

Шифр «Портативний USB автоосцилограф»

ДІАГНОСТИКА ЕЛЕКТРОНІКИ

Зміст

Вступ	3
1. Аналіз існуючих видів осцилографів	4
2. Теоретичні положення діагностування системи запалювання	6
3. Загальна інформація про осцилограф	10
3.1. Характеристика АТТІNY 45	10
3.2. Принцип роботи осцилографа	11
4. Виготовлення осцилографа	15
Висновок	17
Бібліографічний список	18

Вступ

Сучасні автомобілі зазвичай обладнані значною кількістю електричного та електронного устаткування. Електронні системи керування, відповідно потребують якісного технічно обслуговування та ремонту – що є неможливе без проведення якісної діагностики (зазвичай комп'ютерної). Для проведення комп'ютерної діагностики необхідно мати комплекс діагностичних приладів серед яких повинен бути осцилограф.

Суть комп'ютерного діагностування полягає у зчитуванні кодів помилок, вимірюванні струму та напругу, зніманні осцилограм та порівняння їх з номінальними або еталонними значеннями.

Оцінюючи показники, які відображені на осцилограмі можна зробити висновки щодо технічного стану досліджуваного елемента відповідної системи.

1. Аналіз існуючих видів осцилографів.

Осцилограф – прилад, призначений для дослідження (спостереження, запису; вимірювання) амплітудних і часових параметрів електричного сигналу, що подається на його вхід, або безпосередньо на екрані, або записуваного на фотострічці.

За способом обробки вхідного сигналу осцилографи поділяють на аналогові та цифрові. За кількістю променів поділяються на одно-двохпроменеві тощо. N-променевий осцилограф має N сигнальних входів та може одночасно відображати на екрані N графіків. Цифрові осцилографи також поділяються на запам'ятовуючі, люмінофорні та стробоскопічні.

Аналогові осцилографи

Складовими елементами такого осцилографу є: електронно-променева трубка, вхідний розділювач, підсилювач вертикального відхилення, схема синхронізації та горизонтального відхилення, джерело живлення.

Цифрові запам'ятовуючі осцилографи

У порівнянні з аналоговими такі прилади мають ширші можливості, але й більш високу вартість. В загальному вигляді цифровий осцилограф складається з вхідного дільника, нормалізуючого підсилювача, аналого-цифрового перетворювача, блока пам'яті пристрою керування та пристрою відображення.

Цифрові люмінофорні осцилографи

Ці осцилографи засновані на технології, яка у цифровій формі імітує зміну інтенсивності зображення, яке властиве аналоговим осцилографам. Таким чином дослідники можуть бачити на екрані модульовані сигнали та всі їх тонкі деталі, забезпечуючи при цьому їх зберігання, вимірювання та аналіз. Цей тип приладів поєднує у собі кращі якості аналогових та цифрових осцилографів.

Цифрові стробоскопічні осцилографи

В цьому класі приладів використовується принцип послідовного стробування миттєвих значень сигналу для перетворення (стискання) його спектру, при кожному повторенні сигналу визначається миттєве значення сигналу в одній точці. До моменту приходу іншого сигналу точка відбору переміщується по сигналу і так до тих пір поки він весь не буде простробований. Тривалість перетвореного сигналу в багато разів перевищує тривалість досліджуваного сигналу, таким чином має місце стискання спектру, що еквівалентно відповідному розширенню смуги пропускання. Стробоскопічні осцилографи найбільш широкосмугові (до 100ГГц) та дозволяють досліджувати періодичні сигнали з мінімальною тривалістю.

Віртуальні осцилографи

Осцилографи цього класу можуть бути як зовнішніми приладами з USB або паралельним портом вводу-виводу даних, так і внутрішнім приладом у комп'ютері на основі PCI або ISA карток. Програмне забезпечення дає можливість повного керування приладом, а також забезпечує імпорту-експорт даних, математичну обробку сигналів, цифрову фільтрацію тощо.

Конструйований мною пристрій належить до віртуальних осцилографів з способом зв'язку з PC за допомогою USB.

2. Теоретичні положення діагностування систем запалювання

Основний метод діагностування класичної (контактної) та контактнотранзисторної систем запалювання полягає в порівнянні перехідних процесів, які відбуваються в різних вузлах, з еталонними. Суть методу полягає в тому, що характерні криві напруги перехідних процесів виводяться на екран осцилографа, і, порівнюючи їх форму з еталонною, можна виявити практично будь-які несправності системи.

З метою полегшення аналізу зображень осцилограф оснащено спеціальним пристроєм, який уможливорює одночасний вивід на екран декількох зображень (за кількістю циліндрів двигуна), що розгорнуті на весь екран і розташовані один над одним або накладені один на одного. За видом осцилограм (рис. 1) можна визначити технічний стан котушки запалювання, конденсатора, значення первинної та вторинної напруги, кутів замкнутого та розімкнутого станів контактів перервника-розподільника тощо.

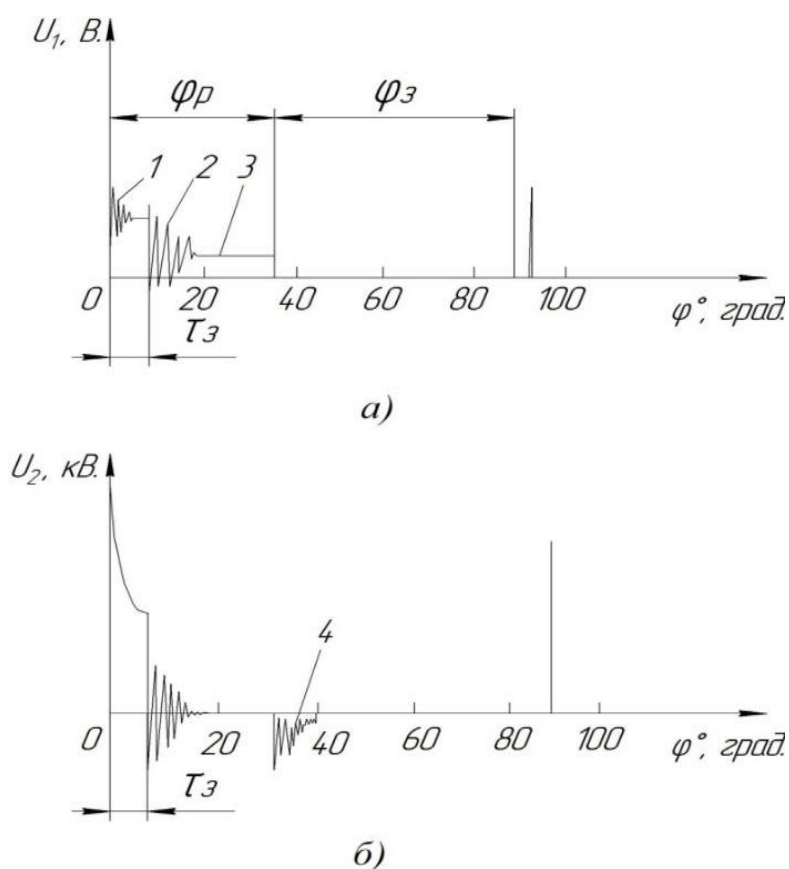


Рис. 1 – Еталонні криві первинної (а) та вторинної (б) напруги в системі запалювання

На рис. 1, *a* подана еталонна крива напруги на контактах переривника-розподільника, де по осі абсцис відкладено кут повороту вала розподільника φ , а по осі ординат – напруга U .

Постійний рівень напруги 3 відповідає напрузі акумуляторної батареї, коли контакти переривника розімкнуті. Високочастотні коливання 1 на початку циклу зумовлені коливним процесом у колі конденсатор – первинна обмотка котушки запалювання під час роз'єднання контактів переривника. Високочастотні коливання 2 на спаді імпульсу запалювання відтворюють процес розсіювання енергії в котушці після першого розряду.

Тривалість імпульсу запалювання τ_3 визначається запасом енергії в котушці. У межах кута φ_p контакти переривника розімкнуті, а в межах кута φ_3 – замкнуті.

Описаному циклу зміни напруги на контактах переривника відповідає цикл зміни напруги у вторинній обмотці котушки запалювання (рис. 1, *б*). Високочастотні коливання 4 зумовлені перезарядженням розподілених ємностей вихідного ланцюга під час замикання контактів переривника.

Несправності різних приладів системи запалювання певним чином впливають на форму імпульсів напруги в межах циклу запалювання, а тому за зміною форми цих імпульсів можна сформулювати висновки про несправності системи запалювання.

Діагностувати системи запалювання доцільно в режимі роботи ДВЗ під навантаженням, забезпечуючи максимально можливу напругу пробою іскрового проміжку між електродами свічки. При незначному навантаженні напруга пробою зазвичай не перевищує 10 кВ, а при підвищених навантаженнях, внаслідок збільшення тиску в циліндрах, напруга пробою значно зростає, досягаючи декількох десятків кіловольт. За таких умов є можливість точніше виявляти більшість дефектів ізоляції котушки запалювання, проводів, ковпачків, свічок.

Режимами підвищеного навантаження є пуск двигуна, різке відкриття дросельної заслінки і робота двигуна на низьких оборотах під максимальним навантаженням. У цих режимах наповнення циліндра паливоповітряною

сумішшю близьке до максимального, іскроутворення відбувається тоді, коли поршень знаходиться поблизу верхньої мертвої точки. Отже, в цей момент тиск газів у циліндрі наближається до максимально можливого.

Діагностування системи запалювання слід розпочинати з аналізу *первинної напруги*.

Несправний стан контактів переривника-розподільника (забрудненість і зношеність контактів, послаблення кріплення осі контактів чи послаблення пружини) визначають за спотворенням кривої первинної напруги. Накладання зображень первинної напруги всіх циліндрів уможлиблює виявлення зносу кулачка та приводу переривника, що спричинює асинхронність у чергуванні іскор.

Діагностування системи запалювання розпочинають при частоті обертання колінвала $n = 1000$ об./хв., коли визначають стан котушки та конденсатора, а також кут замкнутого стану контактів і його зміну. При збільшенні частоти обертання колінвала до $n = 2000$ об./хв. кут замкнутого стану контактів не повинен змінюватись більш, ніж на 2° .

Первинна напруга на всіх циліндрах перевіряється за кутом замикання контактів переривника. Розходження в кутах замикання для “накладеної” осцилограми не повинно перевищувати 2° .

Перевірка *вторинних кіл* системи запалювання за видом осцилограми першого циліндра дає можливість встановити: полярність вторинної напруги, стан вторинної обмотки котушки запалювання, стан високовольтного проводу. Накладена осцилограма вторинної напруги всіх циліндрів уможлиблює визначення збільшення зазору в свічках, коротке замикання, а також обрив і збільшення опору в електричному колі свічки.

На осцилограмі вторинної можна виділити чотири основні фази: накопичення енергії, момент пробою, горіння іскри, затухаючі коливання (рис. 2.



Рис. 2 – Осцилограма вторинної напруги справної системи запалювання

Тривалість *накопичення енергії* (заряджання котушки) – інтервал часу від замикання котушки на масу та початку протікання через неї струму аж до виникнення іскрового розряду, обумовленого ЕРС самоіндукції котушки після розриву ланцюга. *Перехідний процес* вказує на закінчення процесу ефективного заряджання котушки (момент насичення, обмеження струму заряджання) – котушка більше не нагромаджує енергію.

3. Загальні інформацію про осцилограф

Осцилограф призначений для вимірювати та спостереження залежності між двома змінними величинами (електричними чи перетвореними в електричні) в електронних та електричних системах автомобілів.

Розроблений USB осцилограф являє собою універсальний вимірювальний прилад не прив'язаний до якої-небудь конкретної марки або моделі автомобіля, тобто дозволяє проводити діагностику всіх марок і моделей. Прилад практично завжди забезпечує можливість безпосереднього підключення датчиків і щупів до відповідних електричних кіл автомобіля, без необхідності використання додаткових адаптерів.

У USB осцилографі обраний мікроконтролер з урахуванням ATTINY 45 фірми ATMEL оскільки він має високу продуктивністю, збільшену швидкодію до 16 млн. операцій на секунду, низьким енергоспоживанням в режимі очікування й зменшеним шумом вимикання, а також він може безперервно працювати до 10.000 тисяч годин на режимі: записи/зчитування.

3.1. Характеристика ATTINY 45

Attiny45 – це економічний восьми розрядний CMOS мікроконтролер, виконаний за вдосконаленою RISC-архітектурі. Можливість виконання інструкцій за один апаратний цикл дозволяє мікроконтролерам Attiny45 досягати показників продуктивності в один мільйон операцій за секунду з тактовою частотою в 1MHz. Подібна продуктивність дозволяє розробникам оптимізувати швидкодію і споживану потужність. Ядро AVR дозволяє комбінувати широкий набір інструкцій і 32 регістра загального призначення, підключеними безпосередньо до АЛУ пристрою. Використання арифметико-логічного пристрою дозволяє отримувати доступ до декількох регістрів одночасно і виконувати інструкцію за один машинний цикл. RISC-архітектура

має прекрасну продуктивністю, що перевищує продуктивність традиційних CISC-мікроконтролерів більш ніж у десять разів.

Основні характеристики мікроконтролера Attiny 45

- Тактова частота: 0 - 20 МГц (при 4,5 - 5,5 В)
- Обсяг Flash-пам'яті: 4 кб
- Обсяг SRAM-пам'яті: 256 байт
- Обсяг EEPROM-пам'яті: 256 байт
- Напруга живлення: 2,7 - 5,5 В
- Струм в режимі роботи: 0,4 мА (1 МГц, 2,7)
- Струм в режимі сну: 0,1 мкА (1 МГц, 2,7 В)
- Кількість таймерів / лічильників: 2 восьмибітних
- Загальна кількість портів: 6
- Кількість ШІМ (PWM) виходів: 4
- Кількість каналів АЦП (аналогові входи): 4
- Апаратна комунікація: 1 USI (Universal Serial Interface)

Для того щоб запрограмувати ("прошити") мікро-контролер, необхідний програматор. Програматор перед-ставлять собою програмно-апаратний комплекс, що складається безпосередньо з пристрою, який зв'язує мікро-контролер з комп'ютером, і програми, яка цим пристроєм управляє. Програматор заносить підготовлену для мікроконтролера програму в його пам'ять.

Слід звернути увагу, що програматор не має проміжного буфера і не має гальванічної розв'язки по відношенню до паралельного порту, тому щоб уникнути виведення з ладу паралельного порту підключати та відключати кабель слід при вимкненому живленні на платі, де встановлений контролер.

3.2. Принцип роботи осцилографа

Мікропроцесор використовують як обробляючий і управляючий пристрій, виконаний з допомогою технології RISC (часто на одному кристалі) і що має здатністю виконувати під програмним управлінням обробку інформації,

Оскільки дана схема має діапазон вимірюваної напруги 0 – 2,5 вольт а бортова мережа автомобіля 12 (14,2) вольт то було прийнято рішенням виготовити подільник напруги 1:10 (рис. 5.)

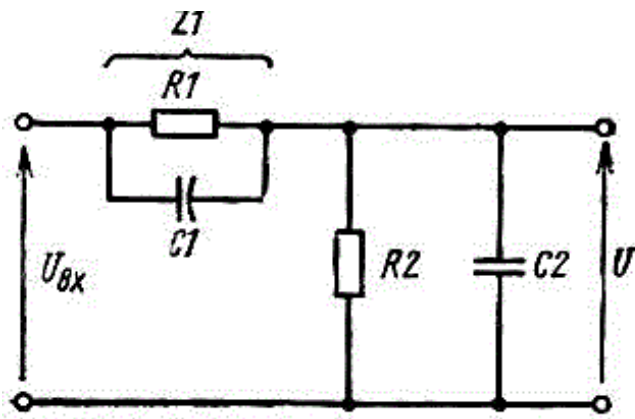


Рис. 5. – Подільник напруги:

$R2$ - 1 МОм

$R1$ - 9 МОм,

$C1$ - 0,47 МКФ

$C2$ - 0,1МКФ

У основі схеми стоїть мікроконтролер АТТІNY45-20. Осцилограф має два аналогових входи і живлення від USB-інтерфейсу. Один вхід задіяний через потенціометр, що дозволяє зменшувати рівень вхідного сигналу.

Для мікроконтролерів AVR існують різноманітні мови програмування, але, мабуть, найбільш підходящими є асемблер і Сі, що у цих мовах в найкращою ступеня буде реалізовано всі необхідні спроби з управління апаратними засобами мікроконтролерів.

Асемблер це низькорівнева мова програмування, використовує безпосередній набір інструкцій мікроконтролера. Створення програми цією мовою вимагає знання системи команд програмованого мікроконтролера і достатнього часу розробки програми.

Архітектура і системи команд AVR створювалася з участю розробників компілятора мови Сі у ній враховані особливості цієї мови. Комбінація вихідних текстів, написаних на Сі, здійснюється швидко і дає компактний, ефективний код.

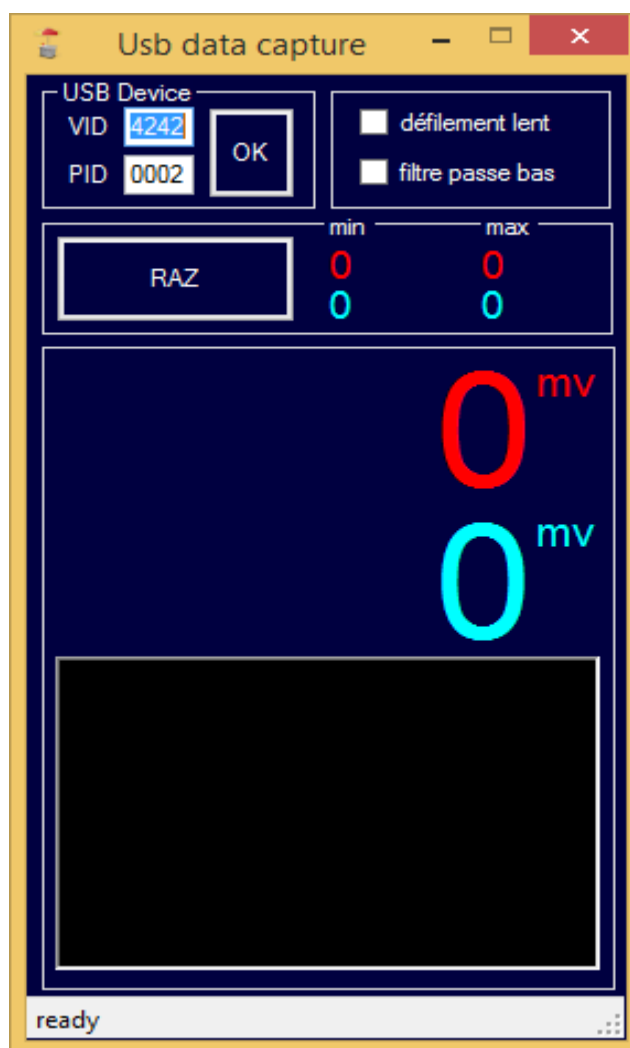


Рис. 6 – Робоче вікно програми

ПО для мікроконтролера tiny45 написано на Cі і скомпоновано за допомогою WinAVR і V-USB розробки Obdev, який реалізує з боку мікроконтролера HID-пристрої.

У схемі не використовується зовнішній кварц, а програмно задіяна частота від USB 16.5 МГц. Природно не варто очікувати від цієї схеми дискретизації 1Gs / s.

Осцилограф працює по USB через HID-режим, який не потребує установки будь-яких спеціальних драйверів. Софт для windows написаний з використанням .NET C#. Взявши за основу мій початковий код програми, ви можете доповнити ПО як вам потрібно.

4. Виготовлення осцилографа

USB осцилограф виготовлений на шматку одностороннього фольгового склотекстоліту товщиною 1,5мм методом ЛУТ. Під час травлення друкованої плати осцилографа було вибрано екологічний та безпечний спосіб травлення в розчині перекису водню та лимонної кислоти рис. 7.

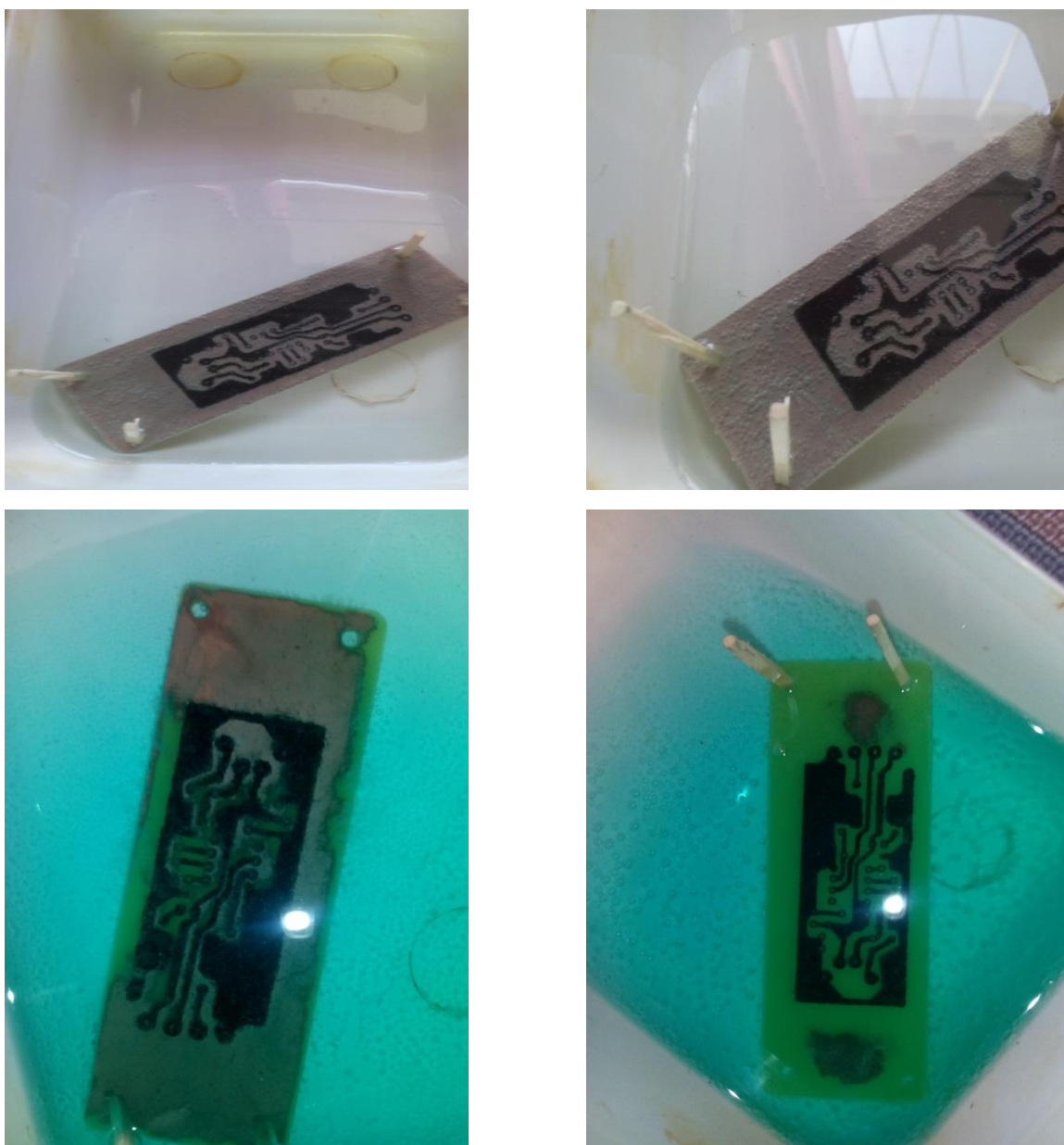


Рис. 7 – Травлення плати.

Готова плата USB осцилографа має розміри 100x35мм, по краях зроблено 4 монтажних отвори $\varnothing 3$ мм рис. 8.



Рис.8 – Змонтована плата USB осцилографа

Висновки

У всьому світі стали розвиватися електронні пристрої. Людина використовує їх у своїй діяльності майже в усіх сферах у тому числі і в автомобільному господарстві та для засобів діагностування автомобіля та його електронних систем. Значна частина таких пристроїв виконується на основі мікроконтролерів.

Запропонований мною USB осцилограф має наступні переваги:

- ✓ малі габарити (100x30мм);
- ✓ низький рівень енергоспоживання;
- ✓ не потребує стороннього джерела живлення;
- ✓ висока швидкодія та частота синхронізації;
- ✓ можливість розширення кількості периферійних модулів;
- ✓ низька вартість.
- ✓ можливість використання додаткових периферійних модулів (ємнісний, індуктивний датчик і.т.д.):
- ✓ можливість використання в обчислювальній техніці: (материнські плати, контролери дисководів жорстких і гнучких дисків, CD і DVD, калькуляторах), електроніці і різноманітних пристроях побутової техніки, в якій використовується електронні системи управління - в пральних машинах, мікрохвильових печах, посудомийних машинах, телефонах і сучасних приладах.

У той же час своєрідним недоліком можна вважати те, що 8-розрядні процесори загального призначення повністю витіснені більш продуктивними моделями, 8-розрядні мікроконтролери продовжують широко використовуватися. Це пояснюється тим, що існує велика кількість застосувань, в яких не потрібна висока продуктивність, але важлива низька вартість.

Бібліографічний список

1. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR схемы, алгоритмы, программы. Москва : Додэка-XXI, 2004. 288 с.
2. Гаврилов К.Л. Диагностика автомобилей при эксплуатации и техническом осмотре. Москва : Сергиев Посад, 2012. 580 с.
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL. Москва : Додэка-XXI, 2005. 560 с.
4. Кузин А.В. Электротехника и электроника / А.В. Кузин, М.А. Жаворонков. Москва : Академия, 2005 400 с.
5. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Каравела, 2006. 296 с.
6. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / Є.Ю. Форнальчик, М.С. Олісевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо // За загальною ред. Є.Ю. Форнальчик. Львів : Афіша, 2004. 492 с.
7. Школа диагностики: Учебный курс. Москва : Диамакс, 2003, 175 с.