

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:
«Пристрій діагностики параметрів двигуна автомобіля»

Завідувач кафедру

Опанасюк А. С.

Керівник

кваліфікаційної роботи

Новгородцев А. І.

Виконав студент

гр. ЕСз – 81с

Теницький В. І.

Суми 2022 р

Сумський державний університет

Факультет ЕЛІТ

Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»

Спеціальність 6.171 «Електроніка»

Затверджую:

Зав.кафедрою Е і КТ

Опанасюк А. С.

„____” _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Теницькому Володимирі Івановичу

1. Тема роботи: **«Пристрій діагностики параметрів двигуна автомобіля»**

Затверджена наказом по університету від „____” _____ 2022 р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 30.05.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- реалізувати на базі мікроконтролера;
- індикація результатів діагностики;
- наявність блоку завдання режимів роботи;
- генерація звуку при виборі режиму роботи;
- наявність годинника реального часу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою;
- розробка та розрахунок принципової схеми пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу:

- креслення схеми алгоритму;
- креслення схеми електричної структурної;
- креслення схеми електричної принципової.

Дата видачі завдання: 10.03.2022 р.

Прийняв до виконання студент:

Теницький В. І.

Календарний план

№ п/п	Перелік етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітки
1	Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	22.03.2020 р.	
2	Розробка алгоритму функціонування пристрою	10.04.2020 р.	
3	Розробка структурної схеми пристрою	15.04.2020 р.	
4	Розробка та розрахунок принципіальної схеми пристрою	22.04.2020 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	30.04.2020 р.	
6	Розробка та оформлення графічної частини	20.05.2020 р.	
7	Представлення роботи на рецензування	30.05.2020 р.	
8	Представлення роботи для захисту	15.06.2020 р.	

Керівник кваліфікаційної роботи:

Новгородцев А. І.

Студент:

Теницький В. І.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 49 сторінок, 11 рисунків, 7 таблиць, 5 літературних джерел.

Графічна частина роботи містить: блок-схему алгоритму роботи пристрою, структурну і принципову електричну схеми.

Пояснювальна записка містить три розділи.

Перший розділ містить огляд технічної літератури за вибраним напрямком проектування.

Другий розділ присвячений розробці алгоритму функціонування і структурної схеми.

У третьому розділі розроблена принципова схеми пристрою і виконаний розрахунок основних вузлів принципової схеми.

По результатам розробки зроблені висновки.

Приведений перелік літературних джерел.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	6
1.1 Діагностика двигуна з розподіленим упорскуванням палива	12
2 Розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою	16
2.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою	16
2.2 Розробка структурної схеми пристрою	18
3 Розробка та розрахунок принципової схеми пристрою	21
3.1 Вибір елементної бази	21
3.2 Розробка та синтез основних електронних вузлів та блоків пристрою, що проектується	30
3.3 Побудова принципової схеми діагностичного пристрою двигуна автомобіля	34
Висновки	38
Література	39
Додатки	

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Теницький			Пристрій діагностики параметрів двигуна автомобіля. Пояснювальна записка.	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		Новгородцев					3	49
<i>Реценз.</i>						СумДУ ЕСз – 81с		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		Опанасюк						

ВСТУП

Оптимальна робота автомобільного двигуна залежить від багатьох параметрів та пристроїв. При вирішенні практичних завдань технічної діагностики при експлуатації безпосередньо виміряти деякі структурні параметри часто буває неможливо, тому що для цього необхідно провести розбирання машини. Тому в процесі діагностування використовують діагностичні параметри-показники, вимірювання яких не вимагає розбирання обладнання або складальної одиниці. Діагностичні параметри, використувані з оцінки технічного стану машин, поділяються кілька типів.

Інтегральні діагностичні параметри характеризують технічний стан групи елементів (наприклад, тиск у гідросистемі). Прості параметри пов'язані з технічним станом одного елемента (наприклад, геометричний розмір).

Одиничними називають діагностичні параметри, які можуть бути розділені на кілька складових за допомогою простих алгебраїчних дій.

Комплексні параметри є сукупністю декількох простих параметрів. Об'єднання кількох простих параметрів в один комплексний проводиться для скорочення кількості контрольованих факторів при експериментальних дослідженнях. Комплексні та поодинокі параметри можуть бути як інтегральними, так і простими.

Прямі діагностичні параметри безпосередньо характеризують технічний стан об'єкта. До цієї групи параметрів відносяться геометричні параметри технічного стану, а також ряд параметрів робочих процесів (наприклад, зазор, тиск у гідросистемі та ін.).

Непрямі діагностичні параметри пов'язані з відповідними параметрами технічного стану функціональною залежністю і характеризують зміну технічного стану об'єкта (системи) непрямим чином. Істотним недоліком непрямих діагностичних параметрів є те, що вони вносять додаткову похибку в результати діагностування, обумовлену спотворенням сигналу в процесі формування діагностичного параметра.

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Непрямі діагностичні параметри, зазвичай, носять широкий інформаційний характер, оскільки формуються під впливом зміни низки (а чи не одного) параметрів технічного стану.

До непрямих відносять параметри супутніх процесів та ряд параметрів робочих процесів (наприклад, склад вихлопних газів). При підборі діагностичних параметрів доцільно надавати перевагу прямим параметрам, що забезпечує велику точність діагностування. Проте вимір прямих діагностичних параметрів у більшості випадків потребує часткового розбирання машини. Щоб уникнути цього, доводиться для оцінки технічного стану використовувати непрямі діагностичні параметри.

Геометричні діагностичні параметри характеризують геометричні розміри елементів об'єкта, що діагностується, і зв'язку між ними. Прикладами геометричних діагностичних параметрів є зазори, неспіввісність, люфт.

Діагностичні параметри робочих процесів характеризують функціонування основних елементів об'єкта діагностування. Ці параметри широко інформативними і характеризують загальний стан об'єкта. Прикладами діагностичних параметрів робочих процесів є величина гальмівного шляху, потужність двигуна, склад відпрацьованих газів та ін.

Залежно від характеру прояву зміни технічного стану, можливих наслідків відмови та застосовуваної апаратури розрізняють діагностичні параметри, що вимірюються дискретно та безперервно. Оцінку діагностичних параметрів, що вимірюються дискретно, проводять за допомогою переносних та стаціонарних засобів (мікрометрів, газоаналізаторів), що встановлюються на пересувних діагностичних станціях або стаціонарних постах. Оцінку діагностичних параметрів, що вимірюються безперервно, проводять за допомогою вбудованих діагностичних засобів (датчиків, манометрів).

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ВИБРАНИМ НАПРЯМКОМ ПРОЕКТУВАННЯ

Сучасні високі вимоги, що висуваються до екологічної чистоти вихлопу та паливної економічності автомобілів, здійсненні лише за умови використання двигунів з упорскуванням палива та електронною системою управління. Число автомобілів, обладнаних такими системами, зростає у нашій країні. Щоправда, на дорогах України наразі більша їхня частина — іноземного виробництва, але й вітчизняних машин чимало.

Слід, однак, зауважити, що за всіх переваг двигунів, про які йдеться, вони мають деякі складнощі в обслуговуванні. Навіть найпростіші неполадки не можна виявити та усунути, не звертаючись до автосервісу, бо тільки там є необхідне для цього дороге діагностичне обладнання.

Контрольно-діагностичне обладнання, що використовується при діагностиці, дозволяє виявляти приховані неполадки автомобілів з кількісною оцінкою їх параметрів. При цьому немає необхідності розбирати механізми. Широке поширення електронних систем керування двигуном (ЕСУД) зумовило створення нових методик діагностики, нового діагностичного обладнання та значного обсягу сервісної інформації.

Велика кількість різних типів ЕСУД вимагає забезпечити швидкий доступ до технічної інформації щодо кожної конкретної моделі автомобіля. Тільки спеціальне обладнання дозволяє робити якісний ремонт автомобіля в короткий час. Переважно це стосується першого етапу ремонтних робіт, на якому треба швидко провести діагностику системи з метою виявлення причин несправностей. Таке завдання в наш час вирішується за допомогою спеціальних приладів та пристроїв, починаючи від дорогих діагностичних систем та закінчуючи портативними спеціалізованими модулями та пристроями. Розроблено бортові (встановлювані на автомобілі, що є частиною ЕСУД) та стаціонарні діагностичні засоби. Стаціонарні діагностичні системи не підключаються безпосередньо до ЕСУД і таким чином незалежні від бортових діагностичних систем автомобіля.

Розрізняють два типи бортового діагностичного програмного забезпечення:

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- бортове діагностичне програмне забезпечення, що здійснює індикацію кодів несправностей. Програмне забезпечення ЕСУД записує на згадку про коди несправностей. При виявленні несправності ЕСУД включає і вимикає з певною послідовністю лампочку, або світлодіод на щитку приладів. Ці коди можна вважати та інтерпретувати за довідковими таблицями;

- бортове діагностичне програмне забезпечення, для доступу до якого потрібен спеціальний додатковий діагностичний пристрій – портативний діагностичний тестер (сканер), який підключається через спеціальний роз'єм на автомобілі до потрібного ЕСУД або всієї електронної системи. Дані та коди несправностей зчитуються безпосередньо з ЕСУД та інтерпретуються фахівцями сервісу.

Необхідні фахівці і численні довідкові бази даних, деякі з них займають до 90 дисків CD-ROM, і яких можна знайти електричні схеми, методики перевірки та налаштування системи упорскування певного автомобіля.

Основне обладнання. Все обладнання для діагностики двигунів можна поділити на три основні групи:

- сканери блоків управління двигунами;
- вимірювальні прилади;
- тестери виконуючих пристроїв та вузлів двигуна.

Перша група приладів є набором пристроїв, призначених для встановлення зв'язку з блоками керування автомобілів і виконання таких процедур, як читання та стирання помилок, читання поточних значень датчиків та внутрішніх параметрів системи управління, перевірка працездатності виконавчих пристроїв, адаптація системи управління при заміні окремих агрегатів автомобіля або при капітальному ремонті двигуна. Ця група діагностичних приладів розвивається дуже динамічно і щороку з'являються все більш удосконалені сканери.

Сканери можна порівнювати один з одним за такими параметрами, як таблиця застосування за типами автомобілів та переліком автомобільних систем, набір функцій, реалізованих у сканері по кожному автомобілю або системі, способу модернізації програмного забезпечення. У поєднанні з ціною пристроїв

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

можна скласти порівняльну таблицю, яка дасть приблизне уявлення про те, чи варто купувати цю модель сканера.

Фірми-виробники сканерів не мають прямого зв'язку з виробниками автомобілів і, отже, з 10 моделей автомобілів цього року випуску завжди можна знайти один-два, які були пропущені при проектуванні сканера - про це виробник дізнається тільки від кінцевих покупців або зовсім не дізнається.

За оцінками низки автосервісів, що активно займаються діагностикою, мати набір сканерів для всіх автомобілів з розширеними можливостями (аж до адаптації) економічно недоцільно, а за відсутності належним чином підготовленого персоналу ще й небезпечно неправильні дії при втручанні в роботу блоку можуть призвести до погіршення роботи ЕСУД та створити проблеми у відносинах із клієнтом.

При виборі моделей сканерів треба брати до уваги спеціалізацію сервісу і перелік моделей, що найчастіше обслуговуються (наприклад, якщо до вас на рік приїжджає один автомобіль Fiat, то купувати сканер спеціально для його обслуговування навряд чи доцільно).

Крім того, можна мати один-два сканери із середнім набором функцій, але з широким набором моделей автомобілів - при цьому ви здебільшого вирішуєте поставлені завдання, а функціональні недоліки сканерів компенсуєте за допомогою універсального обладнання з другої та третьої груп.

У другій групі пристроїв зібрані пристрої, які можна використовувати для діагностики будь-яких двигунів незалежно від способу керування. Всі ці пристрої застосовують для виявлення несправностей, а також для перевірки показань сканерів, оскільки жодна електронна система не може перевірити саму себе з абсолютною достовірністю - наприклад, підсмоктування повітря у впускному колекторі може викликати появу повідомлення про відмову витратоміра повітря і т.д. За відсутності перелічених нижче приладів часто приймається рішення про заміну того чи іншого датчика без належної перевірки, що згодом може бути неправильним. Нижче наведено найбільш відомих представників цієї групи пристроїв.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Газоаналізатори. Якщо для карбюраторних двигунів достатньо мати двокомпонентний газоаналізатор, то з новими, оснащеними каталізаторами, лямбда-зондами і т. д. цього недостатньо — для вимірювання складу вихлопних газів інжекторного двигуна необхідний чотирикомпонентний газоаналізатор з підвищеною порівняно з двокомпонентною точністю вимірювання та з розрахунком -паливо.

Вимірювачі тиску. До цієї групи приладів, крім давно відомого всім працівникам автосервісу компресометра, слід, перш за все, віднести тестер тиску палива, якого не було в автосервісах, розрахованих на ремонт карбюраторних автомобілів. Головні характеристики цього приладу – діапазон вимірюваного тиску (від 0 до 0,6...0,8 МПа) та перелік перехідних штуцерів для підключення до паливних систем різних автомобілів. Сюди відносяться тестер витоків клапанно-поршневої групи, що дозволяє більш точно порівняно з компресометром визначити місце та характер порушення герметичності камери згоряння, вакуумметр, що забезпечує оцінку правильності роботи впускної системи двигуна і тестер протитиску каталізатора, що дозволяє оцінити пропускну здатність каталізатора.

Спеціалізовані автомобільні тестери. При ремонті контактних систем запалення для пошуку відмов у цій системі часто буває досить спеціалізованого тестера. Для діагностики електронних систем запалення на перший план виходять автомобільні осцилографи та мотор-тестери, які мають порівняно з ними набагато більші можливості.

Стробоскоп. Хоча встановлення запалення в більшості інжекторних двигунів неможливе, перевірочні значення для систем запалення існують, і своєчасне визначення невідповідності розрахункового та реального кутів випередження запалення часто допомагає визначити характер несправності. Для перевірки кута випередження запалення в інжекторних двигунах необхідні стробоскопи, обладнані регулюванням затримки спалаху, оскільки ці двигуни зазвичай не мають окремої мітки для встановлення випередження запалення.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Спеціалізовані автомобільні осцилографи. Ці прилади мають набір спеціалізованих датчиків (висока напруга, розрідження, струм) та спеціальну систему синхронізації з обертанням двигуна за допомогою датчика струму свічки першого циліндра, що дозволяє діагностувати ЕСУД за будь-якими параметрами. При цьому вони зберігають можливості універсального осцилографа і можуть використовуватися для перевірки практично всіх електричних ланцюгів автомобіля. Крім того, вони можуть замінювати ряд окремих пристроїв, що застосовуються для діагностики - наприклад, за наявності у складі автомобільного осцилографа датчика не потрібно купувати вакуумметр.

Мотор-тестери. Вимірювальна частина мотор-тестера переважно збігається з вимірювальною частиною автомобільного осцилографа. Відмінність мотор-тестера полягає в тому, що він може не тільки відображати осцилограми будь-яких вимірюваних ланцюгів, а й проводити комплексні оцінки роботи двигуна відразу за декількома параметрами (динамічна компресія, розгін, порівняльна ефективність роботи циліндрів тощо). Це дозволяє істотно зменшити час на пошук несправності. При закупівлі обладнання також необхідно врахувати, що невід'ємною частиною мотор-тестерів часто є такі пристрої, як газоаналізатор, стробоскоп і т. д., тому, хоча ціна мотор-тестера досить висока, при покупці переплата в загальній сумі буде відносно невелика в порівнянні з придбанням окремо автомобільного осцилографа, газоаналізатора та стробоскопа.

Третя група приладів є обладнанням для поглибленої перевірки ЕСУД та її окремих вузлів. До її складу входять наведені нижче прилади.

Імітатори сигналів датчиків. Призначені для перевірки реакції блоку на зміну сигналів окремих датчиків (наприклад, датчиків температури або положення дросельної заслінки) - у деяких випадках блок управління може не реагувати на зміну сигналу від датчика, і цей факт може бути сприйнятий як відмова датчика.

Тестер форсунок. На початку розвитку діагностики такі пристрої мали великий попит на ринку. Однак останнім часом перевага надається стендам чищення та перевірки форсунок, функції яких входить перевірка, а при

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

необхідності і чищення форсунок. За допомогою цих стендів можна розширити набір платних послуг, віддача яких з кожним роком збільшується.

Вакуумний насос. Цей прилад дозволяє перевірити працездатність виконавчих пристроїв, що приводяться в дію розрідженням у впускному колекторі (наприклад, клапан допалювання або клапан продування каталізатора), а також виконати перевірку датчика розрідження у впускному колекторі на двигуні, що не працює.

Тестер свічок запалювання. Дозволяє візуально перевірити роботу свічок запалювання без встановлення їх на двигун. У деяких тестерах існує можливість перевірки свічки під тиском, тобто в умовах, наближених до реальних.

Високовольтний розрядник. З його допомогою можна перевірити роботу системи запалення автомобіля на навантаження, наближене до реального. Для систем запалення з механічним розподільником використовується розрядник із повітряним зазором 10 мм, для сучасних систем запалення без розподільника – 20...21 мм.

Перелічені пристрої можуть використовуватися при діагностиці різних типів машин, проте найголовнішим «інструментом» є людина, оскільки саме від нього залежать правильні висновки зі свідчень величезної кількості різних приладів.

Фундаментальні діагностичні прилади, мотор-тестери, сканери та газоаналізатори в більшості випадків дозволяють отримати вичерпний об'єм даних з досліджуваного двигуна. Проте нерідко трапляється, що застосування сучасних базових засобів діагностики буває неможливим, недостатнім чи малоефективним. Наприклад, далеко не до всіх машин можна підключити сканер. Навіть підключивши його, можна не знайти збережені коди помилок. Може виявитися так, що дефект не виявляється у спотворенні електричних сигналів і не відбивається істотно якості згоряння паливної суміші. І тут і мотор-тестер, і газоаналізатор будуть також безсилі.

Загалом розглянувши три основних види діагностичних приладів можна довго сперечатися про те, який з видів краще, який більше підійде водієві, який

										ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							11

довше служитиме і який є надійніший. Але кожен чудово розуміє те, що для кожного з нас різні запити і кожен індивід унікальний і тому одному водієві вистачить тестера з параметрами, а іншому - не вистачить великої діагностичної системи.

Саме тому у кваліфікаційній роботі проектується діагностичний блок для двигуна автомобіля, який дозволить водієві самостійно вирішити багато проблем, пов'язаних із діагностикою системи упорскування палива. Крім того, цей пристрій дублює та доповнює показання спідометра, тахометра, покажчика температури охолоджуючої рідини, вольтметра, економетра.

1.1 Діагностика двигуна з розподіленим упорскуванням палива

Вже сьогодні на більшість передньопривідних автомобілів АвтоВАЗ встановлюють двигуни з розподіленим упорскуванням палива. Центральним пристроєм управління системою упорскування служить спеціалізований контролер. Більшість двигунів комплектують контролером M1.5.4 фірми Bosch. Він обробляє інформацію, що надходить від різних датчиків, і впливає на виконавчі механізми, забезпечуючи оптимальний режим роботи двигуна. Виявивши вихід якогось із параметрів за допустимі межі, контролер запам'ятовує код несправності у внутрішній енергонезалежній пам'яті та включає табло "Check Engine" на панелі приладів автомобіля. Цей пристрій буде працювати в п'яти режимах.

1. Режим маршрутного комп'ютера. Після увімкнення пристрій автоматично переходить у режим маршрутного комп'ютера. У режимі маршрутного комп'ютера накопичуються та відображаються такі параметри руху:

- пройдена відстань від початку маршруту (в метрах);
- час знаходження на маршруті (включене запалення);
- час у русі (при швидкості руху ≥ 3 км/годину);
- поточна швидкість руху автомобіля (у км/годину);
- середня швидкість руху на маршруті (у км/годину).
- витрачене на маршруті паливо (у мілілітрах);

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- середня витрата палива на маршруті (у літрах на 100 км). Середня витрата дійсна після пробігу не менше 1 км.

2. Режим перегляду внутрішніх змінних діагностичних блоків. У режимі відображення значень внутрішніх змінних "БК" показує в режимі реального часу одну з наступних змінних:

- ідентифікатор ПЗ електронного блоку управління (ЕБУ);
- положення дросельної заслінки (у відсотках);
- температура охолоджуючої рідини (у градусах);
- обороти двигуна (у числі обертів за хвилину);
- бажані обороти холостого ходу (у числі оборотів за хвилину);
- кут випередження запалення (у градусах);
- швидкість автомобіля (за кілометри на годину);
- поточне положення регулятора холостого ходу (у числі кроків);
- бажане становище регулятора холостого ходу (у числі кроків);
- коефіцієнт корекції часу упорскування;
- напруга на датчику кисню для двигуна з датчиком кисню (у вольтах);
- коефіцієнт корекції СО для двигуна без датчика кисню;
- співвідношення повітря/паливо для двигуна з датчиком кисню;
- напруга бортової мережі (у вольтах);
- тривалість імпульсу впорскування (у мілісекундах);
- циклова витрата палива (у міліграмах на такт);
- масова витрата повітря (у кілограмах на годину);
- годинна витрата палива (у літрах за годину);
- колійна витрата палива (у літрах на 100 кілометрів).
- колійна витрата палива виводиться лише під час руху автомобіля;
- ознака виявлення детонації (так/ні);
- ознака блокування паливоподачі (так/ні);
- ознака холостого ходу (так/ні);
- ознака збагачення (так/ні).

						ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат			13

4. Режим управління виконавчими механізмами ЕБУ:

- лампа Check Engine;
- реле вентилятора системи охолодження двигуна;
- реле керування бензонасосом;
- котушка запалення 1 (1 та 4 циліндри);
- котушка запалення 2 (2 та 3 циліндри);
- форсунка 1;
- форсунка 2;
- форсунка 3;
- форсунка 4;
- коефіцієнт корекції СО для двигуна без датчика кисню;
- звороти холостого ходу;
- положення регулятора холостого ходу.

5. Режим відображення інформації про пристрій. Для переходу в режим видачі інформації про діагностичний блок необхідно вимкнути запалення, натиснути кнопку "Режим" та включити запалення (утримуючи її натиснутою). У цьому режимі можна переглянути інформацію про версію приладу та його авторів. Перебір відображуваної інформації здійснюється кнопками "Вліво" та "Вправо". Вихід із режиму здійснюється натисканням кнопки "Режим".

Перемикання між режимами здійснюється натисканням кнопки "Режим".

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

вимагає застосування знакосинтезуючого індикатора як мінімум з 1 рядком на 16 символів (краще 2*20);

- виробляється пауза, так як згідно з протоколом, запити на ЕБУ повинні видаватися не раніше 100 мс після закінчення попереднього сеансу обміну, і все повторюється спочатку.

Алгоритм функціонування пристрою зображений на рис. 1.

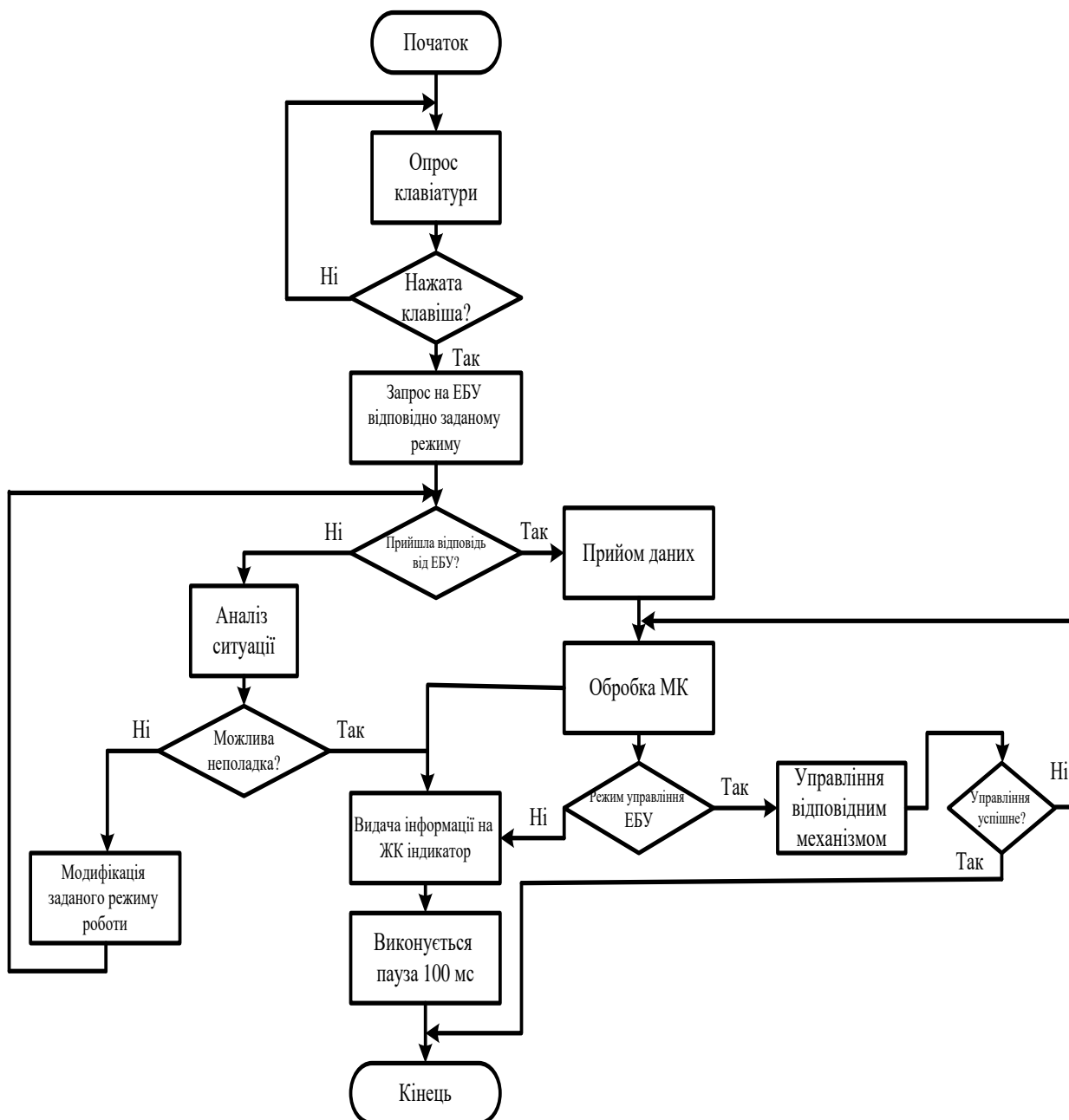


Рисунок 1 - Алгоритм функціонування пристрою діагностики

Алгоритм функціонування та особливості побудови даного діагностичного пристрою приблизно такі:

- постійно проводиться підрахунок часу, імпульсів з датчиків витрати пального та швидкості, а також вимірювання тривалості між імпульсами з датчика швидкості;

- проводиться опитування клавіатури та, у разі потреби, модифікація вибраного режиму роботи. Кількість кнопок управління не перевищує 4 штуки та вибір режиму роботи здійснюється за допомогою меню;

- оновлюється інформація на індикаторі із перетворенням накопичених первинних даних. Інформація має виводитися у зручній формі, тобто у вигляді розгорнутих буквено-цифрових повідомлень та підказок, що вимагає застосування знакосинтезуючого індикатора як мінімум з 1 рядком на 16 символів (краще 2*20);

- виробляється пауза, так як з психофізіологічних особливостей людини частота оновлення інформації має перевищувати 10Гц, і це повторюється спочатку;

- для підтвердження натискання кнопок та зміни режиму служить схема генерації звуку.

2.2 Розробка структурної схеми пристрою

Для розробки структурної схеми пристрою ми повинні користуватися знаннями про пристрій який проектується. Ми знаємо режими його роботи, і принцип за яким він функціонує відповідно легко можна побудувати структурну схему.

Пристрій діагностики складається з наступних компонентів:

- мікроконтролер;
- формувач сигналу "Скидання";
- блок індикації;
- схема живлення "МК";
- блок звукової індикації;

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- блок сполучення з датчиками швидкості та витрати палива;
- блок сполучення з діагностичним інтерфейсом ISO9141 (K-Line);
- годинник реального часу;
- блок введення даних.

Структурна схема пристрою наведена рис. 2.

Принци роботи пристрою за структурною схемою є наступним. У блоці сполучення з датчиками постійно проводиться підрахунок часу, імпульсів з датчиків, тобто при надходженні сигналу з МК відповідні дані будуть готові. У той же час відбувається опитування клавіатури, і при виборі потрібного режиму надходить сигнал на МК.



Рисунок 2 – Структурна схема пристрою діагностики

При надходженні сигналу на МК відбувається звукове супроводження, яке здійснює схема генерації звуку. Сигнал, що надійшов на МК, обробляється, перетворюється і потім, після обробки, відповідне повідомлення потрапляє на РК-дисплей. Слід зазначити, що у цей час діє годинник реального часу який робить так звані “тимчасові мітки”, дана функція дуже корисна. Так само працює пристрій і при взаємодії МК з блоком сполучення з діагностичним інтерфейсом.

Не слід забувати і про блок формування сигналу "скидання" - він використовується МК для так званого скидання даних.

Діагностичний блок для двигуна автомобіля є пристроєм, який збирає дані з різних датчиків, або діагностичної лінії автомобіля, обробляє та перетворює дані, а потім при потребі виводить їх на блок індикації - тобто РК індикатор у зручній для користувача формі.

Стабілізований блок живлення забезпечує надійну роботу елементів схеми.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

3 РОЗРОБКА ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

3.1 Вибір елементної бази

Оскільки проєктований діагностичний блок повинен відповідати якомога більшій кількості водіїв, то до нього пред'являються такі вимоги:

- мінімальна споживана потужність;
- простота роботи з цим пристроєм;
- компактність.

Цифрові інтегральні схеми найперспективніші. Потужність споживання в статичному режимі ЦІС становить десятки нановат, швидкодія - понад 10 МГц.

Загалом вище вже сказано які елементи використовуються для побудови діагностичного блоку, тому спираючись на використання ЦІС і вимоги до відповідного приладу можемо приступити до вибору елементної бази і розробки принципової схеми. Для цього пристрою виберемо чотирьох портовий мікроконтролер (у кожному порту по вісім контактів). Функціональна схема МК наведено рис. 3.

Мікроконтролер є основною частиною даного пристрою, тому коли цей елемент обраний, то під нього підбираються інші функціональні вузли і блоки, що розробляються.

Для надійного запуску мікроконтролера, після подачі живлення та блокування його роботи при зниженні напруги живлення використовують формувач сигналу "скидання" потрібно буде застосувати відповідну мікросхему та побудувати відповідну обв'язку для мікросхеми. Підключення формувача скидання будуть здійснені до відповідного роз'єму на МК.

Блок введення даних буде заснований на певній кількості ключів у цьому випадку їх буде чотири, оскільки ще раніше було з'ясовано, що кількість кнопок на пристрої буде чотири. Крім того, на цей блок будуть задіяні допоміжні електричні елементи для надійної роботи блоку та само собою правильної його роботи. Підключиться блок введення даних до МК через певні порти введення даних.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Зазначимо, що мікросхеми МОН розробляли після впровадження в апаратуру перших серій ТТЛ, тому багато в чому копіювали їхню структуру. Велике поширення набули мікросхеми КМОН – компліментарні польові транзистори зі структурою МОН. Мікросхеми КМОН майже не споживають електроенергію від джерела живлення під час очікування. При обробці сигналів струм споживання мікросхем тим вище, чим вища швидкодія схеми.

Мікросхеми ТТЛ як і КМОН відповідають таким вимогам, як мінімальне споживання енергії, але КМОН мають найменші габарити і вагу. Мікросхеми логіки КМОН доцільно використовувати у бортових умовах роботи.

ЕЗЛ – логіка має велику швидкодію, але споживає велику потужність, що розсіюється.

Основною вимогою до блоку є забезпечення мінімального споживання електроенергії, висока надійність та мінімальні габаритні розміри.

Маршрутний комп'ютер-тестер розрахований на бортові умови експлуатації, що слід враховувати при виборі елементної бази.

Вибір мікроконтролера.

Для даної схеми вибираємо АТ89S53-24РС, 8-ми розрядний мікроконтролер з Flash пам'яттю об'ємом 12 Кбайт сімейства АТ89S.

Використання мікроконтролерів АТ89, дозволяє отримати більш високі результати при створенні мікроконтролерів у плані зниження енергоспоживання (за рахунок повністю статичної структури) і скорочення апаратних витрат.

АТ89S53 найбільше підходить до блоку який проектується, і поєднує в собі всі функції раніше розроблених МК сімейства АТ89S. Підтримує посторінковий запис, що використовується при програмуванні, а так само і побайтовий запис, що дуже важливо при програмуванні.

Мікроконтролери серії АТ89, виготовлені за КМОН (CMOS) технологією.

Основні переваги перед іншими моделями:

- сумісність з ІС сімейства MCS 5;
- 12 Кбайт внутрішньосистемно-програмованої завантажуваної Flash пам'яті;

										ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							22

температурному інтервалі, включений він за "звичайною" схемою (для використання функцій розширеного температурного інтервалу необхідне двополярне джерело живлення).

Основні характеристики:

- символи, рядки 16 x 1;
- розмір ЖК 122x33x10.5мм;
- розмір видимої області: 99x13мм;
- розмір точки: 0.92x1.10мм;
- символи шрифтів 5x7 пікселів + курсор;
- розмір символу 4.84x8.06мм;
- колір підсвічування жовто-зелений;
- напруга живлення 5В;
- вбудований контролер ST7066.

Основою для формувача сигналу "Скидання" і для надійного запуску мікроконтролера після подачі напруги живлення та блокування роботи мікроконтролера при зниженні напруги живлення у схемі пристрою застосована мікросхема **супервізора напруги живлення КР1171СП42 (DA1)** (рис. 4), що утримує на виході рівень логічного нуля при напрузі живлення меншому 4.2В. Затримку переходу виходу стан логічної одиниці після установки напруги живлення вище 4.2В, забезпечує конденсатор С2.



Рисунок 4 – Функціональна схема КР1171СП42

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Має два тригера Шмітта з елементом 4І-НІ на вході. Особливості параметрів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Особливості КР1171СП42

Низький струм споживання	< 20мкА
Разкид напруги зпрацювання	+5%
Установка напруги зпрацювання	2...16В
Пластмасовий корпус	КТ-26 (ТО-92)

Для формування відміток часу, що використовуються при підрахунку часових параметрів маршруту, а також зберігання цих параметрів при вимкненому живленні пристрою, застосована мікросхема DS1307 (DD3), що є годинником реального часу з енергонезалежною пам'яттю. Частота генератора мікросхеми DD3 стабілізована кварцовим резонатором РК-206-1А з частотою 32768 Гц (ZQ2). Щоб тимчасові параметри маршруту та значення поточного часу зберігалися при вимкненому живленні, використано резервне джерело – літієвий елемент CR2032 (G1) напругою 3 В.

Для годинника реального часу вибираємо мікросхему DS1307 - годинник реального часу з послідовним інтерфейсом (рис. 5). Вона має низьку споживана потужність, повний BCD календар, годинник плюс 56 байтів енергонезалежного статичного ОЗП. Адреса та дані передаються послідовно через 2-провідну двонаправлену шину. Годинник/календар зберігає наступну інформацію: секунди, хвилини, години, день, дату, місяць і рік.

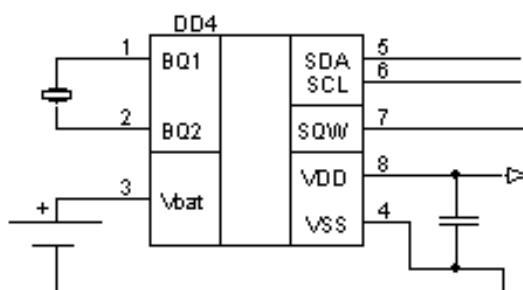


Рисунок 5 – Годинник реального часу DS1307

Кінець місяця автоматично підлаштовується для місяців, у яких менше 31 дня, включаючи виправлення для високосного року. Годинник працює у 24-годинному, або 12-годинному форматі з індикатором АМ/РМ. DS1307 має вбудовану схему контролю живлення, яка виявляє зникнення живлення і автоматично перемикає схему живлення від батареї.

Основні параметри наведені нижче:

- підрахунок реального часу в секундах, хвилинах, годинах, датах місяця, місяцях, днях тижня та роках з урахуванням високосного року, аж до 2100 р;
- 56 байт енергонезалежного ОЗП для зберігання даних;
- 2 провідний послідовний інтерфейс;
- програмований генератор прямокутних імпульсів;
- автоматичне визначення відключення основного джерела живлення та підключення резервного;
- споживання не більше 500 нА при живленні від резервної батареї при температурі 25 °С;
- виконання в 8-ми вивідних корпусах DIP або SOIC.

Схема генерації звуку буде виконано на мікросхемі НРМ14АХ (рис. 6). Основні характеристики мікросхеми наведено у таблиці 2. Звукові п'єзо-генератори (ЗПГ) виробляють звукові сигнали, що застосовуються в різних приладах і пристроях як випромінювачі звуку. У даній мікросхемі має вбудований генератор змінного струму.



Рисунок 6 – Функціональна схема НРМ14АХ

Основні характеристики звукового генератора наведено у таблиці 2.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблиця 2 – Основні характеристики НРМ14АХ

Параметр	Значення
Вбудований генератор	є
Номінальна робоча напруга	12 В
Максимальний струм	7 мА
Інтенсивність звуку	80 дБ
Товщина корпусу h	7.5 мм
Діаметр (ширина) корпусу	13.8 мм
Робоча температура	-20...70 С

Як правило, блок живлення повинен складатися з двох компонентів: випрямляч і стабілізатор напруги. Як відомо стабілізатором напруги може бути мікросхема стабілізації в даному проекті використана схема стабілізації напруги. Основною причиною саме такого вибору це те, що вхідна напруга та вихідна не більше, а саме в інтервалах роботи схем.

Вибираємо мікросхему КР115ЕН501А. Функціональна схема КР1157ЕН501А наведена на рис. 7.

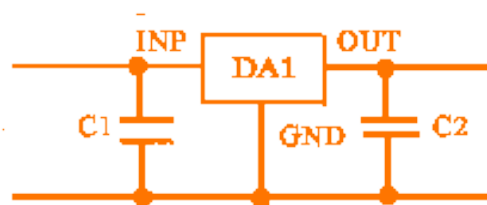


Рисунок 7 - Функціональна схема КР1157ЕН501А

Для відображення інформації користувачеві буде використовується 16-символьний русифікований РКІ зі світлодіодним підсвічуванням DV16110 фірми Data Vision (DD3) (рис. 8). Хоча цей прилад призначений для роботи в розширеному температурному інтервалі, включений він за "звичайною" схемою (для використання функцій розширеного температурного інтервалу необхідне двополярне джерело живлення).

Основні параметри мікросхеми наведені у таблиці 3.

Таблиця 3 – Основні параметри КР1157ЕН501А

Параметр	Значення
Вихідна напруга	5В
Максимальний струм споживання	0,1А
Розсіючуя потужність	0,5Вт
Вмикання	Плюсовое
Корпус	КТ-26

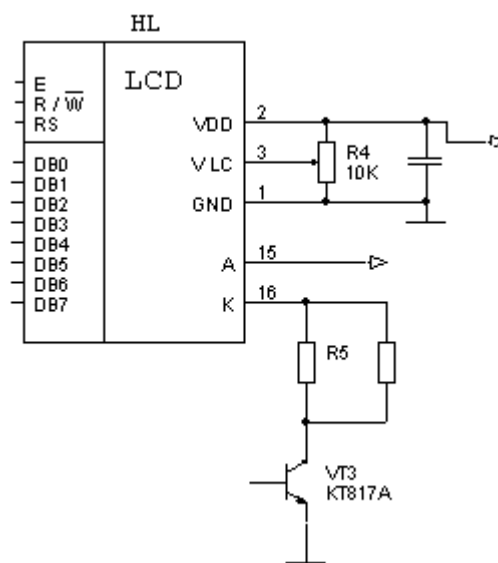


Рисунок 8 – Функціональна схема DV16110

Параметри живлення схеми наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Електричні параметри DV16110

Електричні параметри (Vdd=+5V, Ta=25°C)						
Параметр	Назва вивод.	Conditions	Min.	Тур.	Max.	Одиниці виміру
Напруга живлення	Vdd	-	-	-	-	V
Струм споживання	Idd	Vdd=5V	-	2	5	mA
Вхідна напруга низького рівня	VIL	-	2.2	-	Vdd	V
Вхідна напруга високого рівня	VIL	-	0	-	0.6	V
Вихідна напруга високого рівня	VOH	-	0	-	0.4	V
Вихідна напруга низького рівня	VOL	-	-	-	0.4	V
Напруга зміщення скла	VLCD	Vdd-Vo	-	-	6,6	V

Призначення виводів мікросхеми наведені у табл. 5.

Таблиця 5 – Призначення виводів DV16110

№ вивода	Назва	Функція
1	Vss	Загальний (GND)
2	Vdd	Напруга живлення
3	Vo	Контрастність
4	RS	Команди/Дані
5	R/W	Читання/запис
6	E	Вибір модуля
7	DB0	Лінія даних 0
8	DB1	Лінія даних 1
9	DB2	Лінія даних 2
10	DB3	Лінія даних 3
11	DB4	Лінія даних 4
12	DB5	Лінія даних 5
13	DB6	Лінія даних 6
14	DB7	Лінія даних 7

3.2 Розрахунки та синтез основних електронних вузлів та блоків пристрою, що проектується

Тактову частоту мікроконтролера (24 МГц) задає ланцюг, що складається з кварцового резонатора ZQ1 і конденсаторів C1, C2. Від цієї частоти залежить швидкість обміну даними через послідовний порт мікро ЕОМ, тому застосовувати кварцовий резонатор на іншу частоту неприпустимо, зв'язок із контролером буде неможливим.

Схема живлення МК.

Діагностичний блок живиться від бортової мережі автомобіля, в якій можливі значні кидки живлення та перешкоди. Для виключення несприятливих

факторів призначено низку додаткових елементів. Напряга мережі автомобіля становить 12 В. Для живлення МК та інших мікросхем необхідно всеволіш 5 В. Для цього і буде розроблений блок живлення.

Основним завданням для розрахунку цього блоку буде розрахунок розсіюваної потужності даного пристрою, яка визначається за такою формулою:

$$\Delta P_{\max} = \Delta U_{\text{сн}} \cdot I_{\text{об}}$$

де $\Delta U_{\text{сн}}$ – номінальна середня напруга;

$I_{\text{пот}}$ - споживаний струм цим пристроєм.

І так для розрахунку номінальної середньої напруги скористаємося з наведеною нижче формулою:

$$\Delta U_{\text{сн}} = U_{\text{вх}} - U_{\text{вих}} ,$$

де $U_{\text{вх}} = 12\text{В}$, $U_{\text{вих}} = 5\text{В}$. $\Delta U_{\text{сн}} = 12 - 5 = 7\text{В}$.

Тепер потрібно розрахувати потужність, яку споживає пристрій. Для цього в довіднику знайдемо параметри струму і напруги кожної мікросхеми і впишемо потрібні дані для розрахунку в таблицю 6.

Таблиця 6 - Розрахунок споживаної потужності пристроєм

Інтегральні мікросхеми	Тип мікросхеми	Кількість	$I_{\text{спож}}$, мА	$U_{\text{жив.}}$, В	$P_{\text{спож.}}$, Вт
DD1	КР1533ТЛ2	1	20	5	0,1
DD2	АТ89S53-24РС	1	25	5	0,13
DA1	КР1171СП42	1	0,1	5	0,01
BQ2	НРМ14АХ	1	15	12	0,08
DD3	DS1307	1	0,0005	5	0,000025
DA2	КР1157ЕН501А	1	10	12	0,12
HL	DV16110	1	5	5	0,03
$I_{\text{заг}}$			55,1205		$P_{\text{заг}} = 0,47\text{Вт}$

Для захисту схеми від "переполсування" служить діод КД248 (VD6).

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ				

Для захисту схеми від кидків за живленням служить спеціальний автомобільний варистор R19 фірми S+M (Siemens Matsushita Components) SIOV S10K14AUTO.

Для захисту низьковольтної частини схеми від перегорання в результаті "пробою" стабілізатора (DA2) служить захисний діод VD7 P6KE6.8A фірми Motorola. Для захисту ланцюгів автомобіля, з яких береться напруга живлення для діагностичного блоку служить запобіжник FP1 MF-R025 фірми BOURNS, що самовідновлюється, зі струмом пропускання 250 мА.

Схема створення звуку.

Крім пьезогенератора звукових хвиль у цьому блоці необхідно ще кілька електричних елементів до роботи схеми. І так для роботи п'єзовипромінювача необхідно подати на нього 12В для цього скористаємося так званим комутатором що складається з тригера Шмітта (DD1-2) і транзистора VT4. Оскільки струм споживаний випромінювачем приблизно дорівнює 15мА, і є значення вольтажу, відповідно потрібно вибрати підходящий транзистор спираючись на задані дані: $I_{\text{спож}} = 15\text{мА}$, $U_{\text{спож}} = 12\text{В}$. Вибираємо транзистор **КТ3102В** з наступними характеристиками.

Транзистори КТ3102В кремнієві, епітаксійно-планарні структури n-p-n підсилювальні, високочастотні. Призначені для застосування в низькочастотних пристроях з малим рівнем шумів, що перемикають, підсилювальних та генераторних пристроях середньої та високої частоти.

Характеристики транзистора КТ3102В:

- структура n-p-n;
- максимально допустима (імпульсна) напруга колектор-база 30 В;
- максимально допустима (імпульсна) напруга колектор-емітер 30 В;
- максимально допустимий постійний (імпульсний) струм колектора 100(200) мА;
- максимально допустима постійна потужність колектора, що розсіюється, без тепловідведення (з тепловідведенням) 0.25 Вт;

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ					

- статичний коефіцієнт передачі струму біполярного транзистора у схемі із загальним емітером 200-500;
- зворотний струм колектора ≤ 0.015 мкА;
- гранична частота коефіцієнта передачі струму у схемі із загальним емітером $\Rightarrow 150$ МГц;
- коефіцієнт шуму біполярного транзистора ≤ 10 дБ.

Для тригерів Шмітта вибираємо мікросхему **КР1533ТЛ2** з характеристиками:

- час затримки 4 нс;
- потужність споживання 4 мВт;
- складається з 6 тригерів Шмітта.

Схема сполучення з датчиками швидкості та витрати палива.

Для перетворення рівнів сигналів від датчиків швидкості та витрати палива в ТТЛ рівні здійснює схема сполучення, яку можна виконати на двох транзисторах. Один для сполучення з датчиком палива, другий для сполучення з датчиком швидкості.

Враховуючи вхідні струми та інтервали напруги, можна вибрати раніше описаний транзистор серії КТ3102В. Загалом для схеми сполучення необхідно ще два тригера Шмітта, оскільки від датчиків палива і швидкості йде аналоговий сигнал, а мікроконтролер працює з цифровим сигналом. Форми вхідної та вихідної напруги представлені на рисунку 9.

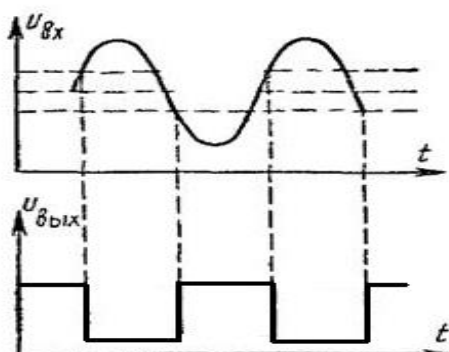


Рисунок 9 – Форми вхідної и вихідної напруги на тригері Шмітта

Схема сполучення з діагностичною лінією К-Line – є двонапрямною.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

і відповідно до кожного з них підключається опір номіналом 10кОМ. Дані ключі підключаються до відповідних портів мікроконтролера. Можлива модифікація режиму роботи під час замикання одного з ключів. Принципова схема блоку введення даних наведена на рисунку 10.

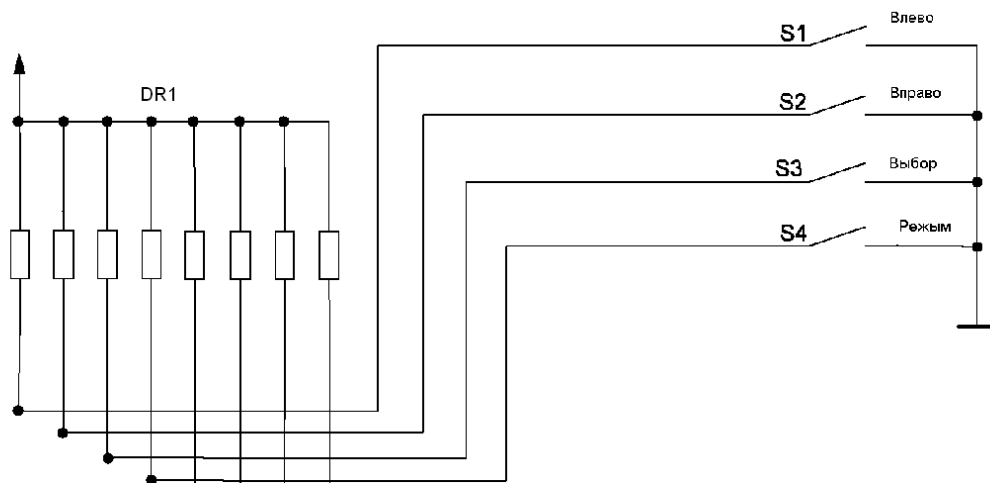


Рисунок 10 – Схема блоку вводу даних

Після цього формується запит на ЕБУ, що відповідає заданому режиму роботи. Це дія організовується за допомогою блоку сполучення з діагностичним інтерфейсом K-Line. Він складається з двох транзисторів, один приймальний (VT5), а інший передавальний (VT6) марка транзисторів КТ3102В, використовуються два тригери Шмітта КР1533ТЛ2 для формування фронтів сигналу. Також використовуються чотири резистори номіналом 10кОм, решта 3кОм, та 4,7кОм.

Для захисту входу пристрою від можливих викидів напруги позитивної та негативної полярності, що перевищують напругу живлення, на діагностичній лінії служать діоди VD2 та VD3 марка яких KD522. Так як за специфікацією ISO9141 рівень сигналу логічного нуля може мати рівень значно вище нульової напруги, то необхідно забезпечити надійне закриття транзистора приймального ключа при рівні вхідної напруги не менше 3,3 В.

Це завдання виконує стабілітрон VD1 типу KC133В. Втім у цьому блоці існує двоспрямований зв'язок по цій діагностичній лінії. Принципова схема даного блоку сполучення наведена на рисунку 11.

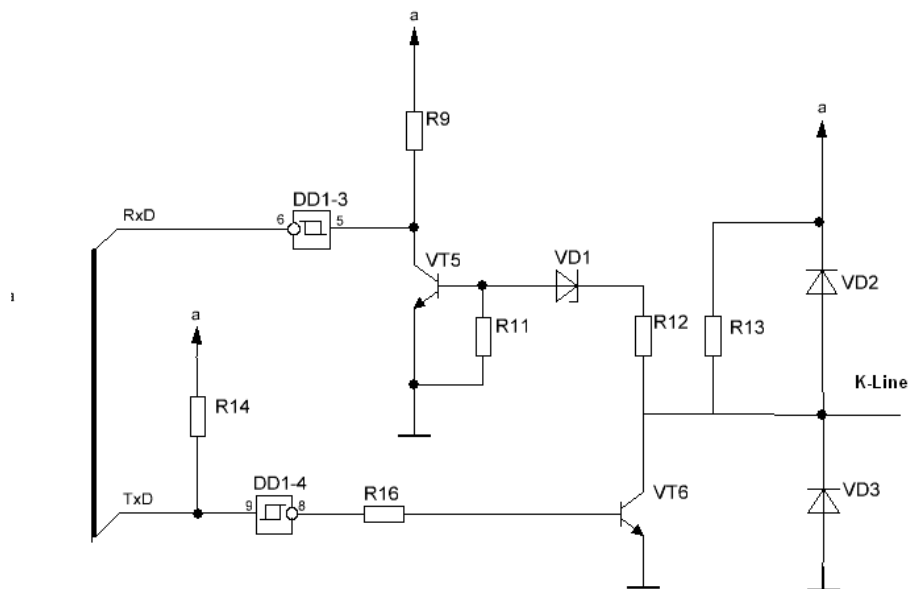


Рисунок 11 – Схема блоку сопряження с діагностичною лінією K - Line

Після цього очікується відповідь від ЕБУ. Довжина повідомлення не перевищує 128байт. Дані йдуть до контролера DD2, обробляються у ньому відповідно до завантаженої програми. Програма в мікроконтролер завантажується одним із двох способів:

- паралельним програмуванням за допомогою будь-якого універсального програматора;
- послідовним програмуванням за допомогою спеціальних програм ISP (In System Programming), наприклад Atmel AVR ISP. Варіант послідовного програмування краще (для автомобільних застосувань його бажано запаяти в плату).

Після обробки програмою даного повідомлення, воно виводиться на РК індикатор DD3 і відповідно спрацьовує схема звукової генерації. Потім виконується пауза 100 мс, оскільки запити на ЕБУ повинні видаватися не раніше цього часу.

Для надійної роботи мікроконтролера та його блокування при падінні напруги застосований блок, який називається **формуваць сигналу “скидання”**. Його робота полягає у наступному. При включенні живлення на виводі 9 RST

мікроконтролера (МК) DD2, повинна короткочасно з'являтися логічна "1", а потім постійно триматися рівня логічного нуля.

Програма для роботи мікроконтролера написана мовою C++ і виконує такі функції:

- ініціалізацію пристрою;
- обробку переривань;
- опитування клавіатури;
- виведення на рідкокристалічний індикатор;
- передачу та прийом даних з буфера по K-лінії;
- формування тимчасових затримок;
- видачу звукових сигналів;
- зчитування даних із зовнішнього ПЗП, їх інтерпретацію та перетворення.

Лістинг програми наведено в додатку А.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі спроектований діагностичний пристрій для двигуна автомобіля, який дозволить водієві самостійно вирішити багато проблем, пов'язаних із діагностикою системи упорскування палива та іншими. Крім того, цей пристрій дублює та доповнює показання спідометра, тахометра, покажчика температури охолоджуючої рідини, вольтметра та економетра.

Центральним пристроєм управління системою упорскування служить спеціалізований контролер. Більшість двигунів комплектують контролером М1.5.4 фірми Bosch. Він обробляє інформацію, що надходить від різних датчиків, і впливає на виконуючі механізми, забезпечуючи оптимальний режим роботи двигуна.

Виявивши вихід якогось із параметрів за допустимі норми, контролер запам'ятовує код несправності у внутрішній енергонезалежній пам'яті та включає табло "Check Engine" на панелі приладів автомобіля. Цей пристрій буде працювати в чотирьох режимах.

В якості елементної бази були використані сучасні інтегральні мікросхеми, які відрізняються швидкодією, надійністю та високою стійкістю до перешкод.

Головні переваги цього пристрою - мала вартість, надійність роботи та низький рівень енергоспоживання.

Спректований діагностичний пристрій є актуальним для вітчизняних автомобілів на сьогодні і має перспективи розвитку в майбутньому.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

ЛІТЕРАТУРА

Інформаційні ресурси мережі «Інтернет»

1. <https://www.teh-avto.ru/articles/diagnost.html>.
2. <https://stroy-technics.ru/article/obshchaya-diagnostika-avtomobilya-po-parametram-effektivnosti>.
3. <https://ustroistvo-avtomobilya.ru/diagnostirovanie/skanery-dlya-diagnostiki-avtomobilej/>.
4. <https://www.autoezda.com/diagnostika-avto/1029-diagnostika-dvigatelia-avtomobilia.html>.
5. <https://amastercar.ru/automaster/diagnostichjeskoje-oborudovanije.shtml>.

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Додаток А

```
#ifndef _МК_Н
#define _МК_Н
#include "s8252.h"
#include "timer\timer.h" // Драйвер системного таймера.
#include "uart\uart.h" // Драйвер последовательного порта.
#include "lcd\lcd.h" // Драйвер клавиатуры.
#include "keyboard\keyboard.h" // Драйвер клавиатуры.
#include "beeper\beeper.h" // Драйвер генератора звука.
#include "messages\messages.h" // Модуль с сообщениями для пользователя.
#include "rtc\rtc.h" // Драйвер RTC DS1307.
#include "keyword\keyword.h" // Драйвер протокола KEYWORD2000.
#include <stdio.h> // Только для sprintf().
/* Возможные режимы работы "МК". */
enum MODE
{
    TRIP_COMPUTER_MODE = 0, // Режим маршрутного компьютера.
    ECU_VARIABLES_MODE = 1, // Режим отображения переменных
    программы ЭБУ.
    ECU_TROUBLES_CODE_MODE = 2, // Режим просмотра и стирания ошибок
    ЭБУ.
    ECU_IO_CONTROL_MODE = 3, // Режим управления исполнительными
    механизмами.
    ABOUT_MODE = 4 // Режим получения информации об устройстве.
};
```

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		1

```

#define FIRST_MODE TRIP_COMPUTER_MODE

#define LAST_MODE ECU_IO_CONTROL_MODE

/* Перечень отображаемых переменных ЭБУ. */

enum ECU_VARIABLES

{

    PASP = 0,      // Идентификатор ПО ЭБУ.

    THR  = 1,      // Положение дроссельной заслонки.

    TWAT = 2,      // Температура охлаждающей жидкости.

    FREQ = 3,      // Обороты двигателя.

    JUFRRX = 4,    // Желаемые обороты Х.Х.

    UOZ   = 5,      // Угол опережения зажигания.

    JSPEED = 6,    // Скорость движения автомобиля.

    FSM   = 7,      // Текущее положение регулятора Х.Х.

    SSM   = 8,      // Желаемое положение регулятора Х.Х.

    JAUACC = 9,    // Напряжение бортовой сети.

    RCO   = 10,    // Коэффициент коррекции СО.

    VALF  = 11,    // Отношение воздух/топливо.

    COEFFF = 12,   // Коэффициент коррекции времени впрыска.

    JALAM = 13,    // Напряжение на датчике кислорода.

    INJ   = 14,    // Длительность импульса впрыска.

    JGBC  = 15,    // Цикловый расход воздуха.

    JAIR  = 16,    // Массовый расход воздуха.

    JQT   = 17,    // Часовой расход топлива.

    JQD   = 18,    // Путевой расход топлива.

    DET   = 19,    // Признак обнаружения детонации.

    BLKINJ = 20,   // Признак блокировки подачи топлива.

```

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

```

RXX    = 21,      // Признак холостого хода.

BITPOW = 22      // Признак обогащения по мощности.

};

#define FIRST_ECU_VARIABLE PASP

#define LAST_ECU_VARIABLE BITPOW

/* Перечень управляемых исполнительных механизмов ЭБУ.          */

enum ECU_IO_PARAMETERS

{

    CHECK_ENGINE    = 0, // Лампа Check Engine.

    COOLING_FAN_RELAY = 1, // Реле вентилятора системы охлаждения
двигателя.

    FUEL_PUMP_RELAY  = 2, // Реле управления бензонасосом.

    IGNITION_1      = 3, // Катушка зажигания 1.

    IGNITION_2      = 4, // Катушка зажигания 2.

    INJECTOR_1      = 5, // Форсунка 1.

    INJECTOR_2      = 6, // Форсунка 2.

    INJECTOR_3      = 7, // Форсунка 3.

    INJECTOR_4      = 8, // Форсунка 4.

    CO_TRIMMING     = 9, // Коэффициент коррекции СО.

    IDLE_ENGINE_SPEED = 10, // Обороты холостого хода.

    IDLE_STEP_MOTOR = 11 // Регулятор холостого хода.

};

#define FIRST_ECU_IO_PARAMETER CHECK_ENGINE

#define LAST_ECU_IO_PARAMETER IDLE_STEP_MOTOR

/* Перечень отображаемых параметров маршрута.          */

```

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

```

enum TRIP_VARIABLES
{
    TOTAL_WAY    = 0,    // Пройденное расстояние.
    TOTAL_TIME   = 1,    // Общее время (включенное зажигание).
    TIME_IN_GO   = 2,    // Время в движении.
    CUR_SPEED    = 3,    // Текущая скорость движения.
    AVER_SPEED   = 4,    // Средняя скорость движения на маршруте.
    TOTAL_FUEL   = 5,    // Общий расход топлива.
    AVER_FUEL    = 6     // Средний расход топлива на маршруте.
};

#define FIRST_TRIP_VARIABLE TOTAL_WAY
#define LAST_TRIP_VARIABLE  AVER_FUEL

/* Перечень отображаемой информации об устройстве.                */

enum ABOUT_INFO
{
    DEVICE_NAME    = 0, // Название устройства.
    HARDWARE_VERSION = 1, // Версия аппаратной части устройства.
    SOFTWARE_VERSION = 2, // Версия программной части устройства.
    AUTOR_1        = 3, // Информация об авторе устройства.
    AUTOR_2        = 4

};

#define FIRST_ABOUT_INFO DEVICE_NAME
#define LAST_ABOUT_INFO  AUTOR_2

/* Структура параметров маршрута.                */

struct TRIP_PARAMS

```

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

```

{
    /* Флаги состояния маршрута. */
    unsigned char State;    // Бит 0 == 1 - подсчет параметров разрешен.

    /* Переменная с временем нахождения на маршруте в секундах. */
    unsigned long int Time_in_Trip;

    /* Переменная с временем нахождения в движении в секундах. */
    unsigned long int Time_in_Go;

    /* Переменная с пройденным расстоянием в 1/6 м. */
    unsigned long int Passed_Distance;

    /* Переменная с израсходованным топливом в 1/16 грамма. */
    unsigned long int Consumed_Fuel;
};

/* Возможные значения флага направления пролистывания переменных. */

#define UP    1

#define DOWN  0

/* Макрокоманда восстановления номера отображаемого параметра маршрута. */

#define Restore_Trip_Variable_Num(Var) \
    { EA=0; Read_Data_From_RTC((unsigned char *)&##Var, 1, 0x08); EA=1; }

/* Макрокоманда сохранения номера отображаемого параметра маршрута. */

#define Store_Trip_Variable_Num(Var) \
    { EA=0; Write_Data_To_RTC((unsigned char *)&##Var, 1, 0x08); EA=1; }

/* Макрокоманда восстановления номера отображаемой переменной ЭБУ. */

#define Restore_ECU_Variable_Num(Var) \

```

					ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

```

    { EA=0; Read_Data_From_RTC((unsigned char *)&##Var, 1, 0x09); EA=1; }

/* Макрокоманда сохранения номера отображаемой переменной ЭБУ. */
#define Store_ECU_Variable_Num(Var) \

    { EA=0; Write_Data_To_RTC((unsigned char *)&##Var, 1, 0x09); EA=1; }

/* Макрокоманда восстановления номера исполнительного механизма ЭБУ. */

#define Restore_ECU_IOControl_Num(Var) \

    { EA=0; Read_Data_From_RTC((unsigned char *)&##Var, 1, 0x0a); EA=1; }

/* Макрокоманда сохранения номера исполнительного механизма ЭБУ. */

#define Store_ECU_IOControl_Num(Var) \

    { EA=0; Write_Data_To_RTC((unsigned char *)&##Var, 1, 0x0a); EA=1; }

/* Макрокоманда восстановления маршрутных параметров. */

#define Restore_Trip_Params(Var) \

    Read_Data_From_RTC((unsigned char *)&##Var, sizeof(struct TRIP_PARAMS),
    0x10)

/* Макрокоманда сохранения номера исполнительного механизма ЭБУ. */

#define Store_Trip_Params(Var) \

    Write_Data_To_RTC((unsigned char *)&##Var, sizeof(struct TRIP_PARAMS),
    0x10)

/* Процедура установки связи с ЭБУ и проверки его совместимости с Я-5 и М154. */

/* Принимает: Ничего не принимает. */

/* Возвращает: Ничего не возвращает. */

void Connect_To_ECU(void);

#endif

```

						ЦЗДВН 6.171.00.10. 007 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			6

