

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРОВНЯ РАЗЛИЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Минаев И.Г., к.т.н., профессор,
Мастепаненко М.А.

ФГОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет

Інформаційно-вимірювальна система призначена для виміру рівня діелектричних і струмопровідних рідин в резервуарах будь-якої форми. Система включає в себе апаратний і програмно-алгоритмічний комплекси. В основі роботи апаратного комплексу системи лежить ємнісний рівнемір різних рідин. Розрахунок рівня рідини здійснюється за універсальним алгоритмом, який реалізує вторинне вимірювальне пристрій на основі мікроконтролера.

Ключові слова: інформаційно-вимірювальна система, апаратний комплекс, програмно-алгоритмічний комплекс.

The information-measuring system is designed for the measurement of dielectric and conductive liquids in tanks of any shape. The system includes hardware and software algorithmic complexes. At the basis of the work of hardware complex is a capacitive level gauge of various liquids. The calculation of liquid level is carried out on a universal algorithm that implements a secondary measuring device, which is based on a microcontroller.

Key words: information-measuring system, hardware system, software and algorithmic complex.

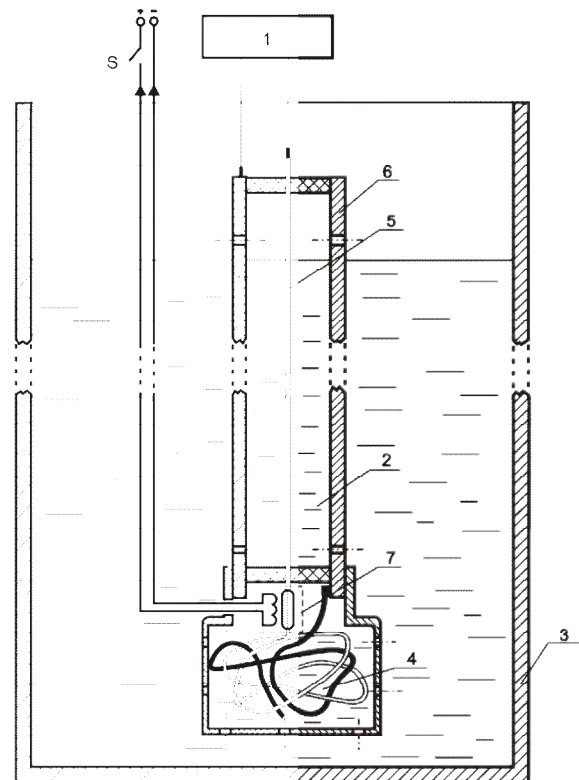
Измерения уровня жидкостей играет важную роль при автоматизации технологических процессов во многих отраслях промышленности [1, 285–287]. В ряде случаев, замер должен производиться с высокой точностью и в большом диапазоне, охватывающем всю рабочую высоту резервуара, порой не имеющих доступа обслуживающему персоналу со стороны боковых стенок и днища (например: подземные бензохранилища).

С учетом всех преимуществ и недостатков известных устройств и систем для измерения уровня различных жидкостей, разработана универсальная информационно-измерительная система контроля уровня диэлектрических и токопроводящих жидкостей, чувствительным элементом которой является емкостной датчик уровня различных жидкостей.

Система включает в себя аппаратный и программно-алгоритмический комплексы, позволяющие интегрировать ее с различными системами пользователя.

В основу аппаратного комплекса входит, разработанный универсальный емкостной уровнемер различных жидкостей.

Емкостной уровнемер содержит двухэлектродный конденсаторный датчик 2, соединенный параллельно через замыкающий контакт геркона с конденсаторным датчиком 4 диэлектрических свойств, установленного в нижней части устройства для измерения уровня жидкости (рисунк 1).



**Рис. 1. Емкостной уровнемер
различных жидкостей**

Двухэлектродный конденсаторный датчик 2 выполнен в виде коаксиального конденсатора с цилиндрическими электродами. Нижний конец внутреннего электрода двухэлектродного конденсаторного датчика 2 соединен

с одним из электродов конденсаторного датчика диэлектрических свойств через замыкающий контакт герконового реле 7. Нижний конец внешнего электрода 6 двухэлектродного конденсаторного датчика 2 соединен со вторым электродом конденсаторного датчика диэлектрических свойств.

Конденсаторный датчик диэлектрических свойств выполнен в виде произвольно уложенных проволочных электродов покрытых изоляцией, межэлектродное пространство которых постоянно заполнено контролируемой жидкостью [2].

Двухэлектродный конденсаторный датчик 2 подключен к вторичному измерительному устройству 1. Емкостной уровнемер может быть использован как для диэлектрических жидкостей, так и для токопроводящих жидкостей.

В этом случае, хотя бы один из электродов двухэлектродного конденсаторного датчика 2 и конденсаторного датчика 4 диэлектрических свойств должен иметь изолирующее покрытие из одного и того же диэлектрика.

Работает устройство следующим образом. Измеряют электрическую емкость C_A двухэлектродного конденсаторного датчика 2 уровня жидкости. Затем через замыкающий контакт герконового реле 7 подключают к вторичному измерительному устройству конденсаторный датчик 4 диэлектрических свойств, параллельно соединенный с двухэлектродным конденсаторным датчиком 2 уровня жидкости. Измеряют общую емкость C_B двухэлектродного конденсаторного датчика 2 уровня жидкости с подключенным параллельно конденсаторным датчиком 4 диэлектрических свойств. После чего рассчитывают уровень h жидкости по формуле [3, 4]:

$$h = \frac{D(C_B - C_A) - C_A}{A(C_B - C_A) - B}, \quad (1)$$

где h – уровень контролируемой жидкости в резервуаре;

A , B , и D – конструктивные параметры емкостного уровнемера.

Расчет уровня жидкости согласно алгоритму [3,4, 68-71] реализует вторичное измерительное устройство емкостного уровнемера

выполненное на базе микроконтроллера AVR ATMEGA 8-16PI фирмы «Atmel». Измерительная информация выводится на жидкокристаллический дисплей 16 x 2 WH16028-TNI-EM Winstar.

Принцип измерения электрической емкости основан на измерении времени заряда емкостных датчиков до заданных пороговых значений, контролируемых встроенными АЦП микроконтроллера.

Известно, что время заряда конденсатора может быть вычислено по выражению:

$$t = -RC \ln\left(1 - \frac{U_c}{E}\right), \quad (2)$$

где:

R – величина зарядного резистора(Ом);

C – измеряемая электрическая емкость (Ф);

U_c – пороговое напряжение (В);

E – напряжение питания (В).

Путем несложных математических операций получим:

$$C = \frac{t}{-R \ln\left(1 - \frac{U_c}{E}\right)} = tK, \quad (3)$$

где:

$$K = \frac{1}{-R \ln\left(1 - \frac{U_c}{E}\right)} \quad (4)$$

K – константа, записываемая в программу работы микроконтроллера.

Схема электрическая принципиальная устройства имеет вид (рисунок 2).

При работе микроконтроллера пороговые значения U_c программно изменяются и запоминаются на протяжении времени заряда конденсатора. Эта процедура позволяет произвести измерение времени заряда конденсатора для разных участков изменения экспоненты.

Затем полученные значения усредняются и участвуют в дальнейших расчетах. В разработанном устройстве измерение емкости производится 32 раза с последующим усреднением. 32-кратный замер обусловлен простотой операций деления на 32, которая в микроконтроллере реализуется элементарной операцией сдвига регистров вправо на 5 бит. Эти операции позволяют увеличить точность получаемых результатов.

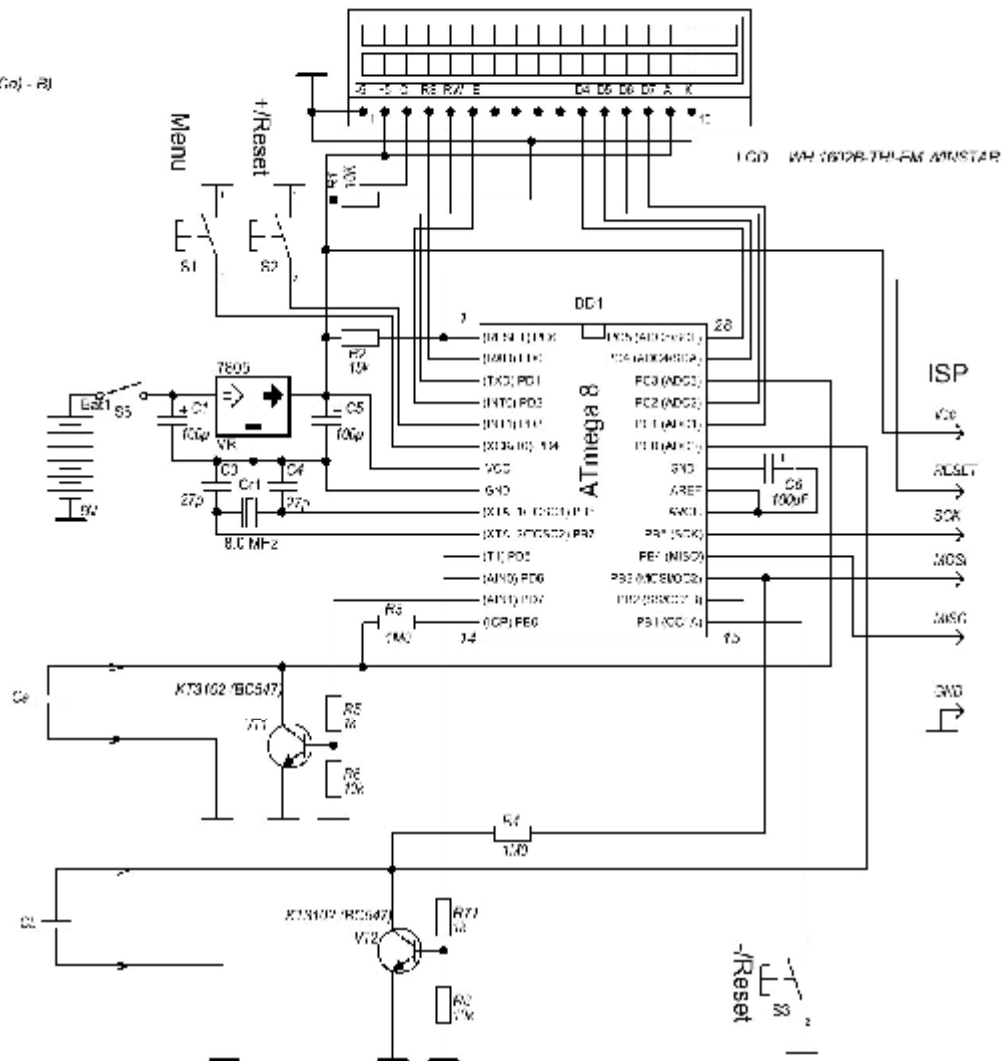


Рис. 2. Схема електрична принципова пристрою для вимірювання рівня діелектричних і токопровідних рідин

ЛИТЕРАТУРА

1. Датчики: Справочное пособие / Шарпов В.М. и др. – Черкассы: Брама-Украина, 2008. – С. 285–287.
2. А.с. СССР 1125530. Емкостный датчик диэлектрических свойств газообразных и жидких сред. Опубл. 23.11.1984 г.
3. Положительное решение о выдаче патента РФ заявки №2009141472. Емкостный способ измерения уровня жидкостей и устройство для его осуществления / Минаев И.Г., Мастепаненко М.А., от 22.06.2010 г.
4. Minaev. I.G., Mastepanenko M.A. By a capacity liquidometer / Вісник Черкаського державно-

го технологічного університету. Спецви-
пуск. – 2009. – С. 69–71.

Мінаєв І.Г., професор, к.т.н., завідувач кафедри автоматики, електроніки і метрології, Федеральний державний освітній заклад вищої професійної освіти «Ставропольський державний аграрний університет».

Мастепаненко М.О., аспірант, Федеральний державний освітній заклад вищої професійної освіти «Ставропольський державний аграрний університет».