

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**Факультет «Электротехника и информационно-коммуникационные
системы в производстве»**

**Кафедра «Информационно-коммуникационные системы в управлении
технологическими процессами»**

5321700 – “Информационно-коммуникационные системы в управлении
технологическими процессами”

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Пояснительная записка

01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ

**на тему: Разработка системы регулирования температуры жидкостей с
использованием микроконтроллера Arduino Uno**

Выполнил:	студент группы 1-12 ТЖБАКТ Жалолов Турсунбек
Руководитель:	доц. Гафуров К.Х.
Консультант:	ст. преп. Файзиев Ш.И.

ВКР рассмотрена зав.кафедрой и допущена к защите
« ____ » июня 2016 года

зав. кафедрой «ИКСУТП»

доц. Усмонов А.У.

Бухара – 2016

Содержание

Введение.....	
Глава 1. Описание технологического процесса и анализ как объекта управления.	
1.1. Описание параметров объекта управления.....	
1.2. Функциональная схема автоматизации и электрическая схема	
Глава 2. Подбор приборов для управления и его обоснование.....	
2.1. Arduino и Модуль Ethernet для Arduino.....	
2.2. Датчики температуры MCP9700.....	
2.3. Микросхемы серии 7812.....	
2.4.Диод и Диодный мост.....	
2.5.Оптопара, реле, транзистор и трансформатор.....	
Глава 3. Разработка ИКС управления процессом.	
3.1. Создание программной схемы управления процессом.....	
3.2. Описание листинга программы для управления температурой.....	
3.3. Техника безопасности и охрана окружающей среды.....	
Заключение.....	
Список использованной литературы.....	
Приложения.....	

Введение

В книге «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению» Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов подчеркивает: «У нас есть сегодня все основания заявить о том, что принятая нами модель перехода к социально ориентированной свободной рыночной экономике, базирующейся на известных пяти принципах, с каждым годом нашего продвижения вперед оправдывает свою правильность и состоятельность.

Реализуемая сегодня взвешенная, всесторонне продуманная политика по реформированию, либерализации и модернизации, в первую очередь экономики страны, диверсификации ее структуры создали достаточно мощный заслон, можно сказать, прочный надежный буфер, предохраняющий нас от негативных воздействий кризисов и других угроз» .

Действительно за последние годы основной упор был сделан на наращивание и модернизацию существующих производств, организацию импортозамещающей и экспортоориентированной продукции. И это дало свои результаты.

Об этом говорил в своем докладе Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов на заседании Кабинета Министров, посвященное итогам социально-экономического развития в 2015 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2016 год .

На современном этапе уровень развития промышленности в основном определяется степенью автоматизации производства. Система автоматического контроля, включающая в себя контрольно-измерительные приборы, позволяет оценивать состояние технологического процесса, а с помощью введения системы автоматического управления повысить производительность труда и качество продукции. Так же автоматизация производства позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия работы,

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

Глава 1. Описание технологического процесса и анализ как объекта управления.

1.1. Описание параметров объекта управления.

Температура

Температура (от лат. *temperatura* — надлежащее смешение, нормальное состояние) — физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел. Живые существа способны воспринимать ощущения тепла и холода непосредственно, с помощью органов чувств. Однако точное определение температуры требует, чтобы температура измерялась объективно, с помощью приборов. Такие приборы называются термометрами и измеряют так называемую *эмпирическую температуру*. В эмпирической шкале температур устанавливаются две реперные точки и число делений между ними — так были введены используемые ныне шкалы Цельсия, Фаренгейта и другие. Измеряемая в кельвинах *абсолютная температура* вводится по одной реперной точке с учётом того, что в природе существует минимальное предельное значение температуры — абсолютный нуль.

Если система находится в тепловом равновесии, то температура всех её частей одинакова. В противном случае в системе происходит передача энергии от более нагретых частей системы к менее нагретым, приводящая к выравниванию температур в системе, и говорят о распределении температуры в системе или скалярном поле температур. В термодинамике температура — это интенсивная термодинамическая величина.

						01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ	лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата			

температуру приходится выражать отрицательным числом. Для таких случаев были введены абсолютные шкалы температур.

Одна из них называется шкалой Ранкина, а другая — абсолютной термодинамической шкалой (шкалой Кельвина); температуры по ним измеряются, соответственно, в градусах Ранкина ($^{\circ}\text{Ra}$) и кельвинах (K). Обе шкалы начинаются при температуре абсолютного нуля. Различаются они тем, что цена одного деления по шкале Кельвина равна цене деления шкалы Цельсия, а цена деления шкалы Ранкина эквивалентна цене деления термометров со шкалой Фаренгейта. Температуре замерзания воды при стандартном атмосферном давлении соответствуют 273,15 K, 0 $^{\circ}\text{C}$, 32 $^{\circ}\text{F}$.

Масштаб шкалы Кельвина привязан к тройной точке воды (273,16 K), при этом от неё зависит постоянная Больцмана. Это создаёт проблемы с точностью интерпретации измерений высоких температур. Сейчас Международное бюро мер и весов рассматривает возможность перехода к новому определению кельвина, основанному на фиксации численного значения постоянной Больцмана, вместо привязки к температуре тройной точки

					01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ	лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата		

Шкала Цельсия

В технике, медицине, метеорологии и в быту в качестве единицы измерения температуры используется шкала Цельсия. В настоящее время в системе СИ термодинамическую шкалу Цельсия определяют через шкалу Кельвина: $t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$ (точно), т. е. цена одного деления в шкале Цельсия равна цене деления шкалы Кельвина. По шкале Цельсия температура тройной точки воды равна приблизительно $0,008^{\circ}\text{C}$, и, следовательно, точка замерзания воды при давлении в 1 атм очень близка к 0°C . Точка кипения воды, изначально выбранная Цельсием в качестве второй реперной точки со значением, по определению равным 100°C , утратила свой статус одного из реперов. По современным оценкам температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении в термодинамической шкале Цельсия составляет около $99,975^{\circ}\text{C}$. Шкала Цельсия очень удобна с практической точки зрения, поскольку вода очень распространена на нашей планете и на ней основана наша жизнь. Ноль Цельсия — особая точка для метеорологии, поскольку связана с замерзанием атмосферной воды. Шкала предложена Андерсом Цельсием в 1742 г.

Шкала Фаренгейта

В Англии и, в особенности, в США используется шкала Фаренгейта. Ноль градусов Цельсия — это 32 градуса Фаренгейта, а 100 градусов Цельсия — 212 градуса Фаренгейта.

В настоящее время принято следующее определение шкалы Фаренгейта: это температурная шкала, 1 градус которой (1°F) равен $1/180$ разности температур кипения воды и таяния льда при атмосферном давлении, а точка таяния льда имеет температуру $+32^{\circ}\text{F}$. Температура по шкале Фаренгейта связана с температурой по шкале Цельсия ($t^{\circ}\text{C}$) соотношением $t^{\circ}\text{C} = 5/9 (t^{\circ}\text{F} - 32)$, $t^{\circ}\text{F} = 9/5 t^{\circ}\text{C} + 32$. Предложена Г. Фаренгейтом в 1724 году.

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

Описание	<u>Кельвин</u>	<u>Цельсий</u>	<u>Фаренгейт</u>	<u>Ранкин</u>	<u>Делиль</u>	<u>Ньютона</u>	<u>Реомюра</u>	<u>Рёмера</u>
<u>Абсолютный нуль</u>	0	-273,15	-459,67	0	559,725	-90,14	-218,5	-135,
Температура таяния смеси Фаренгейта (соль и лёд в равных количествах)	255,37	-17,78	0	459,67	176,67	-5,87	-14,22	-1,83
Температура замерзания воды (Нормальные условия)	273,15	0	32	491,67	150	0	0	7,5
Средняя температура человеческого тела	309,75	36,6	98,2	557,9	94,5	12,21	29,6	26,92
Температура кипения воды (Нормальные условия)	373,15	100	212	671,67	0	33	80	60
Плавление титана	1941	1668	3034	3494	-2352	550	1334	883
Солнце	5800	5526	9980	10440	-8140	1823	4421	2909

Температурные датчики и их виды

В основе работы любых **температурных датчиков**, использующихся в системах автоматического управления, лежит принцип преобразования измеряемой температуры в электрическую величину. Это обусловлено следующими достоинствами электрических измерений: электрические величины удобно передавать на расстояние, причем передача осуществляется с высокой скоростью; электрические величины универсальны в том смысле, что любые другие величины могут быть преобразованы в электрические и наоборот; они точно преобразуются в цифровой код и позволяют достигнуть высокой точности, чувствительности и быстродействия средств измерений.



Рис-1.1. Термопреобразователи сопротивления.

Принцип действия термопреобразователей сопротивления (терморезисторов) основан на изменении электрического сопротивления проводников и полупроводников в зависимости от температуры. Материал, из которого изготавливается такой датчик, должен обладать высоким температурным коэффициентом сопротивления, по возможности линейной зависимостью сопротивления от температуры, хорошей воспроизводимостью

									лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ				

свойств инертностью к воздействиям окружающей среды. В наибольшей степени всеуказанным свойствам удовлетворяет платина; в чуть меньшей – медь.

Платиновые терморезисторы предназначены для измерения температур в пределах от -260 до 1100 °С. В диапазоне температур от 0 до 650 °С их используют в качестве образцовых и эталонных средств измерений, причем нестабильность градуировочной характеристики таких преобразователей не превышает $0,001$ °С.

Платиновые терморезисторы обладают высокой стабильностью и воспроизводимостью характеристик. Их недостатками являются высокая стоимость и нелинейность функции преобразования. Поэтому они используются для точных измерений температур в соответствующем диапазоне. Широкое распространение на практике получили более дешевые медные терморезисторы.

Недостатком меди является небольшое ее удельное сопротивление и легкая окисляемость при высоких температурах, вследствие чего конечный предел применения медных термометров сопротивления ограничивается температурой 180 °С. По стабильности и воспроизводимости характеристик медные терморезисторы уступают платиновым.

Тепловая инерционность стандартных термометров сопротивления характеризуется показателем тепловой инерции (постоянной времени), значения которого лежат в пределах от десятков секунд до единиц минут. Постоянная времени специально изготавливаемых малоинерционных термометров сопротивления может быть уменьшена до $0,1$ с. Находят применение также никелевые термометры сопротивления. Никель имеет относительно высокое удельное сопротивление.

Медные и никелевые терморезисторы выпускают также из литого микропровода в стеклянной изоляции. Микропроволочные терморезисторы герметизированы, высокостабильны, малоинерционны и при малых габаритных размерах могут иметь сопротивления до десятков килоом. По

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

сравнению с металлическими терморезисторами более высокой чувствительностью обладают полупроводниковые терморезисторы (термисторы). Они имеют отрицательный температурный коэффициент сопротивления, т.е. на порядок больше, чем у меди и платины. Полупроводниковые терморезисторы при весьма малых размерах имеют высокие значения сопротивления (до 1 МОм). Для измерения температуры наиболее распространены полупроводниковые терморезисторы типов КМТ (смесь окислов кобальта и марганца) и ММТ (смесь окислов меди и марганца). Термисторы имеют линейную функцию преобразования.

Серьезным недостатком термисторов, не позволяющим с достаточной точностью нормировать их характеристики при серийном производстве, является плохая воспроизводимость характеристик (значительное отличие характеристик одного экземпляра от другого).

Полупроводниковые датчики температуры обладают высокой стабильностью характеристик во времени и применяются для измерения температур в диапазоне от -100 до 200 °С. Измерительная схема с участием термопреобразователей сопротивления чаще всего является мостовой; уравнивание моста осуществляется с помощью потенциометра.

					<i>01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ</i>	лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата		

Термоэлектрические преобразователи (термопары)

Принцип действия термопар основан на термоэлектрическом эффекте, заключающемся в том, что в замкнутом контуре, состоящем из двух разнородных проводников (или полупроводников), течет ток, если места спаев проводников имеют различные температуры. Если взять замкнутый контур, состоящий из разнородных проводников (термоэлектродов), то на их спаях возникнут термо-ЭДС $E(t)$ и $E(t_0)$, зависящие от температур этих спаев t и t_0 . Так как эти термо-ЭДС оказываются включенными встречно, то результирующая термо-ЭДС, действующая в контуре, равна $E(t) - E(t_0)$.

При равенстве температур обоих спаев результирующая термо-ЭДС равна нулю. Спай, погружаемый в контролируемую среду, называется рабочим концом термопары, а второй спай – свободным. У любой пары однородных проводников значение результирующей термо-ЭДС зависит только от природы проводников и от температуры спаев и не зависит от распределения температуры вдоль проводников.



Рис-1.2. Термопара

Термоэлектрический контур можно разомкнуть в любом месте и включить в него один или несколько разнородных проводников. Если все появившиеся при этом места соединений находятся при одинаковой температуре, то результирующая термо-ЭДС, действующая в контуре, не изменяется. Это используется для измерения термо-ЭДС термопары. Создаваемая

									лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ				

термопарами ЭДС сравнительно невелика: она не превышает 8 мВ на каждые 100 °С и обычно не превышает по абсолютной величине 70 мВ. Термопары позволяют измерять температуру в диапазоне от –200 до 2200 °С. Для измерения температур до 1100 °С используют в основном термопары из неблагородных металлов, для измерения температур от 1100 до 1600 °С – термопары из благородных металлов и сплавов платиновой группы, а для измерения более высоких температур – термопары из жаростойких сплавов (на основе вольфрама).

Наибольшее распространение для изготовления термоэлектрических преобразователей получили платина, платинородий, хромель, алюмель. При измерениях температуры в широком диапазоне учитывается нелинейность функции преобразования термоэлектрического преобразователя.

Постоянная времени термоэлектрических преобразователей зависит от их конструкции и качества теплового контакта рабочего спая термопары со средой и для промышленных термопар исчисляется в минутах. Однако известны конструкции малоинерционных термопар, у которых постоянная времени лежит в пределах 5 – 20 секунд и ниже.

Электроизмерительный прибор (милливольтметр) или измерительный усилитель термо-ЭДС могут подключаться к контуру термопары двумя способами: в свободный конец термопары или в один из термоэлектродов; выходная термо-ЭДС от способа подключения измерительных устройств не зависит. Как указано выше, при измерении температуры свободные концы термопары должны находиться при постоянной температуре, но как правило, свободные концы термопары конструктивно выведены на зажимы на ее головке, следовательно, расположены в непосредственной близости от объектов, температура которых измеряется.

Чтобы отнести эти концы в зону с постоянной температурой, применяются удлиняющие провода, состоящие из двух жил, изготовленных из металлов или сплавов, имеющих одинаковые термоэлектрические свойства с термоэлектродами термометра.

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

Пирометры.

Серьезным недостатком рассмотренных выше термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей является необходимость введения датчика в контролируемую среду, в результате чего происходит искажение исследуемого температурного поля. Кроме того, непосредственное воздействие среды на датчик ухудшает стабильность его характеристик, особенно при высоких и сверхвысоких температурах и в агрессивных средах. От этих недостатков свободны пирометры – бесконтактные датчики, основанные на использовании излучения нагретых тел. Тепловое излучение любого тела можно характеризовать количеством энергии, излучаемой телом с единицы поверхности в единицу времени иприходящейся на единицу диапазона длин волн. Такая характеристика представляет собой спектральную плотность и называется спектральной светимостью (интенсивностью монохроматического излучения).



Рис-1.3 Пирометр

Интенсивность излучения любого реального тела всегда меньше интенсивности абсолютно черного тела при той же температуре. Уменьшение спектральной светимости реального тела по сравнению с абсолютно черным

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

Шумовые датчики.

Действие шумовых термометров основано на зависимости шумового напряжения на резисторе от температуры.

Практическая реализация метода измерения температуры на основе шумовых резисторов заключается в сравнении шумов двух идентичных резисторов, один из которых находится при известной температуре, а другой – при измеряемой. Шумовые датчики используются, как правило, для измерения температур в диапазоне $-270 - 1100$ °С.

Достоинством шумовых датчиков является принципиальная возможность измерения термодинамической температуры на основе указанной выше закономерности. Однако это значительно осложняется тем, что среднеквадратическое значение напряжения шумов очень трудно измерить точновследствие его малости и сопоставимости с уровнем шума усилителя.

ЯКР - датчики.

ЯКР-термометры (термометры ядерного квадрупольного резонанса) основаны на взаимодействии градиента электрического поля кристаллической решетки и квадрупольного электрического момента ядра, вызванного отклонением распределения заряда ядра от сферической симметрии. Это взаимодействие обуславливает прецессию ядер, частота которой зависит от градиента электрического поля решетки и для различных веществ имеет значения от сотен килогерц до тысяч мегагерц. Градиент электрического поля решетки зависит от температуры, и с повышением температуры частота ЯКР снижается.

Датчик ЯКР-термометра представляет собой ампулу с веществом, заключенную внутрь катушки индуктивности, включенной в контур генератора. При совпадении частоты генератора с частотой ЯКР происходит поглощение энергии от генератора. Погрешность измерения температуры -263

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

°С составляет ± 0.02 °С, а температуры 27 °С - ± 0.002 °С. Достоинством ЯКР-термометров является его неограниченная во времени стабильность, а недостатком – существенная нелинейность функции преобразования.

Высокоточные интеллектуальные датчики температуры с беспроводным интерфейсом

Назначение: измерение температуры с передачей данных по радиоканалу. Используются в автоматизированных информационно-управляющих системах контроля расхода энергоносителей для учета индивидуального потребления тепловой энергии и температуры горячей воды. Интеллектуальные датчики могут быть также использованы для высокоточного измерения температуры любых сред контактным способом.

Интеллектуальный датчик температуры представляет собой одноканальный беспроводный программно-управляемый микропроцессорный термометр, работающий под управлением удаленного компьютера через локальный ретранслятор. Связь датчика с ретранслятором осуществляется по каналу радиосвязи малого радиуса действия. Компьютер, используя программное обеспечение, обеспечивает: реализацию алгоритма работы датчика; конфигурацию измерительных каналов и режимов измерений; отображение результатов измерений в цифровом виде на мониторе; сбор, хранение и обработку результатов измерений. Принцип работы интеллектуального датчика заключается: в измерении температуры с помощью платинового термометра сопротивления; преобразовании полученного значения температуры в сигналы последовательного интерфейса; преобразовании сигналов последовательного интерфейса в радиоволны при передаче, и преобразовании радиоволн в сигналы последовательного интерфейса при приеме. Основная абсолютная погрешность измерений $\pm 0,05$ °С; показатель тепловой инерции - 30 секунд; несущая частота радиоканала радио-трансивера датчика - 434 МГц; эквивалентная излучаемая

					<i>01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ №</i>	<i>Под.</i>	<i>Дата</i>		

1.2. Функциональная схема автоматизации и электрическая схема

В выпускной квалификационной работе мною разработаны функциональная схема автоматизации и электрическая схема регулирования температуры жидкости в пределах $+ 40 \dots 150 \text{ }^{\circ} \text{C}$ с помощью микроконтроллера марки Arduino UNO и создание установки, реализующая этот процесс.

Функциональная схема приведена на рис.1.4 Согласно этой схеме вода, находящаяся в ёмкости 1 нагревается до заданной температуры с помощью нагреваемого элемента. При достижении заданной величины температуры датчик температуры направляет сигнал микроконтроллеру, который, в свою очередь, размыкает электрическую цепь нагреваемого элемента.

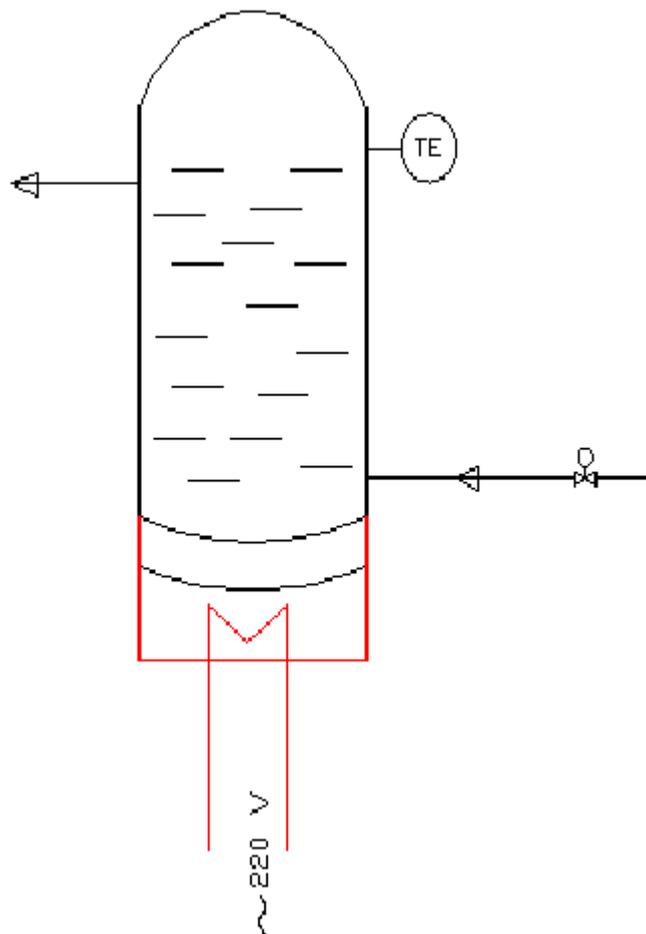


Рис.1.4 Функциональная схема автоматизации процесса

					01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ	лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата		

Когда от *OP*- оптопару даётся на базу транзистора Д1, тогда от эмиттера начинают переходить ток в коллектор. Коллектор связан с К- реле, в то же время К- реле связан с объектом.

Первый терминал датчика мы соединяем к напряжению питания (контакт 3.3V или 5V Arduino), к контакту «GND» Arduino подключаем третий терминал датчика, а второй терминал должен быть соединен с контактом Arduino Analog0. Поскольку, мы можем читать из таблицы данных (первая страница), чувствительность равняется 10 mV/°C. На втором странице у нас есть *Выходное напряжение*, 500 мВ для 0°C. Это - все, что мы должны знать, чтобы записать простую программу:

```
float temp;

void setup () {
  Serial.begin (9600);
};

Void loop () {
  temp = analogRead (2) *5/1024.0;
  temp = temp - 0.5;
  temp = temp / 0.01;

  Serial.println (temp);
  Delay(500);
};
```

Задача программы состоит, в том, чтобы измерять температуру и отправляет на чтение по последовательному порту, из которого можно принимать, этот использующий последовательный порт контролирует программа IDE Arduino. Как температура вычисляется в трех шагах? Чтобы облегчить понимание:

1. `temp = analogRead (2) *5/1024.0;` Чтение значения от аналогового входа и преобразования этого электрического сигнала на цифровой. Максимальное напряжение, которое Arduino в состоянии измерять, равняется 5V, и разрешение преобразователя A/D составляет 10 битов, что означает 1024 значения, таким образом значения напряжения на вводе Analog0 - значение,

возвращенное `analogRead`, умноженным на напряжение, равняющееся одному шагу преобразователя A/D. Необходимо помнить, что деление $5 / 1024$ было бы интерпретировано компилятором как целочисленная работа, и результат в этом случае будет равняться 0. Из-за этого в коде появляется `1024.0` и благодаря этой записи, компилятор обработает деление как работу с плавающей запятой.

2. $temp = temp - 0.5$; Калибруя к 0°C - различие между напряжением, считанным из датчика и 500 мВ , linearly зависящий от температуры.

3. $temp = temp / 0.01$; Это различие делится на 10 мВ/step , и теперь у нас есть температура

Датчик MCR9700 очень прост и его может использовать любой новичок. Теперь все могут измерить температуру с помощью Arduino.



Рис-1.6 Общий вид лабораторной установки

датчиков сверху. Фотография на рис 2.2 дает представление о том, как выглядят многоуровневые платы.

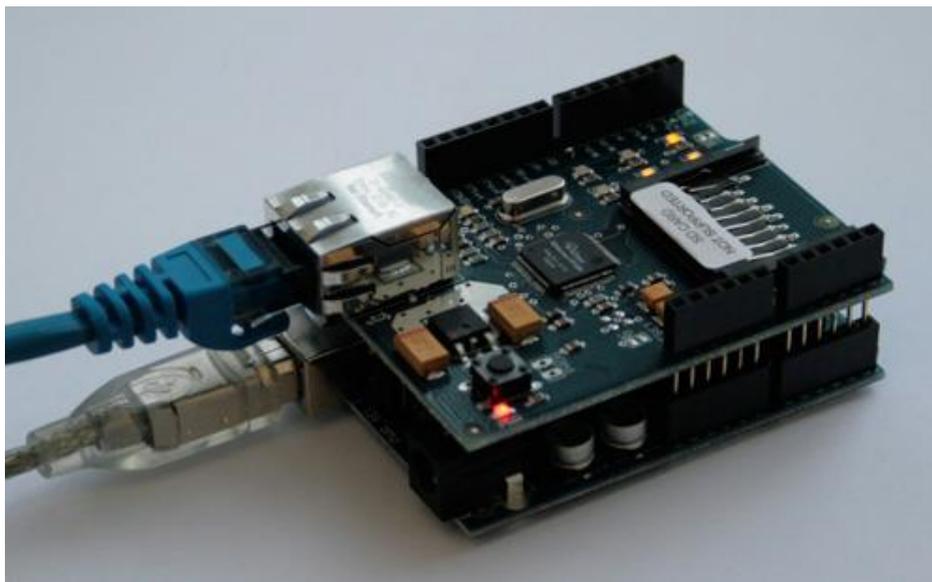


Рис 2.3 Arduino Uno с подключенным модулем Ethernet

После подсоединения плат друг к другу вам может показаться, что все готово к работе - однако вначале необходимо загрузить и установить среду разработки Arduino IDE.

Загрузите среду IDE (обычно она содержится в файле ZIP или TAR в зависимости от ОС компьютера) и следуйте инструкциям по установке IDE и драйверов USB на компьютере. Теперь можно подключить кабель USB для подачи питания на плату (и выполнения установки драйвера), подключить кабель Ethernet, открыть IDE и попробовать запустить библиотечные примеры, поставляемые вместе с IDE — однако все это не имеет прямого отношения к нашему примеру.

2.2. Датчики температуры МСР9700

Один из датчиков, включенных в Стартовый пакет Arduino является температурные датчики. Это - аналоговое устройство, которое не нуждается ни в каких дополнительных элементах, чтобы работать (это точно МСР9700). Так, кратко говоря, после соединяющейся основы и источника питания мы уже в состоянии измерить температуру. Так, давайте начнем с терминалов:

									лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ				

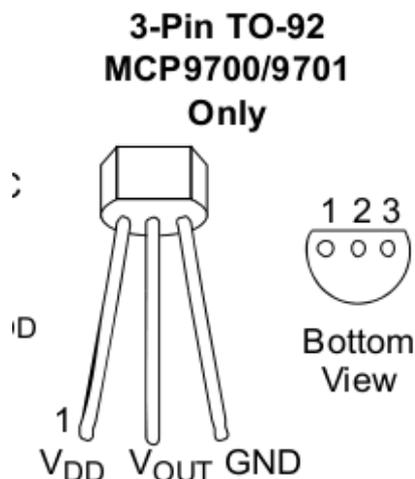


Рис 2.4. Датчик температуры MCP9700

MCP9700 — Аналоговый датчик. Стандартный пример для преобразования аналогового сигнала, снятого с аналогового входа Ардуино, в температуру

```

1 float tempC;
2 int reading;
3 int tempPin = 0;
4
5 void setup()
6 {
7   analogReference(INTERNAL);
8 }
9
10 void loop()
11 {
12   reading = analogRead(tempPin);
13   tempC = reading / 9.31;
14 }

```

Рассмотрим функцию *analogReference(INTERNAL)*;

Данная функция устанавливает опорное напряжение для *analogRead* и преобразует его к значению от 1 до 1024. Предположим, наше опорное напряжение равно 5V(по умолчанию для ArduinoUNO), следовательно при подаче напряжения на аналоговый вход 5v функция *analogRead* вернет значение 1024. Разделим значение 1024 на 5V, получаем $0.0049V = 4.9mV$. Это означает, что функция *analog Read* позволяет получать значение с точностью до 4.9mv. Настройки *analog Reference* позволяют установить опорное

напряжение отличное от 5v, тем самым увеличить точность измерений *analogReference(INTERNAL)*; //включает использование встроенного опорного напряжения 1.1V для контроллеров *ATmega168* и *ATmega328*, и 2.56 В на *ATmega8*

Таблица зависимости точности измерения (LSB, младший значащий бит результат преобразования) от опорного напряжения:

Опорное напряжение — Точность измерений

5.00V — 4.9mV

2.56V — 2.5mV

1.10V — 1.0mV

analogReference(EXTERNAL); //включает возможность подключения внешнего опорного напряжения от 0 до 5 на вывод *AVCC* или *AREF*. Из даташита [MCP9700](#) на выходе мы имеем диапазон в 1В. Вернемся к нашему примеру, к строке *analogReference(INTERNAL)*; Мы включаем внутреннее опорное напряжение 1.1 , что позволяет повысить точность измерения температуры. При использовании стандартного опорного напряжения в 5V точность измерений составила бы 24.5mV. Основным недостатком использования аналогового датчика является отсутствие АЦП.

2.3. Микросхемы серии 7812

Цоколёвки корпусов ИС 7812. В мощных транзисторных корпусах (ТО220, ДРАК и D2РАК) и маломощных (ТО89, SOT23) расположения выводов входа и выхода разное. Во всех корпусах с металлическим основанием оно электрически соединено с общим проводом.

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

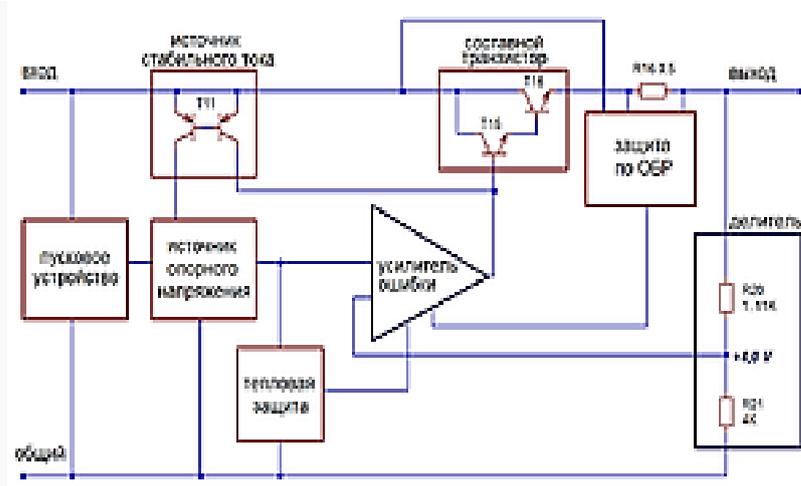


Рис 2.5 Структурная схема ИС 7812

7812 — семейство трёхвыводных линейных интегральных стабилизаторов положительного напряжения первого поколения. Базовое семейство 7812 включает микросхемы на девять фиксированных выходных напряжений +12 Вольт, обозначаемых четырёхзначными кодами 7812. ИС $\mu A78G$ (без цифрового суффикса) — регулируемый четырёхвыводной стабилизатор на напряжения +5...+30 В. Допустимое входное напряжение допустимый выходной ток ИС в корпусе TO-220 ограничен 1 А. Схема имеет встроенную защиту от перегрева и встроенную односкатную защиту выходного транзистора от перегрузок.

Первые ИС этого семейства были выпущены в начале 1970-х годов Fairchild Semiconductor под обозначениями $\mu A7805$... $\mu A7824$, и представляли собой развитие ИС LM109 Роберта Видлара. Впоследствии выпуск 7812 освоили различные производители. В настоящее время (2012 год), кроме базового семейства 7805, выпускаются его варианты на большие и меньшие выходные токи 7812 в корпусах TO-220, TO-92, SOP8L, D2PAK.

Встроенные схемы защиты

В мощных ИС подсемейств 7812 и подобным реализована односкатная схема защиты выходных транзисторов от выхода за пределы области безопасной работы (ОБР) по току и напряжению. При малых падениях

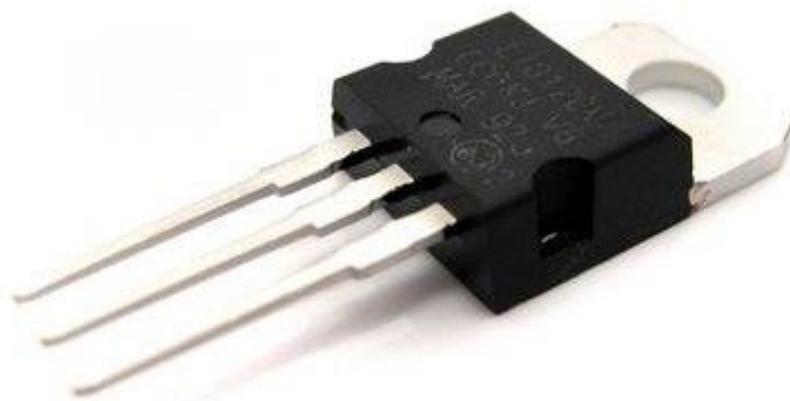


Рис 2.6 Микросхемы серии 7812

2.4.Диод и Диодный мост

Диод - самый простейший по устройству в славном семействе полупроводниковых приборов. Если взять пластинку полупроводника, например германия, и в его левую половину ввести акцепторную примесь, а в правую донорную, то с одной стороны получится полупроводник типа P, соответственно с другой типа N. В середине кристалла получится, так называемый **P-N переход**, как показано на рис 2.7. На этом же рисунке показано условное графическое обозначение диода на схемах: вывод катода (отрицательный электрод) очень похож на знак «-». Так проще запомнить. Всего в таком кристалле две зоны с различной проводимостью, от которых выходят два вывода, поэтому полученный прибор получил название **диод**, поскольку приставка «ди» означает два.

В данном случае диод получился полупроводниковый, но подобные устройства были известны и раньше: например в эпоху электронных ламп был ламповый диод, называвшийся кенотрон. Сейчас такие диоды ушли в историю, хотя приверженцы «лампового» звука считают, что в ламповом усилителе даже выпрямитель анодного напряжения должен быть ламповым!

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ					

выполняют сортировку, присваивая в зависимости от коэффициента передачи тот или иной рейтинг, который указывается в наименовании.

Нижняя рабочая частота оптрона не ограничена: оптроны могут работать в цепях постоянного тока. Верхняя рабочая частота оптронов, оптимизированных под высокочастотную передачу цифровых сигналов, достигает сотен МГц. Верхние рабочие частоты линейных оптронов существенно ниже (единицы—сотни кГц). Наиболее медленные оптроны, использующие лампы накаливания, фактически являются эффективными фильтрами нижних частот с граничной полосой порядка единиц Гц.

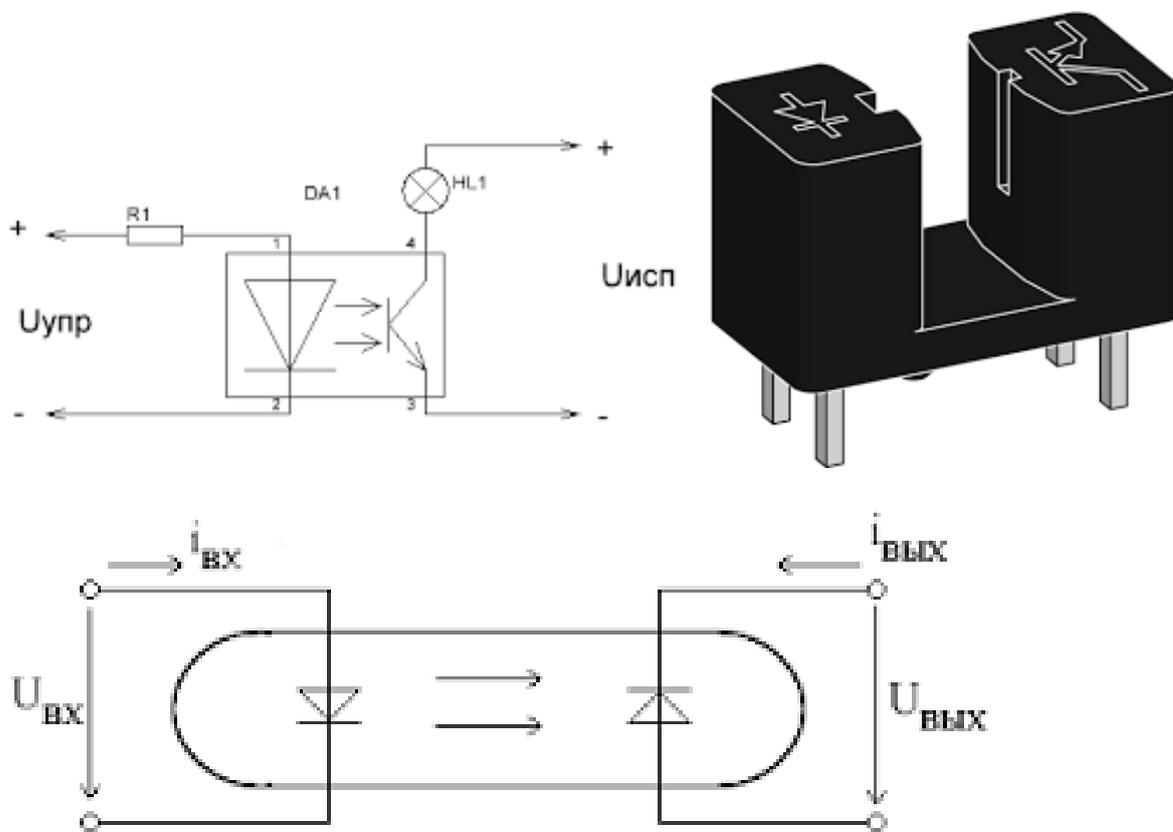


Рис 2.16. Оптроны

Реле

Материал из Википедии — свободной энциклопедии



Рис 2.17. Электромагнитное реле

Релé (фр. *relais*) — электрическое или электронное устройство (ключ), предназначенное для замыкания или размыкания электрической цепи при заданных изменениях электрических или неэлектрических входных воздействий.

Обычно под этим термином подразумевается электромагнитное реле — электромеханическое устройство, замыкающее и/или размыкающее механические электрические контакты при подаче в обмотку реле электрического тока, порождающего магнитное поле, которое вызывает перемещения ферромагнитного якоря реле, связанного механически с контактами и последующее перемещение контактов коммутирует внешнюю электрическую цепь.

Часто реле также называют самые различные устройства, замыкающие или размыкающие контакты при изменении некоторой, не обязательно электрической величины. Это, например, устройства, чувствительные к температуре (тепловые реле), освещённости (фотореле), уровню звукового давления (акустические реле) и др. Также, часто реле называют различные таймеры, например, таймер указателя поворота автомобиля, таймеры включения/выключения различных приборов и устройств, например, бытовых приборов (реле времени).

									лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ				

Существует класс электронных твердотельных полупроводниковых приборов, называемых **оптореле (твердотельное реле)**, эти приборы в данной статье не рассматриваются.

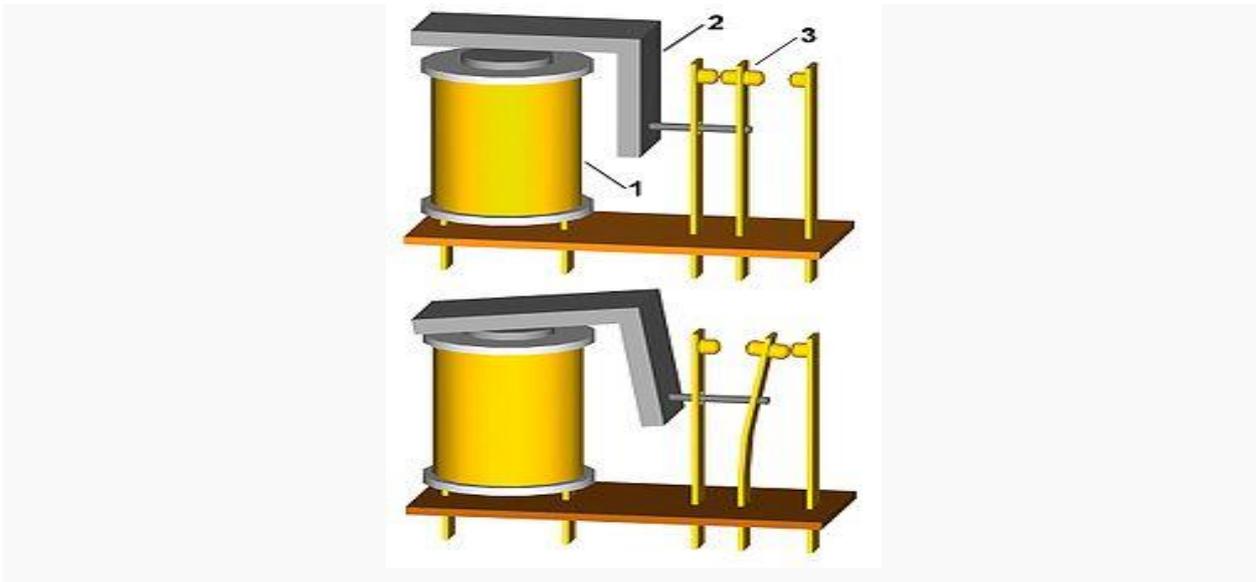


Рис 2.18. Устройство электромагнитного реле

Принцип действия реле, сверху — нормальное (обесточенное) состояние реле, снизу — включённое состояние реле.

- 1 — электромагнит (обмотка с ферромагнитным сердечником);
- 2 — подвижный якорь;
- 3 — контактная система (переключатель).

Основные части электромагнитного реле: электромагнит, якорь и переключатель. Электромагнит представляет собой электрический провод, намотанный на катушку с ярмом из ферромагнитного магнитомягкого материала. Якорь это обычно пластина из магнитного материала, через толкатели воздействующая на контакты.

Транзистор

Транзистор (англ. *transistor*), **полупроводниковый триод** — радиоэлектронный компонент из полупроводникового материала, обычно с тремя выводами, позволяющий входным сигналом управлять током в электрической цепи. Обычно используется для усиления, генерирования и преобразования

						01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ	лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата			

электрических сигналов. В общем случае транзистором называют любое устройство, которое имитирует главное свойство транзистора — изменения сигнала между двумя различными состояниями при изменении сигнала на управляющем электроде.

В полевых и биполярных транзисторах управление током в выходной цепи осуществляется за счёт изменения входного напряжения или тока. Небольшое изменение входных величин может приводить к существенно большему изменению выходного напряжения и тока. Это усилительное свойство транзисторов используется в аналоговой технике (аналоговые ТВ, радио, связь и т. п.). В настоящее время в аналоговой технике доминируют биполярные транзисторы (БТ) (международный термин — ВЈТ, bipolar junction transistor). Другой важнейшей отраслью электроники является цифровая техника (логика, память, процессоры, компьютеры, цифровая связь и т. п.), где, напротив, биполярные транзисторы почти полностью вытеснены полевыми.

Классификация транзисторов

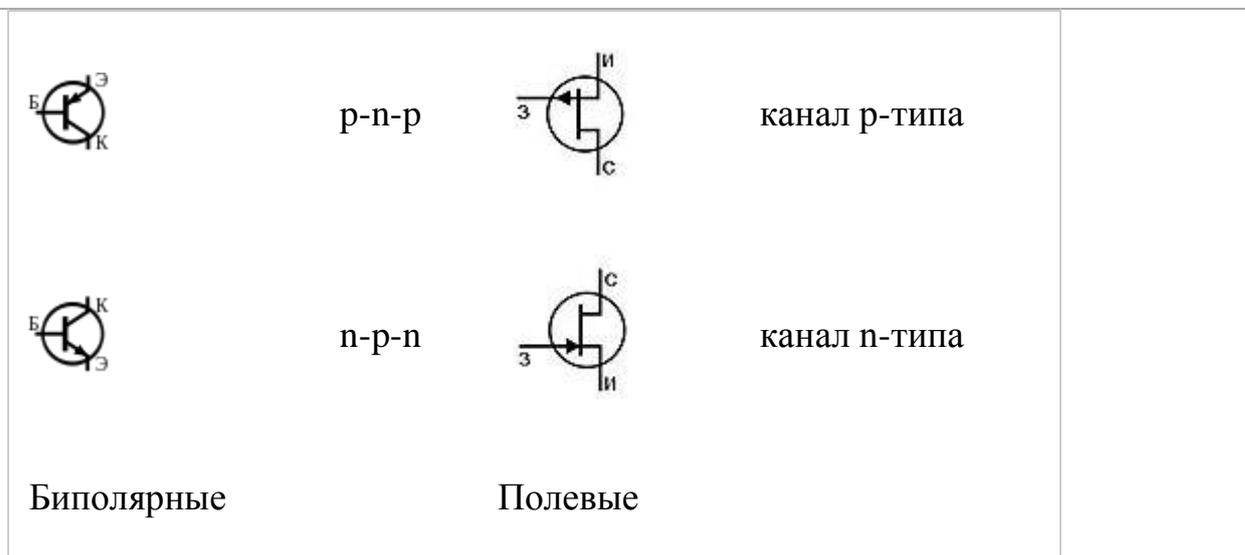


Рис 2.19. Обозначение транзисторов разных типов.

Условные обозначения:

Э — эмиттер, К — коллектор, Б — база;

З — затвор, И — исток, С — сток.

Ниже приведена формальная классификация токовых транзисторов, где рабочее тело представляет собой поток носителей тока, а состояния, между которыми переключается прибор, определяются по величине сигнала: малый сигнал — большой сигнал, закрытое состояние — открытое состояние, на которых реализуется двоичная логика работы транзистора. Современная технология может оперировать не только электрическим зарядом, но и магнитными моментами, спином отдельного электрона, фононами и световыми квантами, квантовыми состояниями в общем случае.

Транзистор применяется в:

- **Усилительных схемах.** Работает, как правило, в усилительном режиме. Существуют экспериментальные разработки полностью цифровых усилителей, на основе ЦАП, состоящих из мощных транзисторов. Транзисторы в таких усилителях работают в ключевом режиме.
- **Генераторах сигналов.** В зависимости от типа генератора транзистор может использоваться либо в ключевом (генерация прямоугольных сигналов), либо в усилительном режиме (генерация сигналов произвольной формы).
- **Электронных ключах.** Транзисторы работают в ключевом режиме. Ключевые схемы можно условно назвать усилителями (регенераторами) цифровых сигналов. Иногда электронные ключи применяют и для управления силой тока в аналоговой нагрузке.

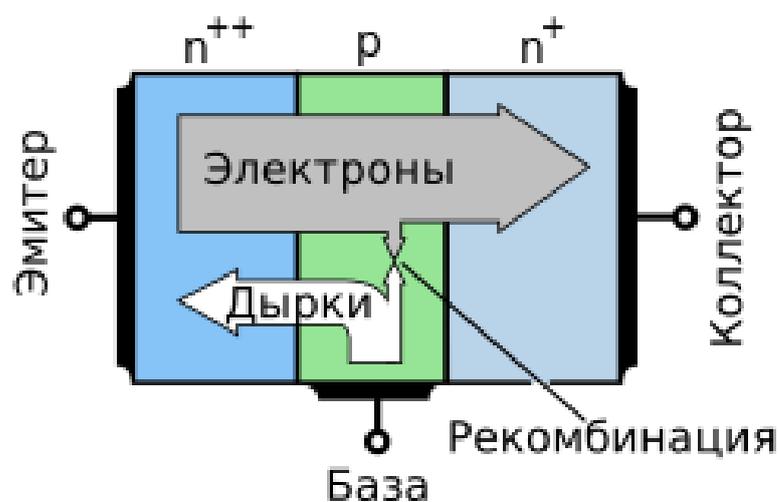


Рис 2.20. Транзистор (Электронных ключах)

Трансформатор

Трансформатор (от лат. *transformo* — преобразовывать) — это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки на каком-либо магнитопроводе и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем (напряжений) переменного тока в одну или несколько других систем (напряжений), без изменения частоты.

Трансформатор осуществляет преобразование переменного напряжения и/или гальваническую развязку в самых различных областях применения — электроэнергетике, электронике и радиотехнике.

Конструктивно трансформатор может состоять из одной (автотрансформатор) или нескольких изолированных проволочных, либо ленточных обмоток (катушек), охватываемых общим магнитным потоком, намотанных, как правило, на магнитопровод (сердечник) из ферромагнитного магнитомягкого материала.

Базовые принципы действия

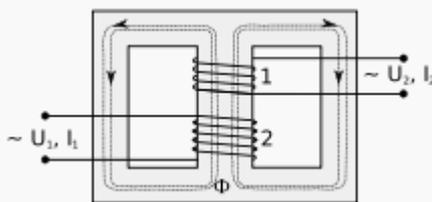


Рис 2.21. Схематическое устройство трансформатора.

1 — первичная обмотка, 2 — вторичная

Работа трансформатора основана на двух базовых принципах:

1. Изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле (электромагнетизм)
2. Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС в этой обмотке (электромагнитная индукция)

									лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ				

На одну из обмоток, называемую *первичной обмоткой*, подаётся напряжение от внешнего источника. Протекающий по первичной обмотке переменный ток намагничивания создаёт переменный магнитный поток в магнитопроводе. В результате электромагнитной индукции, переменный магнитный поток в магнитопроводе создаёт во всех обмотках, в том числе и в первичной, ЭДС индукции, пропорциональную первой производной магнитного потока, при синусоидальном токе сдвинутой на 90° в обратную сторону по отношению к магнитному потоку.

В некоторых трансформаторах, работающих на высоких или сверхвысоких частотах, магнитопровод может отсутствовать.

					01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ	лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата		

Глава 3. Разработка ИКС управления процессом.

3.1. Создание программной схемы управления процессом

Arduino с модулем Ethernet может считывать цифровые показатели (1s или 0s) с любого из расположенных сверху цифровых контактов. Я написал программы на языке C++ для отправки считанных показателей (или их интерпретации) на другие компьютеры. В частности, нам требуется считывать температурные показатели — и для этой цели нам необходим температурный датчик.

Существует несколько температурных датчиков, совместимых с Arduino, сейчас самое время по отдельности протестировать все компоненты. Начать с драйверов USB, установленных на нашем компьютере, проверив их связь с Arduino. Открыть Arduino IDE и выберите **File > Examples > 01.Basics > Blink**, как показано на рисунке 3.1.

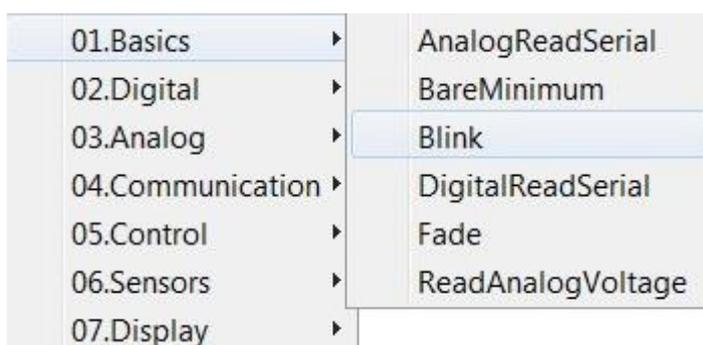


Рис.3.1 Пункт меню Blink

Эскиз В link (программы для Arduino называются *эскизами*) - это простая программа, позволяющая протестировать связь с Arduino. В результате ее выполнения один из световых индикаторов на плате Arduino начинает мигать с периодом в секунду. Если драйверы устройств USB установлены правильно, то сможем выбрать тип своей платы в списке **Tools > Board** (например, выберите Uno, если используется эта плата) и последовательный порт в меню SerialPort (для того чтобы узнать название или номер последовательного порта, воспользуйтесь инструментами операционной системы, такими как Диспетчер устройств Windows). После


```
}  
// get the average value of 10 temperatures  
temperature = ten_samples / 10.0;  
// temperature = temperature-20;  
if (temperature>50)  
{  
    digitalWrite(led,HIGH);  
}  
else  
{  
    digitalWrite(led,LOW);  
}  
Serial.print(temperature);  
Serial.println(" gradus. C ");  
// display the temperature on the LCD  
//lcd.setCursor(0, 0);  
// lcd.print(temperature);  
// lcd.print(" deg. C ");  
ten_samples = 0.0;  
}
```

										лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 X.CPT 00.00.000 ПЗ					

повреждается - его значение резко снижается. При расчетах, связанных с электробезопасностью, сопротивление тела человека принимают равным 1 кОм. Длительность действия тока существенно влияет на исход поражения, так как с течением времени резко падает сопротивление кожи человека, более вероятным становится поражение сердца и возникают другие отрицательные последствия. Наиболее опасно прохождение тока через сердце, легкие и головной мозг. Степень поражения зависит также от рода и частоты тока. Наиболее опасен переменный ток частотой 20...1000 Гц. Переменный ток опаснее постоянного при напряжениях до 300 В. При больших напряжениях - постоянный ток.

Поражение человека электрическим током может произойти в случаях:

- прикосновения незащищенного от земли человека к токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- приближения человека, незащищенного от земли, на опасное расстояние к токоведущим незащищенным изоляцией частям электроустановок. Последние находятся под напряжением;
- прикосновения незащищенного от земли человека к нетоковедущим металлическим частям (корпусам) электроустановок, оказавшимся под напряжением из-за замыкания на корпус;
- соприкосновения человека с двумя точками земли (пола), находящимися под разными потенциалами в поле растекания тока ("шаговое напряжение");
- удара молнии;
- действия электрической дуги;
- освобождения другого человека, находящегося под напряжением.

Обеспечение электробезопасности

Общие сведения. Сила тока - основной фактор, обуславливающий степень поражения. Она пропорциональна напряжению (U) и обратно пропорциональна сопротивлению цепи (R), т.е.

$$I=U/R$$

									лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ				

Средства и способы защиты человека от поражения электрическим током сводятся к следующему:

- уменьшению рабочего напряжения электроустановок;
- выравниванию потенциалов (заземление, зануление);
- электрическому разделению цепей высоких и низких напряжений;
- увеличению сопротивления изоляции токоведущих частей (рабочей, усиленной, дополнительной, двойной и т. п.);
- применению устройств защитного отключения и средств коллективной защиты (оградительных, блокировочных, сигнализирующих устройств, знаков безопасности и т. п.), а также изолирующих средств защиты. Напряжение до 42 В переменного и 110 В постоянного тока не вызывает поражающих факторов при относительно непродолжительном воздействии. Поэтому везде, где это возможно, кроме случаев, специально оговоренных в правилах, следует применять электроустановки с рабочим напряжением, не превышающим приведенных значений, без дополнительных средств защиты.

Однако при повышении мощности электроустановок с низким рабочим напряжением возрастают потребляемые ими токи, а следовательно, увеличиваются сечение проводников, габариты, потери энергии, и стоимость электроустановок. Самыми экономичными считаются электроустановки с напряжением 220...380 В. Такие напряжения опасны для жизни человека, что вызывает необходимость применения дополнительных защитных средств (защитные заземление и зануление).

Защитное заземление - преднамеренное соединение металлических нетоковедущих частей электроустановки с землей. Электрическое сопротивление такого соединения должно быть минимальным (не более 4 Ом для сетей с напряжением до 1000 В и не более 10 Ом для остальных). При этом корпус электроустановки и обслуживающий ее персонал будут находиться под равными, близкими к нулю, потенциалами даже при пробое изоляции и замыкании фаз на корпус. Различают два типа заземлений: выносное и контурное.

									лист
Изм.	Лист	Документ №	Под.	Дата	01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ				

Список использованной литературы

1.	Каримов И.А. Мировой финансово – экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. - Т.: Узбекистан, 2009. - 48 с.
2.	Каримов И.А. Доклад на заседании Кабинета Министров РУз, посвященном основным итогам 2015 года и приоритетам социально-экономического развития на 2016 год. //Газета «Народное слово» от 18 января 2016 года, №13.
3.	Юсупбеков Н.Р. ва бошқалар. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. –Тошкент: Ўқитувчи. 1997.
4.	Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.И., Гуломов Ш.М., Технологик жараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш. –Toshkent: Ўқитувчи. 2011.
5.	Артиков А. Компьютерные методы анализа и синтеза химико-технологических систем: Учебник для магистрантов технологических специальностей. – Ташкент: «Voris Nashriyot», 2012. – 160 с.
6.	Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. – Санкт Петербург. 2006
7.	Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. – Москва: Инфра-Инженерия. 2008
8.	Емельянов А.И, О.В. Капник. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – Москва: Энергоатомиздат. 1983
9.	https://en.wikipedia.org/ - электронная энциклопедия
10.	https://www.siemens.com / - веб сайт продукции компании Siemens
11.	http://www.emersonprocess.com/ - веб сайт продукции компании Emerson: Metran и Fisher

12.	https://www.arduino.com/ / - веб сайт продукции Arduino
13.	https://www.owen.ru/ / - веб сайт продукции компании ОВЕН

					<i>01.20 Х.СРТ 00.00.000 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Документ №</i>	<i>Под.</i>	<i>Дата</i>		