

МІКРОКОНТРОЛЕР AVR У ЛІЧИЛЬНИКУ ОБЛІКУ ВИТРАТ ВОДИ В ТРУБОПРОВОДІ

© Лобов В.Й., Музика І.О., 2008

Запропонований пристрій на базі мікроконтролера AVR, який дає змогу здійснювати облік витрат води у трубопроводі. Наведено функціональну схему пристрою та алгоритми його роботи.

The device is offered on the basis of microcontroller AVR, allowing to keep account the charge of water in the pipeline. In article the function chart of the device and algorithms of its work is resulted.

Постановка проблеми. Сьогодні існує необхідність у контролі та обліку витрат холодної (питної і технічної) та гарячої води як на промислових об'єктах, так і в господарських та домашніх умовах. Зазвичай для такої мети використовуються стандартні звужувальні пристрої з диференціальними манометрами [1], або механічні лічильники, наприклад, типу СГВ-1Г [2]. Проте для одних характерна низька надійність роботи електронних блоків перетворювачів, а для інших вихід із ладу механічної частини. Крім того, ці пристрої, маючи похибку порядку 5–10%, не забезпечують необхідної точності вимірювання і з часом потребують держперевірки. Але для сучасних пристроїв обліку води пред'являються перераховані нижче вимоги:

здійснювати контроль температури гарячої води з метою розрахунку її вартості за тарифом, який відповідає конкретній температурі;

здійснювати облік витраченої гарячої та питної води впродовж доби та зберігати результати в енергонезалежній пам'яті;

розраховувати вартість та статистику витрат, які повинні зберігатися за поточний місяць по днях та за поточний рік по місяцях;

давати можливість вводу поточного часу, дати, тарифів на питну та гарячу воду, причому на гарячу воду потрібно передбачити ввід даних для температур в діапазоні від 50 °С до 90 °С;

мати індикацію та пульт керування.

Аналіз останніх досягнень. Сьогодні існує небагато пристроїв, які б за доволі низької вартості задовольняли всі вище перераховані вимоги. Їх нерідко можна знайти в глобальній мережі Internet, науково-популярних журналах, статтях та в технічній літературі, присвяченій розробці лічильників з використанням мікросхем середнього ступеня інтеграції, мікроконтролерів (МК) та мікро-ЕОМ [3]. Найперспективнішим, на наш погляд, є використання лічильників обліку витрат води на базі саме мікроконтролерів. Тож під час аналізу вищезазначених джерел було виявлено недоліки, властиві пристроям такого типу:

їм властива занадто висока вартість (порядку декількох сотень доларів), що ускладнює застосування;

не мають зручної клавіатури, оскільки ці пристрої орієнтовано на непрофесійне застосування, то вони повинні мати мінімальну кількість клавішів та „дружній” інтерфейс спілкування з користувачем;

вони не мають виходу для зв'язку з Internet та системами вищого порядку.

Формулювання цілі статті. Тому метою статті є усунення вищеперахованих недоліків відомих пристроїв і надання переваг варіанту мікроконтролерного лічильника, який дозволяє не тільки здійснювати облік витрат води, а й виконувати розрахунки її вартості з урахуванням температури та вести статистику витрат у реальному часі.

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 зображена функціональна схема лічильника на мікроконтролері сімейства AVR компанії Atmel [4, 5].

Центральним елементом схеми є велика інтегральна схема (ВІС) типу АТmega8, яка містить вбудований аналогово-цифровий перетворювач (АЦП). Це дає можливість скоротити витрати на розроблення аналогового комутатора та вибору дискретного АЦП. Вхідними параметрами для нього повинні бути аналогові сигнали: витрат і температури гарячої та питної води. Мікроконтролер з'єднаний із кварцовим резонатором, який працює на частоті 4 МГц, та генератором реального часу (32,768 кГц), імпульси якого потрібні схемі лічильника для виконання функцій годинника та календаря.

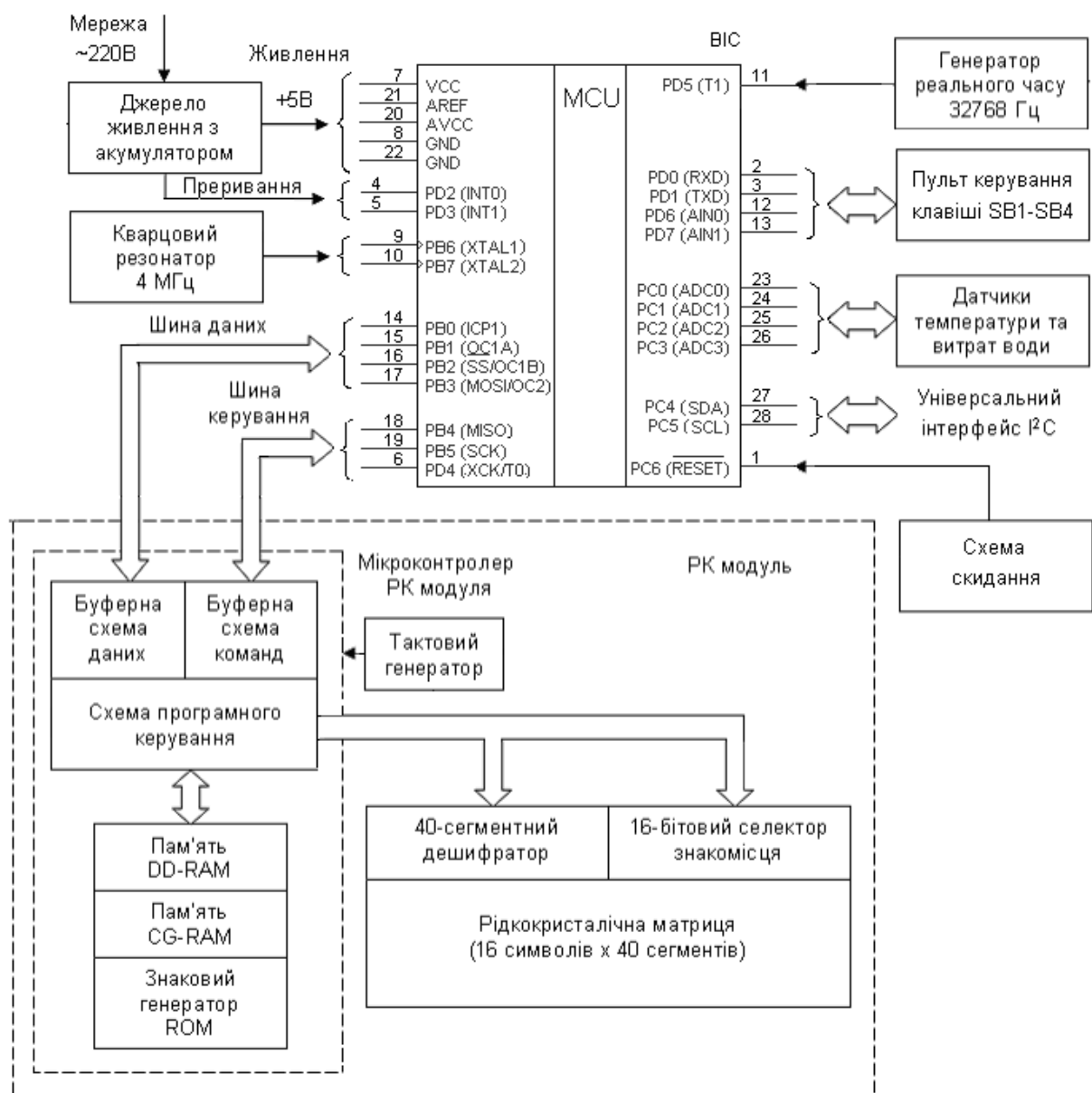


Рис. 1. Функціональна схема пристрою

Зауважимо, що ВІС має зовнішній послідовний інтерфейс I²C, який являє собою безпосередні виходи SDA (Serial Data) та SCL (Serial Clock) мікроконтролера, що може бути використаний у системах автоматичного управління.

Для відображення інформації (тарифів, настроювання часу, виведення цін тощо) використаний рідкокристалічний дисплей (РКД) невисокої вартості, який на відміну від звичайних світлодіодних індикаторів (семисегментних, буквенно-цифрових) є переваги, а саме:

немає потреби проектувати схему керування світлодіодними матрицями, оскільки РК модуль вже містить вбудований контролер, з яким потрібно лише „спілкуватися” за визначеним протоколом;

є можливість виводу найрізноманітнішої буквенно-цифрової інформації як англійською, так і на російською та українською мовами;

рідкокристалічні дисплеї споживають набагато менше електричної енергії ніж світлодіодні матриці;

мають набагато кращий ергономічний вигляд.

Рідкокристалічні дисплеї відрізняються від інших типів маркою внутрішнього контролера. Та незважаючи на постійні спроби різних виробників РК модулів стати першим, незамінним лідером на ринку дешевих РКД все одно залишається контролер типу HD44780 від компанії Hitachi. Тому саме його ми застосуємо як пристрій виведення інформації.

Як очевидно із структурної схеми (рис. 1), до складу модуля HD44780 входять: буферні схеми даних і команд, вбудований тактовий генератор, схема програмного керування, знаковий генератор ROM і дві різні пам'яті. Перша DD-RAM – для зберігання даних, що відображаються на табло. Друга CG-RAM – для зберігання бітових комбінацій, що визначають форму символу, відповідаючи конкретним пікселям матриці, розміром 5×8 чи 5×10. Виходи мікроконтролера РКД з'єднані із 16-бітовим селектором знакомісця, який слугує для вибору поточного символу, та 40-сегментним дешифратором, який вмикає піксели символної матриці.

Єдиним критерієм вибору клавіатури була зручність роботи з цим лічильником. Враховуючи це, вирішено використати лише чотири клавіші. Тому алгоритм програми побудований так, що усунена необхідність застосування спеціалізованих мікросхем (контролерів клавіатури). Це дозволяє максимально спростити схему пристрою вводу. Проте вимагає програмної реалізації усунення брязкоту.

Функції клавіш розподілено за принципом, який використовується на сучасних моніторах. За допомогою клавіш „Вхід”, „Вихід” користувач відповідно може входити чи виходити із вкладених меню, а за допомогою „Далі/+” і „Назад/-” він збільшуватиме чи зменшуватиме параметри та переміщуватиметься по пунктах меню.

Вся логіка роботи програми реалізована через переривання. Для роботи з 4-байтними та 2-байтними числами (множення, додавання, ділення) були розроблені відповідні підпрограми. Всі вони працюють за стандартними алгоритмами.

Найважливіші алгоритми зображено на рис. 2–6.

Блок-схема алгоритму головної програми показана на рис. 2, вона містить підпрограми початкової ініціалізації контролера, опитування клавішів визначення пункту меню та виводу інформації на дисплей, а також підпрограму обробки всіх переривань.

Одразу після подачі на вхід мікроконтролеру сигналу Reset чи після ввімкнення живлення керування передається підпрограмі початкової ініціалізації контролера, детальний алгоритм якої показаний на рис.3. Підпрограма 1 настроює показник стеку, виділяючи під дані 256 байт; задає режим роботи портів на прийом чи передачу даних; дозволяє зовнішні переривання INT0 та INT1; задає допустимим режим „сну”; настроює АЦП так, щоб опорною напругою була напруга живлення (+5 В) та частота перетворення в 64 рази менша від тактової частоти. Крім того, ця підпрограма

вмикає таймери-лічильники, налаштуючи їх так, щоб одержати з тактової частоти 32768 Гц частоту 1 Гц. Далі викликаються підпрограми ініціалізації РКД та очищення таблиці EEPROM. Підпрограма ініціалізації завершується встановленням глобального біта переривань.

У тілі головної програми реалізований алгоритм опитування клавішів та алгоритм усунення брязкоту, який побудований на лічильнику циклу, тобто якщо за весь цикл опитування клавіші не було зміни логічного стану з „1” до „0”, то вважається, що клавішу натиснули. 7 блок алгоритму еквівалентний трьом блокам 2–6. Отже, після аналізу всіх клавішів у реєстрі буде збережено номер натиснутої клавіші. Ця інформація є вхідною для підпрограми визначення пункту меню. Після цього викликають підпрограму виводу зображення на РКД. Далі цикл замикається і програма повторюється знову.

Початкова ініціалізація РКД об'єднує: налаштування РКД на 4-розрядний інтерфейс, встановлення кількості рядків та матриці, очищення табло та встановлення режиму вводу даних. Варто зазначити, що РКД набагато повільніший за мікроконтролер, тому для виконання певних дій з ним, потрібно перевірити, чи не зайнятий він виконанням попередньої інструкції, для цього потрібно зчитати спеціальне слово стану РКД [4, 6].

Підпрограма виводу даних на РКД визначає спершу пункт меню, який потрібно вивести, потім передає керуюче слово для задавання режиму записування РКД. Після перевірки доступності програма починає передавати всі інформаційні біти по 4 біти, причому після кожної четвірки бітів робиться затримка на 150 с згідно з вимогами виробника РКД. Зауважимо, що всі текстові повідомлення „прошиті” в пам'яті SRAM мікроконтролера.

Підпрограма-обробник переривань, показана на рис. 4, зображує лише логіку роботи програми. Оскільки керування обробнику конкретного переривання передається самим мікроконтролером з будь-якої точки головної програми.

Таймер в мікроконтролері побудовано на лічильнику, який рахує імпульси по передньому фронту від генератора реального часу (32768 Гц). При цьому, якщо значення лічильника збігається із значенням 32768, то виникає переривання, обробник якого зображено на рис. 5. Хоч алгоритм і великий, проте його логіка доволі проста: він послідовно збільшує значення секунд, якщо воно перевищує 60, то збільшує значення хвилин, якщо хвилин стає більше 60, то збільшує значення годин і т.д. Окрему увагу варто звернути на блоки 12, 13 і 17. Блоки 12 та 17 потрібні для збереження статистики з витратами води, а блок 13 визначає кількість днів у місяці залежно від того високосний цей рік чи ні. На рис. 7,а зображено алгоритм підпрограми опитування давачів. Зауважимо, що опитують за допомогою АЦП послідовно трьох давачів: витрат питної та гарячої води та давача температури гарячої води.

Після завершення рахування АЦП виникає переривання і мікроконтролер передає керування підпрограми, алгоритмічна схема якої зображена на рис. 6. Результат рахування АЦП зберігається в слові стану АЦП. Залежно від номера давача, який аналізувався, підпрограма виконує різну послідовність дій. Якщо це був давач витрат, то вона зберігає значення витрат води за 1 с, якщо це був давач температури, то підпрограма підраховує денні місячні та абсолютні витрати питної та гарячої води, підраховує вартість витраченої питної води, зчитує значення температури із реєстру АЦП, визначає тариф на гарячу воду і наприкінці визначає вартість витрат гарячої води.

Особливу увагу варто звернути на правила роботи с пам'яттю EEPROM. Підпрограма (рис. 7,б) призначена для зчитування 4-байтного слова із енергонезалежної пам'яті. Оскільки цей тип пам'яті працює повільніше, ніж мікроконтролер, то кожен байт, що зчитується, потребує спеціальної затримки (блок 4). Лише після отримання дозволу доступу до пам'яті можна виконувати операції зчитування та запису. Цей дозвіл мікроконтролер дає сам, встановлюючи спеціальний біт у слові стану EEPROM. Якщо на це не зважати, то можна пошкодити дані в пам'яті.

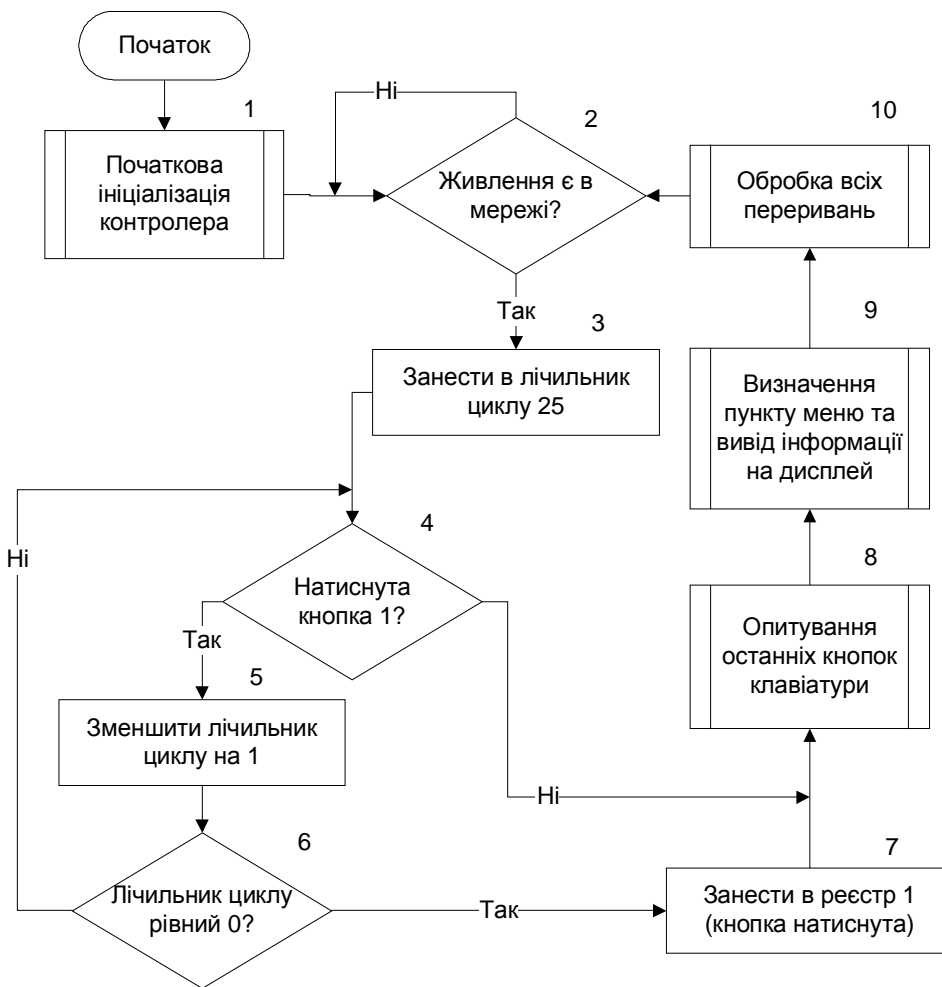


Рис. 2. Блок-схема головної програми

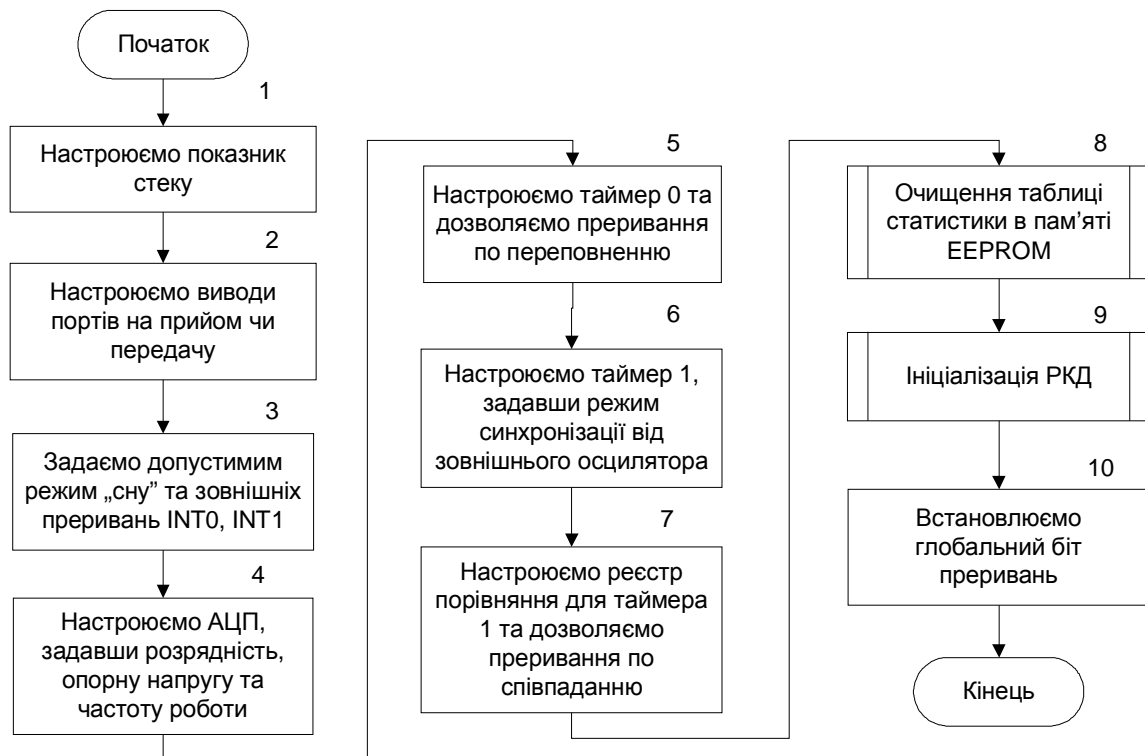


Рис. 3. Підпрограма початкової ініціалізації контролера

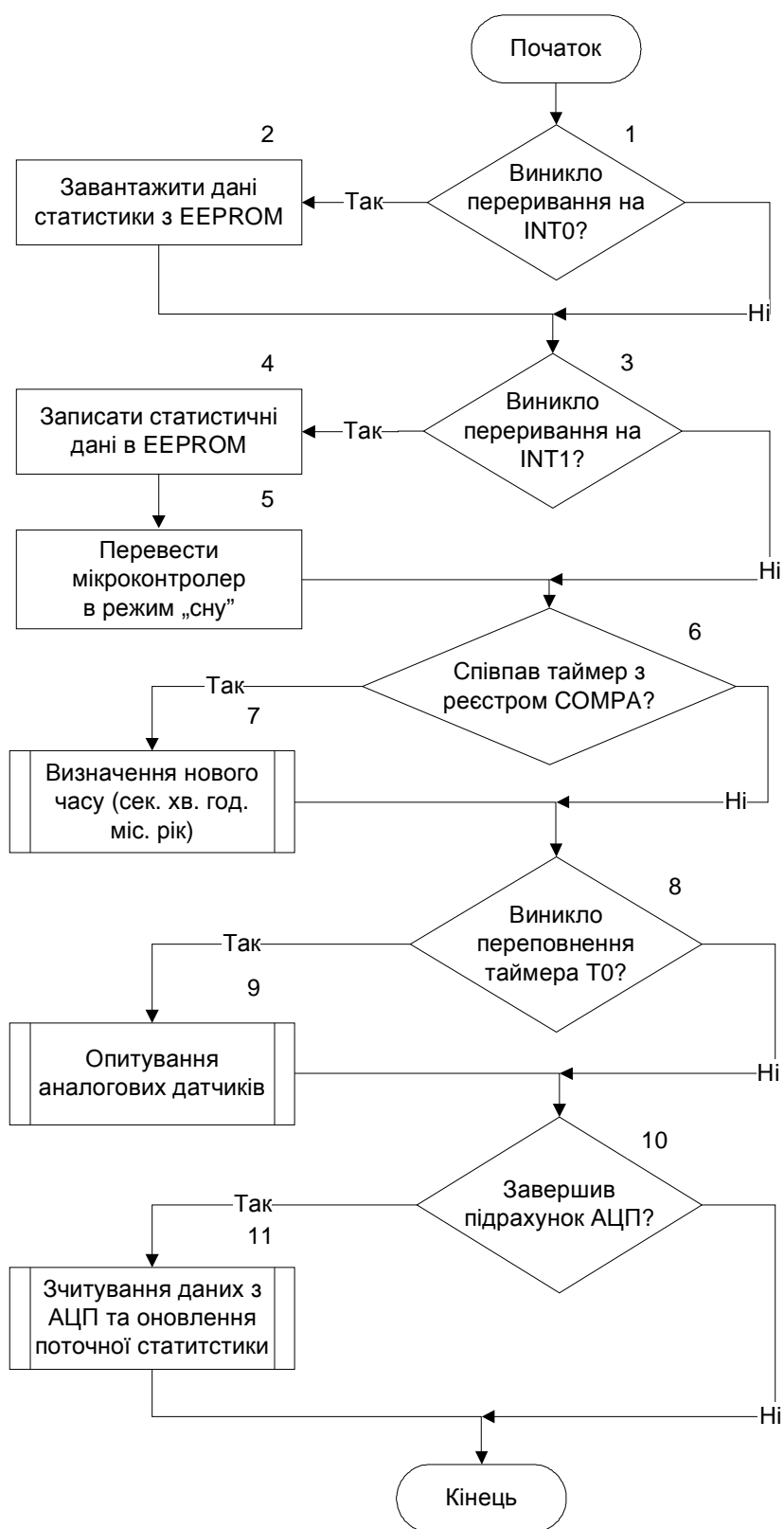


Рис. 4. Підпрограма-обробник переривань

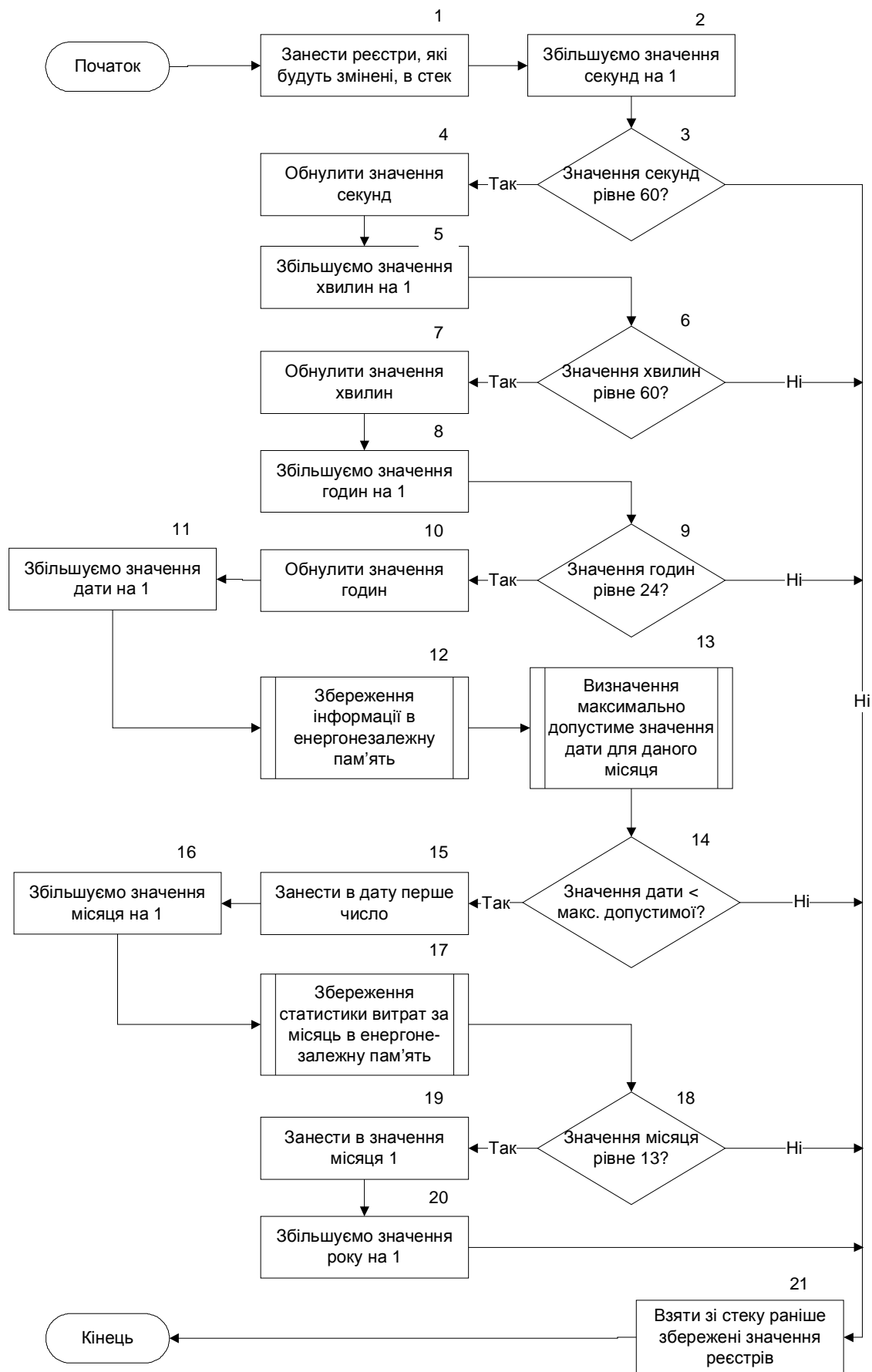


Рис. 5. Підпрограма слідування за часом

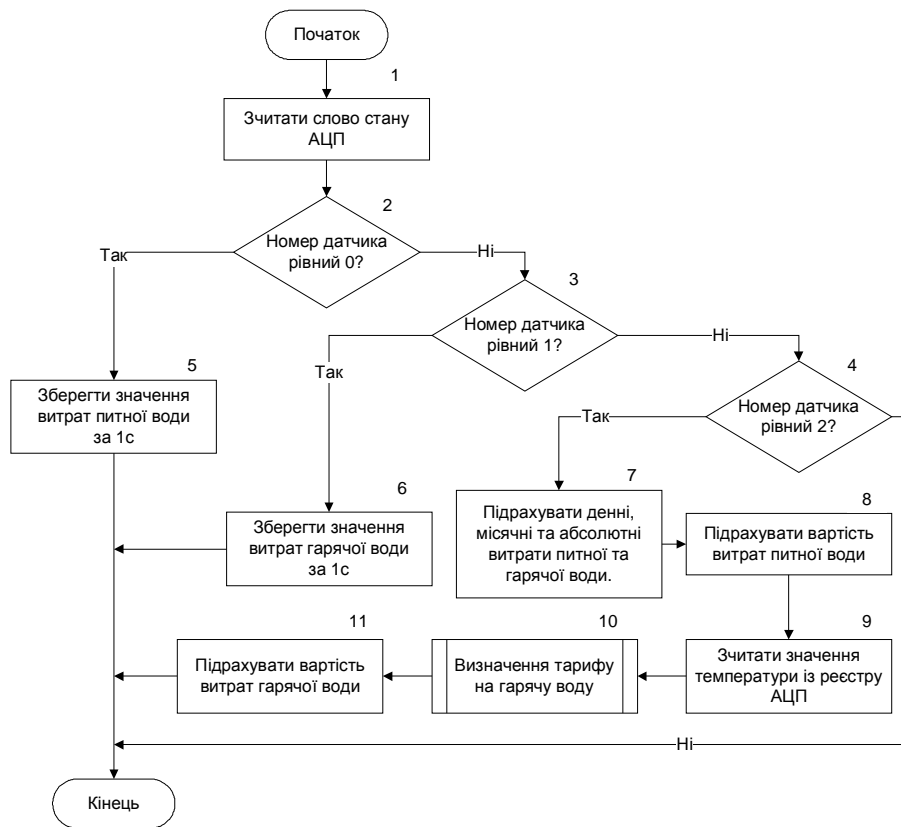


Рис. 6. Підпрограма-обробник переривання від АЦП

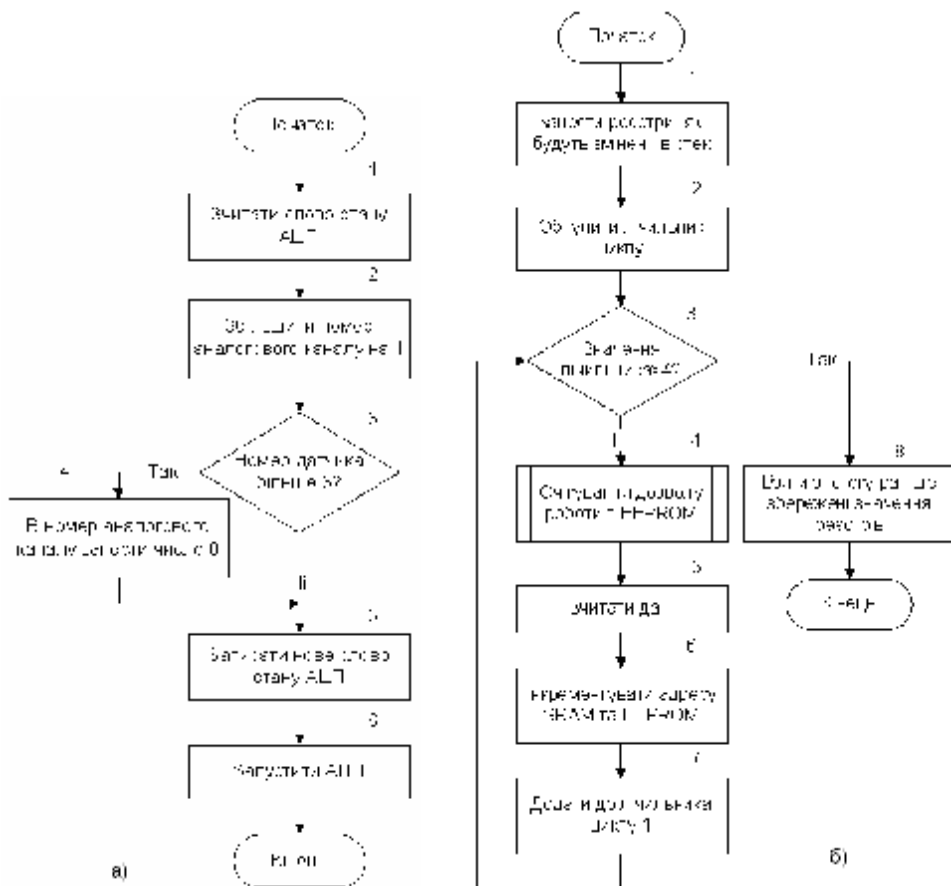


Рис. 7. Підпрограми отримання даних (а) та роботи з пам'яттю EEPROM (б)

Висновки. Лічильник з використанням мікроконтролера AVR можна застосовувати для обліку витрат холодної та гарячої води в промислових, господарських та інших умовах. Первинними перетворювачами доцільно застосувати тахометричний давач витрат рідини із крильчаткою і терморезистивний давач температури. Лічильник також може бути під'єднаний до будь-якого пристрою, що підтримує стандартний послідовний інтерфейс I²C. У цій роботі розроблені алгоритми, які можна реалізувати як на Асемблері, так і на високорівневій мові програмування, зважаючи на те, що архітектура мікроконтролерів AVR оптимізована саме під C++. Робоча програма, яка задовольняє ці алгоритми, може бути розміщена в пам'яті об'ємом 8 кбайт. Програма дає змогу підраховувати з реєстрацією параметрів щосекундно.

1. *Наладка средств измерения и систем технологического контроля / А.С. Ключев, Л.М. Пин, Е.И. Коломиец, С.А. Ключев. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.* 2. *Паспорт ПДЕК 407223.002ПС Счетчики холодной и горячей воды СХВ, СГВ.* 3. *Одноплатные микроконтроллеры. Проектирование и применение / В.А. Швеи, В.В. Шестакова, Н.В. Бурцева, Т.В. Мелешко. – К.: МК-Пресс, 2005. – 304 с.* 4. *Трамперт В. AVR-RISC микроконтроллеры: Пер. с нем. – К.: МК-Пресс, 2006. – 464 с.* 5. <http://www.atmel.com/documents/ATmega8.pdf>. 6. <http://www.hitachi.com/recourses/HD44780.pdf>

УДК 681.121

О.З. Парнета, З.М. Теплох

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра автоматизації теплових та хімічних процесів

ВПЛИВ ТРАНСФУЗІЇ ГАЗІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТИ ПЛІВКОВИМ ВИТРАТОМІРОМ

О Парнета О.З., Теплох З.М., 2008

Досліджено вплив трансфузії газів через рухоми плівку на точність вимірювання малих витрат газів плівковим методом та запропоновано способи його зменшення.

In this article the influence of gas diffusion across the film for the accuracy of film flowmeter is investigated and the possibilities of its decreasing are offered.

Вступ. Плівковий витратомір – один з найпоширеніших приладів для вимірювання малих витрат газів, придатний також для метрологічного забезпечення промислових витратомірів та градування лічильників газу. Похибка вимірювання витрати плівковим витратоміром залежить від його виконання, якості градування, а також властивостей досліджуваного газу та плівкоутворюючої рідини [1,2].

Постановка задачі. Під час вимірювання витрати різних газів (не повітря), наприклад Н₂, СО₂, СН₄, і відкритому в атмосферу виході мірної трубки витратоміра доза газу під плівкою може деформуватися внаслідок трансфузії газів через рухоми плівку [3]. Причиною цього процесу є різниця парціальних тисків газів з обох боків плівки: парціальні тиски компонентів повітря над плівкою вищі, ніж під плівкою, а парціальний тиск досліджуваного газу (чистого або його компонентів) над плівкою є нижчий. Вплив трансфузії газів через плівку на точність вимірювання є майже не досліджений, тому **метою цієї роботи** є оцінювання величини похибки вимірювання, зумовленої трансфузією газів через рухоми плівку та розроблення рекомендацій щодо її зменшення.