

АНАЛІЗ ПАМ'ЯТІ ПРОГРАМ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ

Бойка М., бакалавр

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Можна виділити три основних види пам'яті, що використовуються в мікроконтролерах. **Пам'ять програм** являє собою постійну пам'ять, призначену для збереження програмного коду і констант. Ця пам'ять не змінює свого вмісту в процесі виконання програми. **Пам'ять даних** призначена для збереження змінних у ході виконання програми. **Регістри мікроконтролера** цей вид пам'яті включає внутрішні регістри процесора і регістри, що служать для управління периферійними пристроями [1,2].

Пам'ять програм. Для збереження програм звичайно служить один з видів постійної пам'яті: PROM (однократно-програмовне ПЗУ), EPROM (електричнопрограмовне ПЗУ з ультрафіолетовим стиранням), EEPROM (ПЗУ з електричним записом і стиранням, до цього виду відносяться також сучасні мікросхеми Flash-пам'яті) чи ROM (багатократно-програмовне ПЗУ). Усі ці види пам'яті є енергонезалежними – це означає, що вміст пам'яті зберігається після вимикання живлення мікроконтролера. Така пам'ять необхідна, тому що мікроконтролер не містить яких-небудь пристроїв масової пам'яті (магнітних дисків), з яких завантажується програма в комп'ютерах. Програма постійно зберігається в мікроконтролері [3].

У процесі виконання програма зчитується з цієї пам'яті, а блок управління забезпечує її декодування і виконання необхідних операцій. Вміст пам'яті програм не може змінюватися під час виконання програми. Тому функціональне призначення мікроконтролера не може змінитися, поки вміст його пам'яті програм не буде стерте і перепрограмоване.

Варто звернути увагу, що розрядність мікроконтролера (8,16 чи 32 біт) указується відповідно до розрядності його шини даних. У Гарвардській архітектурі команди можуть мати більшу розрядність, ніж дані, щоб дати можливість зчитувати за один такт цілу команду. Наприклад, мікроконтролери PIC у залежності від моделі використовують команди з розрядністю 12, 14 чи 16 біт. У мікроконтролерах AVR команда завжди має розрядність 16 біт. Однак усі ці мікроконтролери мають шину даних розрядністю 8 біт. У пристроях із Принстонською архітектурою розрядність даних, звичайно, визначає розрядність (число ліній) використовуваної шини. У мікроконтролерах Motorola 68HC05 24-розрядна команда розміщується в трьох 8-розрядних комірках пам'яті програм. Для повної вибірки такої команди необхідно зробити три цикли зчитування цієї пам'яті. Коли говориться, що пристрій є 8-розрядним, це означає розрядність даних, що здатний обробляти мікроконтролер.

Пам'ять ROM (ПЗУ) використовується тоді, коли програмний код заноситься в мікроконтролер на етапі його виробництва. Попередньо програма налагоджується і тестується, після чого передається фірмовиробнику, де програма перетворюється на рисунок маски на скляному фотошаблоні. Отриманий фотошаблон з маскою використовується в процесі створення з'єднань між елементами, з яких складається пам'ять програм. Тому таку пам'ять часто називають багатократно-програмовна ROM. ROM є самим дешевим типом постійної пам'яті для масового виробництва. Однак вона має ряд істотних недоліків, що привели до того, що в останні роки цей тип пам'яті майже не використовується. Основними недоліками є значні витрати засобів та часу на створення нового комплексу фотошаблонів і їхнє впровадження у виробництво. Звичайно, такий процес займає біля десяти тижнів і є економічно вигідним при випуску десятків тисяч приладів. Тільки при таких обсягах виробництва забезпечується перевага ROM у порівнянні з E(E)PROM. Існує також обмеження, пов'язане з можливістю використання таких мікроконтролерів тільки у визначеній сфері застосування, тому що його програма забезпечує виконання жорстко фіксованої послідовності операцій, і не може бути використана для вирішення яких-небудь інших задач [4]. Електрично-програмовна пам'ять

EPROM складається з комірок, що програмуються електричними сигналами і витираються за допомогою ультрафіолетового світла. Пам'ять PROM може бути запрограмована тільки один раз. Ця пам'ять, звичайно, містить плавкі перемички, що перегорають під час програмування. В наш час така пам'ять використовується дуже рідко.

Комірка пам'яті EPROM являє собою MOS-транзистор із плаваючим затвором, що оточений діоксидом кремнію (SiO_2). Стек транзистора з'єднаний з «землею», а джерело підімкнене до напруги живлення за допомогою резистора. У стертому стані (до запису) плаваючий затвор не містить заряду, і MOS-транзистор закритий. У цьому випадку на джерелі підтримується високий потенціал, і при звертанні до комірки зчитується логічна одиниця. Програмування пам'яті зводиться до запису у відповідні комірки логічних нулів. Програмування здійснюється шляхом подачі на керувальний затвор високої напруги. Цієї напруги повинно бути досить, щоб забезпечити пробій між керувальним і плаваючим затворами, після чого заряд з керуючого затвора переноситься на плаваючий. MOS-транзистор перемикається у відкритий стан, закорочуючи джерело з землею. У цьому випадку при звертанні до комірки зчитується логічний нуль. Щоб стерти вміст комірки, він висвітлюється ультрафіолетовим світлом, що дає заряду на плаваючому затворі достатню енергію, щоб він міг залишити затвор. Цей процес може займати від декількох секунд до декількох хвилин.

Звичайно мікросхеми EPROM виготовляються в керамічному корпусі з кварцевим віконцем для доступу ультрафіолетового світла. Такий корпус досить дорогий, що значно збільшує вартість мікросхеми. Для зменшення ціни мікросхеми EPROM укладають у корпус без віконця (версія EPROM з однократним програмуванням). Зменшення вартості при використанні таких корпусів може бути настільки значним, що ці версії EPROM у даний час частіше використовуються замість масово-програмувального ROM. Пам'ять EEPROM (Electrically Erasable Programmable Memory – програмовна пам'ять, що стирається електрично) можна вважати новим поколінням EPROM пам'яті. У такій пам'яті комірка стирається не ультрафіолетовим світлом, а шляхом електричного з'єднання плаваючого затвора з «землею». Використання EEPROM дозволяє стирати і програмувати мікроконтролер, не знімаючи його з плати. Таким способом можна періодично оновлювати його програмне забезпечення. Пам'ять EEPROM більш дорога, ніж, а також EEPROM працює набагато повільніше, ніж EPROM.

Основна перевага використання пам'яті EEPROM полягає в можливості її багаторазового перепрограмування без видалення з плати. Це дає величезний вииграш на початкових етапах розробки систем на базі мікроконтролерів чи у процесі їхнього вивчення, коли багато часу іде на багаторазовий пошук причин нероботоздатності системи і виконання наступних циклів стирання-програмування пам'яті програм. Функціонально Flash-пам'ять мало відрізняється від EEPROM. Основні відмінності полягають в способі стирання записаної інформації. У пам'яті EEPROM стирання відбувається окремо для кожної комірки, а в Flash-пам'яті стирання здійснюється цілими блоками. Якщо треба змінити вміст однієї комірки Flash-пам'яті, то потрібно перепрограмувати цілий блок. У мікроконтролерах з пам'яттю EEPROM можна змінювати окремі ділянки програми без необхідності перепрограмувати весь пристрій.

Список використаних джерел

1. Podashevskaya N. Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 357-361. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/conf/>
2. Manita I. Application of nanotechnology in technological processes of animal husbandry in Ukraine. Інженерія природокористування. Харків: ХНУСГ, 2020. №2(16). С. 33-37.
3. Podashevskaya N. Selection of optimal modes of heat treatment of grain. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 20-24. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/conf/>
4. Serebryakova N., Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.

Науковий керівник: Маніта І.Ю., ст. викл.