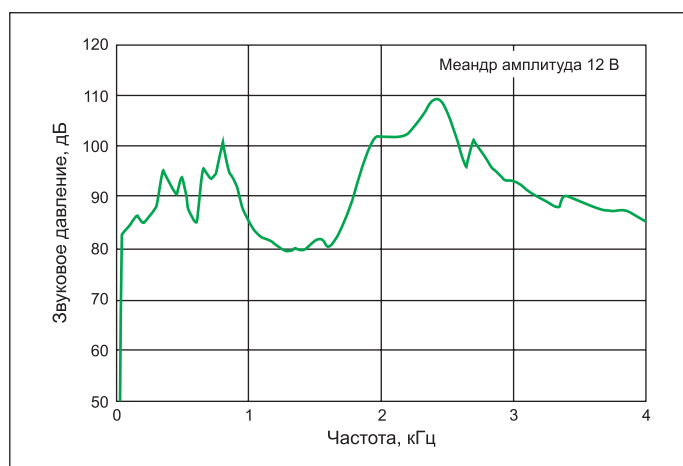


Рис. 5. График зависимости звукового давления PKMCS1818E20A0-R1 в диапазоне частот

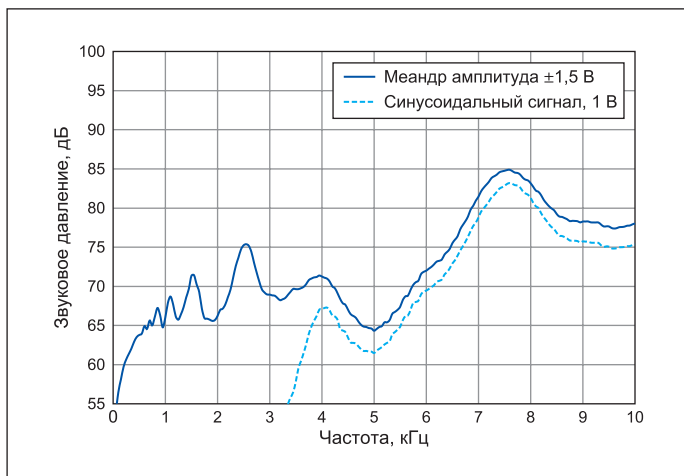


Рис. 6. График зависимости звукового давления РКМС0909Е4000-Р1 в диапазоне частот

скается с 2014 г., до сих пор остается самым миниатюрным и легким звуковым излучателем для поверхностного монтажа. Занимаемая площадь и общий вес звукового излучателя РКМС1818Е20А0-Р1, по сравнению с предыдущими продуктами Murata, уменьшились на 44%, а РКМС0909Е4000-Р1 имеет размеры всего 9×9×1,7 мм и весит 160 мг. Несмотря на свою миниатюрность, уровень звукового давления РКМС0909Е4000-Р1, измеренный на расстоянии 10 см, при его возбуждении от меандра частотой 4 кГц и амплитудой всего ±1,5 В, превышает 65 дБ, при этом типовая частотная характеристика этого ПЭИ позволяет эффективно передавать не только тональные сигналы, но и голосовые сообщения (рис. 6). Максимально допустимое рабочее напряжение звукового излучателя составляет ±12,5 В, а его собственная типовая потребляемая мощность 0,6 мВт, что позволяет продлить срок службы батареи в бюджетных электронных устройствах с ограниченными возможностями в части электропитания. Так же, как и в РКМС1818Е20А0-Р1, для генерации создания звука в РКМС0909Е4000-Р1 не используются магниты и катушки, что уменьшает негативное влияние электромагнитного поля на окружающие цепи.

Типичные области применения для РКМС0909Е4000-Р1: глюкометры; медицинские градусники; звуковые индикаторы готовности вспышки камеры; сигнализаторы местонахождения; Bluetooth-ключи; носимые непосредственно на теле пользователя «умные» устройства. Диапазон рабочих температур и температур хранения звукового излучателя РКМС0909Е4000-Р1 — -40...+85 °С.

В заключение рассмотрения особенностей применения звуковых излучателей РКМС1818Е20А0-Р1 и РКМС0909Е4000-Р1 необходимо отметить, что они не имеют встроенного генератора и для управ-

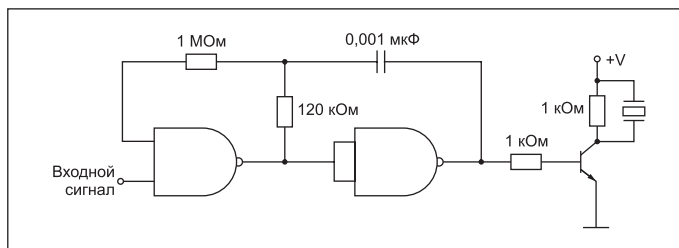


Рис. 7. Типовое включение звукового ПЭИ

Примечание: Резистор сопротивлением 1 кОм, установленный параллельно звуковому излучателю, является обязательным элементом, обеспечивающим разряд его собственной емкости. Без этого резистора излучатель будет неработоспособным.

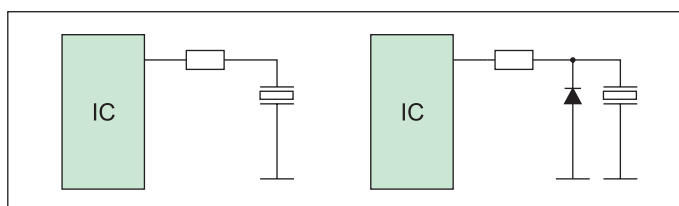


Рис. 8. Рекомендуемые схемы включения звукового излучателя РКМС0909Е4000-Р1

ления требуют внешний драйвер. Однако для грамотного использования звуковых ПЭИ при выборе или разработке их драйверов необходимо учитывать такой важный для разработчика параметр, как его собственная емкость, именно это является здесь главным решающим фактором. Согласно [1], собственная емкость РКМС0909Е4000-Р1 находится на уровне 9 нФ. К сожалению, для звукового излучателя РКМС1818Е20А0-Р1 в спецификации [2] значение емкости изготовителем не приводится. Для справки: емкость звуковых излучателей предыдущей серии, а именно РКЛС1212Е, согласно [1], составляет 28 нФ. Такая емкостная нагрузка для микросхем может оказаться уже существенной, и, следовательно, прямое подключение звукового излучателя на выход — недопустимым. Примеры исполнения драйверов и варианты включения звуковых излучателей приведены в [1], все они сводятся к использованию внешнего транзистора, что как раз и связано с большой собственной емкостью таких звуковых излучателей. Один из типовых рекомендуемых компанией Murata примеров включения звукового ПЭИ показан на рис. 7.

Основным вариантом подключения звукового излучателя РКМС0909Е4000-Р1, ввиду его малой собственной емкости, является схема, приведенная на рис. 8. Согласно [1], здесь следует использовать резистор номиналом 1–2 кОм.

Однако такое включение приемлемо лишь для звуковых излучателей с небольшим рабочим напряжением возбуждения. Для от-

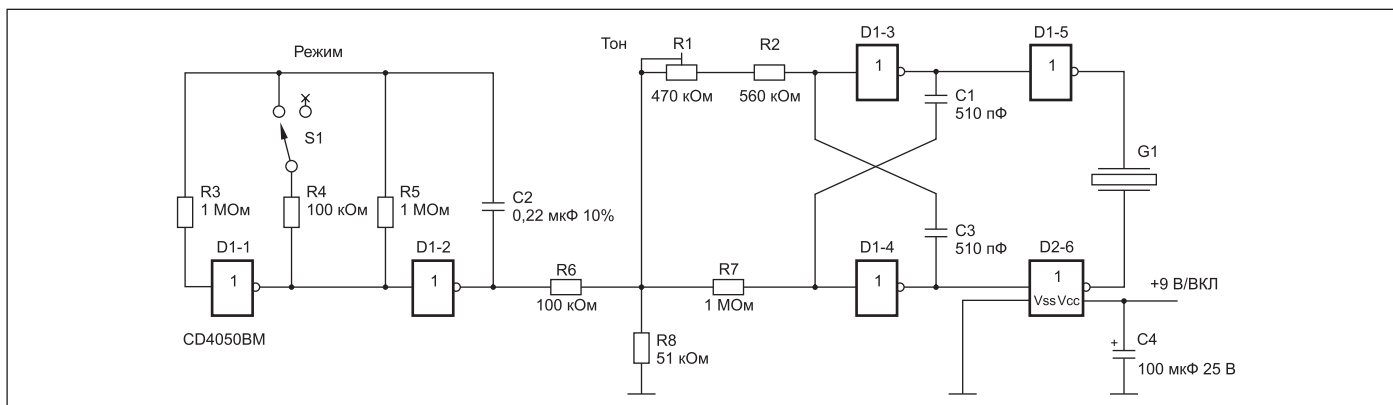


Рис. 9. Практический пример включения звукового ПЭИ

Примечание: Включение сигнализатора осуществляется подачей питающего напряжения.

носителем высоковольтных излучателей у разработчика для обеспечения необходимого звукового давления не всегда есть возможность обеспечить требуемое для возбуждения ПЭИ повышенное напряжение. Для этой цели автором статьи с успехом использовалось разработанное им решение сигнализации [4], модифицированная схема которого приведена на рис. 9. Оно позволяет не только организовать двухрежимное («звонок» и «двухтональная сирена») управление ПЭИ, но и, благодаря мостовому включению звукового излучателя, повысить на нем напряжение в два раза относительно напряжения питания устройства. Кроме того, здесь имеется подстройка частоты возбуждения до резонансной, обеспечивающей

максимальное звуковое давление. В ряде случаев именно такое решение оказывается оптимальным.

Если емкостная нагрузка не является критичной, а оперативная подстройка частоты возбуждения не требуется, то для возбуждения звукового ПЭИ более высоким, чем это доступно, напряжением можно использовать его подключение непосредственно к противофазным I/O-портам. В противном случае потребуется маломощный повышающий DC/DC-преобразователь, что усложнит решение конечного устройства.

В завершение обзора подчеркнем еще два важных момента. Естественно, что такие устройства, как звуковые ПЭИ, требуют бережного отношения при пайке, все данные

по ее профилям приведены в [1]. Также необходимо учитывать, что из-за особенностей конструкции рассмотренных звуковых излучателей мытье плат окунанием после их установки не допускается. ■

Литература

1. Piezoelectric Sound Components. Murata Manufacturing Co., Ltd. Dec. 25, 2015.
2. PKMCS1818E20A0-R1. Murata Manufacturing Co., Ltd. 2017.03.18.
3. SMD Piezoelectric Sounders for Automotive & Industrial / Security. Murata Manufacturing Co., Ltd. No.VPPT-BUZJ331-D. January, 2017.
4. Рентюк В. Безопасный звонок // Радиоаматор, 2014. № 11–12.