

УЧЕБНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАБОТЫ ЕМКОСТНЫХ СЕНСОРОВ

Чуприна Т.В., Игнатова Т.М., Гринько С.С.

Херсонский национальный технический университет

EDUCATIONAL MEASUREMENT SYSTEM TO STUDY CAPACITIVE SENSORS

Chuprina T.V., Ignatova T.M., Grinko S.S.

Kherson national technical university

Работа посвящена разработке учебного измерительного комплекса для изучения емкостных сенсоров. Описаны типы применяемых датчиков и их возможности. Показаны основные преимущества измерительного комплекса.

Ключевые слова: емкостной сенсор, диэлектрическая проницаемость, датчик обнаружения.

The work is devoted to the development of educational measuring system for studying capacitive sensors. The types of using sensors and their capabilities are described. The main advantages of the measurement system are shown.

Keywords: capacitive sensor, dielectric permittivity, detection sensor.

1. Введение. По мере развития технологий, техники, науки человечество стало все шире применять разнообразные технические устройства, которые дополняют или заменяют наши органы чувств. Такие устройства называются сенсорами (от латинских слов *sensus* — чувство и *sensorium* — орган чувств).

Роль сенсоров заключается в обеспечении правильной ориентации человека, в более объективном, точном и глубоком восприятии действительности, в повышении качества и эффективности его деятельности. Особенно это касается биологии, медицины, социальной сферы, высокотехнологических отраслей, которые имеют дело с очень сложными

объектами, оценивать состояние которых и происходящие в них процессы только "на глаз", по внешним признакам уже недостаточно [1].

Емкостным датчиком называют преобразователь параметрического типа, в котором изменение измеряемой величины преобразуется в изменение емкостного сопротивления.

Преимуществами емкостных датчиков по сравнению с датчиками других типов являются:

1) простота изготовления, использование недорогих материалов для производства; малые габариты и вес; низкое потребление энергии; высокая чувствительность;

2) Отсутствие контактов (в некоторых случаях – один токосъём);

3) долгий срок эксплуатации;

4) потребность весьма малых усилий для перемещения подвижной части емкостного датчика;

5) простота приспособления формы датчика к различным задачам и конструкциям.

Эти ценные качества емкостных датчиков делают их незаменимыми в приборах, в которых допускаются погрешности лишь в сотые и даже тысячные доли процента [2].

Области применения емкостных датчиков чрезвычайно разнообразны. Они используются в системах регулирования и управления производственными процессами почти во всех отраслях промышленности. В настоящее время наиболее широкое распространение также получили емкостные датчики приближения.

2. Цель и задачи исследования. Целью данной работы является разработка учебного измерительного комплекса для изучения емкостных сенсоров. Система для изучения емкостных сенсоров построена на базе микроконтроллера.

Основными задачами работы являлись:

- 1) оптимизация схемы включения емкостных датчиков;
- 2) разработка учебного комплекса на основе емкостных датчиков для лабораторных исследований;
- 3) проведение экспериментальных исследований по определению влажности вещества с применением емкостного датчика влажности.

3. Материалы и методы исследования.

Измерительный комплекс содержит 3 емкостных сенсора, которые измеряют присутствие, влажность и температуру. Выбор такого комплекса обусловлен тем, что прост в исполнении и настройке, а также удешевление его, благодаря использованию одного микроконтроллера для расчета этих трех параметров.

Блок-схема устройства представлена на (рис. 1).

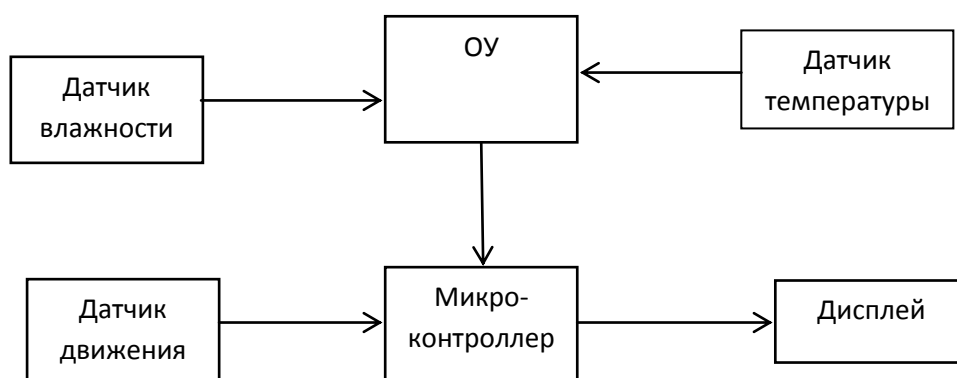


Рис.1. Блок-схема прибора

Основой измерительного комплекса, центральным его устройством, является микроконтроллер, который выполняет арифметические и логические операции, заданные программой преобразования информации, управляет также вычислительным процессом и координирует работу устройств системы (запоминающих, сортировальных, ввода-вывода, подготовки данных и др.). В вычислительной системе может быть несколько параллельно работающих процессоров; такие системы называют многопроцессорными [3].

Емкостной датчик измерения влажности представляет собой две медные пластины, закрепленные между собой на расстоянии 1 см. Их длина 6 см, ширина – 1,6 см (рис. 2).



Рис.2. Емкостной датчик измерения влажности

В схеме предусмотрен калибровочный резистор, который вместе с пластинами и диэлектриком между ними представляет собой делитель напряжения, которое меняется в зависимости от сопротивления между пластинами. Это напряжение усиливается операционным усилителем (ОУ), который включен по схеме неинвертирующего усилителя.

С выхода ОУ усиленное напряжение поступает на вход АЦП микроконтроллера. Микроконтроллер преобразует входное напряжение в цифровой код. Далее экспериментально прокалиброваны показания так, что при погружении датчика в воду, выдается значение влажности 100%, и при погружении в сухое сыпучее вещество – 0%.

В качестве датчика температуры используется интегральный цифровой сенсор, основой которого является емкостной чувствительный элемент. Этот датчик также обладает высоким быстродействием и малой погрешностью, обусловленной воздействием воздействиям.

В качестве датчика присутствия применяется штыревая антенна, имеющая одинаковую диаграмму направленности в плоскости

перпендикулярной своей оси. И поэтому начинает срабатывать при приближении объекта на одинаковом расстоянии со всех сторон.

4. Экспериментальные данные и их обработка.

В качестве исследуемого материала для измерения влажности использовалась пшеница. Эксперимент проводился следующим образом. Был взвешен сухой сыпучий материал перед измерением. Далее было произведено измерение емкости сухого материала. Датчик, заполненный сухим зерном, не имеет активной проводимости и представляет собой конденсатор с диэлектрической проницаемостью зерна. При уплотнении пшеницы показания измерительной схемы не изменяются. Это можно связать с тем, что сухое зерно не деформируется в отличие от влажного, и его плотность меняется незначительно. Постепенно повышалась влажность зерна с помощью добавления воды 5 мл.

Следует отметить, что до начала эксплуатации емкостного датчика влажности настроили и откалибровали, для чего в программе предусмотрены специальные функции. Калибровка влагомера происходила в условиях его эксплуатации. Емкость датчика увеличивается за счет деформации зерен пшеницы вследствие приложения силы. При деформации зерна пшеницы коэффициент заполнения емкостного датчика увеличился, это увеличивает диэлектрическую проницаемость среды между электродами измерительного конденсатора. Видно, что при большом коэффициенте заполнения диэлектриком объема датчика, даже незначительные его колебания приводят к весоному изменению емкости датчика, что и подтверждается практическими результатами (табл. 1).

Исходя, из полученных данных можно построить график зависимости влажности зерна от массы добавленной воды (рис. 3).

Десятые доли процента, индицируемые после запятой, носят справочный характер, поскольку реальная точность прибора около 1%.

Таблица 1. Экспериментальные данные

% влажности	m_{H_2O} , мл	m_3 , г
0,02	0	75
2	5	75
5	10	75
7	15	75
10	20	75

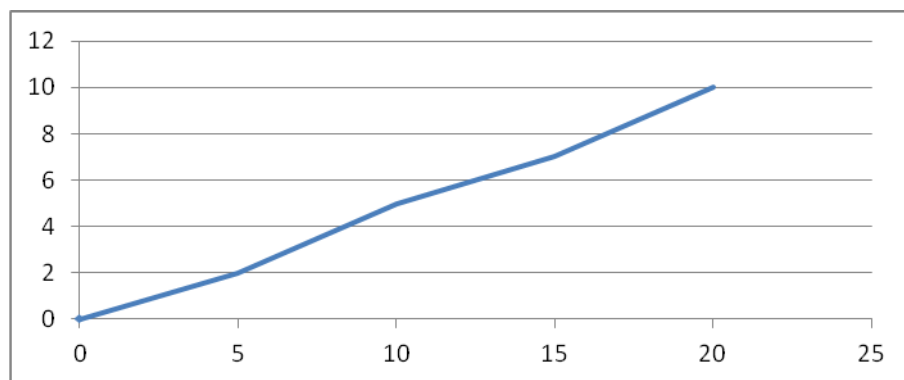


Рис. 3. График зависимости влажности от массы воды

5. Выводы.

1. Проведена оптимизация емкостных датчиков и разработан учебный комплекс, который имеет многогранность, стабильность работы при малом потреблении мощности.

2. Проанализированы общие принципы построения емкостных сенсоров, рассмотрены их основные функциональные узлы.

3. Разработан портативный емкостной датчик с возможностью измерения влажности материалов и обнаружения объектов на базе емкостных преобразований.

4. Проведены исследования по определению диэлектрической проницаемости в зависимости от влажности сыпучих материалов. Установлено, что малейшая погрешность прибора для анализируемых веществ, наблюдается,

когда плотность вещества между пластинами датчика соответствовала плотности, при которой был отградуирован измерительный прибор.

5. Результаты проведённых исследований могут быть использованы в лабораторных практикумах кафедры.

Литература

1. И.Д.Войтович, В. М. Корсунский, «Интеллектуальные сенсоры», 2009 с 624.
2. Г. Виглеб - «Датчики. Устройство и применение», М., 2006
3. А. Бондер, А. В. Алферов «Измерительные приборы», М., 2008