

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет: «Инженерные системы»

Направление: 5330200 – «Информатика и информационные технологии»
(в управлении)

Кафедра: «Интеллектуальные инженерные системы»

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой

_____ доц. Севинов Ж.У.
« _____ » _____ 2017 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
НА СОИСКАНИЕ СТЕПЕНИ
БАКАЛАВРА**

на тему: «Дистанционное управление объектами с помощью DTMF
сигналов»

Выполнил – студент

Нематжонов Д.Д.

Руководитель выпускной
работы, д.т.н., проф.

Игамбердиев Х.З.

Ташкент – 2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. ОСОБЕННОСТИ ДВУХТОНАЛЬНОГО МНОГОЧАСТОТНОГО АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА	6
1.1. Общие понятия о DTMF сигналов.	6
1.2. Формат двухтонального многочастотного сигнала.	7
1.3. Области использования DTMF сигналов.	9
1.4. Способы передачи DTMF сигналов.	10
1.5. Постановка задачи	11
ГЛАВА II. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С ПОМОЩЬЮ DTMF СИГНАЛОВ	12
2.1. Алгоритмы декодирования многочастотных сигналов	12
2.2. Методы декодирования двухтонального многочастотного сигнала.	17
2.3. Упорядочивание аналоговых двухтональных сигналов с помощью дешифратора или микроконтроллера.	39
2.4. Системы непрерывного и дискретного управления, на основе устройства DTMF сигналов и их программное обеспечение.	48
2.5. Рекомендуемые области применения декодирующего DTMF сигналов в электронике.	64
ГЛАВА III. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
ЛИТЕРАТУРА	78

ВВЕДЕНИЕ

В инженерной практике значительное место занимает проблема дистанционного управления объектами. В мире используют разные виды и методы управления объектами дистанционно, но каждый из них имеет недостатки и преимущества в применении. Дистанционное управление при использовании должно отвечать особым параметрам как качество управления, дистанция управления, надёжность и защищённость от внутренних и наружных воздействий. В настоящее время для дистанционного управления используются такие виды каналов, как проводной канал, радиоканал, ультразвуковой канал, инфракрасный канал и другие. Эти методы имеют разные параметры, требуют больших денежных вложений, монтажных работ и разрешения от государственных учреждений. При этом они имеют ограничения в радиусе действий. Сейчас во многих странах разрабатываются разные методы декодирования аналоговых много-тональных сигналов которые используются на прямую.

В данной выпускной квалификационной работе на соискание степени бакалавра проведено изучение и анализ одного из методов, а именно дистанционного управления с помощью DTMF (Dual-tone multi frequency) сигналов. В первой главе дано понятие о DTMF сигналов, а во второй главе описаны алгоритмы декодирования двухтональных аналоговых сигналов и приведены результаты их использования в разных отраслях.

Эта технология вошла в применение в середине XX века в Англии и изначально использовалась для аналогового набора телефонных номеров. Позже она использовалась только в программной части в различных сферах.

В Республике Узбекистан DTMF сигналы используются на программных обеспечениях стационарной телефонной связи и в мобильных сетях как навигация по голосовому меню. Однако ни в одной электронной сфере этот метод ранее не использовался для дистанционного управления.

Преимуществами этого метода является низкая затрата, отсутствие специальных монтажных работ и программного обеспечения.

В связи с этим модификация и улучшение рабочих параметров двух тонального аналогового сигнала в управлении объектами и их программного обеспечения представляется актуальной задачей.

ГЛАВА I. ОСОБЕННОСТИ ДВУХТОНАЛЬНОГО МНОГОЧАСТОТНОГО АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА

1.1. Общие понятия о DTMF сигналов.

DTMF. Тональный набор, тональный сигнал (англ. *Dual-ToneMulti-Frequency, DTMF*) — двухтональный многочастотный аналоговый сигнал, используемый для набора телефонного номера.

DTMF (DualToneMultiFrequency) - термин для обозначения тонального набора. В DTMF при нажатии на клавишу кнопочного телефона раздается звук (тон), который является комбинацией двух тонов, высоко и низко частотного. Отсюда и название (Dual - двойственный).

Система сигналов DTMF включает восемь тонов, которые были специально подобраны таким образом, чтобы передаваться через телефонную сеть без затухания и с минимальным воздействием друг на друга. Поскольку эти звуковые сигналы попадают в частотный диапазон человеческого голоса, были дополнительно введены меры для того, чтобы голос не воспринимался как набор. Одна из таких мер - деление тонов на две группы, высоко и низко частотную. Ниже приведена таблица DTMF тонов различных цифр (и управляющих клавиш) кнопочного телефона и соответствующих им пар частот. Один Герц (Гц) - это частота, равная одному колебанию в секунду.

Используя тональный набор, можно легко управлять приложением компьютерной телефонии, отвечая на вопросы системы нажатием клавиш на телефонном аппарате.

1.2. Формат двухтонального многочастотного сигнала.

Для кодирования символа в DTMF сигнал необходимо сложить два синусоидальных сигнала. Частоты синусоид берутся по приведённой ниже таблице из столбца и строки соответствующих передаваемому символу.

Каждый сигнал в DTMF состоит из частот двух групп:

- нижней группы частот - 697 Гц, 770 Гц, 852 Гц, 941 Гц;
- верхней группы частот - 1209 Гц, 1336 Гц, 1477 Гц, 1638 Гц.

Набор частот используемых в DTMF

Таблица 1.1.

частота Hz.	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Соответствия частот и набираемых знаков в компьютерной клавиатуре

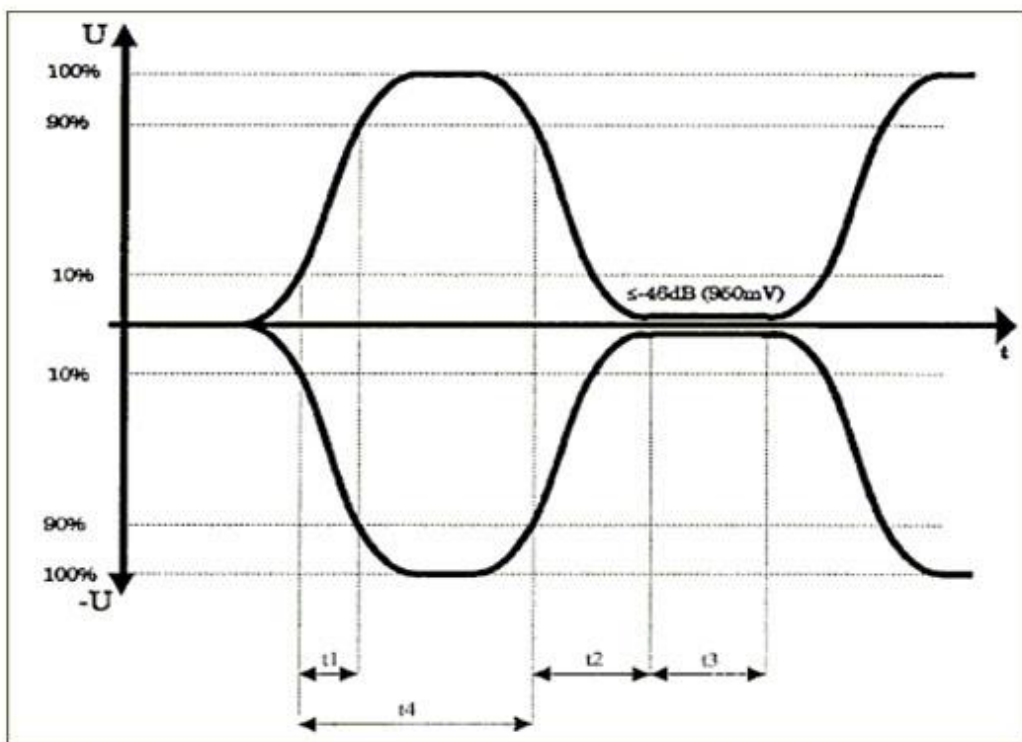
Таблица 1.2.

	F5	F6	F7	F8
F1	1	2	3	A
F2	4	5	6	B
F3	7	8	9	C
F4	*	0	#	D

В этой системе столбец представляет частоту из «верхней» частотной группы (Hi-Group: 1209-1633 Hz), а строка - частоту из «нижней» частотной

группы (Lo-Group: 697-941 Hz). Тональные частоты выбраны таким образом, чтобы исключить влияние гармоник. Частоты не кратны друг другу и ни одна из частот DTMF не может быть получена суммированием или вычитанием других частот.

- Отклонение частоты от номинальной - не более 1.8% в процессе набора номера
- Огибающая сигнала набора номера должна соответствовать осциллограмме, приведенной на рис.1.1:



t_1 : время нарастание $\leq 7\text{мс}$

t_3 : время между символами $\geq 80\text{мс}$

t_2 : время спада $\leq 5\text{мс}$

t_4 : длительность символа $\geq 65\text{мс}$

Рисунок 1.1. Временные характеристики сигналов DTMF

1.3. Области использования DTMF сигналов.

DTMF сигналы используются во многих сферах. Особенно в телефонных станциях. Приложения и услуги :

- Телефонный звонок – при наборе номеров абонента;
- Centrex - использование внутренних 2-х или 3-х значных номеров для звонков внутри офиса / организации;
- FMC-технологическое решение на стыке разных типов сетей связи фиксированной и мобильной, которое позволяет создать единую сеть офисных и мобильных телефонов с общим планом короткой нумерации;
- Виртуальная АТС - заменяет физическую офисную мини-АТС и даже колл-центр;
- Факс - технология передачи неподвижных изображений по телефонной линии;
- Новости по телефону;
- Театрофон - для стереофонической передачи оперных и театральных представлений через телефон;
- Видеотелефония- услуга телефонии с одновременной передачей видеосигнала между участниками сеанса (сессии) связи;
- Голосовая почта - это электронная система для регистрации, сохранения и перенаправления телефонных голосовых сообщений;
- Телефонный автоответчик- встроенное в телефон или присоединённое к телефону устройство, которое позволяет автоматически записывать входящие звонки в отсутствие абонента;
- Автосекретарь – В автоответчике даётся варианты выбирается с помощью сигнала DTMF.
 - Запись разговора
 - Селекторное совещание
 - Callback, и.т.д.

1.4. Способы передачи DTMF сигналов.

DTMF сигналы или тоны передаются при нажатии кнопок на номеронабирателе и используются, как правило, для набора внутреннего номера абонента офисной АТС или для навигации по голосовому меню (IVR).

На практике используются 3 способа передачи DTMF-сигналов:

- `inband` - передача в голосовом канале
- `rfc2833` / `rfc4733` - передача отдельно от голосового канала
- `info` - передача посредством SIP-сигнализации, SIP method INFO

`inband`: тоны передаются синусоидами определенных частот, что требует использования кодеков без компрессии, т.е. по стандарту G.711 (PCM) стандарт для аудио компаундирования. Название метода подсказывает, что DTMF передаётся внутри звукового канала или канала тональной частоты (КТЧ) - 0,3 — 3,4 кГц. Если будет использоваться кодек, отличный от G.711, тогда тональные посылки будут искажены алгоритмами компрессии аудиосигнала и их невозможно будет декодировать.

`rfc2833`: DTMF передаётся отдельно от голосового потока. Каждый аудиопоток в протоколе RTP идентифицируется значением `PayloadType`. Поэтому, голос, например, передается с `PayloadType=0`, а тоны DTMF с `PayloadType=101`.

`info`: тоны DTMF передаются в SIP-сообщении. Не рекомендуется использовать из-за того, что данный стандарт всё ещё находится на стадии черновика. По аналогии с этим методом в H.323 набор стандартов для передачи мультимедиаданных по сетям с пакетной передачей существует H.245 протокол согласования параметров соединения, в котором DTMF передаётся в H.245 сообщениях.

1.5. Постановка задачи

Поставлена задача изготовить устройства для декодирования сигналов DTMF используя устройство декодирования управлять объектом дистанционно. Объект можно выбрать любой и управление сделать релейным.

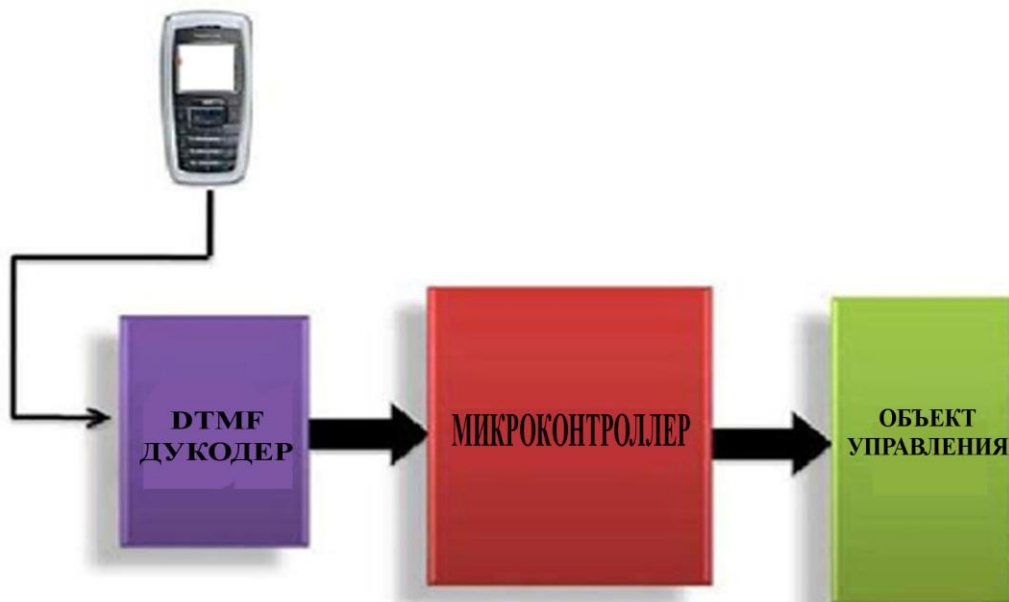


Рисунок 1.2. Структурная схема управления объектами с помощью DTMF сигналов

ГЛАВА II. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С ПОМОЩЬЮ DTMF СИГНАЛОВ

2.1. Алгоритмы декодирования многочастотных сигналов

Для декодирования DTMF в первую очередь необходимо в принимаемом сигнале определить мощность восьми вышеуказанных частотных составляющих. Это можно сделать, произведя преобразование Фурье исходного сигнала или пропустить исходный сигнал через набор фильтров, настроенных на данные частоты. Анализируя выходы этих фильтров можем принять решение была ли передана цифра и если передана, то какая.

При разговоре в сигнале могут присутствовать частотные составляющие характерные для тонального набора, что может привести к ложным срабатываниям декодера. Для устранения этого эффекта можно использовать тот факт, что сигнал DTMF характеризуется малыми вторыми гармониками, а речевой сигнал, вследствие своей широкополосной, этим свойством не обладает. Поэтому есть смысл анализировать и вторые гармоники восьми частот определяющих базовый набор.

Предположим, что мы уже имеем ту часть программы или устройства, которая производит оценку мощности в принимаемом сигнале восьми основных частот и их вторых гармоник. Тогда для декодирования мы проверяем следующие условия:

- в верхней и в нижней группе частот мощность только одной частоты должна превышать заданный нами порог; таким образом, выбираем одну частоту из верхней группы и одну из нижней;
- соотношение мощности этих частот должно удовлетворять условию;
- мощность вторых гармоник этих частот не должна превышать заданный порог.

Когда все эти условия совпадают, принимаем решение - символ обнаружен и в зависимости от частот выдаем его значение. Вследствие того, что рекомендации допускают разный уровень сигнала верхней и нижней группы, а также учитывая завал верхних частот в канале приходится устанавливать четыре порога: порог для нижней группы основных частот, порог для вторых гармоник нижней группы и два соответствующих порога для верхней группы.

Фильтрация принимаемого сигнала и оценка мощности частотных составляющих принимаемого сигнала может производиться теми или иными фильтрами, включая вычисление спектра быстрыми алгоритмами Фурье преобразования. Мы не будем углубляться в дебри, связанные с этими моментами, зафиксируем только основные моменты.

Частота дискретизации чаще всего используют частоту 8000Гц. В первых это частота дискретизации распространенных импульсно-кодовых модуляциях. Во вторых данная частота близка к минимально необходимой для дискретизации сигналов тонального телефонного канала по Котельникову. Выбирая методы и параметры фильтрации будем исходить из того значения.

Длина входной выборки. Для 8кГц и 40мс длина выборки составляет 320 отсчетов. Ширина спектральной линии при такой длине будет составлять 25Гц. На частотах верхней группы учитывая принимаемый сигнал не вписывается в одну спектральную линию, что создает определенные проблемы. Для простых систем решением может быть уменьшение размера входной выборки, что расширит спектральную линию, но уменьшит помехоустойчивость.

Число уровней квантования. В Импульсно-кодовых модуляционных системах применено логарифмическое 8-разрядное квантование, которое разворачивается в 12-разрядное линейное. Для отдельных приложений может хватить и 8-разрядного линейного квантования.

Фильтр второго порядка, которая эквивалентна преобразованию Фурье.

$$Y(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{nk} \quad (2.1)$$

где $k=0,1,\dots,N-1$ и

$$W_N^{nk} = e^{-j(2\pi/N)nk} \quad (2.2)$$

В этих простых системах применение БПФ (Быстрое преобразование Фурье) нецелесообразно, так как для отдельных частот ДПФ (Дискретное преобразование Фурье) вычисляется быстрее. Для вычисления отдельных спектральных составляющих при не комплексном входном сигнале есть хороший алгоритм требующий меньшее количество коэффициентов по сравнению с прямым вычислением Фурье (за счет рекурсивности) - алгоритм Гертцеля (Goertzel)

Алгоритм Гертцеля (Goertzel). В алгоритме Гертцеля необходимо только два коэффициента для каждой частоты один реальный, а второй комплексный. Этот алгоритм рекурсивный и описывается следующим выражением:

$$S_k[n] = x[n] + M_k s[n-1] - s[n-2] \quad (2.3)$$

$$S_k[-1] = S_k[-2] = 0 \quad (2.4)$$

$$M_k = 2 \cos(2\pi k/N) \quad (2.5)$$

$$Y_k[n] = S_k[n] - W_N^k S_k[n-1] \quad (2.6)$$

Вычислять все выходные отсчеты $Y[0..n]$ (2.6) нет необходимости, нам нужен только отсчет $Y[N-1]$, так как именно он отражает k -ю составляющую спектра входной последовательности.

$Y[N-1]$ величина комплексная. Но для целей декодирования тонального набора фазовая информация не нужна, нам необходим модуль. Путем несложных преобразований, выражение для вычисления модуля Y можно свести к следующему виду:

$$|Y_k[N-1]|^2 = S_k[N-1]^2 + S_k[N-2]^2 - M_k * S_k[N-1] * S_k[N-2] \quad (2.7)$$

Таким образом, для вычисления отклика на одной частоте нам нужен один реальный коэффициент. Для целей декодирования вполне можно оперировать квадратом амплитуды гармоники.

Фильтр работающий по алгоритму Гертцеля содержит две ячейки, где накапливаются промежуточные значения N раз при приходе N входных отсчетов. После накопления вычисляется квадрат модуля, ячейки обнуляются и процесс повторяется. Частота появления выходных отсчетов - один отсчет на N входных.

Выбор размера входной выборки N частоты используемые в DTMF гармонически не связаны (по крайней мере в спектре телефонного канала). Поэтому k -я частота не будет точно отражать стандартные частоты DTMF. Другими словами не можем настроить точно фильтр на нужную частоту, если для целей фильтрации применяем алгоритм Гертцеля. Выбором соответствующего N можем минимизировать данную ошибку. В материалах AnalogDevices предлагается следующее решение:

Минимизированные ошибки к коэффициенту M_k

Таблица 2.1.

Основные частоты N = 205			
(25мс при частоте дискретизации 8кГц)			
Частота	k	Абсолютная ошибка	Коэффициент M_k
697	18	0,139	1,703275
770	20	0,269	1,635859
852	22	0,167	1,562297
941	24	0,113	1,482867
1209	31	0,019	1,163138
1336	34	0,235	1,008835
1477	38	0,152	0,790074
1633	42	0,154	0,559454
Вторые гармоники N=201			
1394	35	0,024	0,917716
1540	39	0,308	0,688934
1704	43	0,187	0,449394
1882	47	0,285	0,202838
2418	61	0,248	-0,6595
2672	67	0,134	-1
2954	74	0,219	-1,35214
3266	82	0,058	-1,67478

Если при расчете коэффициентов M задаваться не целыми частотами, то проблема отпадает сама собой. При этом правда оценка мощности частоты может получаться смещенной, но это смещение на уровне единиц процентов на нижней частоте.

2.2. Методы декодирования двухтонального многочастотного сигнала.

Сигнал DTMF может быть декодирован на цифровой ЭВМ с использованием алгоритма Гёрцеля.

Алгоритм Гёрцеля. Алгоритм Гёрцеля (англ. *Goertzel algorithm*) — это специальная реализация дискретного преобразования Фурье (ДПФ) в форме рекурсивного фильтра. Данный алгоритм был предложен Джеральдом Гёрцелем в 1958 году. В отличие от быстрого преобразования Фурье, вычисляющего все частотные компоненты ДПФ, алгоритм Гёрцеля позволяет эффективно вычислить значение одного частотного компонента.

Алгоритм Гёрцеля является популярным алгоритмом для решения задачи детектирования и декодирования тональных сигналов в телефонии.

Описание алгоритма.

Пусть x_n , $n=0, \dots, N-1$, — измеренные значения сигнала, которые являются входными данными для дискретного преобразования Фурье, а

X_k , $k=0, \dots, N-1$ — частотные компоненты дискретного преобразования Фурье, по определению равные $X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{\frac{2\pi i}{N} kn}$. Для расчёта КХС помощью алгоритма Гёрцеля:

1. Последовательно вычисляются члены последовательности s_n для $n=0, \dots, N-1$ по рекуррентной формуле:

$$s_n = \cos\left(\frac{2\pi}{N}\right) s_{n-1} - s_{n-2} + x_n, \text{ где } s_{-1} = s_{-2} = 0 \quad (2.8)$$

2. Искомое значение частотного компонента получается как

$$X_n = e^{\frac{2\pi i}{N}} s_{N-1} - s_{N-2}. \quad (2.9)$$

В случае, когда требуется вычислить только мощность сигнала, а его фаза не важна, на втором этапе алгоритма вместо комплексного значения частотного компонента вычисляется квадрат его модуля по формуле:

$$|X_k|^2 = s_{N-1}^2 - \cos\left(\frac{2\pi k}{N}\right) s_{N-1} s_{N-2} + s_{N-2}^2 \quad (2.10)$$

Модифицированный алгоритм Герцеля. При декодировании DTMF сигнала или при контроле во времени заданного набора кратных гармоник, когда использование алгоритмов БПФ нецелесообразно ввиду малого количества спектральных отсчетов.

Отсчеты исходного дискретного сигнала (в общем случае комплексного) будем обозначать малой $s(n)$, n – номер отсчета. Спектральные отсчеты сигнала $s(n)$ будем обозначать заглавной буквой $S(k)$, k – номер спектрального отсчета соответствующий частоте $f_k = \frac{F_s * k}{N}$, F_s – частота дискретизации, N – количество точек ДПФ.

На рисунке 2.2. показана трехмерная картина. По вертикальной оси имеем значения спектра сигнала $S(k)$ k – номер спектрального отсчета. С течением времени мы получаем все новые и новые отсчеты и спектр $S(k)$ меняется. Так на рисунке 2.2. синим показано изменение спектра $S(k)$ для трех временных срезов соответствующих номерам отсчетов сигнала $S(k)$.

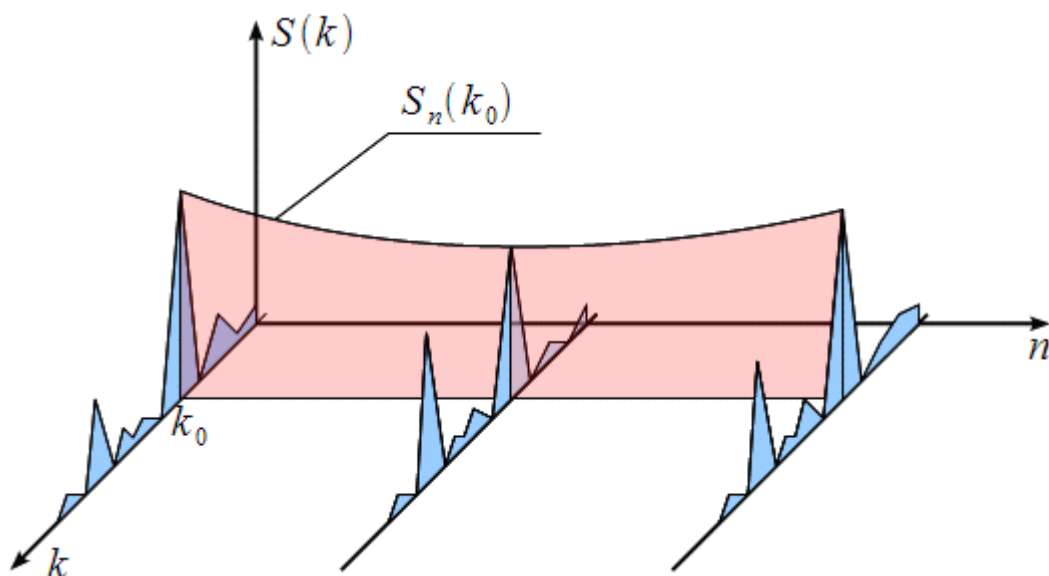


Рисунок 2.2. Трехмерное представление спектра сигнала изменяющегося во времени

Тогда для какого-то конкретного значения спектрального отсчета $k=k_0$ мы можем получить частотный срез $S_n(k_0)$ (показан красным) из которого можем проанализировать амплитуду и фазу спектрального отсчета $S_n(k_0)$ во времени.

Для декодирования DTMF широкое распространение получил алгоритм Герцеля (Goertzelalgorithm), который позволит рассчитать заданный спектральный отсчет при помощи рекуррентного соотношения, которое представляли в виде БИХ — фильтра. При использовании алгоритма Герцеля все промежуточные результаты рекуррентной формулы нас не интересуют, поэтому значение спектрального отсчета не могли получить не чаще чем через каждые N отсчетов. Полученный алгоритм будет представлять собой модификацию алгоритма Герцеля для пересчета спектрального отсчета на каждом такте дискретизации.

Рассмотрим дискретное преобразование Фурье (ДПФ), которое задается выражением:

$$\begin{aligned} S(k) &= \sum_{n=0}^{N-1} s(n) * W_N^{n*k}; \\ W_N^n &= \exp\left(-j * \frac{2\pi}{N} * n\right). \end{aligned} \quad (2.11)$$

Для расчета значения ДПФ для одного фиксированного спектрального отсчета (одной гармоники) с номером $k=k_0$ выражение ДПФ принимает вид

$$S(k_0) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n) * W_N^{n*k_0}. \quad (2.12)$$

Вычисления одной фиксированной гармоники с номером $k=k_0$ можно осуществить при помощи структуры показанной на рисунке 2.3. По сути (рис.2.3) это выход КИХ фильтра.

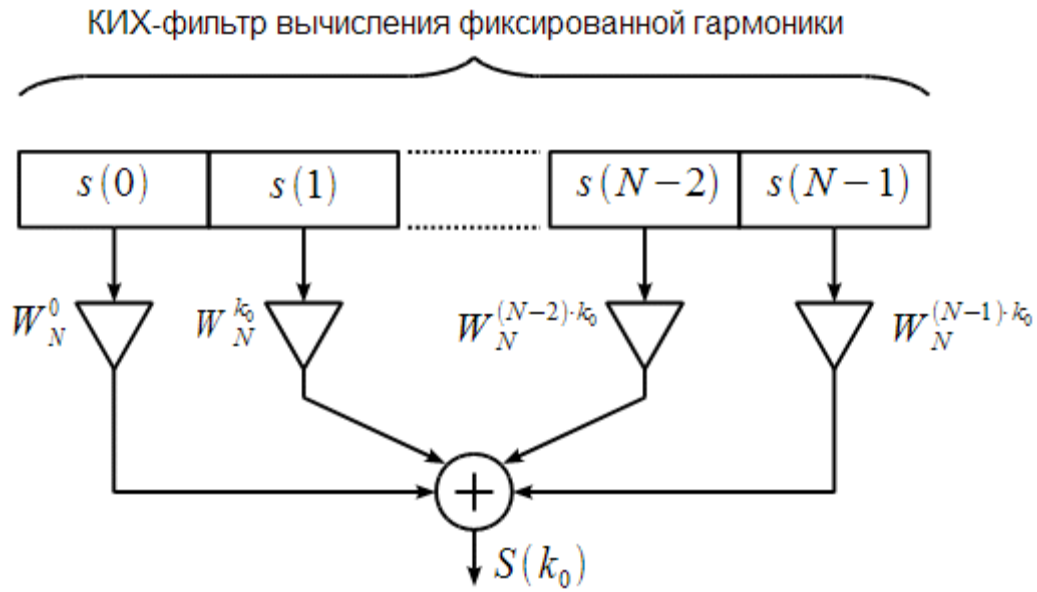


Рисунок 2.3. Вычисление фиксированной гармоники

Таким образом для вычисления одного спектрального отсчета требуется N комплексных умножений и сложений. Пусть отсчеты входного сигнала $s(n)$ поступают в буфер длиной N и при поступлении каждого нового отсчета $s(n)$ необходимо пересчитать значение фиксированной гармоники как это показано на рисунке 2.3. Другими словами при поступлении очередного отсчета буфер сдвигается и выход КИХ фильтра изменяется.

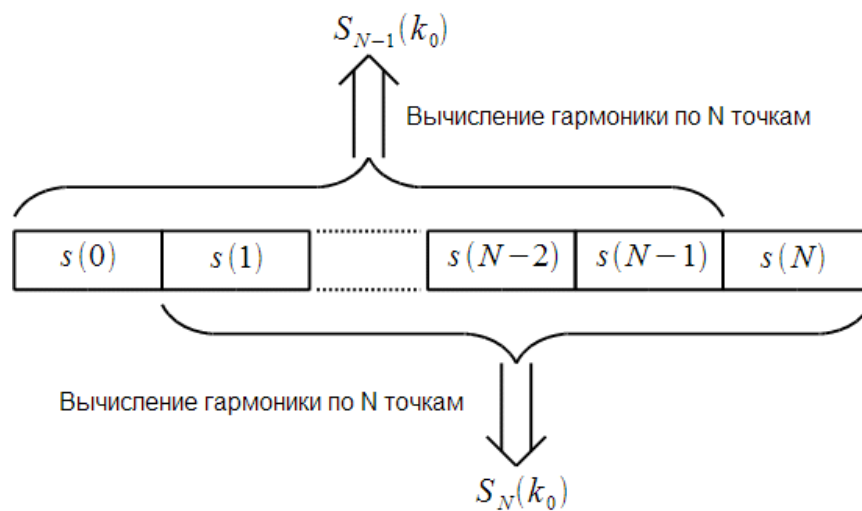


Рисунок 2.4. Пересчет фиксированной гармоники за интервал дискретизации

На рисунке 2.3. обозначены значения гармоники $S_{N-1}(k_0)$ на предыдущем такте, то есть при поступлении отсчета исходного сигнала S_{N-1} :

$$S_{N-1}(k_0) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n) * W_N^{n*k_0} \quad (2.13)$$

и $S_N(k_0)$ на текущем такте при поступлении отсчета исходного сигнала S_N .

За интервал дискретизации необходимо выполнить N комплексных умножений и сложений, что невозможно в реальном времени при высоких частотах дискретизации. Однако из рисунка 2.3. можно заметить, что пересчет всего спектрального отсчета крайне неэффективен поскольку используются те же самые отсчеты что и на предыдущем такте, за исключением $s(0)$, который не участвует в расчете $S_N(k_0)$ и S_N который не участвует в расчете $S_{N-1}(k_0)$. Таким образом можно предположить, что существует способ рекуррентного пересчета спектрального отсчета на текущем и предыдущих тактах.

Рекуррентное соотношение для спектрального отсчета. Рассмотрим более внимательно вычисление $S_N(k_0)$. На рисунке 2.4. показано, что при поступлении очередного отсчета S_N (показан зеленым) буфер сдвигается и отсчет $s(0)$ (отмечен желтым) выходит из буфера или можно сказать, что выходит за пределы импульсной характеристики КИХ фильтра.

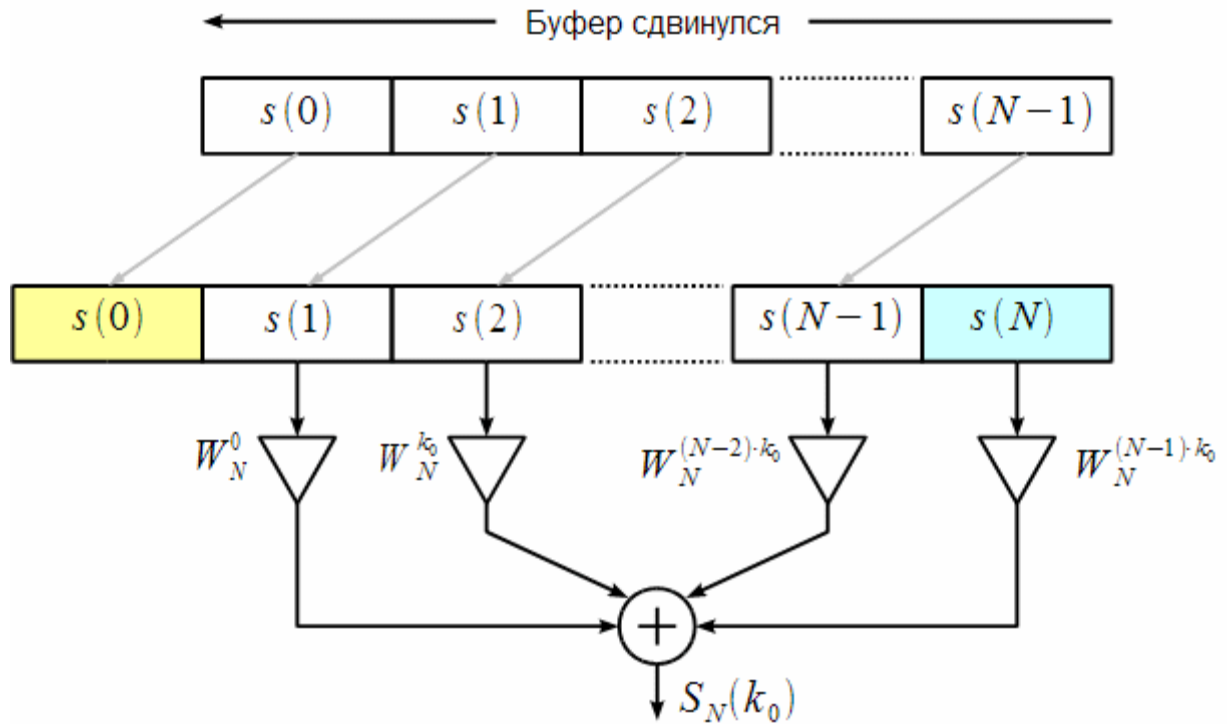


Рисунок 2.5. Сдвиг буфера на очередном такте

Тогда выражение для расчета гармоники на очередном такте можно записать:

$$\begin{aligned}
 S_N(k_0) &= s(N) * W_N^{(N-1) \cdot k_0} + \sum_{n=1}^{N-1} s(n) * W_N^{(n-1) \cdot k_0} = \dots \\
 \dots &= s(N) * W_N^{(N-1) \cdot k_0} + W_N^{-k_0} * \sum_{n=0}^{N-1} s(n) * W_N^{n \cdot k_0}.
 \end{aligned}
 \tag{2.14}$$

Обратим внимание, что

$$W_N^{(N-1) \cdot k_0} = W_N^{N \cdot k_0} * W_N^{-k_0} = \exp\left(-j * \frac{2\pi}{N} * N * k_0\right) * W_N^{-k_0} = W_N^{-k_0}.
 \tag{2.15}$$

Кроме того из выражения (2.13) можно заметить, что

$$\sum_{n=1}^{N-1} s(n) * W_N^{n \cdot k_0} = S_{N-1}(k_0) - s(0)
 \tag{2.16}$$

Тогда окончательно можно записать:

$$\begin{aligned} S_N(k_0) &= s(N) * W_N^{-k_0} + W_N^{-k_0} * (S_{N-1}(k_0) - s(0)) = \dots \\ &\dots = W_N^{-k_0} * (S_{N-1}(k_0 + s(N) - s(0))). \end{aligned} \quad (2.17)$$

Выражение (2.17) ничто иное, как рекуррентное соотношение, которое связывает значение ДПФ одной гармоники для предыдущего и следующего такта. Пересчет предыдущего такта требует всего одно комплексное умножение и два комплексных сложения, что можно реализовать в реальном времени. Очень важно, что сложность пересчета спектрального отсчета не зависит от N – всегда одно комплексное умножение и два сложения.

Фильтр расчета спектра заданной гармоники. Рекуррентное соотношение (2.17) можно трактовать как разностное уравнение БИХ фильтра:

$$S_n(k_0) = W_N^{-k_0} * (S_{n-1}(k_0) + s(n) - s(n - N)). \quad (2.18)$$

Где $s(n-N)$ – задержанный на N отсчетов входной сигнал $s(n)$ (комплексный или вещественный), в выражении (2.7) $s(n-N)$ соответствует $s(0)$. Соотношение (2.17) получается из (2.18) при $n=N$.

Таким образом, мы сумели от КИХ структуры перейти к рекуррентному соотношению соответствующему БИХ фильтру. Структура БИХ фильтра соответствующего разностному уравнению (2.18) показана на рисунке 2.5.

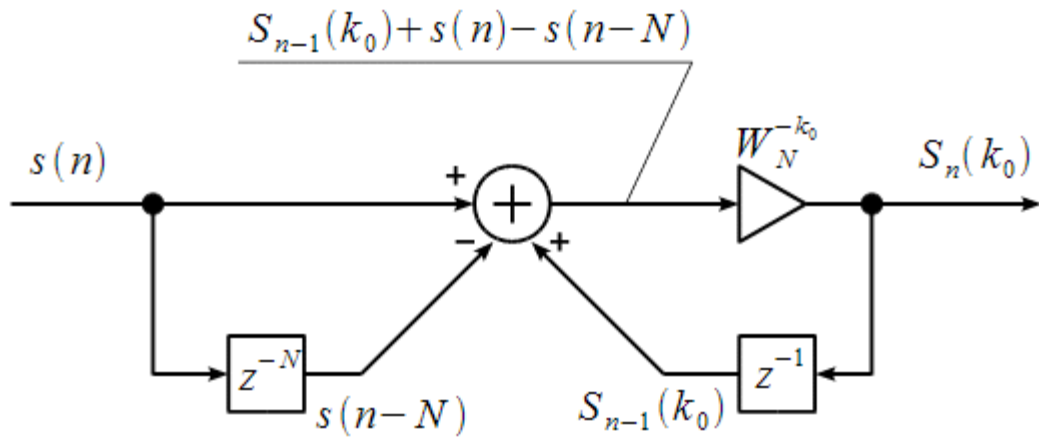


Рисунок 2.5. БИХ фильтр для вычисления спектрального отсчета

Передаточная характеристика полученного фильтра равна:

$$H(z) = \frac{W_N^{-k_0} * (1 - z^{-N})}{1 - W_N^{-k_0} * z^{-1}}. \quad (2.19)$$

Все входные, выходные отсчеты фильтра, равно как и коэффициент $W_N^{-k_0}$ являются комплексными.

Обратим внимание, что (19) очень похожа на передаточную характеристику $G(z)$ БИХ — фильтра соответствующего алгоритму Герцеля:

$$G(z) = \frac{W_N^{-k_0}}{1 - W_N^{-k_0} * z^{-1}}. \quad (2.20)$$

Тогда полученную передаточную характеристику $H(z)$ БИХ — фильтра, который «умеет пересчитывать» предыдущее значение спектрального отсчета в текущее при поступлении очередного отсчета дискретного сигнала можно представить через передаточную характеристику БИХ — фильтра алгоритма Герцеля:

$$H(z) = (1 - z^{-N}) * G(z). \quad (2.21)$$

Таким образом мы получили модификацию алгоритма Герцеля в виде нерекурсивной ветви $1 - z^{-N}$, которая позволяет вести динамический пересчет спектрального отсчета при поступлении отсчетов сигнала в реальном времени.

Пусть комплексный входной сигнал $s(n)$ равен:

$$s(n)=i(n)+j*q(n). \quad (2.22)$$

Спектральные отсчеты на выходе фильтра равны:

$$S_n(k_0) = I_n + j * Q_n. \quad (2.23)$$

Коэффициент фильтра равен:

$$\begin{aligned} W_N^{-k_0} &= \exp\left(j * \frac{2\pi}{N} * k_0\right) = a + j * b; \\ a &= \cos\left(\frac{2\pi}{N} * k_0\right); \quad b = \sin\left(\frac{2\pi}{N} * k_0\right) \end{aligned} \quad (2.24)$$

Тогда выражение (18) можно записать:

$$\begin{aligned} I_n + jQ_n &= (a + jb) * (I_{n-1} + j * Q_{n-1} + i(n) + j * q(n) - i(n - N) - \\ &\quad - j * q(n - N)). \end{aligned} \quad (2.25)$$

Преобразовав (2.25) можно получить:

$$\begin{aligned} I_n &= [I_n + i(n) - i(n - N)] - b * [Q_{n-1} + q(n) - q(n - N)]; \\ Q_n &= a * [Q_{n-1} + q(n) - q(n - N)] + b * [I_{n-1} + i(n) - i(n - N)]. \end{aligned} \quad (2.26)$$

Тогда расчет спектрального отсчета можно представить структурной схемой показанной на рисунке 2.6. используя только вещественные умножения и сложения.

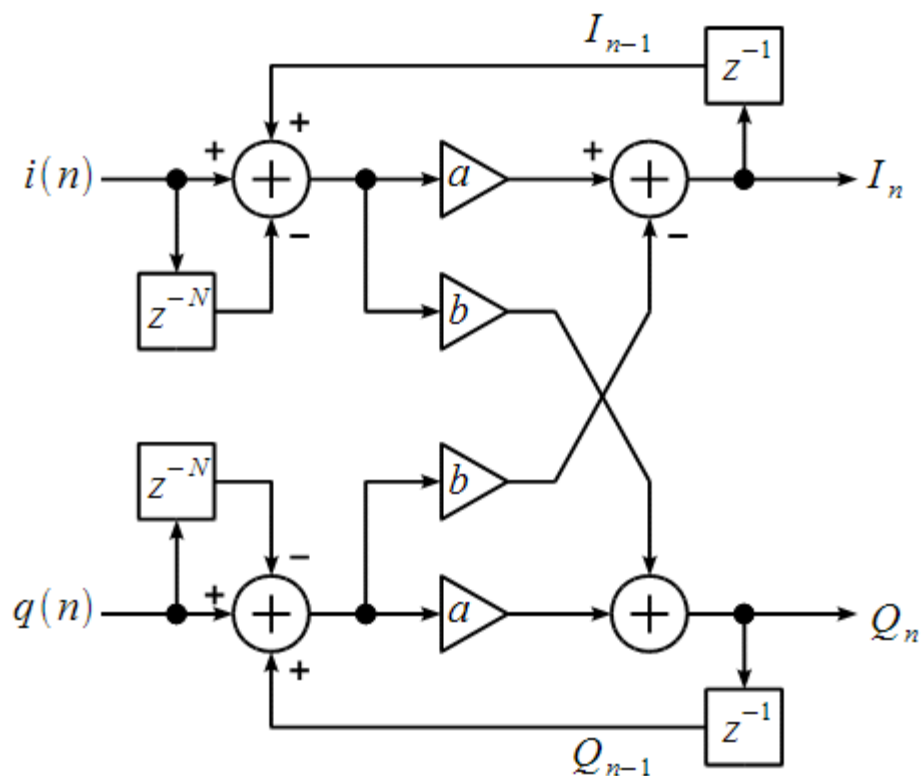


Рисунок 2.6. БИХ фильтр для вычисления спектрального отсчета с вещественными умножениями

Выделение набора фиксированных гармоник из спектра сигнала

Мы рассмотрим пример выделения двух гармоник с частотами f_0 и f_1 при частоте дискретизации F_s . Рассмотрим как правильно выбрать количество точек ДПФ N , а также номера спектральных отсчетов k_0 и k_1 соответствующих частотам f_0 и f_1 .

Для того чтобы могли в спектре различить данные сигналы, количество точек ДПФ N должно быть таким, чтобы частоты f_0 и f_1 «не сливались» в одну гармонику, т.е.

$$N > \frac{F_s}{|f_0 - f_1|} \quad (2.27)$$

Тогда номер k_0 спектрального отсчета для частоты f_0 будет равен:

$$k_0 = \frac{N * f_0}{F_s} \quad (2.28)$$

а номер k_1 спектрального отсчета для частоты f_1 будет равен:

$$k_1 = \frac{N * f_1}{F_s} \quad (2.29)$$

Пусть частота дискретизации равна $F_s = 1000$ Гц, $f_0 = 100$ Гц и $f_1 = 103$ Гц. Тогда количество точек ДПФ должно быть:

$$N > \frac{100}{3} = 333 \quad (2.30)$$

Пусть $N=334$, тогда $k_0 = 334 * \frac{100}{1000} = 33.4$, а $k_1 = 334 * \frac{103}{1000} = 34.2$.

Расположение гармоник показано на рисунке 2.7.

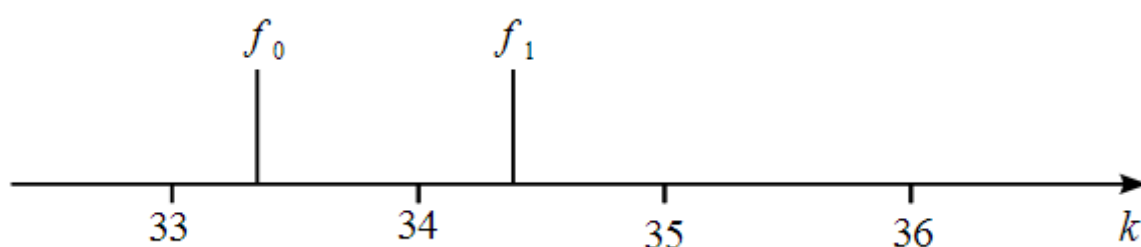


Рисунок 2.7. Расположение гармоник сигнала между точками ДПФ

Как видно из рисунка 7, гармоники расположены по середине между точками ДПФ, значит их амплитуды будут искажены за счет эффекта растекания спектра. Для исключения этого необходимо $k_0 = 33.4$ округлить в большую сторону, тогда $k_0 = 34$ и согласно (2.18) $N=340$. Тогда при $N=340$ $k_1 = 340 * \frac{103}{1000} = 35.02$ практически совпадает с 35-м номером спектрального отсчета, как это показано на рисунке 2.8.

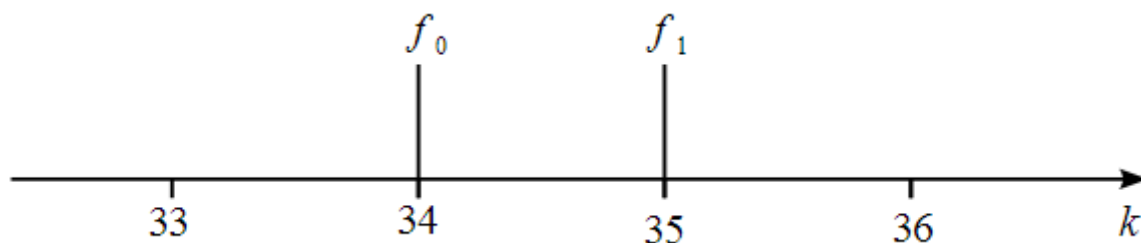


Рисунок 2.8. Выбор длины буфера, для уменьшения эффектрастекании спектра

При совпадении частоты гармоники и частоты спектрального отсчета получим, что в буфер длиной $N=340$ попадает целое количество периодов повторения сигнала, что уменьшит эффект растекания при расчете спектрального отсчета. На рисунке 2.9 показаны графики измерения амплитуды гармоник $S(k_0)$ и $S(k_1)$ при чередовании сигналов с частотами $f_0 = 100$ Гц и $f_1 = 103$ Гц, частотой дискретизации $F_s = 1000$ Гц и $N=340$. Частоты $f_0 = 100$ Гц и $f_1 = 103$ Гц сменяют друга каждую секунду.

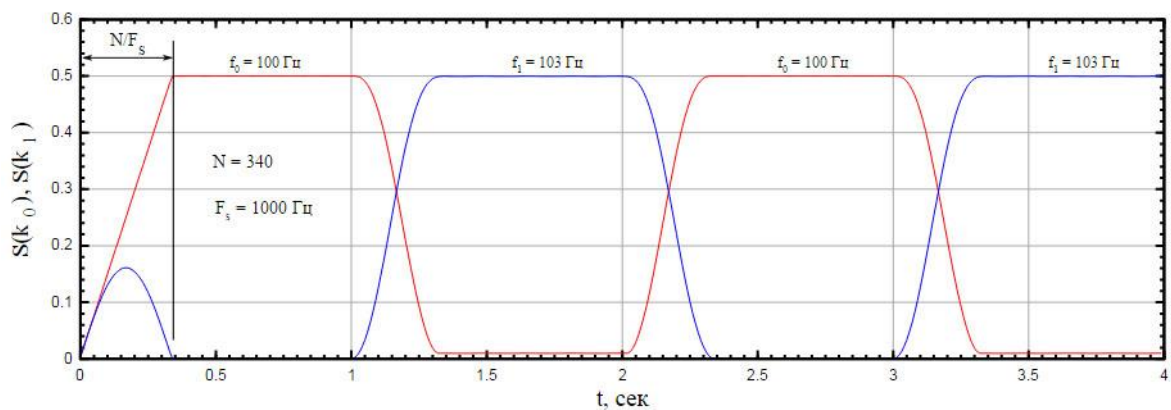


Рисунок 2.9. Чередование сигналов с контролируемыми частотами

Из рисунка 2.9. можно видеть, что при изменении частот наблюдается «переходной процесс» длительность которого равна $T_{пп} = \frac{N}{F_s}$. Это необходимо учитывать при обработке.

Выделение амплитуд кратных гармоник при нелинейном искажении сигнала.

Приведем пример измерения кратных гармоник при помощи БИХ фильтра, показанного на рисунке 6. Для выделения амплитуд кратных гармоник нелинейно искаженного сигнала с частотой $f_0 = 50$ Гц.

Пусть сигнал на выходе нелинейного элемента описывается выражением:

$$s(t) = s_0(t) + 0.03 * s_0^2(t) + 0.008 * s_0^3(t) + 0.0025 * s_0^4(t) + 0.0007 * s_0^5(t);$$

$$s_0(t) = (\cos 2\pi * f_0 * t). \quad (2.31)$$

На рисунке 2.10. показана осциллограмма сигнала $s(t)$ на выходе нелинейного элемента. Частота дискретизации равна $F_s = 1000$ Гц.

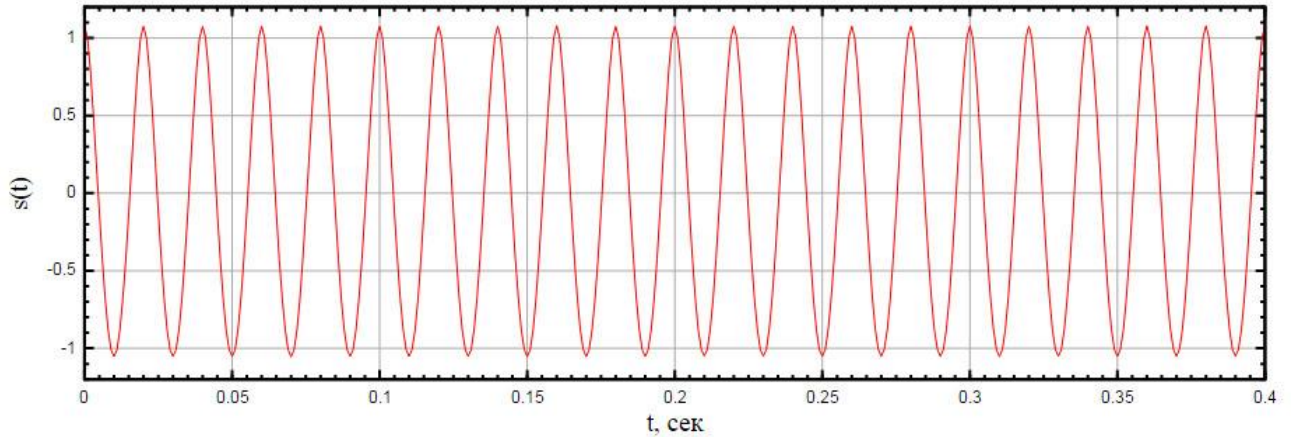


Рисунок 2.10. Сигнал на выходе нелинейного элемента

На выходе нелинейного элемента получим набор кратных гармоник, отстоящих друг от друга на $\Delta f = f_0 = 50$ Гц.

Длина буфера необходимая для различения кратных гармоник равна:

$$N > \frac{F_s}{\Delta f} = 20 \quad (2.32)$$

Для более качественного различения можно взять буфер длиной $N=80$ точек. Тогда номера спектральных отсчетов соответствующих первым четырем гармоникам $s(t)$ равны:

$$\begin{aligned} k_0 &= N * \frac{f_0}{F_s} = 80 * \frac{50}{1000} = 4; \\ k_1 &= N * \frac{2 * f_0}{F_s} = 80 * \frac{100}{1000} = 8; \\ k_2 &= N * \frac{3 * f_0}{F_s} = 80 * \frac{150}{1000} = 12; \\ k_3 &= N * \frac{4 * f_0}{F_s} = 80 * \frac{200}{1000} = 16; \end{aligned} \quad (2.33)$$

Все гармоники попадают на точки ДПФ, поэтому растекания спектра не будет наблюдаться. На рисунке 2.11. показан спектр сигнала $s(t)$, а на рисунке 2.12. – оценка амплитуд первых четырех гармоник при помощи модифицированного алгоритма Герцеля.

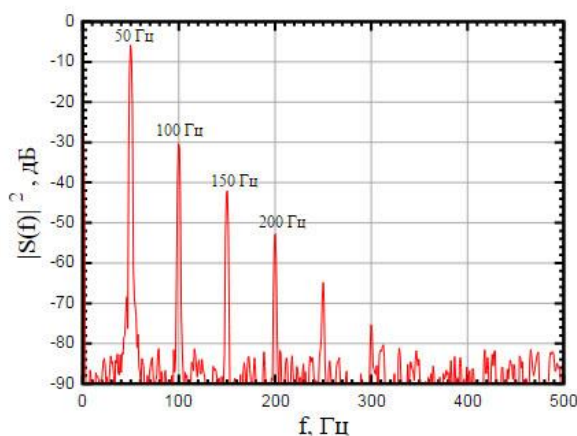


Рисунок 2.11. Спектр сигнала на выходе нелинейного элемента

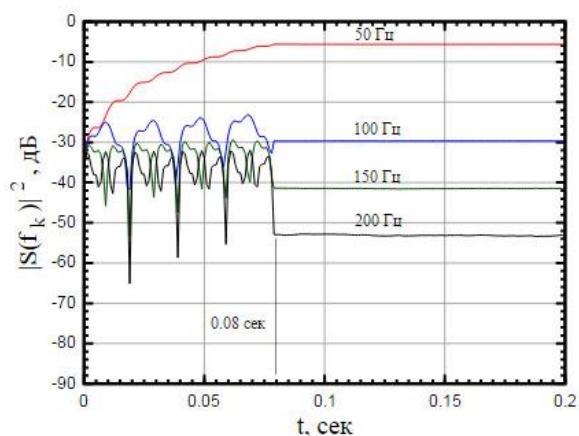


Рисунок 2.12. Динамическое сопровождение амплитуд кратных гармоник сигнала

Из рисунка 2.12. видно, что первые $N=80$ точек модифицированный алгоритм полностью повторяет алгоритм Герцеля, но после того как буфер полностью заполнен и не рекурсивная ветвь БИХ — фильтра начинает работать мы получаем динамический пересчет амплитуд гармоник на каждом такте дискретизации. Это позволяет нам вести непрерывное сопровождение амплитуд кратных гармоник на выходе нелинейного элемента. Измеренные амплитуды точно равны амплитудам гармоник показанным на рисунке 2.11, но мы можем наблюдать их изменение во времени как это показано на трехмерной проекции (рисунок 2.12.).

Модификация алгоритма Герцеля заключается в добавлении не рекурсивной ветви с задержкой на N отсчетов к БИХ — фильтру алгоритма Герцеля и позволяет учесть все промежуточные результаты при расчете заданной гармоники спектра сигнала. Также показаны примеры выбора длины буфера N при анализе двух спектральных составляющих т.е.

DTMF сигналов, а также гармоник кратной частоты на выходе нелинейного элемента.

Существуют также готовые микросхемы DTMF-декодера: HT9170, MC145436, SM8223, CSC9270 и другие.

HT9170B/HT9170D – микросхемы приёмники-дешифраторы тональных сигналов DTMF.

Возможности микросхемы HT9170B/D:

- Полный DTMF-приёмник (16 кодов)
- Дешифратор в двоичный код
- Низкая потребляемая мощность
- Широкий диапазон питания 2,5..5,5В
- Работает с кварцевым или керамическим резонатором 3,58МГц
- Режим пониженного потребления (Powerdown)
- Режим фильтрации 1633Гц (Inhibitmode)
- Вероятность ошибки 1/10000

Микросхема HT9170B/D представляет собой приёмник-дешифратор DTMF сигналов (код 2 из 8) в 4-разрядный двоичный код. Микросхема применяется в первую очередь в телефонии (в АТС, автоответчиках и др.), а также в различных системах дистанционного управления в т.ч. по радиоканалу. Микросхема HT9170 содержит полосовые фильтры на переключаемых конденсаторах.

Микросхема HT9170 также заменяет КР1008ВЖ18 при наличии ряда дополнительных функций.

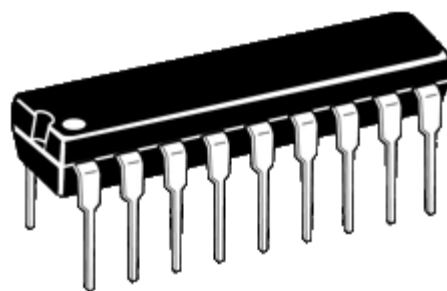


Рисунок 2.13. Корпус HT9170B: DIP-18



Рисунок 2.14. Корпус HT9170D: SOP-18

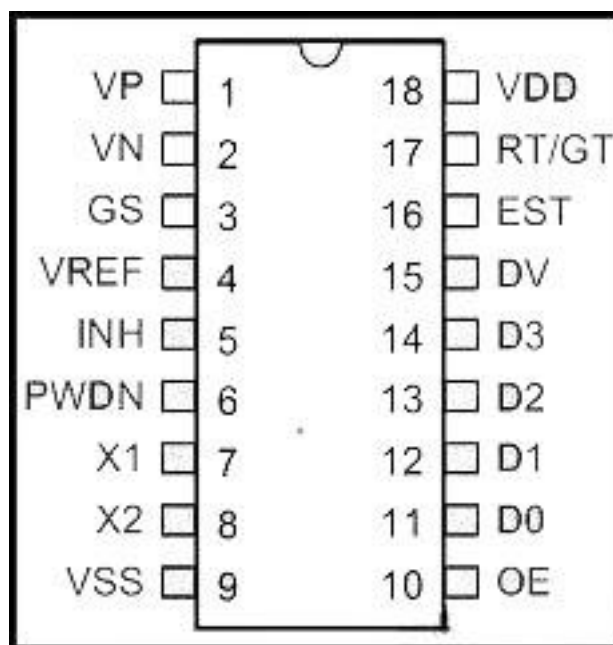


Рисунок 2.15. Расположение выводов HT9170:

Назначение выводов HT9170

Таблица 2.2.

Номер	Обозначение	Назначение
1	VP	Неинвертирующий вход ОУ
2	VN	Инвертирующий вход ОУ
3	GS	Выход входного ОУ
4	Vref	Напряжение смещения (1/2 Uпит)
5	INH	Блокировка дешифрации кодов A,B,C,D (1633Гц)
6	PWDN	Режим пониженного потребления (выключение)
7	X1	Вход задающего генератора
8	X2	Выход задающего генератора
9	Vss	Минус питания (общий)
10	OE	Вход сигнала разрешения вывода данных (1-вывод, 0-высокоимпедансное состояние на выходах)
11-14	D0-D3	Выходы данных.
15	DV	Выход сигнала позднего обнаружения
16	EST	Выход сигнала раннего обнаружения
17	RT/GT	Двунаправленный вывод контроля временных сигналов (подключение RC-цепи)
18	Vdd	+ Питания

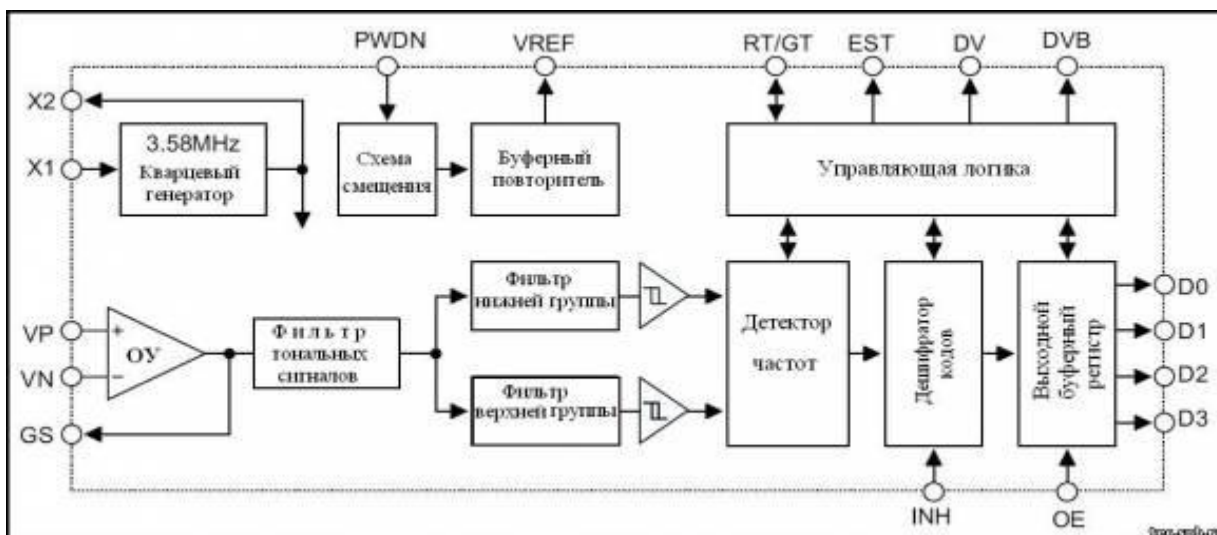


Рисунок 2.16. Функциональная схема микросхемы NT9170

Декодируемых кодов для микросхемы NT9170

Таблица 2.3.

DTMF-сигнал		Клавиша	OE	Выходной код			
Нижняя частота (Гц)	Верхняя частота (Гц)			D3	D2	D1	D0
697	1209	1	Н	0	0	0	1
697	1336	2	Н	0	0	1	0
697	1447	3	Н	0	0	1	1
770	1209	4	Н	0	1	0	0
770	1336	5	Н	0	1	0	1
770	1447	6	Н	0	1	1	0
852	1209	7	Н	0	1	1	1
852	1336	8	Н	1	0	0	0
852	1447	9	Н	1	0	0	1
941	1209	0	Н	1	0	1	0
941	1336	*	Н	1	0	1	1
941	1447	#	Н	1	1	0	0

697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	любая	L	Z	Z	Z	Z

L – низкий уровень (лог.0), H – высокий уровень (лог.1),

Z –высокоимпедансное состояние. (таблица действительна при низком уровне на входе INH)

Основные электрические характеристики HT9170

Таблица 2.4.

Напряжение питания	2,5..5,5V
Ток потребления	<7mA
Ток потребления в режиме Powerdown	<25μA
Выходной ток лог.0	1,0mA
Выходной ток лог.1	0,4mA
Входное сопротивление	>5Mом
Отклонение частот DTMF	±1,5%
Диапазон температур	-20..+75°C

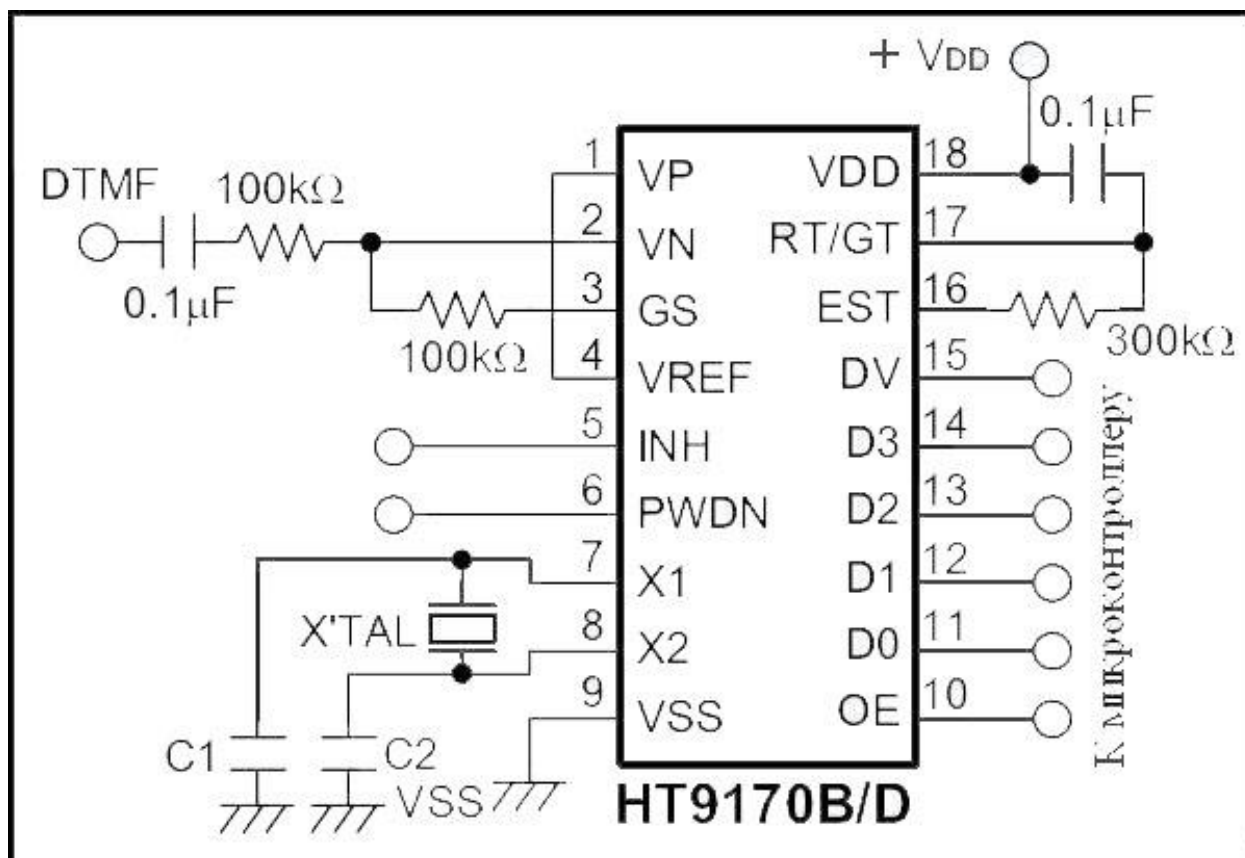


Рисунок 17. Типовая схема включения HT9170.

Краткое описание работы микросхемы HT9170

- Декодируемый DTMF сигнал подается на входной ОУ. Коэффициент его передачи задается внешними резисторами. При необходимости ОУ может быть задействован в дифференциальном режиме (см. документацию).
- Сигнал поступает на предварительный фильтр, ослабляющий частоты тональных сигналов АТС (350-440Гц), далее на фильтры нижней и верхней группы частот, затем декодируется и подается на выходной регистр с тремя состояниями.
- Выход раннего обнаружения EST переходит в активное состояние при обнаружении одновременно двух частот DTMF-сигнала. При пропадании сигнала вывод EST возвращается в 0.

- Необходимые временные интервалы контроля полезного сигнала и межсерийной паузы задаются внешней RC-цепочкой на выводах EST и RT/GT. Как известно, код DTMF содержит паузы. Типичное значение посылки DTMF сигнала и межсерийной паузы по 40мсек. При напряжении на выводе RT/GT выше уровня V_{ref} (около половины напряжения питания) на выводе позднего обнаружения DV появляется активный уровень, а в выходной регистр записывается декодированный код и появляется на выходах D0-D3. При снижении напряжения на выводе RT/GT ниже V_{ref} вывод DV переходит в 0, а состояние выходов D0-D3 не меняется.
- При необходимости задания разного времени обнаружения DTMF посылки и паузы используются схемы времени задающей цепи, отличительные от типовой (см. файл документации).
- OE – строб выхода данных. При высоком уровне на этом входе на D0-D3 присутствует декодированный код, при низком уровне выходы находятся в высокоимпедансном состоянии.
- Задающий генератор микросхемы HT9170 работает от кварцевого либо керамического резонатора. Применение конденсаторов около резонатора весьма желательно для стабильности работы. При необходимости может быть использован один кварц для нескольких микросхем – при этом выход генератора одной микросхемы подключается ко входу последующей и т.д.
- Следует особо отметить расширенный диапазон напряжений питания (2,5-5,5V) микросхемы HT9170 (в отличие от ряда других аналогов).

Следующие режимы отсутствуют в аналогичных отечественных микросхемах КР1008ВЖ18 и в НМ9270С:

InhibitMode(Режим фильтрации 1633Гц). В большинстве телефонных применений используются лишь 12 кодов DTMF (0-9,*,#). Данный режим включается подачей высокого уровня на вход INH (вывод5) и позволяет игнорировать коды А,В,С,Д вышеприведённой таблицы кодов т.е. все коды содержащие частоту 1633Гц будут восприниматься как помехи и не повлияют на состояние выходного кода микросхемы НТ9170. Вывод INH внутри микросхемы «притянут» к общему проводу, поэтому при неподключенном выводе на нем низкий уровень и режим Inhibit выключен.

PowerDownMode (Режим пониженного потребления). Данный режим включается подачей высокого уровня на вход PWDN (вывод 6). При этом микросхема НТ9170 фактически выключается, потребление по цепи питания падает до микроампер. Данный режим может быть особенно удобен разработчикам устройств, питающихся от телефонной линии т.к. в режиме ожидания от телефонной линии может быть потреблен лишь незначительный ток. Вывод PWDN внутри микросхемы «притянут» к общему проводу, поэтому при неподключенном выводе на нем низкий уровень и режим PowerDown выключен.

Существует ряд аналогичных по назначению к НТ9170В/Д микросхем дешифраторов DTMF –сигналов, например: ЭКР1008ВЖ18, IL9270N(D), НМ9270, МТ8870, МV8870, LC7385(M) и др. Все они имеют сходную схему включения и расположение выводов. Однако они отличаются между собой некоторыми параметрами и наличием отдельных функций.

2.3. Упорядочивание аналоговых двухтональных сигналов с помощью дешифратора или микроконтроллера.

Как видим в таблице 2.3. поступающие аналоговые двухтональные сигналы преобразуются в дискретные сигналы и выходит из портов декодера как выходной код состоявший от четырёх значений. В управлении объектами для задание команды надо упорядочит эти входные коды. Для этого мы можем использовать декодер 4 на 16 линии или микроконтроллер как декодер. Ниже даны некоторые примеры которые можно упорядочить сигналы.

Упорядочить сигналы с помощью декодера 74HC154D , Декодер / Демультимплексор (4 на 16 линий). Декодер 74HC154D принимает 4 значения в бинарном виде и выводит 16 значений т.е. комбинации.



Рисунок 2.18. Корпус декодера 74HC154D: DIP-24.

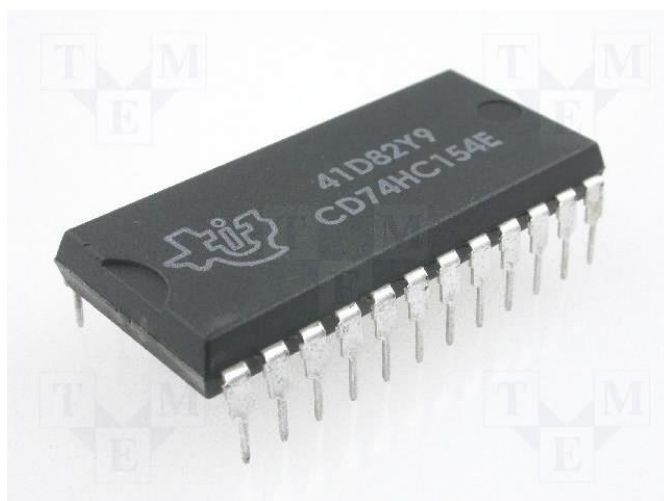


Рисунок 2.19. Корпус декодера 74HC154D: SOP-24.

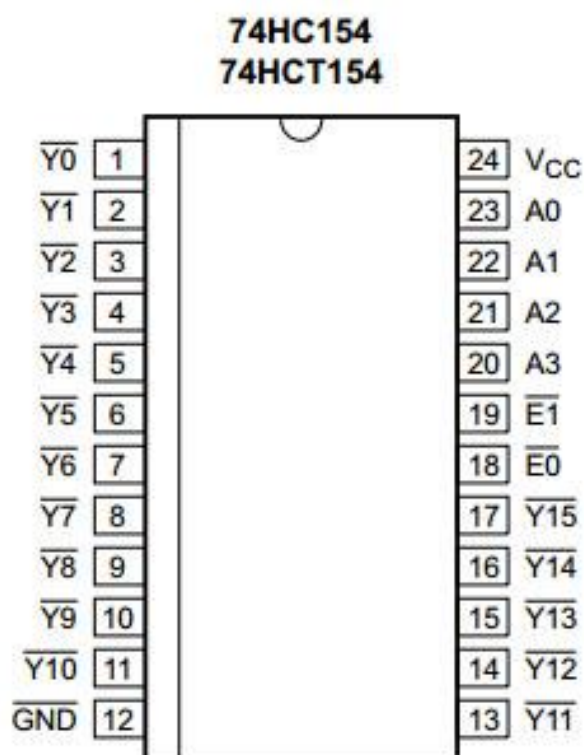


Рисунок 2.20. Расположение выводов декодера 74HC154D.

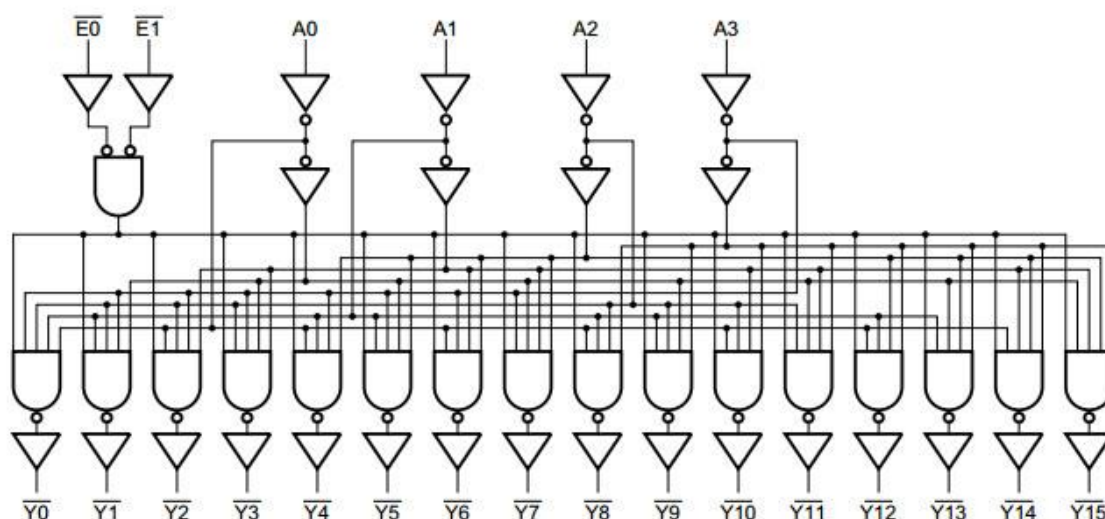


Рисунок 2.21. Логическая диаграмма декодера 74HC154D.

Функциональная таблица декодера 74HC154D.

Таблица 2.5.

Входные сигналы				Выходные сигналы															
A	B	C	D	Y ₀	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	Y ₁₄	Y ₁₅
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Основные электрические характеристики 74HC154D

Таблица 2.6.

Напряжение питания	2-6 V
Ток потребления	<7mA
Выходной ток лог.0	1,0mA
Выходной ток лог.1	5,2mA
Диапазон температур	-40..+125°C

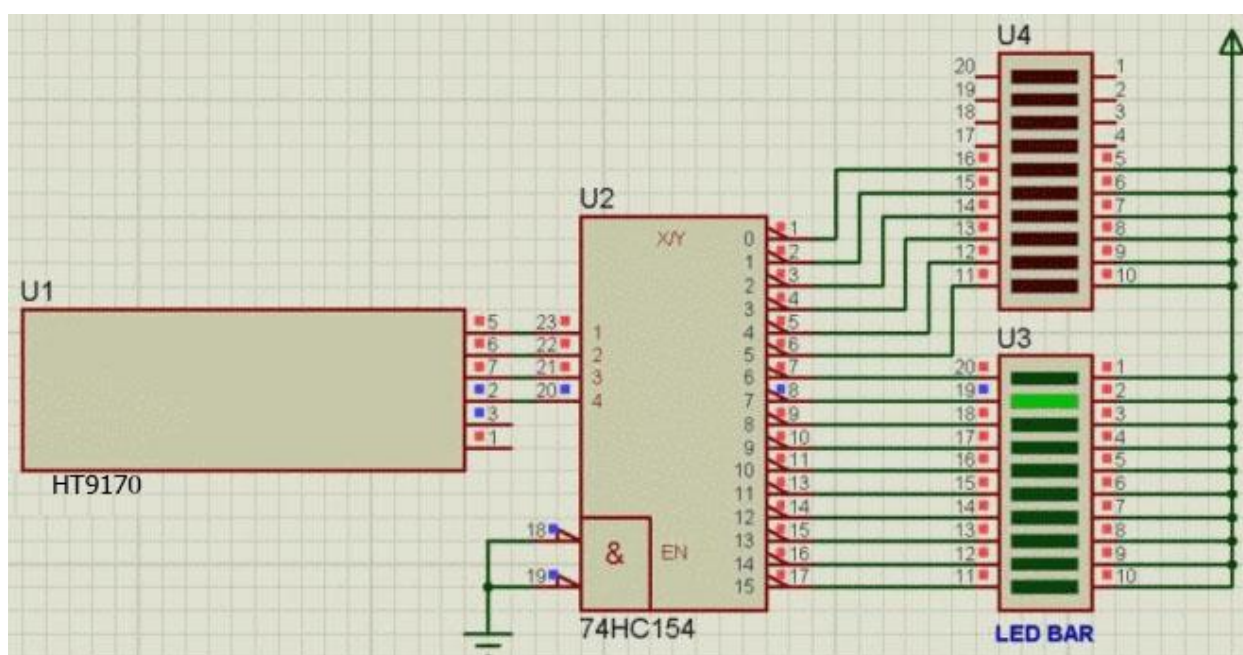


Рисунок 2.21. Схема подключения декодеров HT9170 и 74HC154D.

Аналоговый двухтональный сигнал поступает с мобильного телефона к декодеру HT9170 через AUX шнур. Там сигнал преобразуется на дискретный сигнал и поступает в декодер 74HC154D в бинарном виде. При разных входных комбинациях с декодера 74HC154D выходит упорядоченные сигналы с выхода Y0-Y15 (таблица 2.6.).

Упорядочение сигналов с помощью декодера. На микроконтроллерах упорядочить дискретных сигналов выходящих из декодера намного проще и эффективнее. Программное обеспечение не сложное и можно написать желаемые функции. Ниже приведен пример соединения декодера HT9170 который преобразует аналоговых двухтональных сигналов к дискретному сигналу и Atmega8 который по записанной программе упорядочивает дискретных сигналов по нужному направлению.

ATMEGA8. Микроконтроллер ATMEGA8 сочетает в себе функциональность, компактность и сравнительно не высокую цену. Такие качества дали широчайшее распространение ATmega8 среди профессиональных и любительских конструкций. Микроконтроллер имеет широкий набор модулей, и может быть использован в большом количестве устройств, различного назначения, от таймеров, реостатов, систем автоматики до генератор специальных сигналов, видео сигналов и декодеров стандарта RC5.

Характеристики микроконтроллера ATMEGA8

Таблица 2.7.

EEPROM	8 Кб
Аналоговые входы (АЦП)	4
Входное напряжение (предельное)	5,5 Вольт
Входное напряжение (рекомендуемое)	4,5-5 Вольт
ОЗУ	256 байт
Тактовая частота	20 МГц
Flash-память	8кБ

Микроконтроллер ATMEGA8 имеет два полноценных портов с разрядностью 8 бит в отличие от ATtiny2313 младшего брата. Наличие в atmega8 аналогово-цифрового преобразователя дающего возможность измерять такие параметры как напряжение , ток , емкость позволяет разработать полноценный мультиметр на базе этого микроконтроллера. Так же ATMEGA8 имеет порт UART для приема и передачи данных TTL уровня.

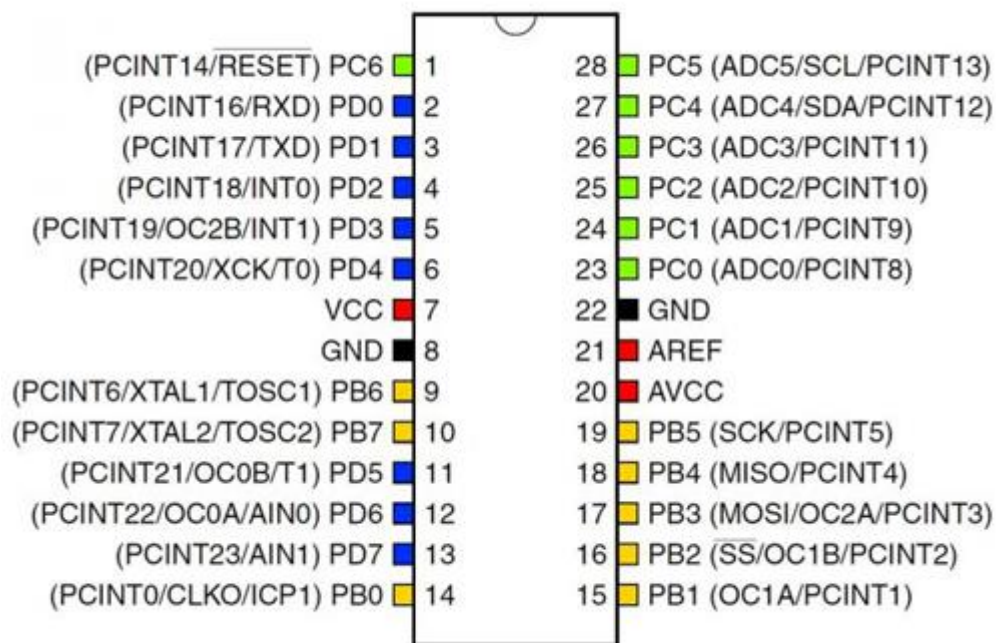
Порт для работы по протоколу TWI (возможность реализовать программный I2C).

По I2C к ATmega8 можно подключить целый спектр устройств:

- внешнюю EEPROM память серии 24сXX,
 - ЖКИ индикаторы и графические дисплеи,
 - регуляторы громкости, сопротивления,
- и многое другое.



2.22. Внешний вид микроконтроллера в корпуса DIP-28



2.23. Распиновка выводов для корпуса DIP-28

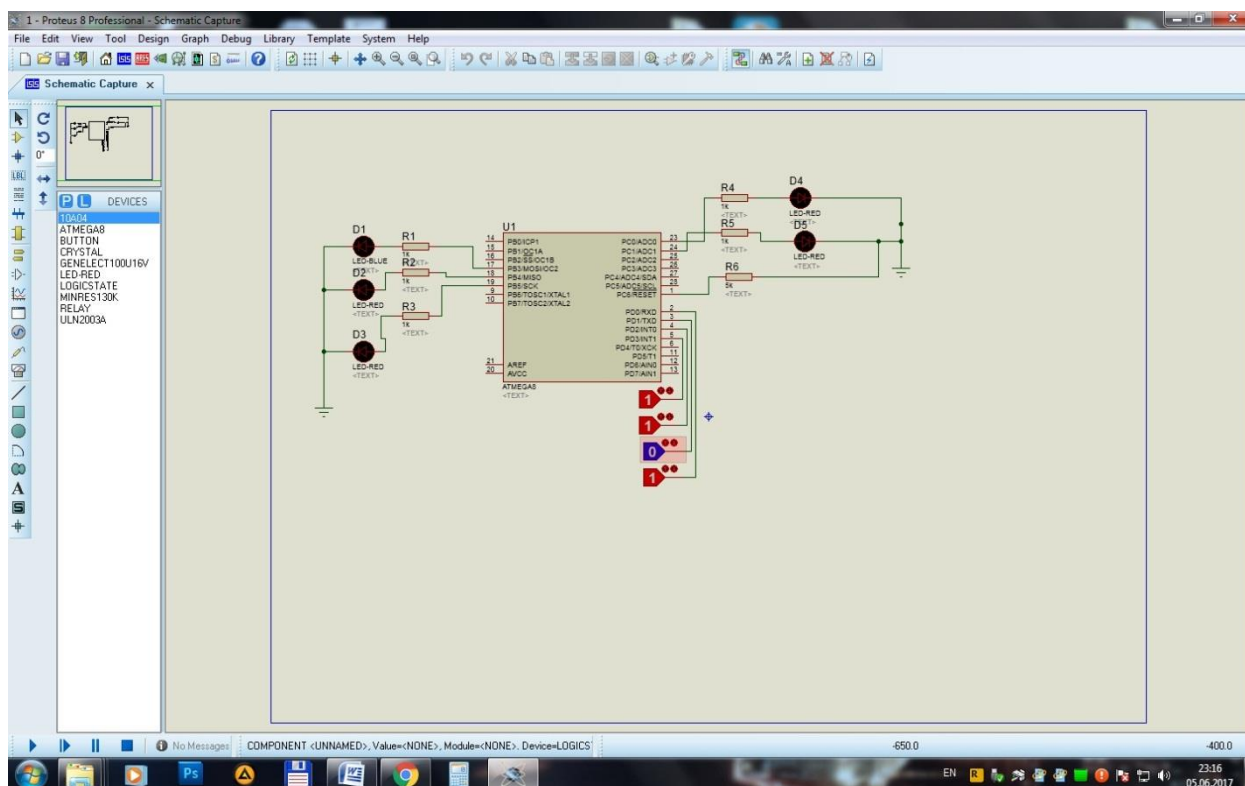


Рисунок 2.24. Схема подключения декодера HT9170 и микроконтроллера ATMTGA8.

Программное обеспечение для управления 5 лампами на ATMTGA8.

/*****

Project :DTMF

Version :2.3

Date : 28.05.2017

Author :Durbek

Company :

Comments: Control of 5 lamps

Chip type : ATmega8

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*****/

```
#include <mega8.h>
```

```
voidmain(void)
```

```
{
```

```
PORTB=0x00; // на всех битах установлена логический “0”
```

```
DDRB=0xFF; // все порты В выходящий OUTPUT
```

```
PORTC=0x00; // на всех битах установлена логический “0”
```

```
DDRC=0x7F; // все порты C выходящий OUTPUT
```

```
PORTD=0x00; // на всех битах установлена логический “0”
```

```
DDRD=0x00; // все порты D входящий INPUT
```

```
while (1) // начало программы
```

```
{
```

```
if (PIND == 0b00001000) // при нажатие “1”
```

```
{PORTB.3=1;} // Порт В3 = 1
```

```
if (PIND == 0b00000100) // при нажатие “2”
```

{PORTB.3=0;}	// Порт В3 = 0
if (PIND == 0b00001100)	// при нажатие “3”
{PORTB.4=1;}	// Порт В4 = 1
if(PIND == 0b00000010)	// при нажатие “4”
{PORTB.4=0;}	// Порт В4 = 0
if(PIND == 0b00001010)	// при нажатие “5”
{PORTB.5=1;}	// Порт В5 = 1
if(PIND == 0b00000110)	// при нажатие “6”
{PORTB.5=0;}	// Порт В5 = 0
if(PIND == 0b00001110)	// при нажатие “7”
{PORTC.0=1;}	// Порт С0 = 1
if(PIND == 0b00000001)	// при нажатие “8”
{PORTC.0=0;}	// Порт С0 = 0
if(PIND == 0b00001001)	// при нажатие “9”
{PORTC.1=1;}	// Порт С1 = 1
if(PIND == 0b00000101)	// при нажатие “0”
{PORTC.1=0;}	// Порт С1 = 0
if(PIND == 0b00001101)	// при нажатие “ * ”
{PORTB=1;	// Порт В = 1
PORTC=1;}	// Порт С = 1
if(PIND == 0b00000011)	// при нажатие “ # ”
{PORTB=0;	// Порт В = 0
PORTC=0;}	// Порт В0 = 0
}	// закрытие While(1)
}	// закрытие voidmain(void)

В данной программе использованы только состояния “ножек” микроконтроллера для управления состоянием ламп (вкл/выкл). То есть при поступлении сигнала от декодера к микроконтроллеру изменяется состояние входного порта D. В зависимости состояния порта меняется состояние портов В и С.

2.4. Системы непрерывного и дискретного управления, на основе устройства DTMF сигналов и их программное обеспечение.

Система управления — систематизированный (строго определённый) набор средств сбора сведений о подконтрольном объекте и средств воздействия на его поведение, предназначенный для достижения определённых целей. Объектом системы управления могут быть как технические объекты, так и люди. Объект системы управления может состоять из других объектов, которые могут иметь постоянную структуру взаимосвязей.

Системы управления с участием людей как объектов управления зачастую называют системами менеджмента, то есть автоматизированным управлением.

Техническая структура управления — устройство или набор устройств для манипулирования поведением других устройств или систем.

Объект управления — изменение состояния объекта в соответствии с заданным законом управления. Такое изменение происходит в результате внешних факторов например, вследствие управляющих или возмущающих воздействий.

Разделяют системы автоматического регулирования САР зависимо от характера сигналов, а также их от их прохождения. Условно их делят на две категории: непрерывные и дискретные, или как их еще называют прерывистые.

Непрерывные системы управление. Если в ходе работы данной системы структуры связи не меняются, то такая система имеет название непрерывной. Соответственно сигналы на выходе ее тоже будут непрерывными и представлять собой функцию входящего воздействия и времени. Между выходными и входными элементами такой системы будет существовать связь, которая не будет прерываться во времени. Примером непрерывного устройства может служить:

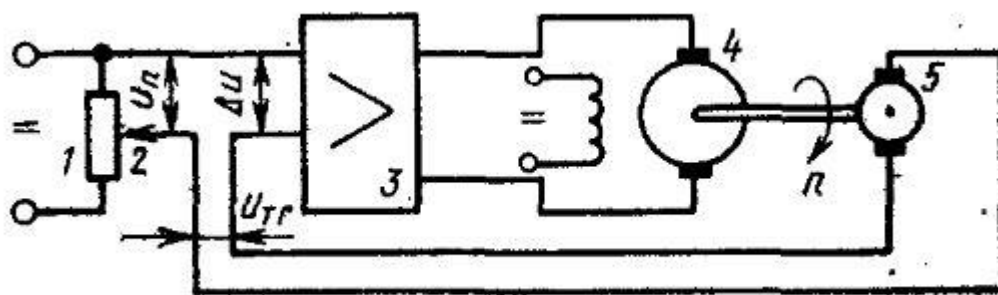


Рисунок 2.25. Пример для непрерывного устройства

Здесь ток, протекающий по цепи 4, будет являться непрерывной функцией напряжения на тахогенераторе 5, которое поступает на операционный усилитель 3.

Прерывистые или дискретные системы. Главным отличием их от непрерывных будет то, что в дискретном устройстве сигнал изменяется во времени (работает как реле – контакты замыкаются и размыкаются с определенной периодичностью). Их в свою очередь можно поделить на релейные и импульсные.

Импульсные системы. В таких системах прерывание сигнала происходит принудительно – специальным прерывающим устройством. Процессы в этих САР протекают также как и в непрерывных САР, но только

при появлении импульса. Импульсные системы содержат импульсные элементы и, соответственно, выполняют квантование сигналов по времени.

Релейные системы. В данном типе устройств размыкание и замыкание производится специальным элементом системы при непрерывном действии сигнала на входе. Замыкание и размыкание производит реле, или же элемент имеющий релейную характеристику. Срабатывание реле происходит при проявлении воздействия на его управляющий орган. Такие системы квантуют сигнал по уровню.

Как правило, для преобразования аналогового сигнала в цифровой применяют устройство, именуемое аналого-цифровыми преобразователями АЦП.

Примером релейного типа САР может послужить:

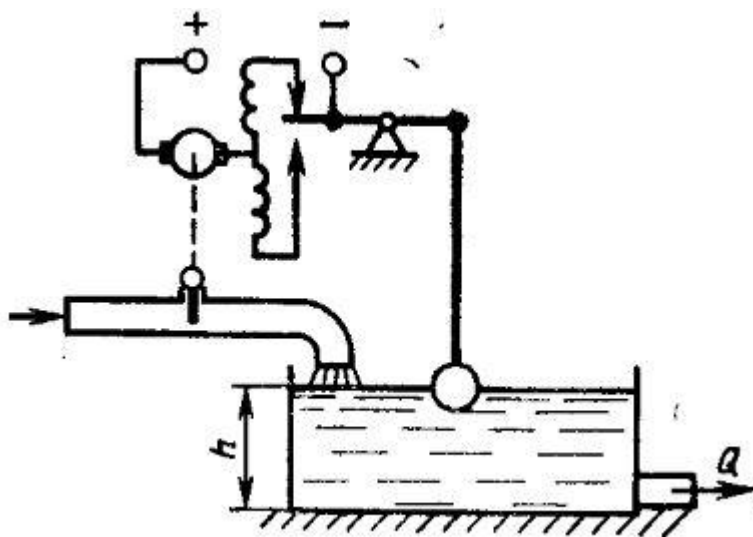


Рисунок 2.26. Пример для релейного устройства

В такой САР при опускании поплавка ниже определенного уровня — контакт будет замыкаться и двигатель откроет заслонку, выше какого-то уровня — контакт реле перекинется и двигатель закроет заслонку. Если уровень воды в бассейне находится в норме, то поплавок будет в нейтральном положении, контакт тоже в нейтральном и заслонка окажется в зафиксированном положении. Тип сигнала — релейный контакт.

В зависимости от конструкции САР их делят на – гидравлические, электрогидравлические, электронные, электрические, а также электромеханические.

Красным показан аналоговый сигнал, а синим дискретный.

В данном примере дано релейная система управляющая микроконтроллером ATMEGA8 который запрограммирован как декодер. Так как мощность выходящего тока с микроконтроллера очень низкая в этой схеме использовал в роли усилителя драйвер нагрузок на 7 каналов ULN2003A. Ниже приведены характеристики на ULN2003A.

В 16-выводном корпусе ULN2003 размещены 7 транзисторов Дарлингтона, которые способны управлять нагрузками с током до 500 мА и напряжением до 50 В на канал.



Рисунок 2.27. Корпус ULN2003A: SOP-18

Спектр применений ULN2003 весьма широк:

- логические буферы,
- управление реле и электромагнитными клапанами,
- управление шаговыми двигателями и щеточными двигателями постоянного тока,
- управление светодиодными и газоразрядными индикаторами.

Основные параметры ULN2003A, ULN2004A

- напряжение коллектор-эмиттер выходного ключа — 50 В,
- пиковый ток коллектора — 500 мА,
- суммарный ток всех каналов протекающий через общий вывод — 2,5 А,
- диапазон рабочих температур -60°C..150°C.

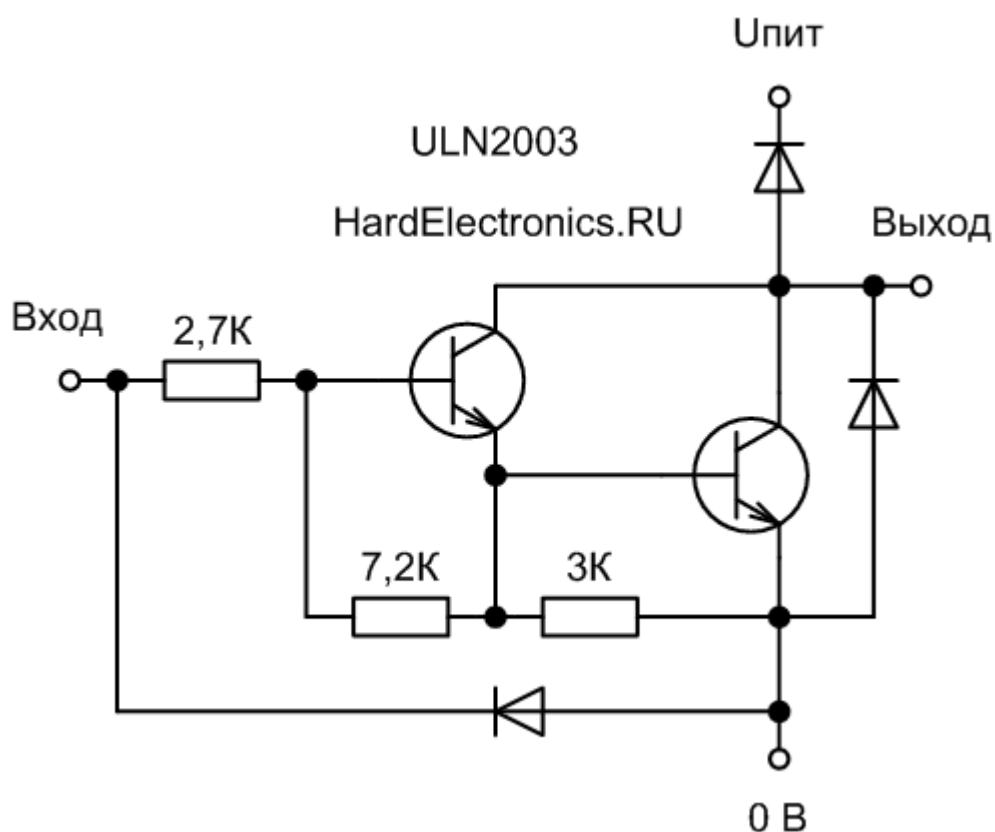


Рисунок 2.28. Схема одного из каналов в микросхемах ULN2003A.

Каждый из семи каналов содержит по два биполярных транзистора, резистор 2,7 кОм ограничивающий базовый ток, и два резистора на 7,2 кОм и 3 кОм защищающие транзисторы от открывания обратным током коллектора. Кроме того к схеме добавлены три защитных диода: первый защищает вход от отрицательного напряжения, два других защищают выход от отрицательного напряжения и от превышения напряжения на транзисторах выше питающего.

Наличие защитных выходных диодов актуально при работе на индуктивную нагрузку: диод для шунтирования обмотки реле или обмотки шагового двигателя уже встроен в микросхему и не нужно устанавливать внешний диод. А при использовании 7 каналов – 7 внешних диодов.

Управление ULN2003. Входная часть сборок ULN2003A, ULN2003AI, ULQ2003A спроектирована так чтобы работать совместно с ТТЛ и 3,3 В и 5 В К-МОП логикой.

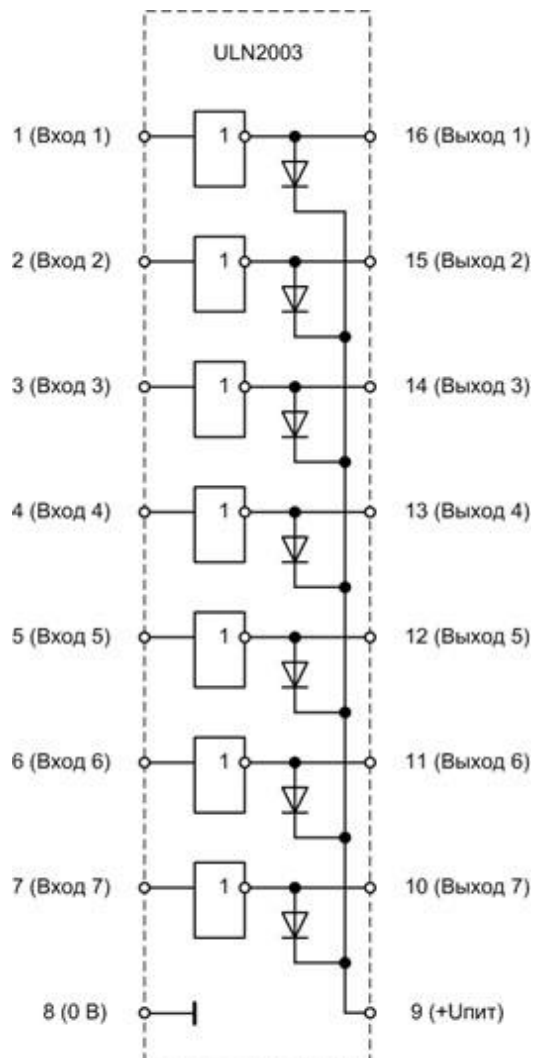


Рисунок 2.29. Схема всех каналов в микросхемах ULN2003A.

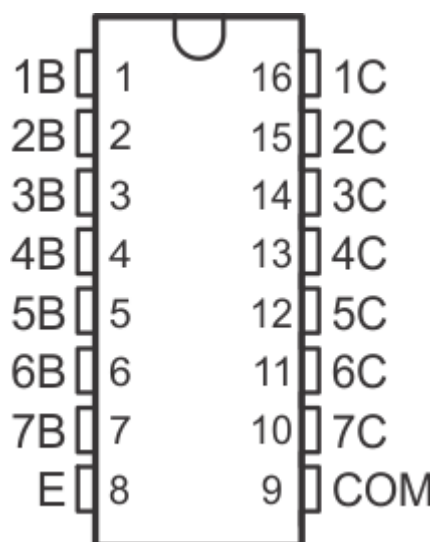


Рисунок 2.30. Расположение выводов (вид сверху)

Назначение выводовULN2003

Таблица 2.7.

ВЫВОД		I/O	ОПИСАНИЕ
ОБОЗНАЧЕНИЕ	№		
1B	1	I	Входы от 1 до 7, подключенные к цепи базы составного транзистора
2B	2		
3B	3		
4B	4		
5B	5		
6B	6		
7B	7		
1C	10	O	Выходы от 1 до 7, подключенные к коллектору составного транзистора
2C	11		

Назначение выводовULN2003

Таблица 2.7.

ВЫВОД		I/O	ОПИСАНИЕ
ОБОЗНАЧЕНИЕ	№		
3C	12		
4C	13		
5C	14		
6C	15		
7C	16		
COM	8	I/O	Общий катодный узел для диодов в цепи обратной связи(обязателен для индуктивных нагрузок)
E	7	—	Общий для всех ключей эмиттер (обычно подключается к земле)

ULN2003 выпускается как для объемного монтажа: PDIP, так и для поверхностного: SOIC, SOP и TSSOP.

Схема включения ULN2003. Одной ULN2003 можно управлять сразу 7 нагрузками, но когда нету такого количества нагрузок, то для увеличения надежности можно объединять каналы. Например 1,2 каналы использовать для первой обмотки; 3,4 для второй обмотки, а 5,6,7 для третьей.

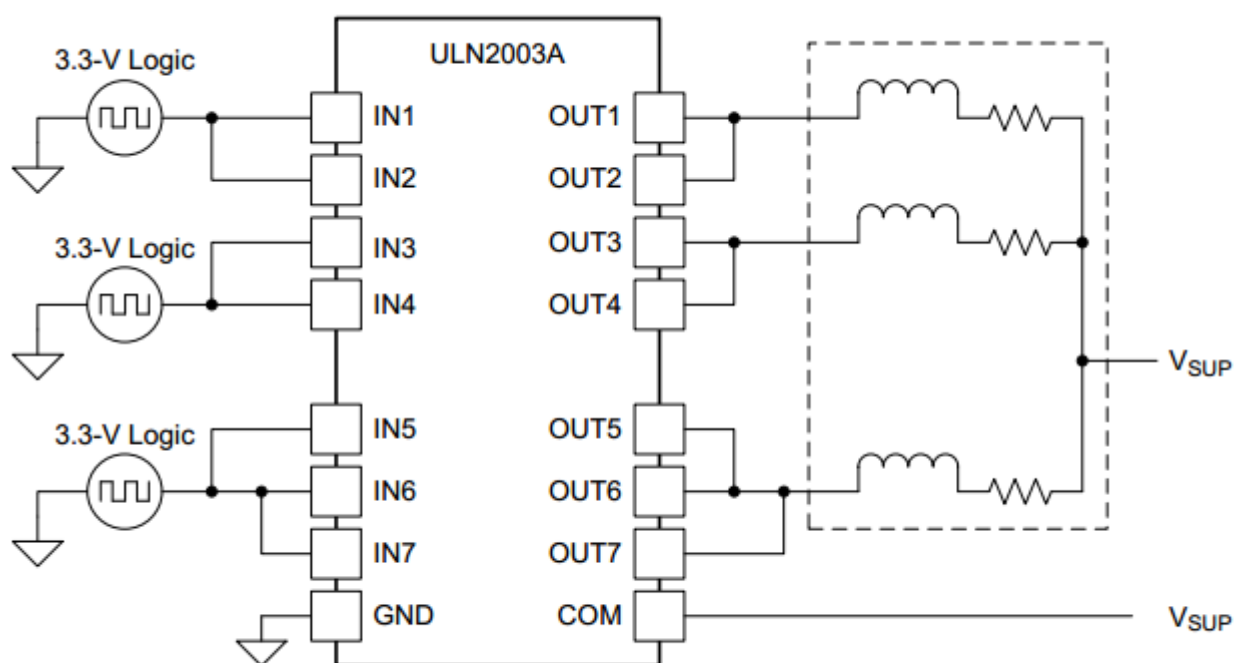


Рисунок 2.30. Управления нагрузками в микросхемах ULN2003A.

Аналоги ULN2003A. Разные зарубежные производители выпускают свои аналоги ULN2003: L203, MC1413, SG2003, TD62003, K1109KT22.

На рисунке 2.31. приведено пример функциональной схемы релейного управления. Аналоговые DTMF сигналы поступают с мобильного телефона через AUX шнур в декодер HT9170D. Декодер преобразует аналоговых двух тональных сигнал на четырёхзначные дискретные сигналы. Эти сигналы передаются входные порты (порт D0-D3) микроконтроллера. В зависимости состояния входных портов сигнал передается на входы ULN2003A. Микросхема ULN2003A управляет с релями по сигналу микроконтроллера.

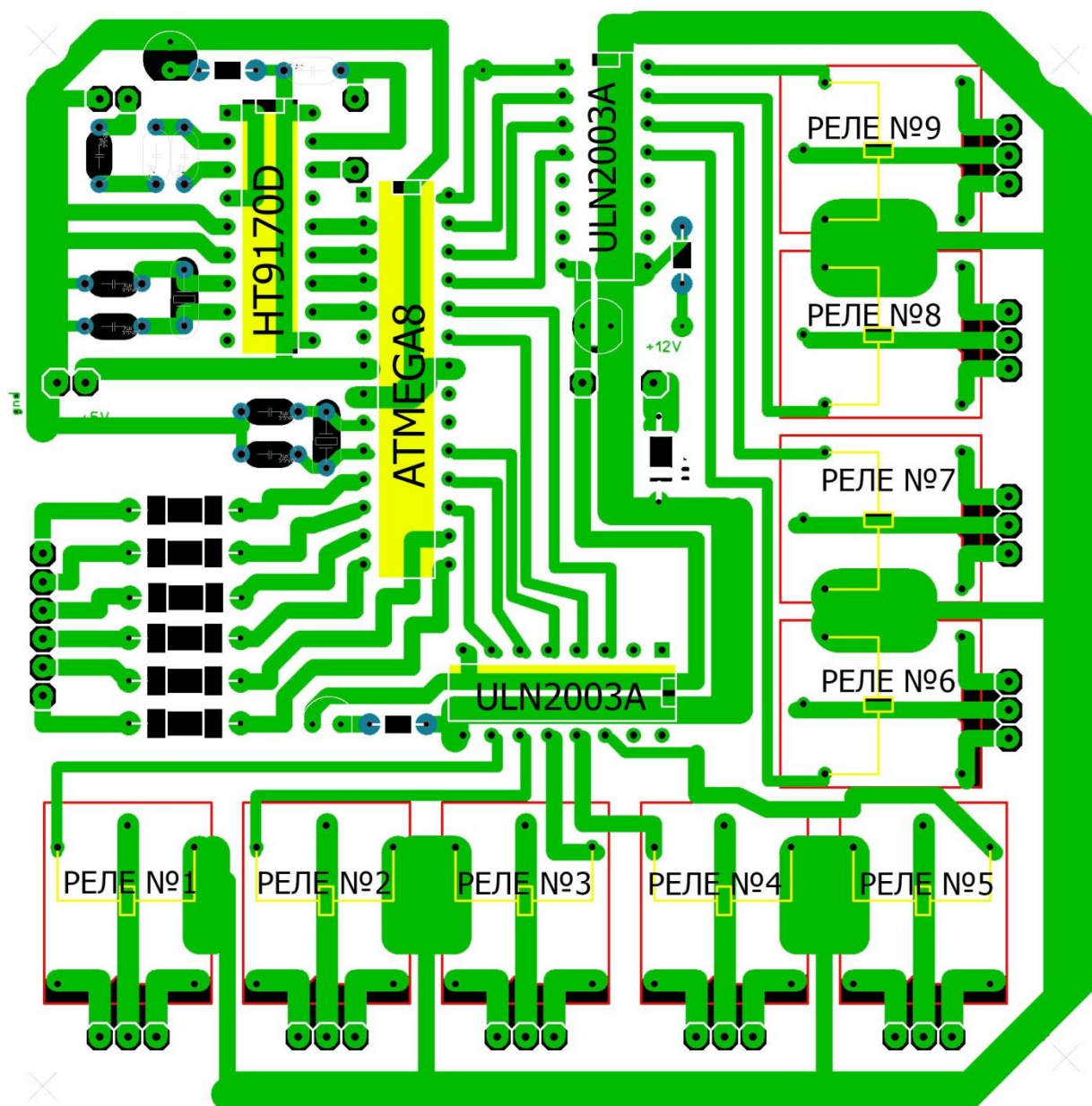


Рисунок 2.31. Девятиканальная релейная устройства управляемая с помощью DTMF сигнала

Программное обеспечение микроконтроллера ATMEGA8 для
девятиканальной релейной системы:

/*****

Project : DTMF

Version : 3.0

Date : 30.05.2017

Author :Durbek

Company :

Comments: Control 9 channel relay

Chip type : ATmega8

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*****/

#include <mega8.h>

voidmain(void)

{

PORTB=0x00; // на всех битах установлена логический “0”

DDRB=0xFF; // все порты В выходящиеOUTPUT

PORTC=0x00; // на всех битах установлена логический “0”

DDRC=0x7F; // все порты С выходящиеOUTPUT

PORTD=0x00; // на всех битах установлена логический “0”

DDRD=0x00; // все порты D входящиеINPUT

while (1) // начало программы

{

if (PIND == 0b00001000) // при нажатие “1”

{PORTC.5=1;} // Реле №1 = ВКЛ

```

if (PIND == 0b00000100)                // при нажатие “2”
    {PORTC.4=1;}                        // Реле №2 = 1
if (PIND == 0b00001100)                // при нажатие “3”
    {PORTC.3=1;}                        // Реле №3 = 1
if(PIND == 0b00000010)                // при нажатие “4”
    {PORTC.2=1;}                        // Реле №4 = 1
If(PIND == 0b00001010)                // при нажатие “5”
    {PORTC.1=1;}                        // Реле №5 = 1
if(PIND == 0b00000110)                // при нажатие “6”
    {PORTC.0=1;}                        // Реле №6 = 1
if(PIND == 0b00001110)                // при нажатие “7”
    {PORTB.5=1;}                        // Реле №7 = 1
if(PIND == 0b00000001)                // при нажатие “8”
    {PORTB.4=1;}                        // Реле №8 = 1
if(PIND == 0b00001001)                // при нажатие “9”
    {PORTB.3=1;}                        // Реле №9 = 1
if(PIND == 0b00000101)                // при нажатие “0”
    {PORTB=0;
PORTC=0;}                            // все реле = ВЫКЛ
if(PIND == 0b00001101)                // при нажатие “ * ”
    {PORTB=1;                          // все реле = ВКЛ
PORTC=1;}
    }                                    // закрытие While(1)
    }                                    // закрытие voidmain(void)

```

Для непрерывного управления в микроконтроллере надо написать программу который в зависимости от состояние входного порта D переключается в разные режимы. Примерное программное обеспечения с задержкой дано ниже:

/*****

Project :DTMF

Version : 5.0

Date : 2.06.2017

Author :Durbek

Company :

Comments: Control 9 channel relay with delay.

Chip type : ATmega8

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 8,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

*****/

#include <mega8.h>

#include <delay.h>

voidmain(void)

{

PORTB=0x00; // на всех битах установлена логический “0”

DDRB=0xFF; // все порты В выходящие OUTPUT

PORTC=0x00; // на всех битах установлена логический “0”

DDRC=0x7F; // все порты С выходящие OUTPUT

PORTD=0x00; // на всех битах установлена логический “0”

DDRD=0x00; // все порты D входящие INPUT

while (1) // начало программы

{

if (PIND == 0b00001000) // при нажатие “1”

{PORTC.5=1; // Реле №1 = ВКЛ

delay_ms(1000) //задержка 1000 мс.

```

PORTC.5=1; }    // Реле №1 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00000100)                                // при нажатие “2”
{PORTC.4=1;                                             // Реле №2 = ВКЛ
delay_ms(1000)                                         //задержка 1000 мс.
PORTC.4=1;}                                           // Реле №2 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00001100)                                // при нажатие “3”
{PORTC.3=1;                                           // Реле №3 = ВКЛ
delay_ms(1000)                                         //задержка 1000 мс.
PORTC.3=0;                                             // Реле №3 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00000010)                                // при нажатие “4”
{PORTC.2=1;                                             // Реле №4 = ВКЛ
delay_ms(1000)                                         //задержка 1000 мс.
PORTC.2=0; }                                           // Реле №4 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00001010)                                // при нажатие “5”
{PORTC.1=1;                                             // Реле №5 = ВКЛ
delay_ms(1000)                                         //задержка 1000 мс.
PORTC.1=0; }                                           // Реле №5 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00000110)                                // при нажатие “6”
{PORTC.0=1;                                             //Реле №6 = ВЫКЛ
delay_ms(1000)                                         //задержка 1000 мс.
PORTC.0=1 }                                           // Реле №6 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00001110)                                // при нажатие “7”
{PORTB.5=1;                                             // Реле №7 = ВКЛ
delay_ms(1000)                                         //задержка 1000 мс.
PORTB.5=0;}                                           // Реле №7 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00000001)                                // при нажатие “8”
{PORTB.4=1;                                             // Реле №8 = ВКЛ
delay_ms(1000)                                         //задержка 1000 мс.
PORTB.4=0;}                                           // Реле №8 = ВЫКЛ

```

if (PIND == 0b00001001)	// при нажатие “9”
{PORTB.3=1;	// Реле №9 = 1
delay_ms(1000)	//задержка 1000 мс.
PORTB.3=0;}	// Реле №9 = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00000101)	// при нажатие “0”
{ PORTB=0;	
PORTC=0;}	// все реле = ВЫКЛ
if (PIND == 0b00001101)	// при нажатие “ * ”
{PORTB=1;	// все реле = ВКЛ
PORTC=1;}	
}	// закрытие While(1)
}	// закрытие voidmain(void)

2.5. Рекомендуемые области применения декодирующего DTMF сигналов в электронике.

Так как алгоритм декодирования многотонального аналогового сигнала происходит в электронной части схемы и аналоговые сигналы поступают в схему через мобильную сеть система считается достаточно защищенной. То есть не требует дополнительных программных или технических обеспечений для безопасности системы. Достаточно внести в «белый список» мобильного телефона номера доступных пользователей. При этом в систему имеет доступ только те люди, которые внесены в «белый список» мобильного телефона.

Схема подключения показано в рисунке 2.32.

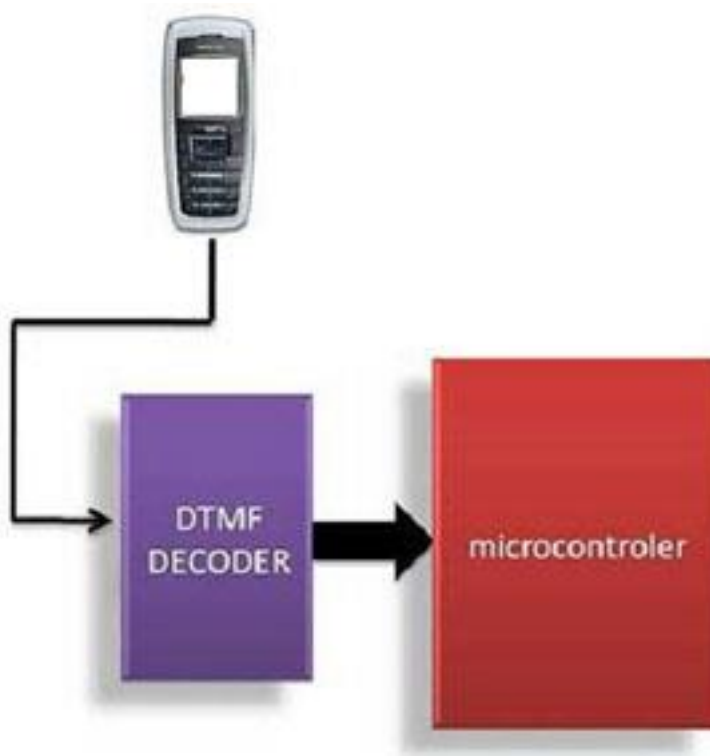


Рисунок 2.32. Схема подключения устройства

К таким типам подключения можно управлять объектами в пределах радиуса действия мобильного оператора. Где есть мобильная связь там и работает оборудование.

Рекомендуется использовать в робототехнике или продвижении электромашин разного типа. Показано на рисунке

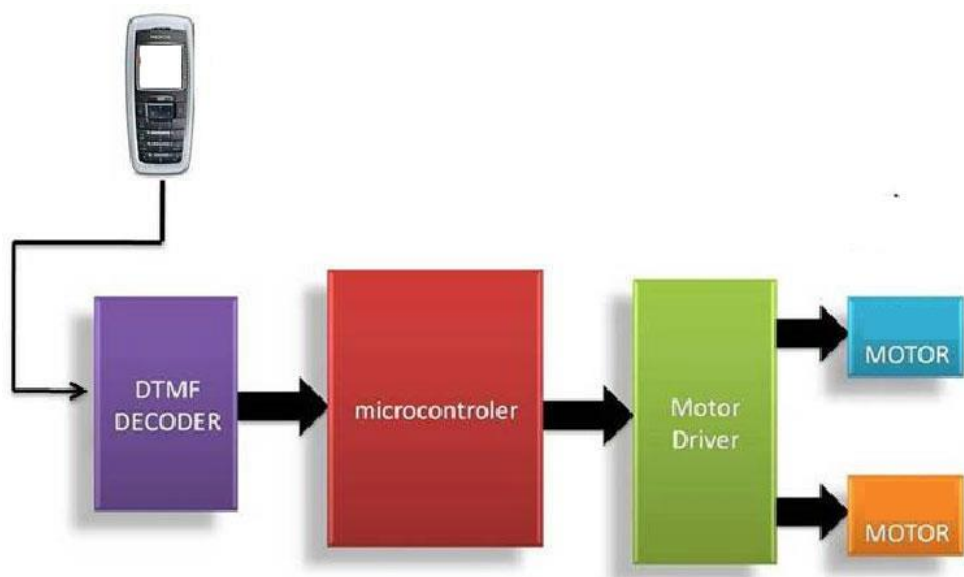


Рисунок 2.32. Схема двух электродвигателей управляемых с помощью DTMF сигналов

ГЛАВА III. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данном разделе выпускной работы рассматриваются вопросы безопасной жизнедеятельности человека, которых необходимо решать на всех стадиях жизненного цикла.

БЖД - это область знаний, изучающая опасности, угрожающие человеку в среде обитания (природной, производственной, бытовой), и способы защиты от них. В основу теории безопасности человека положена концепция деятельности, одним из наиболее существенных моментов которой является аксиома о потенциальной опасности в любом из видов деятельности. В таком случае, безопасность можно определить как такое состояние жизнедеятельности, при котором с определенной вероятностью исключается принесение ущерба здоровью человека. Такое состояние достигается с помощью определенного механизма управляющих воздействий на те факторы, от которых зависят условия БЖД.

Проблема сохранения окружающей природной среды, обеспечение экологической безопасности охватывает все сферы жизнедеятельности человека. В основных законодательных документах Узбекистана отмечается необходимость повышения эффективности государственного управления в области охраны природы и использования природных ресурсов, контроля состояния окружающей среды. Проблема охраны природы и улучшения окружающей среды носит ярко выраженный характер и требует объединенных усилий всех звеньев при производстве исследований.

Комфортное состояние жизненного пространства по показателям микроклимата и освещения достигается соблюдением нормативных требований. В качестве критериев комфортности устанавливают значения температуры воздуха в помещениях, его влажности и подвижности,

соблюдение нормативных требований к искусственному освещению помещений и территорий.

Параметры – температура окружающих предметов и интенсивность физического нагревания организма характеризуют конкретную производственную обстановку и отличаются большим разнообразием. Остальные параметры – температура, скорость, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха – получили название параметров микроклимата.

Параметры микроклимата воздушной среды, которые обуславливают оптимальный обмен веществ в организме и при которых нет неприятных ощущений и напряжённости системы терморегуляции организма, называют комфортными или оптимальными.

Производственная санитария и гигиена труда. Общие санитарно-гигиенические требования» производственный процесс в нашем случае относится к первой группе (производимая сидя, стоя или связанная с ходьбой, но не требующая систематического физического напряжения), который проходит при нормальных метеорологических условиях и отсутствии выделений пыли и других вредных веществ. По характеру работ, обслуживание технического оборудования относится к категории «легких». К легким физическим работам относятся виды деятельности человека с расходом энергии не более 150 ккал/ч. Легкие физические работы делятся на категории: 1а (расход энергии 120 ккал/ч) и 1б (расход энергии 121-150 ккал/ч). Работы, проводимые в нашем помещении попадают под категорию 1а, так как это работы, выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Одним из необходимых условий здоровья и высокой производительности труда человека является обеспечение целого ряда условий. Согласно ГОСТ помещение относится к пятому классу, т. е. к предприятиям, выделяющим минимальное количество вредных веществ. В

помещении поддерживается температура воздуха 23 – 250°С в летний период и 22 – 240°С в зимний. Относительная влажность воздуха 60 - 40% при нормальном атмосферном давлении. Подвижность воздуха не более 0.1 м/с.

Эти условия поддерживаются: в летнее время кондиционерами, а в зимнее – центральным отоплением. Для кондиционирования применяются 2 кондиционера ToshibaRAC-07 ЕЕОК с параметрами: площадь до 20 м², охлаждение – 1.93 кВт, циркуляция 320 м³/ч, максимальная мощность 0.69 кВт.

Источниками наиболее вредных производственных факторов при работе на ПК являются видеомониторы. От них исходит переменное электрическое поле и рентгеновское излучение. Как говорилось выше, в настоящее время выпускается большое количество мониторов, которые имеют очень малое электромагнитное излучение (либо вовсе не имеют), однако в некоторых организациях используются мониторы старых моделей. Поэтому этот вредный фактор в разных помещениях различен и по прежнему он остается актуален.

Основная доля переменного электрического поля располагается сзади и по бокам видеомонитора, поэтому, чтобы уменьшить его вредное влияние необходимо располагать видеомониторы так, чтобы у людей, присутствующих в офисе, было, как можно меньше возможностей оказаться сзади или сбоку видеомонитора. То же относится и к рентгеновскому излучению, однако помимо этого оно присутствует и спереди монитора и надо принимать специальные меры, чтобы его ослабить. Основная мера заключается в выборе монитора. Кроме того, для защиты от излучений применяются специальные светофильтры, надеваемые поверх экрана монитора. Так, например, светофильтры американской фирмы "Palaroid" и австрийской "Ergostar" снимают до 90 - 98 % излучений. Из вышесказанного видно, что вопросы защиты от рентгеновского излучения и переменного электромагнитного поля решаются по мере возможности при производстве

видеомониторов. По поводу такого фактора, как шум можно сказать то же самое - вентиляционные системы современных ЭВМ почти бесшумные.

А вот зрительная нагрузка оператора, хотя и уменьшается за счет применения мониторов с высоким качеством изображения, все же очень сильно зависит и от освещения в рабочем помещении. Правильно спроектированное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда.

При контроле работы проектируемой системы освещение играет не маловажную роль в поддержании нормальных условий труда. В данном помещении естественное освещение через окна. В качестве искусственного освещения в темное время суток применяются люминесцентные лампы. Минимальная освещенность $E_{min}=400$ люкс.

Вибрация и шум в помещении отсутствуют, поэтому никаких мер по уменьшению шума или вибрации применять не требуется.

Важную роль играет планировка рабочего места, которая должна удовлетворять требованиям удобства выполнения работ, экономии энергии и времени рабочего, рационального использования рабочих площадей и удобства обслуживания оборудования.

Анализ вредных факторов. Для поддержания нормального микроклимата в помещении используется кондиционер, обеспечивающий относительную влажность воздуха в пределах 40 – 60% и нормальную температуру воздуха, независимую от температуры воздуха на улице; отопление преимущественно зимой; вентиляция. Согласно ГОСТ 12.1.005 – 88 ССТБ минимальное количество воздуха, которое подается в помещение системами вентиляции (в расчете на одного человека) более 30 м^3 , при объеме помещения 20 м^3 .

Шум в помещении создается внутренними источниками: вычислительная техника, устройствами кондиционирования воздуха и

другими техническими средствами. Шум влияет на нервную нагрузку человека, появляется раздражительность и быстрая утомляемость. Для снижения шума, создаваемого на рабочих местах внутренними источниками, а также шума поступающего извне следует: ослабить шум источников, применять рациональное расположение оборудования, использовать архитектурно–планировочные и технологические решения, направленные на изоляцию источников шума. В нашем случае явные источники шума отсутствуют. Так же в данном помещении отсутствуют источники вибрации.

Рассматриваемое помещение имеет естественное освещение через окна. В темное время суток используется искусственное освещение. Кроме естественного и искусственного освещения организовано аварийное освещение. Недостаточное освещение увеличивает зрительное напряжение.

Одним из вредных факторов является электромагнитное излучение ПЭВМ, однако уровень современных технологий позволяет полностью избавиться от электромагнитного излучения путем применения жидкокристаллических мониторов и защитных экранов. Таким образом, этот вредный фактор теряет свою значимость.

Так же к опасным и вредным факторам относятся: умственное напряжение, монотонность труда, зрительное переутомление.

Технические средства, используемые в нашем помещении, представляют для человека большую опасность, так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ человек может подвергаться опасности поражения электрическим током. На ряду с организационными мероприятиями по предупреждению поражения электрическим током существуют следующие технические средства защиты, к которым относятся: электрическая изоляция токоведущих частей, защитное заземление, зануление, защитное отключение и др. Использование этих средств в различных сочетаниях позволяет обеспечить защиту людей от

поражения электрическим током. В нашем случае поражение электрическим током является наиболее опасным фактором.

Опасные и вредные производственные факторы не превышают допустимых норм. Поэтому, поскольку при работе человека, требуется организация подключений в энергосеть, то наиболее опасным фактором является поражение электрическим током.

Техника безопасности. Поскольку человек работающий с различной радиоэлектронной аппаратурой постоянно сталкивается с необходимостью включения/выключения этой аппаратуры, наиболее опасным производственным фактором в рассматриваемом помещении является возможность поражения электрическим током. В нашем случае используется трехфазная четырехпроводная сеть электропитания напряжением 220/380 В с глухозаземленной нейтралью. Назначение заземления нейтрали – снижение до безопасного значения напряжения относительно земли нулевого проводника при случайном замыкании фазы на корпус.

Из соображений техники безопасности необходима установка распределительного щита, в состав которого должен входить автомат отключения в случае короткого замыкания в сети. В целях повышения техники безопасности все имеющиеся розетки должны быть снабжены предупредительными надписями, сетевые шнуры и вилки изолированы токонепроводящими (диэлектрическими) материалами и находиться в исправном состоянии.

В офисе в качестве защиты используется зануление. Проходящая вдоль всего помещения стальная шина подключена к нулевому проводу сети. Всю имеющуюся оргтехнику и компьютеры присоединяют к шине.

В качестве профилактических мер должно проводиться и проводится инструктаж со всеми работниками офиса (как с вновь прибывшими, так и с уже работающими). Прошедшие инструктаж работники расписываются в

журнале техники безопасности. Проведение этого мероприятия возложено на лица ответственные за технику безопасности.

Опасность поражения током при прикосновении к корпусу и другим нетоковедущим металлическим частям электрооборудования, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам, может быть устранена быстрым отключением поврежденной электроустановки от питающей сети и вместе с тем снижением напряжения корпуса относительно земли. Этой цели служит зануление.

Зануление – преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Произведем расчет зануления согласно ГОСТ. ССТБ.

Исходные данные:

- мощность питающего трансформатора (160 кВт);
- схема соединения обмоток (Δ/Y);
- расчетное сопротивление питающего трансформатора (0.16 Ом);
- длина кабеля от подстанции (300м);
- потребляемая мощность – 4 кВт.

При замыкании фазы на зануленный корпус электроустановка автоматически отключится, если значение тока однофазного короткого замыкания

$$I_{кз} \geq k \cdot I_{ном}, \quad (3.1)$$

где k – коэффициент кратности номинального тока $I_{ном}$.

Значение коэффициента k принимается равным 1,4 (защита осуществляется автоматическим выключателем).

Согласно ПУЭ, определим необходимую площадь сечения фазного и нулевого проводника

$$J = \frac{I_H}{j_{эк}}, \quad (3.2)$$

где I_H – номинальный ток нагрузки линии;

$J_{эк}$ – нормированное значение экономической плотности тока (для медных проводников с резиновой изоляцией $j_{эк}=3.5$ А/мм²).

Номинальный ток нагрузки линии определяется по формуле

$$I_H = \frac{P_{\Sigma}}{U_p}, \quad (3.3)$$

где P_{Σ} – потребляемая мощность.

Подставив значения в формулу (1.3), получим

$$I_H = \frac{4000}{220} = 18.18 \text{ А.}$$

Тогда величина сечения фазного проводника равна

$$S_{\phi} = \frac{18.18}{3.5} = 5.19 \text{ мм}^2.$$

В качестве фазного проводника выбираем медный проводник с сечением токоведущей жилы 6 мм².

Тогда

$$I_{кз} \geq 1.4 \cdot 18.18 = 25.45 \text{ А.}$$

Общее сопротивление петли «фаза – нуль» определяется по формуле

$$Z_{II} = \sqrt{R_{\phi}^2 + X_n^2}, \quad (3.4)$$

где R_{ϕ} – активное сопротивление фазного проводника;

X_n – индуктивное сопротивление петли «фаза – нуль» (0,09 Ом/км). С учетом длины кабеля $X_n=0.027$ Ом.

Активные сопротивления R_{ϕ} и R_{nn} определяются выражением

$$R_{\phi} = \rho \frac{l}{S}, \quad (3.5)$$

где $\rho=0,018$ Ом·мм²/м – удельное сопротивление меди;

l – длина проводника.

Тогда

$$R_{\phi} = 0.018 \cdot \frac{300}{10} = 0.54 \text{ Ом},$$

Определим значение сопротивления Z_n по формуле (1.4)

$$Z_n = \sqrt{0.54^2 + 0.027^2} = 0.541 \text{ Ом}.$$

Ток короткого замыкания равен

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{Z_m / 3 + Z_n}, \quad (3.6)$$

где $Z_m/3$ – расчетное сопротивление обмоток питающего трансформатора.

$$I_{кз} = \frac{220}{0.16 + 0.541} = 313.84 \text{ А}.$$

Так как $I_{кз} \geq 1.4I_n$, то надежное автоматическое выключение будет обеспечено.

Пожарная безопасность. Как известно, пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окислителя и источников зажигания. В помещении адаптивного управления присутствуют все три основных фактора, необходимые для возникновения пожара.

Горючими компонентами на вычислительном центре являются: строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещения, перегородки, двери, полы, перфокарты, изоляция силовых и сигнальных кабелей, обмотки радиотехнических деталей, жидкости для очистки элементов и узлов ЭВМ от загрязнений, пластмассовые корпуса ЭВМ и т. д.

Источниками зажигания на вычислительном центре могут оказаться электронные схемы ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционеры воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические дуги и искры, способные вызвать загорание горючих материалов.

Согласно СНиП 2 - 90 – 2001 «Производственные здания промышленных предприятий» для большинства технологических процессов в здании офиса установлена категория пожарной опасности "В" (в производстве обращаются твердые сгораемые вещества и материалы).

Противопожарные мероприятия должны носить комплексный характер, т. е. учитывать многие аспекты этого вопроса.

Электронные устройства должны по возможности быть выполнены из негорючих материалов. Так, например, поливинилхлоридная изоляция является трудно горючей, в отличие от полиэтиленовой. Все элементы электронных устройств должны работать в допустимом режиме нагрузки, так как при ее повышении может начинаться их разогрев. Так, например, недопустимо подключать к источнику питания нагрузку большей мощности, чем предусмотрено.

Кабельные линии являются наиболее пожароопасным местом. Для понижения воспламеняемости и способности распространять пламя кабели покрывают огнезащитными покрытиями. От трансформаторных подстанций и генераторных помещений до распределительных щитов кабели следует прокладывать в металлических газовых трубах.

При ремонтно-профилактических работах создается повышенная опасность возникновения пожара. Поэтому при таких работах необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности. Нельзя класть и оставлять паяльник на сгораемых конструкциях.

Временная проводка от переносных приборов к источникам питания прокладывается по кратчайшему пути. Розетки монтируются на несгораемых пластинах и оснащаются предохранителями.

Согласно СН 512 - 87 в залах с ЭВМ; помещениях для архивов магнитных и бумажных носителей, сервисной аппаратуры следует предусматривать установки автоматического объемного газового тушения, огнетушители типа ОУ5 в количестве 2шт. Огнетушащим веществом является тетрафтордибромэтан.

Автоматическая система защиты обнаруживает пожар с помощью сигнальных датчиков, подает сигнал тревоги в пожарную охрану, автоматически приводит в действие установки пожаротушения.

Для защиты помещений с ЭВМ наиболее пригодны бытовые извещатели типа Рид - 1 с радиоизотопной установкой охранно-пожарной сигнализации типа РУОП - 1. Применяют также извещатели типа ДИП - 1, ДИП - 2 и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы получены следующие результаты:

1. Проанализированы алгоритмы декодирования и идентификации сигналов DTMF.
2. Проанализированы режимы работы стационарных и мобильных телефонных станций.
3. Изучены схемы декодирования двухтонального аналогового сигнала.
4. Изучено использование DTMF сигналов в Республике Узбекистан и за рубежом.
5. Произведены схемы декодирования двухтонального аналогового сигнала.
6. Осуществлена модификация схемы декодирования и релейного управления с помощью микроконтроллера и устройства DTMF сигналов.
7. Произведен выбор применяемых областей использования аналогового двухтонального сигнала.
8. Разработано программное обеспечение регулирования и упорядочивания DTMF сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Цифровые АТС для сельской связи» Александр Росляков, Вячеслав Карташевский. М-2003
2. «Программирование мини-АТС Samsung и Panasonic» С. Л. Веселов
Издательство: Горячая Линия - Телеком, 2003 г
3. «Программирование: принципы и практика в C++»
Бьёрн Страуструп-2012
4. «Стандарты программирования на C++» Герб Саттер и Андрей Александреску– 2011 г.
5. «C Programming Easy Steps» Автор: МакГрат Майк Издательство: Эксмо
Год: 2016
6. «FreeBSD. Подробное руководство» Автор: Майкл Лукас, 2003г.
Авторы: Виктор Олифер, Наталия Олифер, 2002 г.
7. «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы»
8. «Network Flow Analysis» Автор: Michael W. Lucas, 2010 г.
9. «DNS и BIND» Авторы: Крикет Ли, Пол Альбитц, 1998г.
10. «Системы коммутации-2 изд.» Гольдштейн Борис Соломонович,
2002 г.
11. «Льюнг Л. Идентификация систем». Теория для пользователя: Пер. с
англ. // Под. ред. Я.З.Цыпкина. -М.: Наука. 1991. -432 с.
12. Дьяконов В., Круглов В. «MATLAB. Анализ, идентификация
Спец.справочник». Изд-во: Питер, 2002. –448с.
13. «Учебные программы по методике преподавания изо» Бадувская Б.П.,
Ипатово 1971.
14. «Инструкция по эксплуатации мини атс samsung» Лумидин Б.Д.,
Саранск 1990.

Интернет ресурсы:

1. www.ziyonet.uz.
2. www.gov.uz.
3. www.mathnet.ru.
4. www.wikipedia.org.
5. <http://www.euroinformatica.ro>
6. <http://electronix.ru>