

УДК 621.865:681.62

© Дмитро Гриценко, к.т.н., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Реєстрація рівня рідини у ємностях для фарб та зволожувальних розчинів за допомогою ультразвукового методу

The use of ultrasonic method of measuring the level of liquid in a reservoir of the ink and dampening system of a printing machine is suggested with the cheap and accessible sensor. The device is developed: the components are selected, the program code is created for the processing of the received data. Experimental measurements of the level of liquid (water, water with foam, paint) have been performed.

У сучасних друкарських машинах різних способів друку необхідно здійснювати контроль рівня рідин у ємностях для фарб та зволожувальних розчинів з метою: 1) подати сигнал оператору або системі автоматичної подачі про те, що потрібно поповнити відповідну ємність; 2) подати сигнал системі автоматичної подачі рідини про завершення поповнення ємності; 3) вести облік витрат відповідних матеріалів. Без автоматизованих систем визначення рівня рідини неможливо здійснювати автоматичне подавання та контроль фарби і зволожувального розчину в друкарських машинах, що є актуальним для швидкісних друкарських машинах та систем із закритими ємностями.

На сьогодні для визначення рівня рідини у ємностях для фарб та зволожувальних розчинів друкарських машин використовують контактні і безконтактні методи. Перевага контактних методів – висока точність вимірювань. Недоліками їх є труднощі в експлуатації пов'язані з необхідністю постійно слідкувати за рухомістю механізму кріплення, оскільки механізм кріплення досить часто засмічується; підтриманням їх у чистому стані для можливості здійснення контролю; високою вартістю. Серед існуючих систем варто відзначити такі контактні системи [1], як Heidelberg Incline (рис. 1) та Drexelbrook Universal continuous RF level measurement transmitter (рис. 2).



Рис. 1. Система Heidelberg Incline



Рис. 2. Система виміру рівня рідини в резервуарі Drexelbrook Universal continuous RF level measurement transmitter

Для здійснення такого вимірювання пропонується використовувати найбільш дешевий і доступний ультразвуковий модуль HC-SR04 (рис. 3), технічні характеристики якого наведені в табл. Ультразвук не спричиняє дискомфорт для обслуговуючого персоналу, на відміну від звукових хвиль діапазону 20 Гц – 20 кГц. Ультразвукові хвилі мають порівняно малу довжину хвилі, що дозволяє використовувати оптичні ефекти відбивання, заломлювання, розсіювання при потраплянні їх на неоднорідності у середовищі. Малий період коливань дозволяє випромінювати ультразвук у вигляді імпульсів і здійснювати точну часову селекцію сигналів. Крім того, створення ультразвуку не вимагає наявності габаритної апаратури.



Рис. 3. Ультразвуковий модуль HC-SR04

Враховуючи те, що зволожувальний розчин і фарба є щільними середовищами, то від границі поділу середовищ «повітря-рідина» відбувається відбивання звукової хвилі. Принцип роботи ультразвукового пристрою заснований на використанні випромінювача, який містить коливальний модуль. Відстань до об'єкта визначається, вимірюванням різниці в часі між моментом генерації ультразвукового імпульсу і моментом прийому відбитого від перешкоди ехо-сигналу.

Технічні характеристики ультразвукового модуля HC-SR04

Показник	Значення
Діапазон вимірювання	від 2 см до 400 см
Точність вимірювання	± 1 см (при максимальній дистанції ± 3 см)
Кут вимірювання	15°
Ультразвуковий діапазон роботи	частотою 40 кГц
Робоча напруга	від 4,8 В до 5,5 В
Діапазон робочих температур	від 0°C до 60°C

Відстань визначається шляхом множення часу, необхідного для подолання відстані до перешкоди, на швидкість розповсюдження звуку в повітрі, яка складає 340 м/с за нормальних умов. Оскільки сигнал було подано в мкс, то швидкість звуку необхідно перевести в мм/мкс. Оскільки звук долає відстань від випромінювача до перешкоди і назад, то отримане значення відстані необхідно поділити на 2. Таким чином, відстань до об'єкту розраховується за формулою:

$$D = \tau \cdot 0,17,$$

де τ - тривалість сигналу в мкс, D – відстань до перешкоди в мм

Система контролю рівня рідини повинна містити датчик для вимірювання відстані, плату управління, а також екран для відображення інформації або пристрій для передачі даних на реєструючі системи (рис. 4).

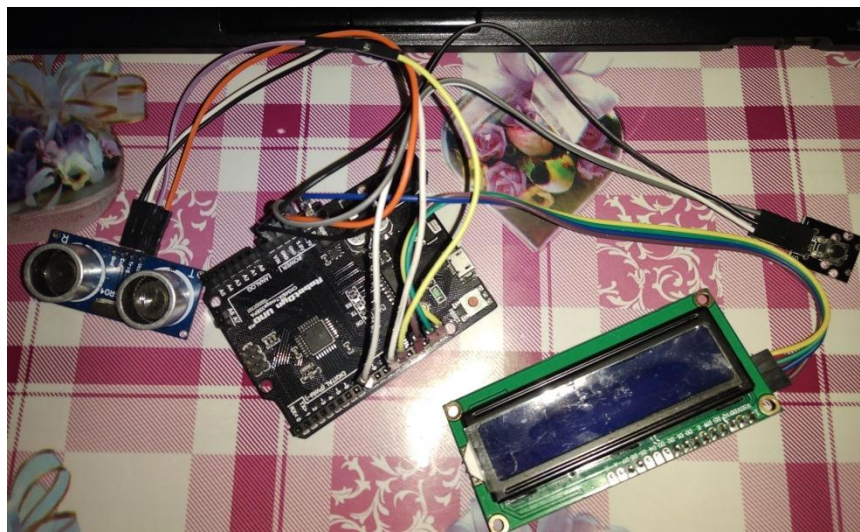


Рис. 4. Компоненти системи контролю рівня рідини

Принцип роботи датчика (рис. 5):

1. На датчик подається сигнал тривалістю 10 мкс.
2. Датчик перетворює цей сигнал на 8 імпульсів частотою 40 кГц, які надсилаються на перешкоду.
3. Досягнувши перешкоди, надісланий імпульс відбивається і ехо реєструється приймальним пристроєм.
4. Датчик перетворює прийнятий сигнал на імпульс, тривалість якого зчитується мікроконтролером.
5. За тривалістю імпульсу визначається відстань.

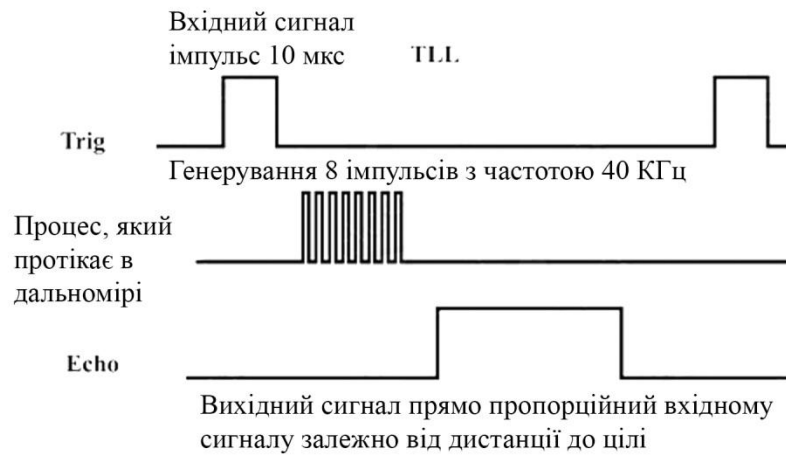


Рис. 5. Принцип роботи датчика

Вигляд розробленого пристрою показано на рис. 6.

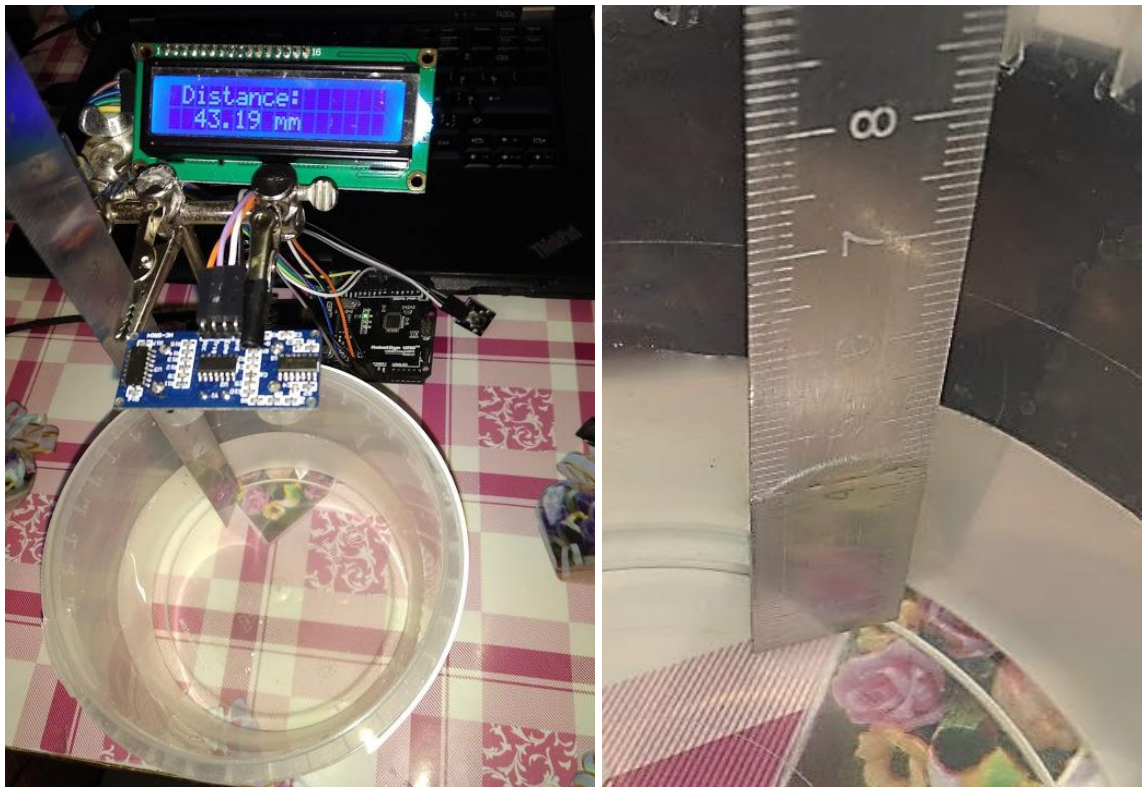


Рис. 6. Вигляд розробленого пристрою

Точність використовуваного датчика, як вказано у таблиці, складає $\pm 1-3$ см. Тому для збільшення точності вимірювання проведено: ряд вимірювань (50 штук), прибрані сплески за допомогою критерію Діксона, і за рештою даних визначено усереднене значення [2, 3]. При проведенні послідовних вимірювань необхідно дочекатись повного затухання попередньо випроміненого датчиком сигналу. Рекомендований час повного затухання сигналу для відстані 3 метри складає 20 мс. Контроль параметрів рівня рідини у ємності достатньо проводити з проміжком 1 с. Отже, за 1 с можна виконати 50 вимірювань, прибрати сплески і отримати усереднене значення відстані.

Було розроблено програмний код для управління пристроєм визначення рівня рідини у ємності та для обробки отриманих даних [4-6].

Таким чином, запропоновано використовувати УЗ метод вимірювання рідини у ємності фарбового і зволожувального апарату друкарської машини за допомогою дешевого і доступного датчику. Розроблено пристрій: підібрано компоненти, написано програмний код для обробки отриманих даних. Проведено експериментальні вимірювання рівня рідини (вода, вода з піною, фарба).

Перелік посилань

1. Штоляков В. И. Печатные системы фирмы Heidelberg : Офсетные печатные машины / В. И. Штоляков, А. В. Федосеев, Л. И. Зирнзак, И. А. Егоров, С. П. Вартамян, Э. С. Артыков. – М. : Изд-во МГУП, 1999. – 216 с.
2. Гриценко Д. С. Конвеєр подання паковань у тамподрукарську машину (експериментальне дослідження крокового привода) / Д. С. Гриценко // Упаковка. – 2016. – №2. – С. 45–48.
3. Третьяк Л. Н. Обработка результатов наблюдений: Учебное пособие / Л. Н. Третьяк. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.
4. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Р. Болл Стюарт. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 360 с.
5. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.
6. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. / Дж. Блум. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.