

## ВИМІРЮВАЧ РІВНЯ НА ОСНОВІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ ATMEL

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У роботі на основі мікроконтролера ATMEL, проводиться проектування ультразвукового вимірювача рівня з метою розширення діапазону вимірювання рівня шляхом розробки ультразвукового вимірювача рівня та покращення точності пристрою за рахунок сучасної елементної бази. Попередньо виконано аналіз стану сучасних вимірювачів рівня, проведено аналіз їх переваг та недоліків. Наведено відомості про призначення та вимоги до даного пристрою, вплив параметрів його роботи на якість ультразвукового сигналу.*

**Ключові слова:** мікроелектроніка, ультразвук, вимірювач, звуковий сигнал.

### **Abstract**

*In the work based on the ATMEL microcontroller, the design of an ultrasonic level meter is carried out in order to expand the range of level measurement by developing an ultrasonic level meter and improving the accuracy of the device due to the modern element base. An analysis of the condition of modern level gauges was performed beforehand, and an analysis of their advantages and disadvantages was carried out. Information about the purpose and requirements for this device, the influence of its operation parameters on the quality of the ultrasonic signal is provided.*

**Keywords:** microelectronics, ultrasound, meter, sound signal.

### **Вступ**

Швидкий розвиток електроніки та засобів отримання інформації виявився передумовою для широкої автоматизації найрізноманітніших процесів в промисловості, в наукових дослідженнях, в побуті.

Вимірювання рівня рідини в різного роду резервуарах також здійснюють з використанням засобів промислової електроніки та автоматики [1].

Принцип дії подібного роду вимірювальних систем в загальному однаковий - інформація з вимірювального перетворювача (датчика) надходить до пристрою обробки даних. Корінна відмінність полягає у виборі типу датчика.

Для вимірювання рівня рідин і сипучих речовин широко застосовують емнісні, оптичні, ультразвукові датчики. Найбільший інтерес представляють останні, так як мають більш широкий спектр застосування в даній області.

Вони застосовуються в системах, в яких необхідний віддалений, безпроводний моніторинг рівня рідини, а також переважно в таких конструкціях, де немає простого доступу до середовища вимірювання або місце вимірювання є агресивним для здоров'я людини. Але існуючі датчики рівня мають вузький діапазон та точність вимірювання [2].

Ультразвукові датчики рівня, у яких використовуються мікроконтролери, дають змогу автоматизовано керувати рівнем підтримки рідини в різних резервуарах, що є досить зручно. Тому актуальним буде розробити ультразвуковий вимірювач рівня з широким діапазоном вимірювання та низькою вартістю.

### **Результати дослідження**

На основі аналізу стану сучасних вимірювачів рівня було виявлено недоліки існуючих аналогів, тому пристрій повинен передбачати можливість розширення функціональних можливостей та підвищення точності вимірювань, при цьому мати високу швидкодію, простоту, портативність, мобільність.

Розроблено структурну схему ультразвукового вимірювача рівня на мікроконтролері ATMEL, яка зображена на рисунку 1.

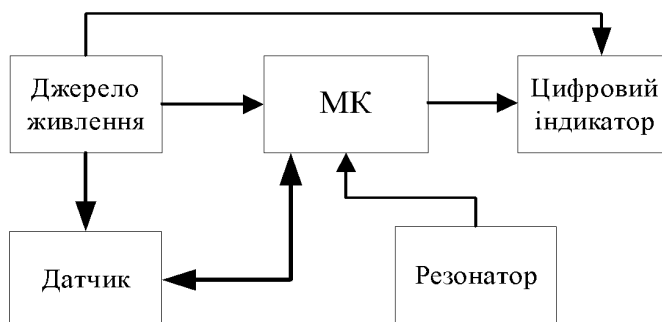


Рис. 1. Структурна схема ультразвукового вимірювача рівня рідини

Ультразвуковий вимірювач рівня на мікроконтролері ATMEL складається із послідовно з'єднаних джерела живлення, мікроконтролер, датчика та цифрового індикатора, з'єднані інформаційними входами з виходами датчика. Датчик у вигляді ультразвукового модуля з'єднаний інформаційними входами з джерелом живлення, а також з'єднаний з входами мікроконтролера та кварцевого резонатора. Також на мікроконтролер подано напругу з джерела живлення. Виходи мікроконтролера з'єднані із входами цифрового індикатора [3].

Ультразвуковий модуль необхідно встановити у верхній частині певного резервуара з рідиною, лицьовою стороною вниз до поверхні рідини. Рідина відображає ультразвукові імпульси, що випромінюються модулем. Модуль приймає відбиті хвилі і вимірює тимчасову затримку. Відстань між поверхнею води і датчиком обчислюється на підставі отриманих даних, і на виході модуля з'являється імпульс, з шириною, пропорційний обчисленій відстані. Далі мікроконтролер зчитує ширину даного вихідного імпульсу і виконує необхідні математичні обчислення для визначення відстані [4].

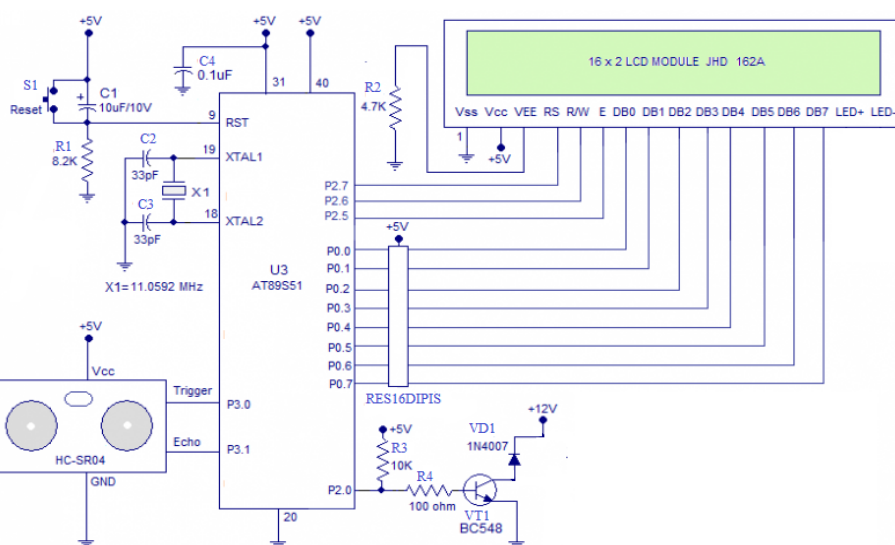


Рис. 2. Електрична принципова схема ультразвукового вимірювача рівня на мікроконтролері ATMEL

Розроблений ультразвуковий вимірювач рівня рідини на мікроконтролері дозволяє розрахувати рівень рідини від дна до верхньої позначки рівня в будь-яких резервуарах, за рахунок чого збільшується точність вимірювань, що дозволяє більш точно визначити глибину резервуара та рівень рідини у ньому [3].

На рисунку 3 зображено схему ультразвукового вимірювача рівня рідини в середовищі Proteus.

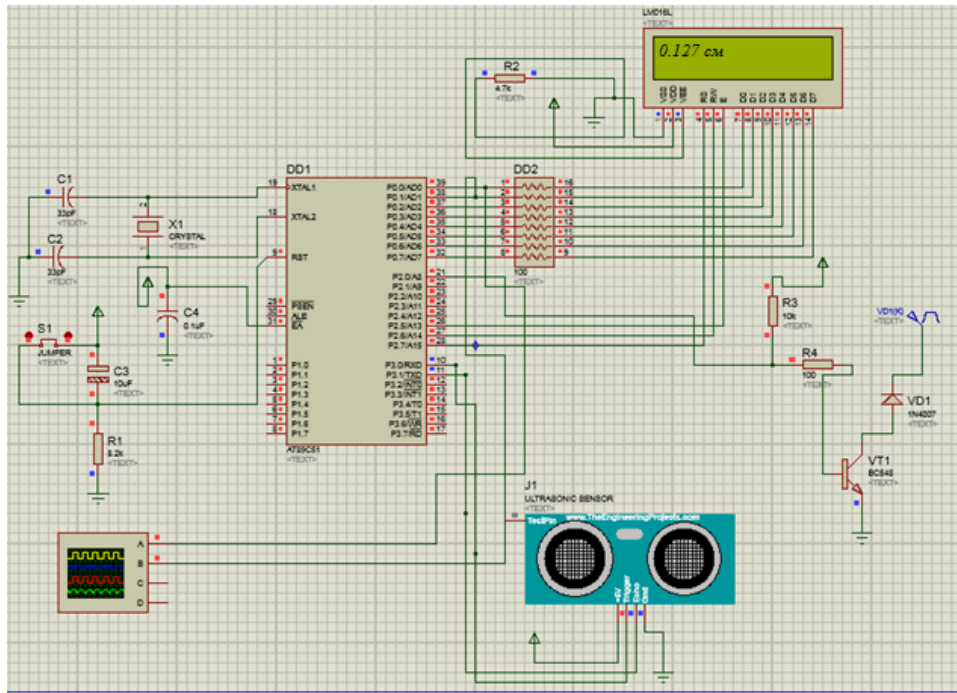


Рис. 3. Схема моделювання ультразвукового вимірювача рівня рідини в середовищі Proteus

На рисунку 4 зображено роботу ультразвукового вимірювача рівня на мікроконтролері ATME1 на виході мікроконтролера, який дозволяє обробити та передати отримане значення рівня рідини у резервуарі на входи цифрового індикатора у вигляді двійкового коду.

Основними параметрами є  $t=2.5$  мкс,  $U=5$  В.

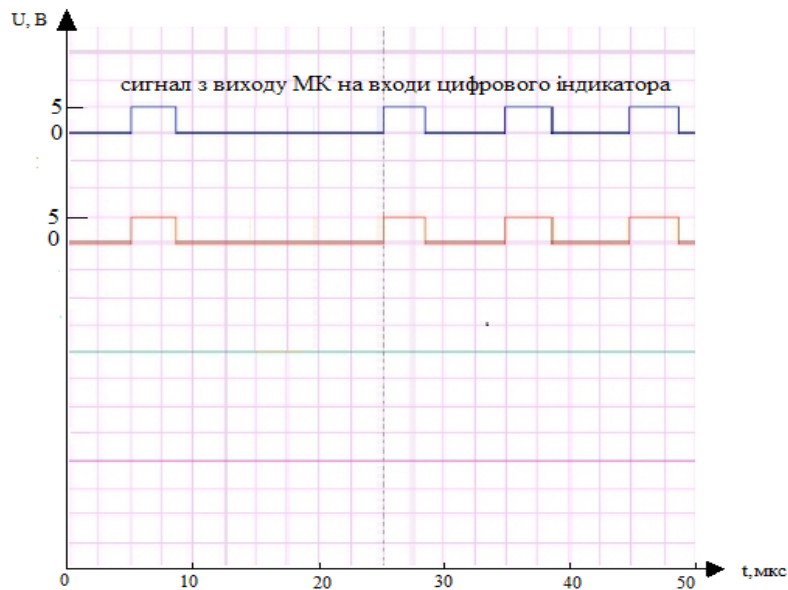


Рис. 4. Часові діаграми роботи ультразвукового вимірювача рівня рідини на цифровому індикаторі

На рисунку 5 зображено роботу ультразвукового вимірювача рівня на мікроконтролері ATME1 при активації ультразвукового модуля HC-SR04 на виводі P3.0 відповідного сигналу (trigger).

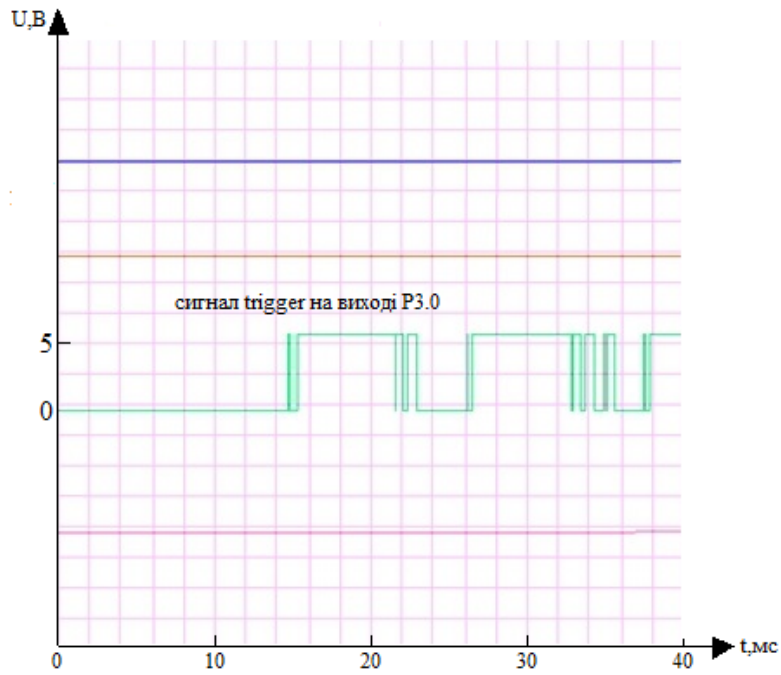


Рис. 5. Часові діаграми роботи ультразвукового вимірювача рівня рідини при активації ультразвукового модуля HC-SR04

Основними параметрами є  $t=2$  мс,  $U=2.5$  В.

Сигнал тривалістю 10мкс представлений на виході ультразвукового модуля trigger, мікроконтролер очікує на відлуння сигналу з контакта ехо модуля.

На рисунку 6 зображено роботу ультразвукового вимірювача рівня на мікроконтролері ATMEЛ при відгуці сигналу з контакта ехо модуля.

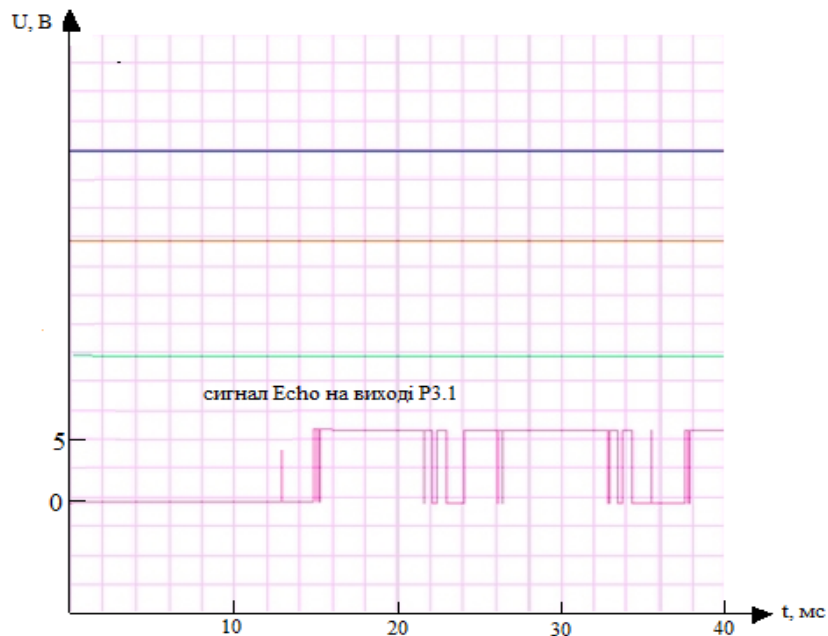


Рис. 6. Часові діаграми роботи ультразвукового вимірювача рівня рідини при відгуку сигналу з виводу ехо модуля

Основними параметрами є  $t=2$  мс,  $U=2.5$  В.

Контакт Echo P3.1 мікроконтролера пов'язаний з контактом P3.0 trigger. При отриманні дійсного сигналу на даному контакті, відбувається активування таймера Timer1. Таймер прораховує з 200D до 255D (55 відліків) і далі перекидає свій стан. Після кожного перекидання стану відбувається повторна перевірка виведення echo і таймер перезапускається, якщо присутній будь-який сигнал echo.

### Висновки

У роботі було проведено огляд схем існуючих аналогів вимірювачів рівня, наведено їх недоліки. Запропоновано, розробку такого пристрою, який був би простий схематично, мав високу точність та високий рівень вимірювання глибини в резервуарах.

На основі дослідження можна зробити висновки, що ультразвуковий вимірювач рідини на мікроконтролері ATME1 є кращим по характеристикам, матеріальній базі, економічності, зручності та дешевизні.

Розроблено структурну та електричну ультразвукового вимірювача контролю рівня води на мікроконтролері AT89S51, розглянуто то описано принцип її роботи. Розроблено блок схему алгоритму роботи програми. Проведено схемотехнічне моделювання пристрою за допомогою програми ISIS Proteus та отримано часові діаграми, що підтверджують правильність роботи створеної схеми.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Северденко В. П. Применение ультразвука в промышленности / В. П. Северденко, В. В. Клубович. – Минск: Наука и техника, 1967. – 250 с.
2. Ультразвуковой датчик уровня [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://referat.guru.ua/referat/17475/>.
3. Топников А. Емкостный измеритель уровня жидкости/ Топников А. // Радио. — 2014. — № 9. — С 34–38
4. Бойко І. В. Мікропроцесори та мікроконтролери/ В. І. Бойко та ін. – К.: Вища шк., 2004. – 399 с

*Малюк Олександр Сергійович* — аспірант кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [sashamalyuk8@gmail.com](mailto:sashamalyuk8@gmail.com)

*Мартинюк Володимир Валерійович* — канд. техн. наук, доцент кафедри загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [gyrav16@gmail.com](mailto:gyrav16@gmail.com)

*Maliuk Oleksandr Serhiiovych* — Associate graduate student of General Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sashamalyuk8@gmail.com](mailto:sashamalyuk8@gmail.com)

*Martyniuk Volodymyr Valeriiovych* — Candidate of Philology tech. Sciences, Associate Professor of General Physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [gyrav16@gmail.com](mailto:gyrav16@gmail.com)