

Наукові та практичні проблеми виробництва приладів та систем

УДК 531

БАГАТОКАНАЛЬНА МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ МАСИ БОРОШНА НА ОСНОВІ AVR-МІКРОКОНТРОЛЕРА

Квасніков В.П., Ларін В.Ю., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

У сучасних умовах для багатьох підприємств нашої країни, у тому числі тих, що виробляють харчову продукцію, існує проблема модернізації виробництва через те, що технологічне обладнання, системи автоматизації та вимірювальні системи працюють по декілька десятиків років. Запропоновано модернізовану систему контролю маси борошна

Вступ

Наразі відомо багато технічних рішень систем контролю маси сипучої сировини, напівфабрикатів, компонентів продукції на основі різних типів динамометрів. Найбільше розповсюдження отримали інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) на основі тензометричних чутливих елементів, а також системи важільного типу [1]. Як відомо з практичної точки зору найбільш надійними є ІВС з магнетопружними перетворювачами [2]. Проте сучасне запровадження засобів обчислювальної техніки та методів оптимізації дозволяє здійснити на більш високому рівні програмно-апаратне рішення важливих вимірювальних задач: підвищення точності, оперативності контролю та автоматизації метрологічної повірки.

Цілком зрозуміло, що власники сучасних підприємств зацікавлені провести модернізацію застарілих технічних комплексів та засобів при мінімальних фінансових затратах, наскільки це можливо. Розробники вимірювальних засобів можуть допомогти зробити це, наприклад, удосконалюючи вже існуючі системи, шляхом заміни застарілих пристроїв та блоків в системі. Це дозволить підвищити якісні характеристики існуючої системи в потрібному напрямку.

У статті запропоновано модернізацію системи контролю маси борошна в силосах безтарного зберігання борошна (БЗБ) введенням нового обчислювального блока, побудованого на одному із сучасних мікроконтролерів фірми Atmel.

Постановка задачі

На деяких підприємствах харчової промисловості функціонують системи контролю маси продукту в силосах БЗ (безтарного зберігання). У якості первинного вимірювального перетворювача інформації досить часто використовуються магнітопружні перетворювачі. Тоді узагальнена структурна схема вимірювальної системи має наступний вигляд (рис.1). На рис.1 введені позначення: 1 – джерело живлення; 2, 3, 4 – датчики навантаження (тобто магнітопружні перетворювачі); 5,6,7 –масштабуючі перетворювачі до датчиків; 8 – комутатор; 9 – аналого – цифровий перетворювач; 10 – мікропроцесорний (або обчислювальний) блок; 11– індикаторний блок; 12 – кнопочний блок.

Згідно цієї схеми вимірювальна система функціонує наступним чином.

У технологічну схему БЗБ вбудовано датчики навантаження, які вимірюють масу контрольованого об'єкта (тобто силосів), від датчиків інформаційний сигнал надходить до масштабуючих перетворювачів, в склад яких входить випрямляч, фільтр низьких частот та резистивний дільник. Після цього кола перетво-

ренів нормований сигнал поступає на комутатор; далі функціонування відбувається за керуванням мікропроцесорного блоку, ядром якого є кристали серії 1816BE35/39/48/51 – мікропроцесор (згідно з інформацією від кнопочного блоку), керуючи комутатором, опитує потрібний вимірювальний канал, керує роботою АЦП, виводить результати виміру на індикаторний блок [1].

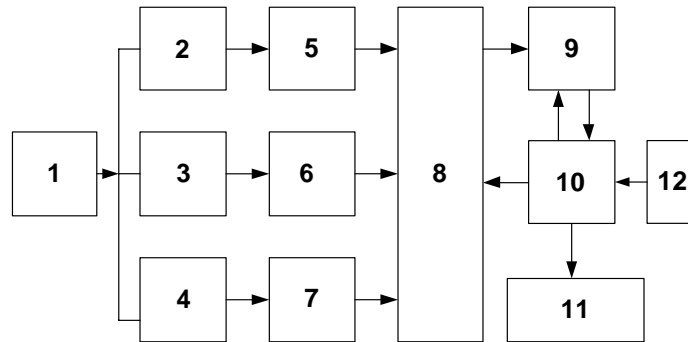


Рисунок 1 – Загальна структурна схема вимірювальної системи при використанні магнітопружних перетворювачів

У наступний час з'явилося досить багато мікропроцесорних сімейств, наприклад сімейства AVR фірми ATMEL виконаних за принципом SOC, які з'явилися на світовому ринку в 1997 р., мають сучасну RISC- архітектуру, яка у сполученні з технологією flash-пам'яті забезпечує дуже високі показники за такими критеріями, як швидкість виконання коду програми, ефективність генерації коду при використанні мов високого рівня (підтримка системою команд), низька ціна. До цього сімейства відноситься і мікропроцесор AT90S8535, обраний для модернізації системи контролю маси.

Таблиця 1- Граничні параметри AT90S8535

Робоча температура	-5-65°C - +150°C
Температура збереження	5°C - +125°C
Напруга на будь-якому виводі, крім RESET	-1.0V – V _{cc} +0.5V
Напруга на будь-якому виводі RESET	1.0V - 13 V
Максимальна робоча напруга	6.6V
Постійний струм через вивід порту	40.0 mA
Постійний струм між VCC і GND	200.0 mA

AT90S8535 – економічний 8-бітовий КМОП мікроконтролер, побудований з використанням розширеної RISC архітектури AVR. Виконуючи по одній команді за період тактової частоти, AT90S8535 має продуктивність близько 1MIPS на МГц, що дозволяє розроблювачам створювати системи, оптимальні по швидкості і споживаній потужності. В основі ядра AVR лежить розширена RISC архітектура, що поєднує розвинутий набір команд і 32 регістри загального призначення. Усі 32 регі-

тра безпосередньо підключені до арифметико-логічного пристрою (АЛП), що дає доступ до будь-яких двох регістрів за один машинний цикл.[2] Подібна архітектура забезпечує десятикратний вигравш в ефективності коду в порівнянні з традиційними CISC мікроконтролерами. Структурна схема AT90S8535 приведена на рис.2.

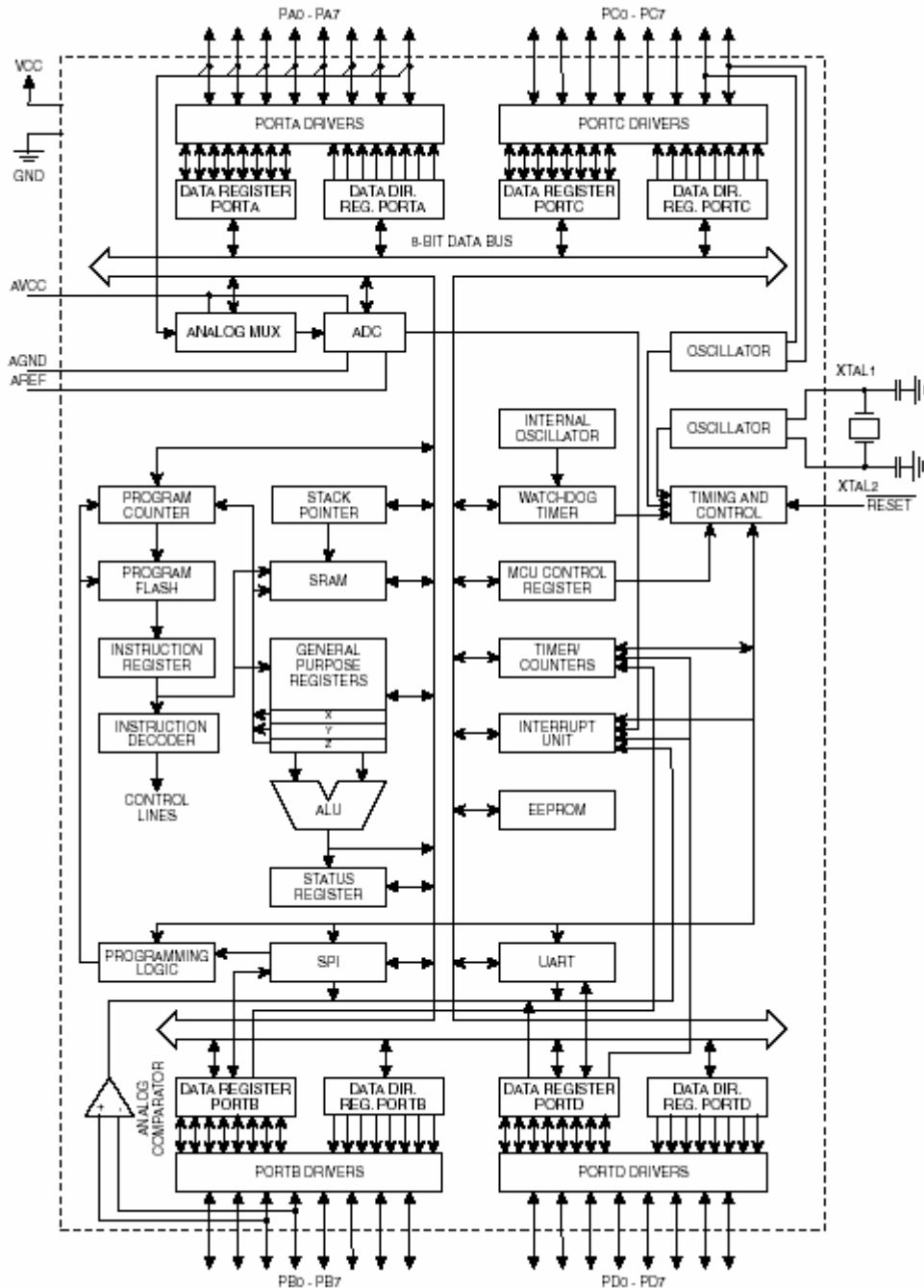


Рисунок 2 – Структурна схема AT90S8535

AT90S8535 пропонує наступні можливості: 2 кБ завантажуваної flash-пам'яті; 128 байт EEPROM; 30 ліній вводу/виводу загального призначення; 32 робітників регістра; налаштованні таймери/лічильники з режимом збігу; зовні-

пні і внутрішні переривання; програмувальний універсальний послідовний порт; програмувальний сторожовий таймер з убудованим генератором; SPI послідовний порт для завантаження програм; два обираних програмно режими низького енергоспоживання. Холостий режим (Idle Mode) відключає ЦПУ, залишаючи в робочому стані регістри, таймери/лічильники, SPI порт і систему переривань. Економічний режим (Power Down Mode) зберігає вміст регістрів, але відключає генератор, забороняючи функціонування всіх убудованих пристроїв до зовнішнього переривання чи апаратного скидання [1].

Мікросхеми виробляються з використанням технології енергонезалежної пам'яті високої щільності фірми Atmel. Завантажувана flash-пам'ять на кристалі може бути перепрограмована прямо в системі через послідовний інтерфейс SPI чи доступним програматором енергонезалежної пам'яті. Поєднуючи на одному кристалі удосконалений 8-бітовий RISC процесор із завантажуваною flash-пам'яттю, AT90S8535 є могутнім мікроконтролером, що дозволяє створювати досить гнучкі й ефективні по вартості пристрої.

AT90S8535 підтримується повною системою розробки, що містить макроасемблер, програмний відладчик/емулятор, внутрисхемний емулятор і відладочний комплект. Усі його технічні дані задовольняють поставленим вимогам, а саме розрядність не менш 10, час перетворення не більш 100 мкс. Діапазон зміни вхідного сигналу (0 – 5) В робить необхідним використання в схемі нормуючого дільника. Отже для рішення даної задачі буде використовуватися АЦП, вбудоване в мікроконтролер.

Вбудований аналоговий компаратор, налагоджений таким чином, що його спрацьовування відбувається при переході через 0, на рисунку - момент часу t_1 . Після цього йде затримка часу Δt , рівна $\frac{1}{4}$ періоду. У даному випадку при частоті 400 Гц період дорівнює $T = 0,0025$ с, отже, $\frac{1}{4}T = 0,000625$ с = 625 мкс. У момент часу t_2 відбувається включення АЦП і зчитування інформації про величину амплітуди A (рис.3).

AT90S8535 містить АЦП 10-розрядного послідовного наближення. АЦП зв'язаний з 8 канальним аналоговою мультиплексором, який дозволяє кожному виводу порту A використовуватися як вхід для АЦП. АЦП містить підсилювач вибірки й збереження, який гарантує, що вхідна напруга АЦП буде підтримано на постійному рівні протягом перетворення. АЦП має два окремих аналогових висновки напруги живлення, $AVCC$ і $AGND$. $AGND$ повинний бути зв'язаний з аналоговою "землею", а напруга на $AVCC$ не повинна відрізнитися більше чим ± 0.3 В від живильної напруги. Зовнішня опорна напруга повинна бути прикладена до висновку $AREF$. Це напруга повинна бути в діапазоні $AGND - AVCC$.

АЦП може використовувати режим однократного чи безупинного перетворення. У режимі однократного перетворення кожне перетворення повинно бути ініційовано користувачем. У режимі безупинного перетворення АЦП постійно робить вибірки і модифікує регістр даних АЦП. Біт $ADFR$ у $ADCSR$ вибирає між двома доступними режимами. Регістр $ADMUX$ обирає один із восьми каналів аналогового вхідного сигналу, використовуваних як введення АЦП.

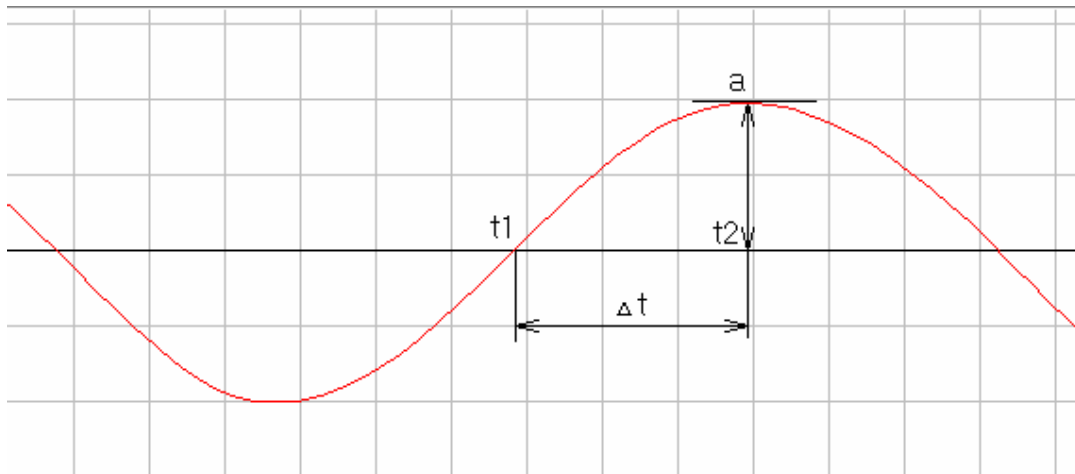


Рисунок 3 – Результати моделювання роботи аналогового компаратора та АЦП

АЦП містить попередній дільник частоти, що поділяє системну тактову частоту до прийнятної частоти синхронізації АЦП у діапазоні 50 - 200 кГц. Застосування більш високої вхідної частоти приведе до меншої точності перетворення. Біти ADPS0 - ADPS2 у регістрі ADCSR встановлюють коефіцієнт розподілу, якщо XTAL частота перевищує 100 кГц. Попередній дільник частоти починає працювати з моменту включення АЦП установкою біта ADEN у регістрі ADCSR і працює, поки біт ADEN встановлений. При ініціалізації перетворення установкою біта ADSC у регістрі ADCSR запуски перетворення відбуваються по наступному наростаючому фронту тактового циклу АЦП.

Фактична затримка складає 1.5 тактових циклу АЦП після початку перетворення. Результат буде готовий і записаний у регістр даних АЦП після 13 циклів. У режимі однократного перетворення, АЦП має потребу в ще одному тактовому циклі перед новим перетворенням. Якщо ADSC встановлений у цей момент, АЦП запустить нове перетворення негайно. У неперервному режимі нове перетворення буде почато негайно після того, як результат, записаний у регістр даних.

Використання режиму безупинного перетворення й частоти синхронізації АЦП 200 кГц дає самий низький час перетворення, 65 μ s, еквівалентне 15.4 kSPS.

Враховуючі вищевказані складові частини й характеристики мікропроцесора AT90S8535 можна скласти нову структурну схему вимірювальної системи. (рис.4). Напряга живлення системи надходить з промислової мережі \sim 220 В при частоті 50 Гц. За допомогою випрямляча змінна напруга перетворюється в постійну. Постійна напруга використовується для живлення задавального генератора та підсилювача потужності. Задавальний генератор формує частоту, яка стабілізована за формою сигналу (синусоїда) та періоду коливальності. Підсилювач потужності забезпечує необхідний вихідний струм і величину напруги живлення датчиків.

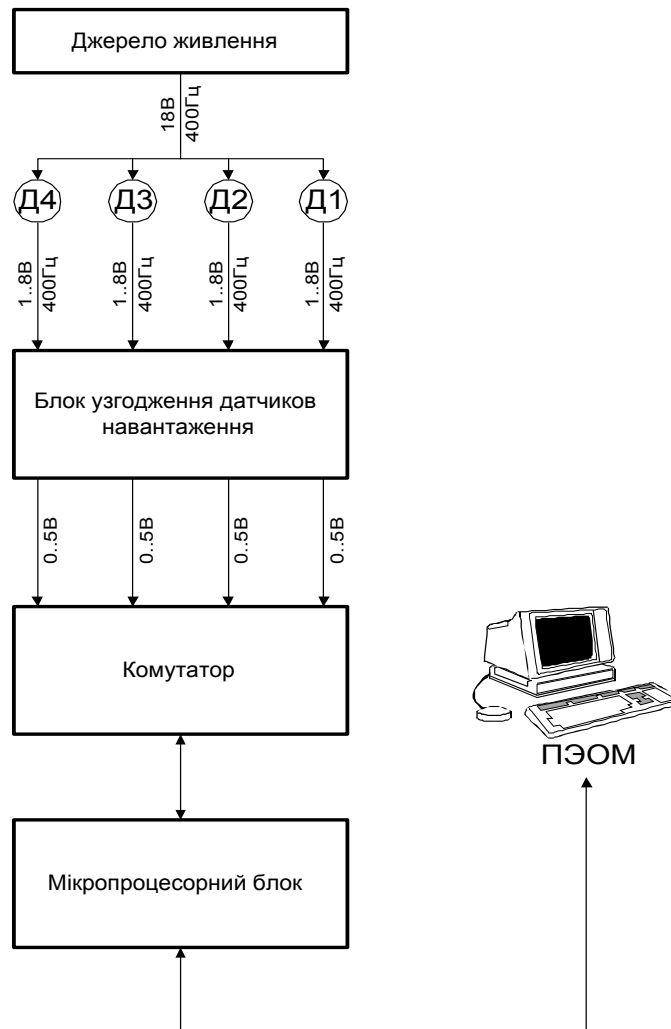


Рисунок 4 – Структурна схема вимірювальної системи контролю маси, побудована на основі процесора AT90S8535

Сигнал з датчиків надходить на блоки узгодження датчиків навантаження, що містять нормуючий перетворювач, що виконаний у вигляді нормуючого подільника. Після цього за допомогою мультиплексорів, керованих мікроконтролером, сигнал з певного датчика комутується на вхід активного смугового фільтра, призначеного для виділення інформаційної першої гармоніки і придушення шумів. З виходу фільтра сигнал надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера.

Коли інформація з чотирьох датчиків одного силосу отримана, мікроконтролер формує "посилання" і по лінії RS-232 передає її пристроєві прийому-передачі інформації. Пристрій прийому-передачі інформації конвертує "посилання" у формат RS-485, після чого воно може бути передано на відстань до 1200 м без додаткового підсилення.

Другий пристрій прийому-передачі приймає посилення, конвертує його з RS-485 у RS-232. Після цього інформація подається в СОМ-порт ПЕОМ, де отримані дані про стан силосу обробляються за допомогою спеціального програмного забезпечення і надаються на дисплей оператора БЗБ у зручному для сприйняття вигляді.

В системі передбачений дисплей, який встановлений безпосередньо в БЗБ, він стисло відображає інформацію про стан силосів. Час опитування дев'яти силосів складу БЗБ не перевищить 1 с.

Висновки

Використання сучасних мікропроцесорів в структурі вимірювальної системи контролю маси надалі дозволить: значно розширити функціональні властивості вимірювальної системи внаслідок спрощеної процедури підключення до ПЕОМ; провести скорочення кількості виконавчих модулів через їх наявність в складі МП; при цьому не потрібно буде змінювати існуючу конструктивну схему вбудови первинних перетворювачів в контрольований об'єкт і що є перспективним напрямком досліджень.

Література

1. Профос П.М. Измерение в промышленности / Справочное издание. Кн.1 - Теоретические основы/- М: Металлургия, 1994.-492с.
2. Чичикало Н.И. Структурно-алгоритмические принципы построения ИИС напряженно-деформированных объектов.-Донецк:РИА ДонГТУ, 1998.-187с.
3. Якубовский С.А., Барканов Н.А., Кудряшов В.П. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы: Справочное пособие / Под ред. С.В.Якубовского. - М.: Радио и связь, 1985. – 336 с.
4. Справочник по AVR-микроконтроллерам серии AT90XXX. - СПб.: Питер, 2002. – 435 с.

Квасников В.П., Ларин В.Ю. Многоканальная микропроцессорная система контроля массы муки на основе AVR-микроконтроллера

В современных условиях для многих предприятий нашей страны, в том числе и тех, которые занимаются производством пищевой продукции, существует проблема модернизации производства из-за того, что технологическое оборудование, системы автоматизации и измерительные системы работают по несколько десятков лет. Предложена модернизированная система контроля массы муки

Kvasnikov V.P., Larin V.Yu. Many-server microprocessor system of the checking the mass of flour on base AVR-microcontroller

In modern condition of the development of our countries for many enterprise, including that, which concern with the production to food product, exists the problem a modernization of production, because of that that technological equipment, systems automation and measuring systems slave-melt on several groups of ten of the years. The modernization of control system of the flour mass is offered

*Надійшла до редакції
4 вересня 2006 року*