

ОТ ИДЕИ – К ВОПЛОЩЕНИЮ.

Хлуденьков Владимир

v_hludnikov@proton-impuls.ru

vladimirostu@mail.ru

В настоящей статье на примере разработки изделия «Выключатель акустический универсальный» приведено отличие методики разработки изделия, выпускаемого серийно, от методики разработки изделия из серии «собери сам».

В наше время повального увлечения экономией ресурсов (в том числе электрической энергии) довольно популярными становятся всевозможные устройства управления освещением – датчики движения, акустические, фотодатчики, прочее. Производит аналогичную продукцию и наше предприятие, «Протон-Импульс», г. Орёл. Называется оно «Выключатель акустический универсальный ВАУ-01».

Многие предприятия в настоящее время стараются идти по «китайскому» пути развития – покупают интересующее их изделие у фирм-конкурентов, копируют схемотехническое решение, «прошивку» микроконтроллеров, а затем производят это изделие и продают. На мой взгляд, это неприемлемое решение для компании, которая стремится выбиться в лидеры. Прежде стоит всего отметить правовой и этический моменты подобной практики. Но мне, как разработчику гораздо важнее то, что схемы «слизанные» из различных журналов или взятые у конкурентов, часто не соответствуют порой противоречивым требованиям заказчиков. Более того, успешной дальнейшей модификации можно подвергать только изделия, разработанные самостоятельно.

Именно поэтому было принято решение самостоятельно разработать акустический выключатель. Казалось бы, чего проще. Функциональная схема изделия (она приведена на рисунке 1) и принцип его действия очевидны.

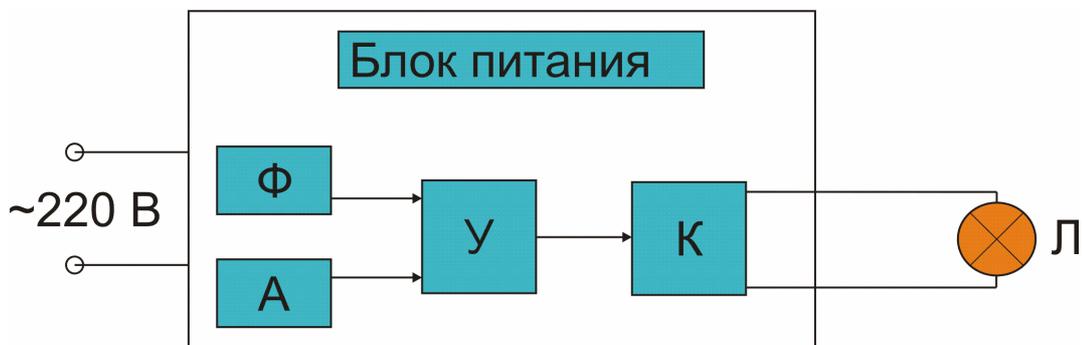


Рисунок 1 – Функциональная схема акустического выключателя.

А – акустический датчик

Ф – фотооптический датчик

У – блок управления

К – силовой ключ

Л – лампа

Прибор функционально состоит из следующих блоков:

1. Акустический датчик звука А. Его основной составляющей является микрофон. Реагирует на звук, поступающий извне и преобразует его уровень в напряжение. Диапазон уровней, в пределах которых датчик звука имеет чувствительность, достаточно широк – от 20 до 70 дБА. Для оценки в таблице 1 приведены типичные уровни звука.

Децибел, дБА	Характеристика	Источники звука
0	Ничего не слышно	
10	Почти не слышно	Тихий шелест листьев, шелест листвы.
20	Едва слышно	Шёпот человека (1м).
30	Тихо	Шёпот, тиканье настенных часов. Норма для жилых помещений ночью, с 23 до 7 ч, приглушенный разговор.
40	Довольно слышно	Обычная речь. Норма для жилых помещений, с 7 до 23 ч, обычный разговор
50	Отчётливо слышно	Разговор, пишущая машинка, Норма для офисных помещений класса А (по европейским нормам)
60	Шумно	Норма для контор, громкий разговор (1м)
70	Шумно	Громкие разговоры (1м), крик, смех (1м)
80	Очень шумно	Крик, мотоцикл с глушителем, громкий крик, мотоцикл с глушителем
90	Очень шумно	Громкие крики, грузовой железнодорожный вагон (в семи метрах), вагон метро (7м)
100	Крайне шумно	Оркестр, вагон метро (прерывисто), раскаты грома. Максимально допустимое звуковое давление для наушников плеера (по европейским нормам)

Таблица 1 – типичные уровни звука, дБА.

2. Датчик света – фотоэлемент Ф, реагирует на освещённость места и также преобразует её уровень в напряжение. Его диапазон чувствительности подобно звуковому датчику охватывает широкую область значений.

3. Управляющее устройство У. Опрашивает датчики звука и света и на основе их показаний принимает решение о включении или выключении электронного ключа К. Параллельно этому управляющее устройство формирует необходимые временные задержки, отсчитывает требуемые интервалы времени, производит тестирование оборудования при первом включении.

4. Схема питания – обеспечивает все вышеперечисленные элементы требуемым ими напряжением и током.

Когда светло (день), фотоэлемент блокирует сигналы, поступающие от акустического датчика к управляющему устройству. Когда становится темно (наступает ночь), управляющее устрой-

ство начинает принимать сигналы от акустического датчика и, в зависимости от ситуации, замыкать или размыкать силовой ключ, включая или выключая, таким образом, лампу.

В качестве управляющего элемента выбран недорогой и надёжный микроконтроллер ATtiny13. Микроконтроллер было решено применить по причинам гибкости алгоритма и возможности оперативного изменения параметров работы. Имеющийся в микроконтроллере блок аналого-цифрового преобразования (АЦП) позволил измерять приходящие от датчиков звука и света сигналы с высокой точностью, что позволило выставлять пороги срабатывания по этим величинам с высокой точностью. Попутно с этим решился вопрос с оперативностью изменения этих порогов.

Итак, техническое задание было получено, уровни светового и акустического порогов срабатывания определены, алгоритм работы изделия согласован. Дальше всё было просто. Была разработана схема электрическая принципиальная, выбрана элементная база (с учётом максимального использования уже применяемой в производстве элементной базы). Собран макет, написана программа для микроконтроллера, успешно пройдены все запланированные испытания.

А дальше, как всегда, начинается самое интересное. В процессе испытаний макета сразу возник ряд вопросов, которые и могли возникнуть только после этапа макетирования:

- на какой частоте проверять акустический порог, какова минимальная длительность звука?
- также световой порог, на какой частоте определять, как реагировать на вспышки освещения?
- как отличить вибрацию, скажем, стены от звукового сигнала?
- как отличить шум от сработавшей ночью автомобильной сигнализации от звука шагов или скрипа открываемой двери?
- как избавиться от засветки оптического датчика собственной лампой?
- какое принять решение (включать или не включать лампу) когда звук (шум) ночью идёт постоянно, всю ночь?
- как сделать устройство универсальным, чтобы к нему можно было подключать любую лампу – накаливания, люминесцентную, светодиодную, «энергосберегающую» со встроенной электронной схемой управления. Среди последних, кстати, есть образцы, которые обладают очень большим пусковым током, больше чем даже у традиционных ламп накаливания. К тому же они обладают ярко выраженной реактивной характеристикой сопротивления, что делает достаточно затруднительным включение лампы с отслеживанием перехода фазы через нуль.

После изготовления установочной партии встали вопросы совсем другого характера. Макетный образец можно спокойно откалибровать с тем, чтобы его параметры соответствовали заданным. Калибровка (регулировка) изделия компенсирует естественный разброс параметров применяемых компонентов, которая имеет место даже для прецизионных элементов. Даже небольшой разброс параметров радиоэлементов будет существенно влиять на параметры изделия – чувствительность к звуку, чувствительность к свету. Здесь же при больших объёмах заказов регулировка каждого изделия будет занимать непозволительно большое время. Поэтому изделие надо спроекти-

тировать таким, чтобы при общем разбросе параметров они несущественно влияли на его работоспособность в целом.

Но все эти и многие другие вопросы были успешно решены, и изделие «ВАУ-01» увидело свет.

Небольшое лирическое отступление. Процесс изготовления изделия в домашних условиях можно изобразить так, как это выглядит на рисунке 3, то есть мы можем в любой момент времени изменить что либо в схеме, в самой идее, перепаять, к примеру, любой резистор или конденсатор.

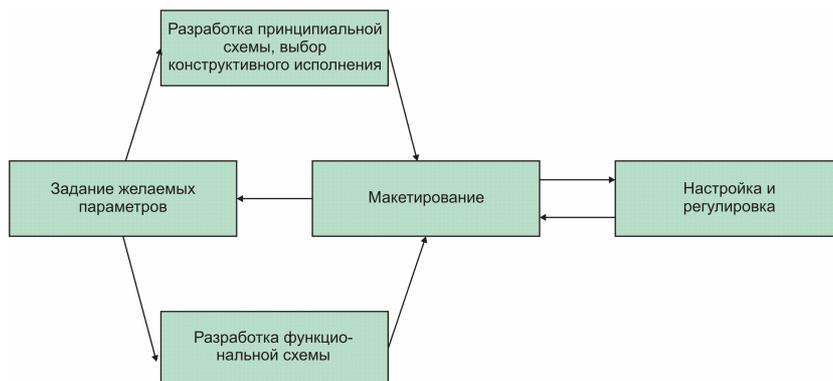


Рисунок 2 – Процесс изготовления изделия в домашних условиях

Если же рассматривать процесс изготовления изделия для серийного выпуска, то не претендуя на единственность изложения, его схема выглядит так как на рисунке 2. То есть после проработки отдельных пунктов к ним желательно больше не возвращаться. Поэтому при разработке изделия желательно на самом начальном этапе заложить возможность его дальнейшей модификации. Применительно к «ВАУ-01» имеется возможность изменения акустического и оптического порогов срабатывания, а также выдержки временных интервалов.



Рисунок 3 – Процесс разработки промышленно выпускаемого изделия.

После того как изделие было разработано и уже запущено в производство, от ряда заказчиков поступил ряд новых пожеланий. Среди них самыми интересными оказались следующие:

- Сделать акустический выключатель адаптивным по акустическому и световому порогам. Это пожелание является вполне очевидным. К примеру, в разных районах Москвы средний уровень шума за сутки является различным. То же самое можно сказать и про уровень освещённости. Поэтому желательно, чтобы устройство самостоятельно оценивало средние показатели звука и освещения за интервал времени (сутки) и, исходя из накопленных статистических данных, само выставляло пороги срабатывания.
- Сделать изделие адаптируемым к нагрузке. Очевидно, что чем больше мощность лампы, к которой подключается акустический выключатель, тем более эффективно его использование. Но и тем больше вероятность того, что пусковой ток в начале включения будет принят за ток короткого замыкания, что будет приводить к защитному отключению. Человеку, который вкручивает лампу в патрон, естественно, вовсе не хочется ещё и калибровать акустический выключатель под новую нагрузку. Для решения этих задач как раз и требуется применение микроконтроллера.

Работаем...