## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ 5

ВВЕДЕНИЕ 6

1. синтез функциональной схемы 7

1.1 Общее строение функциональной схемы. 7

1.2 Описание работы функциональной схемы. 8

2. ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ СХЕМЫ. 9

2.1 Масштабный усилитель 9

2.2 Устройство выборки-хранения 10

2.3 Коммутатор 11

2.4 Аналого-цифровой преобразователь 11

2.5 Цифро-аналоговый преобразователь 11

2.6 Дешифратор 12

2.7 Микроконтроллер 12

2.8 Блок светоиндикаторов 12

3. НАЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СИГНАЛОВ СХЕМЫ. 13

4. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ. 13

5. Устранение помех в цепях питания 14

6. Оценка потребляемой мощности 14

7. Описание алгоритмов управления и индикации 15

8. Описание программы 17

9. расчет временных характеристик устройства. 18

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 19

Список использованной литературы 20

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. 21

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. 24

## ВВЕДЕНИЕ

Основанием для выполнения проекта является:

1. учебный план кафедры ИУ6
2. техническое задание на курсовой проект

Целью курсового проекта является разработка системы автоматической подстройки частоты (далее САПЧ). Данная система предназначена для сравнения значений о текущей частоте, полученных с датчиков со значениями, заданными с пульта оператора, анализа и обработки отклонения и выдачи соответствующего сигнала управления и информационных сигналов. САПЧ разработана на основе микроконтроллера (МК) КР1816ВЕ51 (аналог 8051AH фирмы Intel), архитектура которого стала стандартом на мировом рынке 8-разрядных микроконтроллеров. В разработанном устройстве обрабатываются 4 канала.

Разработанное устройство может применяться в различных системах, например в генераторах сигналов, радиоприёмной аппаратуре. Разработанная САПЧ является универсальной и может применяться не только для подстройки частоты, но и для регулирования других сигналов (например, температуры, давления), для которых измерители выдают информацию о текущем значении в виде постоянного напряжения.

Управляющий сигнал зависит от входных сигналов системы в соответствии с программой обработки, которую несложно изменить и ввести в микроконтроллер. Это также придаёт системе универсальность.

## синтез функциональной схемы

### Общее строение функциональной схемы.

В техническом задании на курсовой проект задано спроектировать систему автоматической подстройки частоты.

 Взаимосвязь САПЧ и объекта управления показана на рис.1.1. Сигнал с датчиков частоты поступает в САПЧ, куда предварительно заносится значение, которое необходимо поддерживать. В зависимости от этих данных вырабатывается управляющий сигнал, который поступает на объект управления и значение частоты изменяется. Также САПЧ выдаёт информационные сигналы, если отклонение текущей частоты от заданной превышает определённое значение (10 %).

Рис. 1.1. Взаимосвязь объекта управления и САПЧ.

Функциональная схема разрабатываемого устройства, может быть реализована несколькими способами.

Может быть использована схема с параллельной или последовательной обработкой аналоговых сигналов. В схеме с параллельной обработкой используется отдельный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) на каждый канал, а также цифровой мультиплексор. В схеме с последовательной обработкой используется аналоговый мультиплексор и один АЦП на его выходе. В разрабатываемом устройстве использован вариант с последовательной обработкой, так как при его использовании упрощается схема.

Функциональная схема устройства показана на рис.1.2.

Рис.1.2. Функциональная схема устройства.

Схема состоит из следующих блоков:

* масштабный усилитель, необходимый для согласования уровней напряжений датчиков, пульта оператора и мультиплексора;
* аналоговый мультиплексор, выбирающий определённый канал и коммутирующий его на свой выход;
* устройство выборки-хранения (УВХ), фиксирующее значение сигнала, на время преобразования в АЦП;
* АЦП, преобразующий аналоговый сигнал в 7-разрядный двоичный код;
* микроконтроллер, выполняющий основные операции управления и вычисления;
* цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), преобразующий значение сигнала в цифровом виде в аналоговый;
* дешифратор;
* четыре УВХ, фиксирующие выходной управляющий сигнал;
* блок светоиндикаторов.

###

### 1.2 Описание работы функциональной схемы.

Сигналы с датчиков и с пульта оператора для каждого канала подаются через масштабный усилитель на аналоговый мультиплексор, который в зависимости от состояния адресных входов выбирает необходимый. Номер сигнала задаётся в МК. Далее сигнал запоминается в УВХ, переводится в двоичный код и заносится в микроконтроллер. После выполнения всех необходимых действий, микроконтроллер выдаёт выходной сигнал в двоичном виде. Этот сигнал преобразуется в аналоговый вид и подаётся на входы четырёх УВХ. На управляющие входы УВХ подаётся сигнал с дешифратора. Дешифратор преобразует адрес, который выдаёт МК и выдаёт активный сигнал на одну из выходных линий, таким образом выбирая одно из УВХ. При отклонении текущей частоты от заданной более чем на 10% выдаётся сигнал на блок светоиндикаторов.

##

## 2. ВЫБОР ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ И РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ СХЕМЫ.

Линии портов ввода-вывода микроконтроллера КР1816ВЕ51 имеют уровни логических единицы и нуля соответствующие ТТЛ уровню. Поэтому для цифровых элементов схемы была выбрана ТТЛ серия КР1533. Маломощные быстродействующие микросхемы этой серии удовлетворяет требованиям по быстродействию и потребляемой мощности.

Для других элементов схемы при выборе элементов использовались такие критерии как возможность согласования с МК, низкая потребляемая мощность, функциональная завершённость микросхем.

Рассмотрим реализацию каждого из блоков.

### Масштабный усилитель

Масштабный усилитель (МУ) построен на основе операционного усилителя К140УД6. Схема его включения показана на рисунке 2.1.

Рис. 2.1. Масштабный усилитель.

Используется схема с отрицательной обратной связью с подачей входного напряжения на инвертирующий вход. При этой схеме включения коэффициент усиления равен К=Rос/R1, сопротивление R2=Rос||R1.

Для МУ, преобразующих сигнал, с датчиков частот: К=5/25=0.2.

Roc=5.1 кОм. R1=25,5 кОм, согласно рядам стандартных сопротивлений R1=24 кОм, R2=4,5 кОм, согласно рядам стандартных сопротивлений R2=4,3 кОм.

Для МУ, преобразующих сигнал, с пультов оператора: К=5/15=0.333.

Rос=5.1 кОм. R1=15,3 кОм, согласно рядам стандартных сопротивлений R1=15 кОм, R2=3,8 кОм, согласно рядам стандартных сопротивлений R2=3,9 кОм.

Резистор R3 является подстроечным и используется для регулировки смещения нуля.

В качестве R3 используется резистор СП0-1.

Напряжения питания: Uп= ± 15 в.

### Устройство выборки-хранения

Для устройства выборки и хранения была выбрана микросхема КР1100СК3. Схема включения показана на рис.2.2.

Рис.2.2. Устройство выборки и хранения.

Микросхема имеет в своем составе 4-х ключевой коммутатор и парафазный усилитель. При применении в качестве УВХ используется полный набор функциональных элементов.

 Элементы имеют следующие параметры: С1=С2=50 пФ, R1=R2=R3=5 кОм.

Управляющие сигналы подаются на выводы 14 и 2 и должны быть взаимодополняемыми. Режиму выборка соответствует ТТЛ-уровень логической единицы на выводе 2 и нуля на выводе 14. На вывод 14 подаётся напряжение с дешифратора, на вывод 2 подаётся напряжение с дешифратора через инвертор (используемый дешифратор имеет инверсные выходы).

 Входное напряжение подаётся на вход 2-го ключа (вывод 13). Выходное напряжение снимается с выхода операционного усилителя (вывод 9).

Напряжения питания: Uп= ± 15 в.

Время выборки 3,5 мкс.

### Коммутатор

В качестве аналогового коммутатора используется микросхема КР590КН1. Этот коммутатор имеет 8 входов (4 входа – сигналы с датчиков, 4 входа – сигналы с пультов оператора). Предельное коммутируемое напряжение – 5 в. Напряжения питания: Uп1= - 15 в., Uп2= + 5в.

### Аналого-цифровой преобразователь

Для аналого-цифрового преобразования использована микросхема К1113ПВ1А. Она представляет собой десятиразрядный АЦП последовательного приближения. Используются 7 старших разрядов. Микросхема характеризуется функциональной полнотой. Необходимы лишь два источника питания Uп1=5 В., Uп2=-15 В. Преобразование начинается при подаче низкого уровня напряжения на вывод 11. После окончания преобразования на выводе 17 появляется напряжение высокого уровня. Этот сигнал поступает в микроконтроллер и используется для проверки готовности данных. Выходные буферные устройства имеют три состояния, что позволяет их использовать для связи с шиной данных микроконтроллера. Уровни входных и выходных сигналов соответствуют уровням ТТЛ. Время преобразования не более 30 мкс.

### Цифро-аналоговый преобразователь

Для цифро-аналогового преобразования использовалась микросхема К1108ПА2, которая является функционально законченным устройством и сопрягается с микропроцессорами. Используется однополярный режим преобразования входных данных без хранения. В этом режиме выводы 6, 1, 18 заземляются. Напряжение питания Uп1=5 В., Uп2=-6 В. Время преобразования 1.5 мкс.

### Дешифратор

В схеме использован дешифратор КР1533ИД4. Это сдвоенный дешифратор 2-4 с отдельными разрешающими входами. Используется один из двух дешифраторов. Разрешающий вход является инверсным. Выходы дешифратора также инверсные. Так как управляющие сигналы для УВХ должны быть взаимодополняющими, к выходам дешифратора подключены инверторы. Для них выбрана микросхема КР1533ЛН1, имеющая в своём составе 6 инверторов. Время задержки распространения сигнала 15 нс.

### Микроконтроллер

В системе микроконтроллер КР1816ВЕ51 (зарубежный аналог 8051АН серии MCS-51 фирмы Intel).

Он имеет ПЗУ емкостью 4Кб, ОЗУ емкостью 128 байт, 4 универсальных порта ввода-вывода, 8-разрядное АЛУ с аппаратной реализацией операций типа умножение, последовательный порт, два 16-разрядных программируемых счётчика таймера.

Каждая линия порта 0 при работе в качестве выходов обеспечивает нагрузочную способность, равную 8 входам маломощной серии LS TTL, каждая линия портов 1-3 – 4 входам.

Синхронизация микроконтроллера осуществляется с использованием внутреннего инвертирующего усилителя, который может быть превращен в синхрогенератор посредством подключения в выводам X1 и X2 внешнего кварцевого резонатора. Схема подключения резонатора и схема сброса при включении электропитания показана на рис.2.3.

Рис.2.3.Схема подключения резонатора и сброса.

 Резистор R1 имеет сопротивление 8,2 кОм, конденсатор С3 имеет ёмкость 10 мкФ.

Кварцевый генератор имеет частоту 4 МГц.

### Блок светоиндикаторов

Для индикации можно использовать четыре светодиода типа АЛ310Д.

## 3. НАЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СИГНАЛОВ СХЕМЫ.

В схеме используются следующие сигналы:

входные сигналы:

* D1 – D4 – напряжение с датчиков частоты;
* PU1 – PU4 – напряжение установки с пульта оператора;

выходные сигналы :

* Uout1 – Uout1 – управляющие сигналы, выработанные САПЧ.

## ОПИСАНИЕ РАБОТЫ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ.

При включении питания схемы на вход RST МК через дифференцирующую цепочку подаётся сигнал высокого уровня и запускается процесс инициализации микроконтроллера.

После этого начинается опрос датчиков и сигналов с пультов оператора. Масштабный усилитель приводит диапазон напряжений к значению 0 – 5 В. В биты 0-2 порта Р0 выводится номер входа мультиплексора. Бит 3 порта Р0 управляет УВХ, стоящим перед АЦП, бит 4 управляет АЦП, бит 5 управляет дешифратором. В биты 4,5 сначала заносится 1, в бит 3 – 0. После переключения мультиплексора в бит 3 заносится единица и начинает работать УВХ в режиме выборки. По окончании выборки в биты 3,4 заносится 0. Начинается аналого-цифровое преобразование сигнала. Далее двоичный код заносится в семь младших разрядов порта Р1 МК. В старший разряд порта заносится сигнал готовности с АЦП. В бит 4 порта Р0 заносится единица, которая переводит выходные буферные устройства АЦП в высокоимпендансное состояние и отключает его от шины данных.

После ввода необходимых значений и их обработки происходит вывод управляющего сигнала. При этом в порт Р1 выводится двоичный код сигнала, который преобразуется в ЦАП в аналоговое напряжение. После преобразования в порт Р0 выводится номер канала, для которого предназначен управляющий сигнал. Этот номер поступает на дешифратор, который выберет УВХ соответствующего канала. УВХ запомнит значение и будет хранить его до следующей выдачи управляющего сигнала в данный канал. В бит 5 порта Р0 записывается единица, которая отключает дешифратор.

При отклонении текущей частоты более чем на 10 % от заданной, в бит порта Р2 с номером канала, в котором произошло отклонение записывается единица и загорается один из четырёх светодиодов, подключенных к этому порту.

## Устранение помех в цепях питания

Для уменьшения наводок и падений напряжений, связанных с переходными процессами в шинах питания и земли применены индивидуальные сглаживающие конденсаторы. Емкость и количество распределенных по схеме сглаживающих импульсные помехи конденсаторов выбраны следующим образом: по одному керамическому конденсатору емкостью 0.1 мкФ на один корпус. Конденсаторы подключаются между шинами питания и земли и устанавливаются в непосредственной близости от обслуживаемых корпусов.

Кроме того, для компенсации бросков тока в системе питания непосредственно около разъема подачи питания установлены электролитические конденсаторы, по одному на каждую линию питания.

## Оценка потребляемой мощности

Для проектируемой системы потребляемая мощность рассчитывается по следующей формуле:

Р=8 РК140УД6+РК590КН1+РКР1816ВЕ51+РКР1533ЛН1+5\*РКР1100СК3+РК1113ПВ1А+РК1108ПА2+8\*РКР1533ИД14,

Где Р – суммарная потребляемая мощность, Ртип микросхемы - мощность, потребляемая определённым типом микросхемы.

Максимальные потребляемые мощности для микросхем, используемых в САПЧ:

РК140УД6=84 мВт;

РК590КН1=70 мВт;

РКР1816ВЕ51=2 Вт;

РКР1533ЛН1=20 мВт;

РКР1100СК3=75 мВт;

РК1113ПВ1А=320 мВт;

РК1108ПА2=500 мВт;

РКР1533ИД14=65 мВт.

Суммарная потребляемая мощность, не более 3,1 Вт

## 7. Описание алгоритмов управления и индикации

Алгоритмы управления системой и индикации показаны в приложении 1.

Рассмотрим основной алгоритм работы системы (рис.1 приложения 1). При включении устройства начинается инициализация необходимых переменных. Номеру входа мультиплексора, с которого считывается значение, присваивается значение N равное числу каналов (N=4 – пульт оператора 1-го канала). Далее начинается опрос датчиков частоты и пульта оператора. В системе реализован циклический режим опроса. При этом режиме опрос осуществляется по заранее установленной программе, определяющей последовательность коммутации. Для каждого канала опрашивается сначала пульт оператора, затем датчик частоты. Обрабатывается 1-й канал, затем 2-й и т.д. После опроса всех каналов, снова начинает опрашиваться 1-й канал, и т.д.

Работа системы осуществляется следующим образом: устанавливается адрес памяти R0, по которому будет заносится 1-е значение, опрашивается вход I мультиплексора (пульт оператора ) , адрес памяти R0 увеличивается на 1, номер входа I уменьшается на N, опрашивается вход I мультиплексора (датчик частоты), происходит обработка данных, вывод результата, номер входа I увеличивается на N+1, происходит проверка: равно ли I значению 2\*N+1, т.е. все ли каналы опрошены, если это условие выполняется, то I=N и всё начинается сначала с первого канала, если не выполняется, то I остаётся неизменным и всё повторяется для следующего канала.

Ввод значений с датчиков осуществляется процедурой INPUT.

Рассмотрим подробнее алгоритм этой процедуры (рис.2 приложения 1).

Сначала необходимо подготовить управляющее слово, которое будет содержать адрес опрашиваемого входа мультиплексора и сигналы, начинающие или запрещающие работу соответствующих микросхем. Для этого в младшие разряды слова помещается номер входа мультиплексора, 4-й бит и 5-й биты устанавливаются в 1, 3-й бит обнуляется. Тем самым запрещается работа УВХ с АЦП и дешифратора. Далее это слово выводится в порт 0. После окончания переходных процессов в мультиплексоре в 3-бит записывается единица, что начинает выборку сигнала на УВХ. После выборки в 3-й и 4-й биты записывается логический ноль, заканчивается выборка и начинается аналого-цифровое преобразование. После этого данные с АЦП считываются МК и проверяется старший бит считанного слова, который является флагом окончания преобразования. Если этот бит равен 0, то данные считываются снова, и так до тех пор, пока этот бит не будет равен 1. После этого необходимо отключить АЦП (обнулить4-й бит управляющего слова), тем самым отключить его от шины данных. В конце считанные данные заносятся в оперативную память.

Вывод управляющих сигналов осуществляется процедурой OUTPUT.

Рассмотрим алгоритм этой процедуры.

Сначала формируется управляющее слово. В младшие биты заносится номер обслуживаемого канала. 3-й бит равен 0 (УВХ перед АЦП отключено), 4-й бит равен 1 (АЦП отключен), 5-й бит равен 0 (разрешена работа дешифратора). Затем выводится двоичный код управляющего сигнала в порт 1 и начинается преобразование его в двоичный вид. После преобразования выводится управляющее слово в порт 0, номер канала дешифрируется и выбирается соответствующее УВХ, которое запоминает значение управляющего сигнала и сохраняет его до следующего цикла обработки этого канала.

Обработка считанных значений частоты, текущей и заданной, вычисление отклонения и выработка управляющих сигналов производится процедурой OBRAB.

Рассмотрим алгоритм этой процедуры (рис.3 приложения 1).

Сначала вычисляется отклонение, равное разности между заданной и текущей частотой. После этого выполняется процедура ANALIZ. Затем отклонение делится на заданную частоту и умножается на 100 и получается погрешность. В случае, если погрешность больше 0, то от неё отнимается 10. Если результат больше нуля, то в соответствующий бит порта 2 заносится единица и зажигается соответствующий светодиод. Если погрешность отрицательная, то к ней прибавляется 10. И если результат меньше нуля, то также в соответствующий бит порта 2 заносится единица.

Вычисление значения управляющего сигнала осуществляется процедурой ANALIZ. В данной работе реализован простейший случай, когда управляющий сигнал пропорционален измеренному отклонению. Алгоритм этой процедуры показан на рис. 3 приложения 1.

Здесь отклонение умножается на коэффициент пропорциональности и прибавляется значение, соответствующее нулевому отклонению. В данном случае это значение равно 127. Получившийся результат заносим в регистр R5.

## Описание программы

Система команд МК КР1816ВЕ51 ориентирована на организацию гибкого ввода-вывода данных и первичную обработку информации. Особое внимание уделено операциям с битами и передаче управления по их значению.

В ассемблере 51 используются различные методы адресации, т.е. наборы механизмов доступа к операндам. В настоящей разработке использовались следующие методы адресации:

* регистровая адресация;
* косвенно-регистровая адресация;
* непосредственная адресация.

Для адресации портов, регистров специальных функций используются зарезервированные символические имена (Р0, Р1, Р2, Р3 – порты, А или АСС - аккумулятор).

Текст программы приведён в приложении 2.

В начале программы объявляются константы, выбирается банк регистров общего назначения, номер которого определяется разрядами RS0, RS1 регистра PSW. В данном случае выбирается нулевой банк (SEL RB0).

В регистр R2 заносится число каналов N. Регистр R2 далее используется для хранения номера входа мультиплексора, с которого берётся значение. Регистр R0 используется в качестве указателя на ячейку внутренней памяти данных, хранящей операнд. В начале в R0 заносится значение 20H. По этому адресу будет хранится значение с пульта оператора. По адресу 21Н будет хранится значение текущей частоты. В регистре R5 хранится значение управляющего сигнала. Отклонение заносится в регистр R4.

Большое значение в системе команд уделено операциям с битами. В программе используются следующие команды: SETB bit, CLR bit, которые устанавливают бит соответственно в 1 или в 0. Для адресации бит используются зарезервированные символические имена вида **< имя РСФ или порта > . < номер бита >.**

Для передачи управления использовались такие команды как АSJMP – короткий переход, JNB – переход, если бит равен 0, JB – переход, если бит равен 1, JZ – переход, если аккумулятор равен 0.

Время выполнения команд равно одному, двум или четырём машинным циклам. Цикл равен 12 периодам внешнего синхросигнала (при внешней частоте 4МГц длительность цикла составляет 3 мкс). Это позволяет не вводить дополнительные задержки при вводе данных между выдачей адреса на мультиплексор, запуском УВХ и запуском АЦП и при выводе данных между выдачей данных в порт 1 и выдачей адреса на дешифратор.

 Система арифметических команд включает в себя операции сложения, вычитания, инкремент, декремент, а также умножение и деление.

 Программа написана в соответствии с алгоритмами, представленными в приложении 1 и описанными в предыдущем разделе. Она включает в себя основную программу, подпрограммы INPUT, OUTPUT, OBRAB, ANALIZ. Вызов подпрограмм осуществляется командой АCALL.

## 9. расчет временных характеристик устройства.

 Рассчитаем время ввода данных, их обработки и выдачи управляющего сигнала для одного канала. Для этого сложим время выполнения всех команд и учтём время преобразования на АЦП.

 При внешней частоте в 4 МГц получим не более 672 мкс.

Для всех четырёх каналов получим не более 2.7 мс.

Частота опроса каналов не менее 0,37 кГц.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

##

В результате курсового проектирования была разработана система автоматической подстройки частоты на основе однокристальной ЭВМ КР1816ВЕ51 со следующими параметрами: потребляемая мощность: 3,1 Вт, число обсуживаемых каналов – 4, частота опроса не менее 0,37 кГц.

Разработка системы была проведена с учетом требований, указанных в техническом задании.

Система обеспечивает индикацию канала, в котором отклонение текущей частоты от заданной превышает определённое значение.

Была разработана принципиальная схема устройства, алгоритм управления и программа на языке ассемблер для микроконтроллеров серии MCS-51.

Разработанная система может применяться регулировки частоты в различных устройствах и приборах.

## Список использованной литературы

1. В.Б. Бродин, М.И. Шагурин – Микроконтроллеры. Справочник. /М.; Издательство ЭКОМ, 1999 г. – 400 с.
2. Е.В. Вениаминов – Микросхемы и их применение. Справ. Пособие. / М.; Радио и связь, 1989г. – 240 с.
3. В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев – Электроника. Учебное пособие / М.; Высшая школа, 1990 г. – 622 с.
4. Ф.В. Шульгин – Справочник по аналоговым микросхемам / М., 1997 г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Алгоритмы управления САПЧ.



Рис.1. Главный алгоритм работы системы.

Рис.2. Алгоритмы процедуры ввода INPUT и процедуры вывода OUTPUT.

Рис.3. Алгоритм обработки входных сигналов и подготовки результатов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Программа работы микроконтроллера.

N EQU 4

K EQU 31

INIT: SEL RB0 ;выбор банка регистров

L1: MOV R2,N ;занести номер канала

L2: MOV R0,#20H ;занести в РПД адрес памяти для данных

АCALL INPUT;чтение данных

MOV A,R2 ;

SUBB A,N ;

MOV R2,A ;R2=R2-N

 INC R0 ;увеличить адрес на 1

 АCALL INPUT ;чтение данных

 АCALL OBRAB ;обработка данных

 АCALL OUTPUT;вывод результата

 MOV A,R2;

 INC ;

 ADD A,N ;

 MOV R2,A;R2=R2+1+N

 MOV A,N ;

 MOV B,#2 ;

 MUL AB ;A=2\*N

 SUBB A,R2;

 JZ L1;сравнение A и R2

 АJMP L2;переход на L2

 RET

INPUT: MOV A,R2 ;процедура чтения данных из порта

SETB ACC.5

SETB ACC.4

OUT P0,A ;вывод в Р0 адреса

SETB PO.3 ;запуск УВХ

CLR P0.3;

CLR P0.4 ;запуск АЦП

L3: IN A,P1;чтение из Р1

 JNB ACC.7 L3;проверка готовности АЦП

 CLR ACC.7;ст. бит аккумулятора равен 0

 SETB PO.4

 MOV @R0,A;занести считанные данные в память

 RET

OUTPUT: MOV A,R2;процедура вывода результатов

 SETB ACC.4

 OUT P1,R5;вывод в Р1

 OUT P0,A ;вывод в Р0 адреса

 SETB P0.5

 RET

OBRAB: DEC RO;адрес значения пульта оператора

 MOV A,@R0;значение пульта оператора в акк.

 INC R0;адрес значения датчика

 SUBB A,@R0;отклонение между пультом оператора и датчиком

 MOV R4,A ;отклонение в регистр 4

 АCALL ANALIZ ;процедура обработки и получения сигнала управления

 MOV A,R4 ;значения отклонения в акк.

 MOV B,#100;

 MUL AB;умножить отклонение на 100%

 DEC R0;адрес значения пульта оператора

 MOV B,@R0;значение пульта оператора в В

 DIV AB;разделить отклонение на значение пульта оператора

 JB ACC.7 NEG;переход если погрешность <0

 SUB A,#10 ;вычесть 10% из погрешности

 JNB ACC.7 INDIK1;если погрешность > 10% индикация

 АSJMP INDIK2

NEG: ADD A,#10

 JB ACC.7 INDIK1 ;если погрешность > 10% индикация

 АJMP INDIK2

INDIK1: SETB P2.R2

 АJMP KON

INDIK2: CRL P2.R2

KON: RET

ANALIZ: MOV B,K;в регистр B значение коэффициента пропорциональности

 MUL AB ;умножить отклонение на коэффициент

 ADD A,#127;прибавить макс. зн-е результата деленное на 2 =127

 MOV R5,A;занести результат в регистр 5

 RET