

## Программируемый регулятор состава питательных растворов

*И. П. Маркелов*

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск,  
Республика Беларусь

Научный руководитель: Ловшенко И.Ю. – старший преподаватель, каф. микро- и  
наноэлектроники

### Аннотация

Представляет собой обзор технологий и устройств, обеспечивающих смешивание питательных растворов. Анализируются принципы работы, преимущества и недостатки различных устройств для смешивания питательных растворов, а также их применение в различных сферах жизни и производства.

**Ключевые слова:** Сбор данных, Atmega 328, I2C, отладочная плата, цифровые датчики PH 0-14 и TDS Sensor, LCD-дисплей.

### Введение

Питательные растворы, которые составлены неправильно, используя неправильные пропорции, могут навредить росту растений. Поэтому очень важно тщательно отслеживать пропорции, которые используются при смешивании питательных растворов. Для этого существуют специальные программно-аппаратные комплексы для смешивания питательных растворов в правильных пропорциях

### 1. Разработка структурной схемы программируемого регулятора состава питательных растворов

Структурная схема программируемого регулятора состава питательных растворов представлена на рисунке 1:



Рис. 1. Структурная схема регулятора состава питательных растворов

Программируемый регулятор состава растворов – это программно-аппартный комплекс, для смешивания питательных растворов для растений в полностью автоматическом режиме.

Принцип действия таков: пользователем устанавливаются нужные пропорции питательных растворов в меню устройства и дальше система, исходя из заданных настроек, смешивает растворы

Система является автоматической, а значит действия со стороны человека минимальны.

Данный программируемый регулятор состава растворов состоит из трёх основных узлов: узел управления устройством, жидкостной узел и насосный узел.

Первый узел – узел управления устройством. Этот узел состоит из нескольких модулей.

Микроконтроллер Mega 328p-au – это главный микроконтроллер, который управляет устройством. Микроконтроллер ESP-32 - микроконтроллер, осуществляющий беспроводную передачу данных для дистанционного мониторинга данных. Модуль датчика кислотности - датчик кислотности жидкости PH-014 является устройством для измерения водородного показателя жидкости (показателя рН), характеризующего её кислотность.



Рисунок 2 – Датчик кислотности жидкости PH-014

Принято считать, что уровень рН определён диапазоном от 0 до 14, но в действительности у сильно агрессивных сред он может выходить за указанный диапазон:

- в нейтральной среде  $pH = 7,0$ ;
- в кислой среде  $pH < 7,0$ . Чем агрессивнее кислота, тем ниже рН;
- $pH > 7,0$ . Чем агрессивнее щёлочь, тем выше рН.

Принцип действия модуля основан на измерении величины ЭДС электродной системы, значение которой пропорционально водородному показателю  $pH = -Lg[H^+]$ . Отклонение потенциала с выхода датчика от подведённого к его входу на 59,16 мВ равносильно отклонению водородного показателя жидкости на 1 рН. Сигнал с датчика усиливается в 3 раза операционным усилителем и поступает, как на микроконтроллер модуля, так и на аналоговый выход модуля.

При погружении датчика в нейтральную жидкость ( $pH=7,0$ ), напряжение на аналоговом выходе модуля устанавливается в 1,65В (половина от 3,3В). Увеличение напряжения аналогового выхода на 177,48мВ (59,16мВ усиленные в 3 раза) указывает о снижении водородного показателя на 1,0 от нейтральных 7,0 рН. Соответственно уменьшение напряжения на аналоговом выходе модуля указывает о увеличении водородного показателя

Модуль датчика содержания соли – TDS sensor[3]. Принцип действия солемера для воды TDS Sensor такой: он основан на зависимости электропроводности воды от содержания в ней солей. Датчик проградуирован и выдает результаты в ppm (parts per million, в частицах на миллион), что соответствует общему количеству растворенных частиц (солей) в жидкости.

Вопреки расхожему мнению о том, что "чем меньше солей, тем лучше", дистиллированная вода с ppm 0-50 противопоказана для внутреннего применения и приводит к "вымыванию солей" из организма. В том числе полезных и необходимых ему минералов.

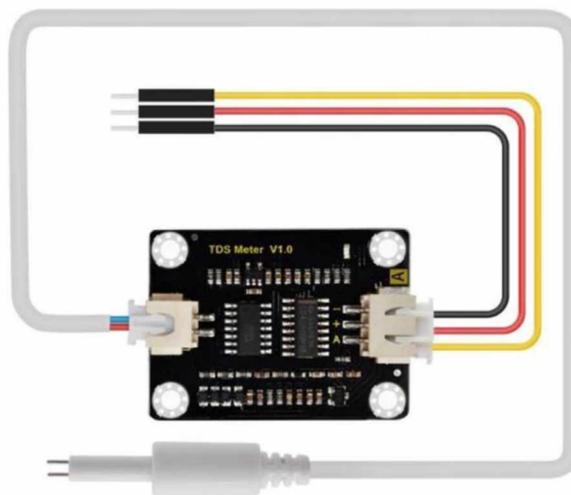


Рисунок 3 – Солемер для воды TDS Sensor

- От 0 до 50 ppm** – дистиллированная вода или очищенная с помощью фильтра обратного осмоса;
- от 200 до 300 ppm** – оптимальный уровень минерализации воды;
- от 500 до 700 ppm** – жесткая вода не рекомендуемая для постоянного использования;
- от 1000 ppm и выше** – непригодная для питья вода;

Модуль датчиков уровня жидкости[2] - бесконтактный датчик ХКС-Y25-V. Бесконтактный датчик ХКС-Y25-V необходим для того, чтобы контролировать уровень жидкости в каждой из пяти ёмкостей. Водный блок устройства состоит из четырёх ёмкостей 1000 мл и одной ёмкости в 5500 мл. Последняя ёмкость является главной ёмкостью, в которой и происходит смешивание раствора. Для смешивания раствора в главной ёмкости установлена помпа, которая включается, когда происходит добавление компонентов из малых ёмкостей. Для того, чтобы избежать переполнения главной емкости, было использовано два бесконтактных датчика ХКС-Y25-V(датчик нижнего уровня жидкости и верхнего уровня жидкости). Принцип действия такого датчика достаточно простой. Бесконтактный датчик уровня жидкости ХКС-Y25-V выполнен на ёмкостном чувствительном элементе, который реагирует на изменение диэлектрической проницаемости. Это свойство позволяет сигнализатору уровня обнаруживать жидкость через различные не металлические препятствия: пластик, стекло, керамика и т.д

LSD 16\*2 ЖК экран с I<sup>2</sup>C используется для получения информации о состоянии системы. На этот экран выводятся сообщения об уровне жидкости в каждой из пяти ёмкостей, ошибки, предупреждения, данные с датчиков.

Жидкостной узел представляет из себя четыре ёмкости для питательных растворов и одна ёмкость, где эти растворы смешиваются. В эти ёмкости встроены датчик кислотности растворов, датчик содержания соли в растворе и датчики уровня жидкости.

Насосный узел представляет из себя четыре перистальтических насоса и один насос для перемешивания[1].

Перистальтические насосы – это насосы прямого вытеснения, используемые для перекачки широкого спектра жидкостей. Жидкость перемещается в эластичном шланге, установленном внутри корпуса насоса. Фактический принцип перекачивания, называемый перистальтикой, основан на попеременном сжатии и расжатии шланга, всасывании и выталкивании продукта из насоса.

Вращающиеся башмаки проходят по длине шланга, создавая временное уплотнение между всасывающей и нагнетательной сторонами насоса. Когда ротор насоса вращается, это уплотняющее давление (порция жидкости) перемещается внутри шланга, заставляя продукт

выходить из насоса в линию нагнетания. Когда давление сбрасывается, шланг восстанавливается (из сжатого состояния), создавая вакуум, который втягивает продукт во всасывающую сторону насоса. Объединение этих принципов всасывания и нагнетания приводит к мощному самовсасывающему эффекту.

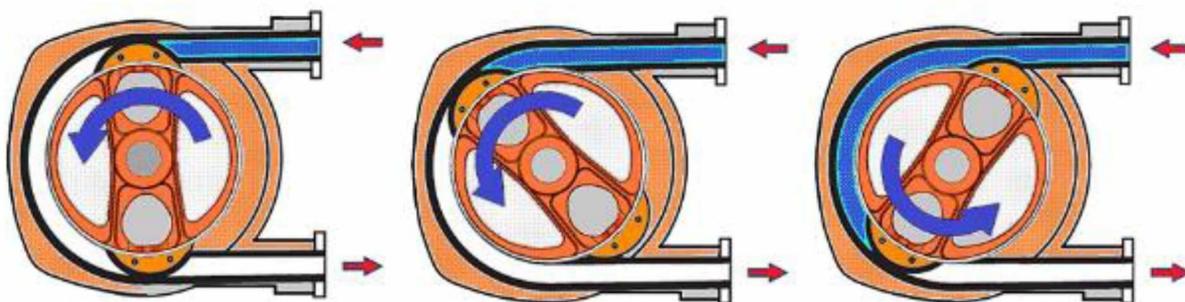


Рисунок 4 – Принцип действия перистальтического насоса

## 2. Выбор языка программирования

Написание программы, благодаря которой будет работать устройство, очень важный этап. Прошивка состоит из большого количества функций. Язык написания программы C++.

Функция `void setup` используется для того, чтобы задать начальные условия. Например, задано начальное условие, чтобы при включении устройства, если в главной ёмкости уровень жидкости минимален, включался перемешивающий насос в это ёмкости. Необходимо это для того, чтобы в растворе не было осадка.

Дальше происходит проверка уровня жидкостей в каждой ёмкости. Если в какой-нибудь из пяти ёмкостей уровень не будет в норме, программа останавливается и выдаёт соответствующее предупреждение. Действие программы продолжается после того, как уровень жидкости будет нормальным.

Для управления каждой помпой была написана соответствующая функция. Если необходимо включить помпу подачи раствора, то вызывается функция включения помпы. Следовательно чтобы выключить эту помпу вызывается функция выключения помпы. Для обработки данных с датчиков так же используются функции. Когда необходимо получить данные с датчиков, тогда мы обращаемся к этим функциям.

## Заключение

Реализовано программное изменение пропорций смешивания, мониторинг кислотности раствора и содержания соли в растворе, а так же реализовано удобное управление устройством и его настройка, что является немаловажным для конечного пользователя

## Список литературы

- [1] Интернет-адрес: URL: <http://mida.ru/stati/kak-rabotaet-peristalticheskiy-shlangovyy-nasos/>
- [2] Интернет-адрес: URL: <http://wiki.iarduino.ru/page/sensor-liquid-level-contactless-xkc-y25-v/>
- [3] Интернет-адрес: URL: <http://water-test.su/article/kak-rabotaet-pribor-solemer-tds-metr>

## **Programmable regulator of nutrient solution composition**

*I.P. Markelov*

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Lovshenko I.Y. – senior lecturer, department. micro- and nanoelectronics

### **Annotation**

Provides an overview of technologies and devices that provide mixing of nutrient solutions. The principles of operation, advantages and disadvantages of various devices for mixing nutrient solutions are analyzed, as well as their use in various areas of life and production.

**Keywords:** Data acquisition, Atmega 328, I2C, development board, digital sensors PH 0-14 and TDS Sensor, LCD display.