

Лабораторная работа №6. Работа со звуком

Цель работы

1. Изучить принцип работы пьезоизлучателя
2. Написать программу, извлекающую звуки из пьезоизлучателя
3. Закрепить навыки программирования таймера

Теоретические сведения

Звук

Звук — это физическое явление, распространение механических колебаний в виде упругих волн в твердой, жидкой и газообразной среде. В вакууме звук не распространяется. Эти колебания воспринимаются органами чувств людей и животных, а также специальной аппаратурой. Человек слышит звук в пределах 16 Гц – 20 кГц, инфразвук и ультразвук не слышит. В идеальной среде звук распространяется со скоростью 340 метров в секунду. Звуки сливаются в гармонию и позволяют нам наслаждаться музыкой.

Пьезоизлучатель

Самым простым вариантом генерации звука является использование пьезоизлучателя (рисунок 1.1).

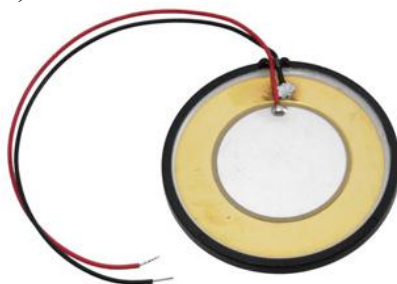


Рисунок 1.1 Пьезоизлучатель

Пьезокерамические излучатели (пьезоизлучатели) — электроакустические устройства воспроизведения звука, использующие пьезоэлектрический эффект. (эффект возникновения поляризации диэлектрика под действием механических напряжений (прямой пьезоэлектрический эффект). Существует и обратный пьезоэлектрический эффект — возникновение механических деформаций под действием электрического поля.

Прямой пьезоэффект:

в пьезозажигалках, для получения высокого напряжения на разряднике;

Обратный пьезоэлектрический эффект:

в пьезоизлучателях (эффективны на высоких частотах и имеют небольшие габариты);)

Пьезоизлучатели широко используются в различных электронных устройствах — часах-будильниках, телефонных аппаратах, электронных игрушках, бытовой технике.

Пьезокерамический излучатель состоит из металлической пластины, на которую нанесён слой пьезоэлектрической керамики, имеющий на внешней стороне токопроводящее напыление. Пластина и напыление являются двумя контактами.

Пьезоизлучатель также может использоваться в качестве пьезоэлектрического микрофона или датчика.

Формирование звука

Чтобы пьезокерамический излучатель зазвучал, на его выводы надо подать от МК импульсы с частотой 0.2...5 кГц. Например, выставить НИЗКИЙ уровень, затем пауза 100... 1000 МК с, выставить ВЫСОКИЙ уровень, пауза 100...1000 МК с и т.д. Интересно, что прямоугольные импульсы «звучат» громче, чем синусоидальный сигнал. Изменяя длительность пауз, можно варьировать музыкальную высоту нот в пределах нескольких октав. Изменяя скважность импульсов при постоянной частоте, можно добиться разной тембровой окраски.

Громкость звука напрямую зависит от прилагаемого к излучателю напряжения. Только надо помнить, что длительная работа с предельно высокими напряжениями может привести к механическим деформациям и разрушению пьезокерамики. Другая крайность заключается в слишком низком напряжении, когда приходится прислушиваться к «шёпоту», затаив дыхание. На практике выбирают золотую середину со средней комфортной громкостью.

В таблицах 1.1 и 1.2 приведены частоты различных нот.

Таблица 1.1 Таблица различных тонов

нота	частота	период	тон
c	261 Гц	3830	1915
d	294 Гц	3400	1700
e	329 Гц	3038	1519
f	349 Гц	2864	1432
g	392 Гц	2550	1275
a	440 Гц	2272	1136
b	493 Гц	2028	1014
C	523 Гц	1912	956

Таблица 1.2 Частоты звучания нот

Частота, Гц Нота		Суб-конт-октава	Контр-октава	Большая октава	Малая октава	1 октава	2 октава	3 октава	4 октава	5 октава
До	C		32.70	65.41	130.82	261.63	523.25	1046.50	2093.00	4186.00
До-диез	C		34.65	69.30	138.59	277.18	554.36	1108.70	2217.40	4434.80
Ре	D		36.95	73.91	147.83	293.66	587.32	1174.60	2349.20	4698.40
Ре-диез	D		38.88	77.78	155.56	311.13	622.26	1244.50	2489.00	4978.00
Ми	E	20.61	41.21	82.41	164.81	329.63	659.26	1318.50	2637.00	5274.00
Фа	F	21.82	43.65	87.31	174.62	349.23	698.46	1396.90	2793.80	

Фа-диез	F	23.12	46.25	92.50	185.00	369.99	739.98	1480.00	2960.00	
Соль	G	24.50	49.00	98.00	196.00	392.00	784.00	1568.00	3136.00	
Соль-диез	G	25.95	51.90	103.80	207.00	415.30	830.60	1661.20	3332.40	
Ля	A	27.50	55.00	110.00	220.00	440.00	880.00	1720.00	3440.00	
Си-бемоль	B	29.13	58.26	116.54	233.08	466.16	932.32	1864.60	3729.20	
Си	H	30.87	61.74	123.48	246.96	493.88	987.75	1975.50	3951.00	

Для формирования звука на пьезоизлучатель подаётся сигнал соответствующей частоты на определенное время. Время звучания каждой ноты задаётся темпом.

Расчет тонов производится следующим образом:

$$\text{timeHigh} = \text{period} / 2 = 1 / (2 * \text{toneFrequency})$$

где `toneFrequency` – частота звука;

`period` – период звука;

`timeHigh` – тон.

На листинге 1.1 показан пример формирования ноты на пьезоизлучателе.

Листинг 1.1 Пример формирования звука

```
for (i=0; i<temp; i++)
{
    P0_0 = 1;
    delay (timeHigh);
    P0_0 = 0;
    delay (timeHigh);
}
```

Широтно-импульсная модуляция

Широтно-импульсно модулированный сигнал – это импульсный сигнал постоянной частоты, но переменной **скважности** (соотношение длительности импульса и периода его следования).

Из-за того, что большинство физических процессов в природе имеют инерцию, то резкие перепады напряжения от 1 к 0 будут сглаживаться, принимая некоторое среднее значение. С помощью задания скважности можно менять среднее напряжение на выходе ШИМ.

Если скважность равняется 100%, то всё время на цифровом выходе будет напряжение, соответствующее логической "1" или 5 вольт. Если задать скважность 50%, то половину времени на выходе будет логическая "1", а половину – логический "0", и среднее напряжение будет равняться 2,5 вольтам. И так далее.

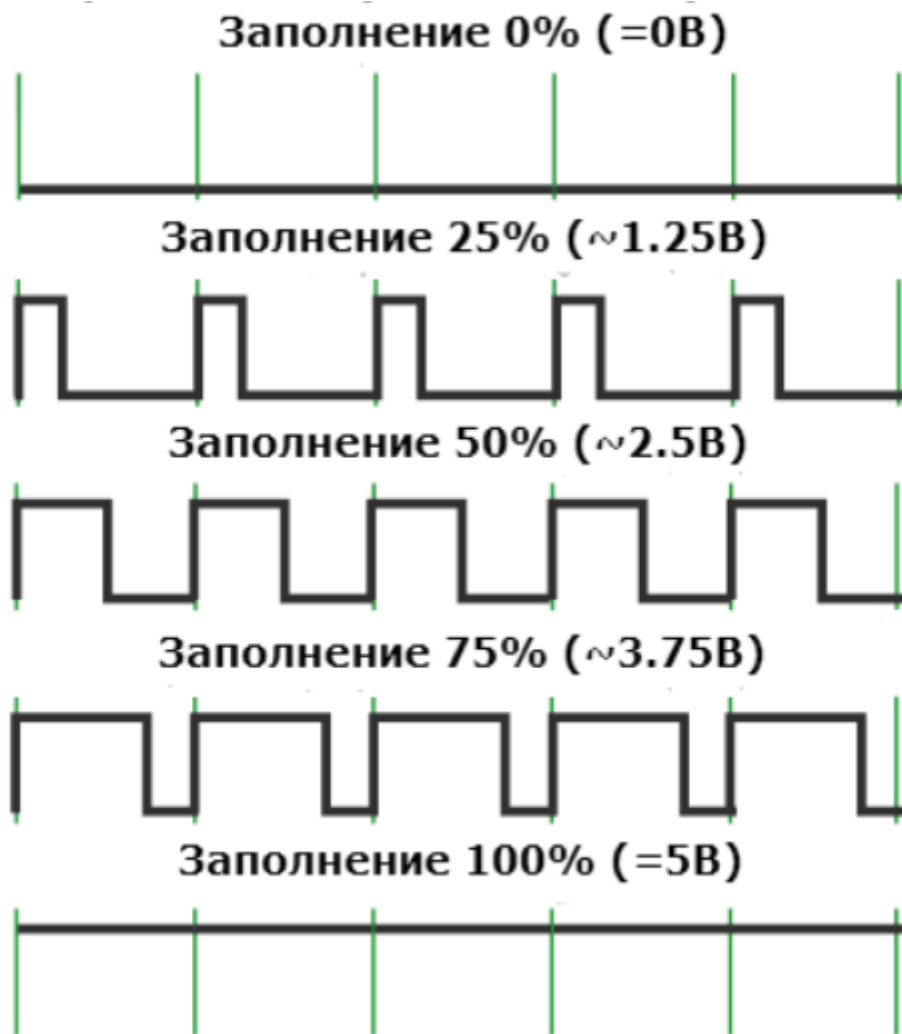


Рисунок 1.2 Работа ШИМ

В микроконтроллере ADuC842 присутствует один ШИМ, выход которого подсоединяется либо к выводам P2.6, P2.7 либо к выводам P3.3, P3.4. Номера ножек задаются в регистре CFG842. Функциональная схема ШИМ приведена на рисунке 1.3.

Данный ШИМ имеет несколько режимов работы.

- Режим 0. ШИМ выключен
- Режим 1. Широтно-модулированный сигнал на выходе P2.7 или P3.3.
- Режим 2. Двойной 8-разрядный ШИМ
- Режим 3. Двойной 16-разрядный ШИМ
- Режим 4.
- Режим 5.
- Режим 6.

Выбрать необходимый режим и указать другие настройки можно в регистре PWMCON.

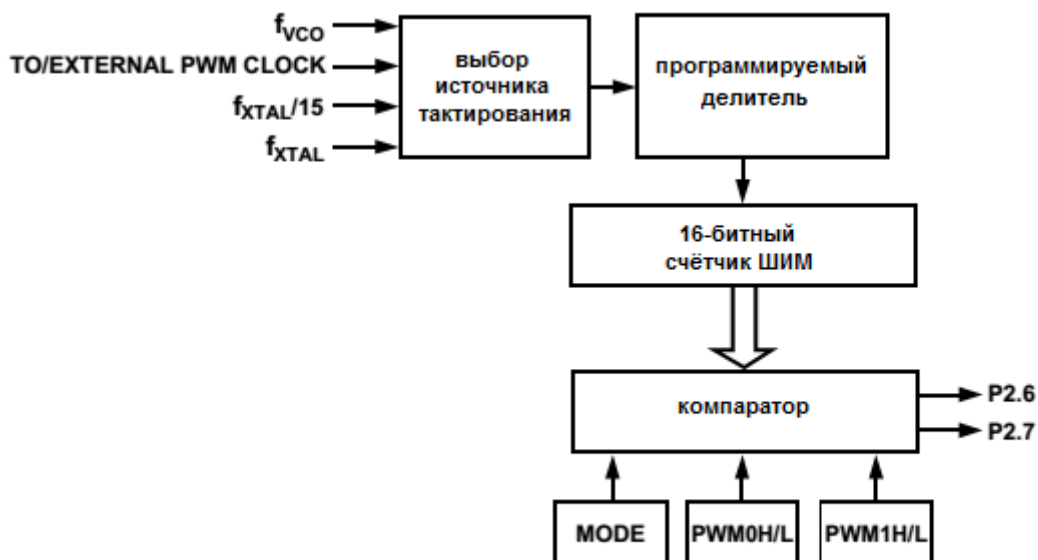


Рисунок 1.3 Функциональная схема ШИМ

Режим 1. Широтно-модулированный сигнал на выходе P2.7 или P3.3

В этом режиме период сигнала задаётся в регистрах PWM1H/L, а скважность меняется с помощью регистров PWM0H/L. На рисунке 1.4 приведена диаграмма работы ШИМ в этом режиме.

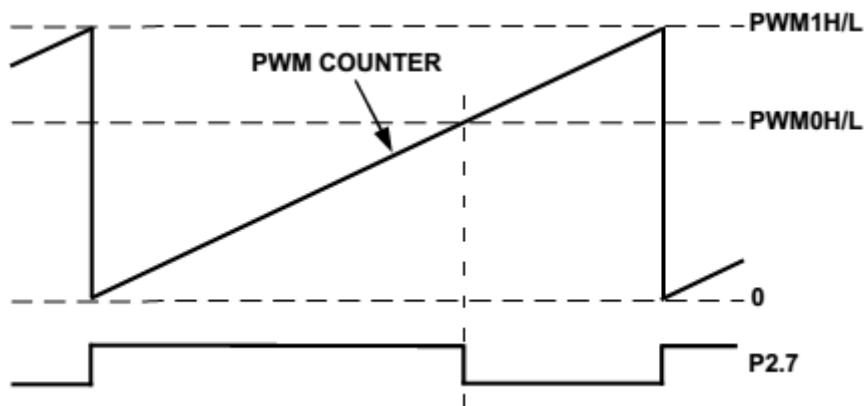


Рисунок 1.4 Диаграмма работы ШИМ в режиме 1

Задание на выполнение в лаборатории

1. Модифицировать лабораторную работу №3 таким образом, чтобы при нажатии на каждую кнопку клавиатуры воспроизводились звуки различных частот.
2. Написать программу, воспроизводящую произвольную мелодию.
3. С помощью изменения параметров ШИМ поменять тембровую окраску мелодии.