

Электроакустический датчик разбития стекла

В последнее время все большую популярность в области систем безопасности завоевывают электроакустические датчики разрушения стекла (DG-50, «Стекло-б»). Удобство их эксплуатации заключается не только в отсутствии необходимости приклеивать датчики на стекло, но и в возможности «охраны» одним прибором нескольких стеклянных проемов больших площадей. Один из вариантов самостоятельного изготовления и оборудования домов датчиками подобного рода и предлагает в этой статье.

Принцип работы таких датчиков основан на фиксировании всплеска звукового сигнала определенной частоты, которая является доминирующей при механических воздействиях на тот или иной предмет. Спектр звукового сигнала разрушающегося стекла весьма разнообразен, но все же имеется некий максимум частотной составляющей расположенный в диапазоне частот 4,2–4,9 кГц. Конечно, в каждом индивидуальном случае этот участок может немного выходить за указанные пределы, но весьма незначительно, что в свою очередь позволяет сделать следующий вывод: необходимо отслеживать наличие сигнала 4,4–4,6 кГц и при его достаточном уровне выдать сигнал тревоги. Однако у достаточно толстых стекол частотный спектр несколько сдвинут в сторону более низких частот, следовательно прибор должен иметь доступный регулятор, позволяющий незначительно изменять частоту отслеживаемого сигнала.

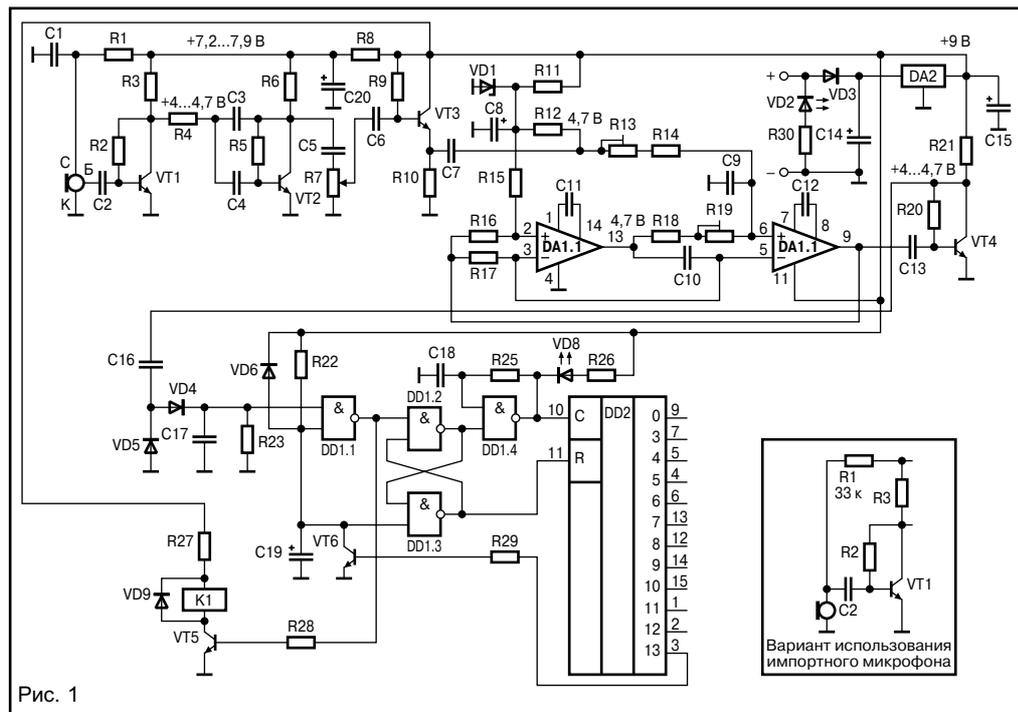
При охране датчиком больших и маленьких остекленных площадей возникает вопрос о возможности оперативной регулировке чувстви-

тельности, поскольку при малых площадях слишком «острый слух» для прибора совсем не обязателен, а его «притупление» позволит избавиться от самопроизвольных, ложных срабатываний.

Исходя из вышесказанного и был разработан прибор, принципиальная

схема которого приведена на рис. 1. На рис. 2 приведен чертеж печатной платы, а на рис. 3 — расположение деталей на ней. Технические характеристики прибора сведены в табл. 1, список используемых деталей — в табл. 2. Условно прибор состоит из предварительного линейного усилителя, активного фильтра, формирователя сигнала тревоги и таймера срабатывания. В качестве микрофона используется электретный микрофон отечественного или импортного производства. На транзисторе VT1 собран линейный усилитель. Конечно, такое построение вносит в звуковой сигнал достаточно много нелинейных искажений, но в данном случае это большого значения не имеет, поскольку необходимо не усилить сигнал, а лишь определить его наличие.

На транзисторе VT2 собран первый каскад активного фильтра, представляющего собой низкодобротный фильтр с



Вариант использования импортного микрофона

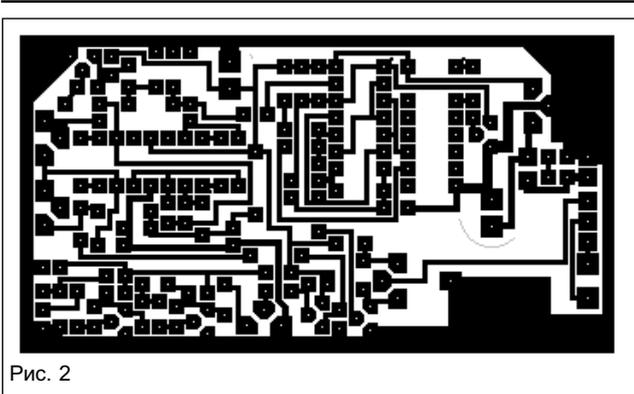


Рис. 2

небольшим коэффициентом усиления. Выбор именно этого схемотехнического решения обоснован тем, что на начальных этапах усиления необходимо захватить несколько больший диапазон частот для того, чтобы в дальнейшем имелся небольшой запас по частоте усиливаемого сигнала. После этого фильтра установлен регулятор уровня сигнала на резисторе R7, позволяющий оперативно регулировать чувствительность прибора. На микросхеме DA1 собран высокочастотный фильтр с регулируемой полосой пропускания. Использование именно этого фильтра позволяет изменением одного номинала (резистор R19) в широких пределах изменять полосу пропускания. Также у этого фильтра имеется возможность устанавливать необходимую добротность, она регулируется резистором

сигнал до достаточно большой амплитуды. Далее, после выпрямления диодами VD4, VD5 и сглаживания емкостью C17, усиленный сигнал подается непосредственно на вход элемента DD1.4.

На DD1.1–DD1.3 собран триггер, определяющий состояние прибора. При подаче напряжения питания через заряжающийся конденсатор C19 на входах элементов DD1.1 и DD1.3 сформируется уровень лог. 0, что приводит к появлению на их выходах уровня лог. 1. Поскольку оба выхода этих элементов соединены с входами элемента DD1.3, то на его выходе появится уровень лог. 0.

По мере зарядки конденсатора C19 напряжение на нем будет увеличиваться и достигнет уровня лог. 1. Кстати, емкость C19 несколько великовата, это сделано для того, чтобы переходные процессы,

следствие, на выходе появляется только необходимый для контроля сигнал. На VD1 собран стабилизатор напряжения, выполняющий роль имитации средней точки, которая необходима для правильной работы ОУ.

На транзисторе VT4 собран линейный усилитель, аналогичный первому каскаду усиления. Он усиливает

вающий резистор R28, откроет транзистор VT5, и контакты реле K1 замкнутся, что восстановит шлейф (линию) сигнализации.

Как только произойдет разрушение стекла в зоне чувствительности прибора звуковой сигнал вызовет появление лог. 1 на входе DD1.1, и на его выходе сформируется лог. 0, что повлечет появление лог. 1 на выходе DD1.2, а поскольку на первом входе DD1.3 уже имеется лог. 1, то на его выходе появится уровень лог. 0. Таким образом триггер изменит свое состояние и даже при пропадании звукового сигнала он будет оставаться в этом состоянии, поскольку лог. 0 с выхода DD1.3 не позволит изменить уровень выходного напряжения DD1.2.

С появлением на выходе DD1.1 лог. 0 транзистор VT5 закроется, реле K1 разомкнет свои контакты, и прибор, следящий за целостностью шлейфа сигнализации, выдаст сигнал тревоги.

Появление на выходе DD1.3 лог. 0 снимет принудительную установку нулевого состояния с микросхемы DD2 и разрешит ее работу, а лог. 1 на выходе DD1.2 разрешит работу генератора, построенного на элементе DD1.4. По поводу этого генератора необходимо отметить, что подобное построение возможно только при использовании микросхемы ТЛ1, поскольку только она имеет широкую петлю гистерезиса (триггер Шмитта), и использование микросхемы ЛА7, имеющей одинаковую цоколевку и логику работы, в данном случае невозможно.

При разрешении работы и появлении импульсов на тактовом входе счетчик DD2 начинает обратный отсчет времени, и помимо этого начнет прерывисто светиться индикатор VD8, означающий, что прибор недавно был в состоянии «Тревога». Введение подобного таймера объясняется тем, что момент срабатывания очень непродолжителен, и выяснить какой именно прибор сработал практически невозможно. С появлением на входе «С» тактовых импульсов счетчик начинает увеличивать свое содержимое и достигает положения, когда на последнем разряде (вывод 3) появится уровень лог. 1. Как только это произойдет, транзистор VT6 откроется и разрядит конденсатор C19, что повлечет установку триггера состояния в исходный дежурный режим. Таким образом, через определенное время, регулируемое частотой генератора на DD1.4, прибор перейдет в состояние, когда все индикаторы потушены. Следует отметить, что на печатной плате предусмотрена контактная площадка на случай необходимости сократить время «послетревожной» индикации. Для этого резистор R25 следует припаять на эту контактную площадку. При выборе номиналов резистора R25 и C18 необходимо учесть, что резистор не должен превышать 300 кОм, а конденсатор — 1 мкФ, так как дальнейшее увеличение этих номиналов может сказаться на устойчивости работы генератора.

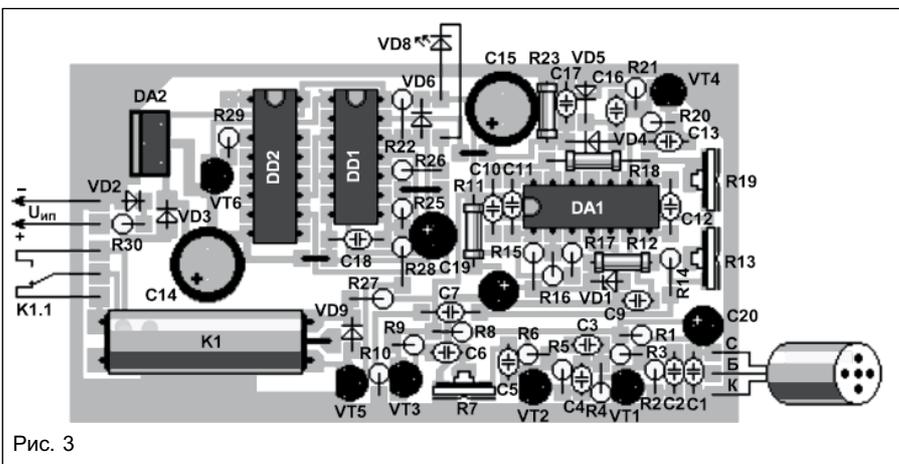


Рис. 3

R13. Последовательное включение обоих фильтров позволяет избавиться от низкочастотной и высокочастотной составляющих звукового сигнала, и, как

возникающие в аналоговой части прибора, в момент включения успели закончиться. При отсутствии сигнала с фильтра-усилителя на втором входе DD1.1 будет присутствовать уровень лог. 0, это будет

поддерживать на выходе этого элемента уровень лог. 1. Уровень лог. 0 с выхода DD1.2 удержит лог. 1 на выходе DD1.3, и это состояние будет продолжаться до тех пор, пока не появится звуковой сигнал требуемой частоты и уровня.

Уровень лог. 1 на выходе элемента DD1.1, пройдя токоограничи-

Таблица 1

Параметр	Мин.	Стандарт.	Макс.
Напряжение питания, В	10	12	26
Потребляемый ток, А	0,04	0,06	0,09
Дальность действия, м	0,5	4	6,5
Время установки в дежурный режим, сек	1		2
Время фиксации сигнала тревоги, с	30	120	240
Режим работы	Непрерывный круглосуточный		

Таблица 2

Позиция	Тип	Номинал	Позиция	Тип/напряжение	Номинал
R1	МЛТ-0,125	2 кОм	C1, C2	63 В	0,22 мкФ
R2, R5, R20	МЛТ-0,125	1-1,3 Мом	C3, C4	любой	470 пФ
R3, R6, R21	МЛТ-0,125	6,2-6,8 кОм	C5-C7	63 В	0,1 мкФ
R4	МЛТ-0,125	6,8 кОм	C8	16-63 В	4,7-22 мкФ
R7		33-47 кОм	C9, C10	любой	4700 пФ
R8	МЛТ-0,125	510	C11, C12	любой	220-300 пФ
R9	МЛТ-0,125	470 кОм	C13	63 В	0,22- 0,47 мкФ
R10	МЛТ-0,125	3,3 кОм	C14, C15	25 В	220-470 мкФ
R11	МЛТ-0,125	1,8-2,7 кОм	C16, C17	63 В	0,15-0,22 мкФ
R12, R22	МЛТ-0,125	47 кОм	C18	63 В	0,47-2,2 мкФ
R13, R19		15 кОм	C19, C20	16-25 В	100 мкФ
R14	МЛТ-0,125	10 кОм	Позиция	Тип	Замена
R15-R17	МЛТ-0,125	6,8 кОм	VD1	КС147	любой на 4,7 В
R18	МЛТ-0,125	1,8-2,2 кОм	VD2, VD8	АЛ307	любой, желательно красный
R23	МЛТ-0,125	100 кОм	VD4-VD6, VD9	КД103	КД521, КД522, КД503
R26, R29	МЛТ-0,125	3,9-4,3 кОм	VT1-VT4	КТ3102	желательно с буквой "Е"
R25	МЛТ-0,125	100-270 кОм	VT5, VT6	КТ503	с любой буквой
R27	МЛТ-0,125	подбор	DD1	К561ТЛ1	
R28	МЛТ-0,125	6,2-6,8 кОм	DD2	К561ИЕ16	
R30	МЛТ-0,125	3,9-4,7 кОм	DA1	К157УД2	
K1	РЭС-55		DA2	КРЕН8А	LM7809, LM7810

Питание устройства осуществляется от внешнего источника питания с выходным напряжением 10–26 В. В устройстве предусмотрен свой собственный стабилизатор напряжения на DA2, с выходным напряжением 9 В, от которого собственно и питается само устройство. Поскольку питание, как правило, идет по проводу типа ТРП, то не лишним будет установка средств защиты и индикации на диодах VD2, VD3. Первый индицирует, что питание подано не той полярности, второй — предохраняет устройство от выхода из строя в этой ситуации.

Регулировку прибора начинают с проверки работоспособности и соответствия контрольных напряжений в характерных точках устройства, указанных на схеме (напряжения могут незначительно отличаться, но не более чем на 10%). Если есть в наличии генератор, то задача сильно упрощается, поскольку нужно лишь подать на вход напряжение с генератора и резистором R19 установить максимальное усиление на частоте 4,5–4,6 кГц. Если же генератора нет, то можно отрегулировать прибор «на глаз». Если стекло толще, то сопротивление резистора R19 увеличивают, уменьшая частоту пропускания, если стекло тоньше, то сопротивление наоборот уменьшают, увеличивая частоту. Увеличение/уменьшение сопротивления R19 производится очень в небольших пределах, примерно 5–7% от номинального сопротивления. Добротность регулируют увеличивая (с помощью резистора R13) при более тонких стеклах и уменьшая, при более толстых.

В перечне используемых элементов не указан паспорт реле РЭС-55, поскольку потребление обмотки этого реле не слишком велико, но можно использовать реле на напряжение от 3 до 9 В, а требуемое напряжение для обмотки выставить подбором резистора R27 (желательно МЛТ-0,5).

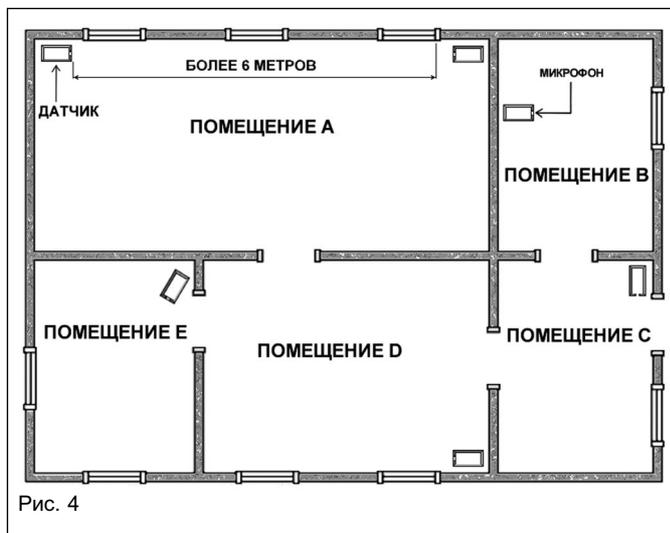
Конструктивно прибор выполнен в пластмассовом корпусе, имеющем клеммную колодку для подключения питания и линии шлейфа сигнализации. На боковой стороне прибора имеется отверстие, в которое установлен микрофон. Интегральный стабилизатор DA2 установлен на теплоотвод размером 25x40 мм, выполненный из алюминиевой полосы толщиной 1,5–2 мм. При питании напряжением более 15 В площадь теплоотвода необходимо увеличить.

Необходимо отметить некоторые моменты. У микрофона МКЭ-3 на корпус подведен плюс питания, поэтому «заземление» его корпуса невозможно. У импортных микрофонов чувствительность выше в 1,5–2 раза. Для уменьшения габаритов печатной платы и

уменьшения количества перемычек у микросхемы DD2 второй и пятнадцатый выводы удалены.

Датчики можно установить вдоль стены, на которой расположены окна, если их несколько, и расстояние до самого дальнего не превышает 6–6,5 м (помещение D на рис. 4). Если это расстояние больше, то необходимо установить два датчика друг напротив друга (помещение А). Так же датчик можно установить прямо напротив окна, если оно в помещении одно (помещение В). Если помещение небольшое, и окна расположены на угловых стенах, то можно датчик установить под углом к каждому, но при том же условии — расстояние до каждого окна не должно превышать 6 м (помещение Е). Если в помещении имеется остекленная дверь, то ее тоже можно «охранять» используя датчик, расположенный любым из выше описанных способов (на рис. 4 в помещении «С» датчик «охраняет» и дверь и расположенное за ним окно). При выборе места установки и количества датчиков следует учитывать, что датчик все же акустический и не «любит» звукопоглощающий материал (плотные шторы и занавески), поэтому при большом количестве зашторенных оконных проемов лучше установить дополнительный датчик.

Остается лишь добавить, что подобные датчики прекрасно согласуются и



работают совместно с прибором, описанным в журнале «Схемотехника», №1 за этот год. В качестве эксперимента в шлейф прибора было включено семь вышеописанных датчиков с «запиткой» от этого же прибора, и на протяжении семи месяцев ложных срабатываний выявлено не было.

Андрей Тишкунов,
root@amr.novshan.donpac.ru

Литература

1. Козлов А. Графический эквалайзер. — Радио, 1988, №2, стр.42.
2. Шило В. Популярные цифровые микросхемы. — Радио и связь, 1987.